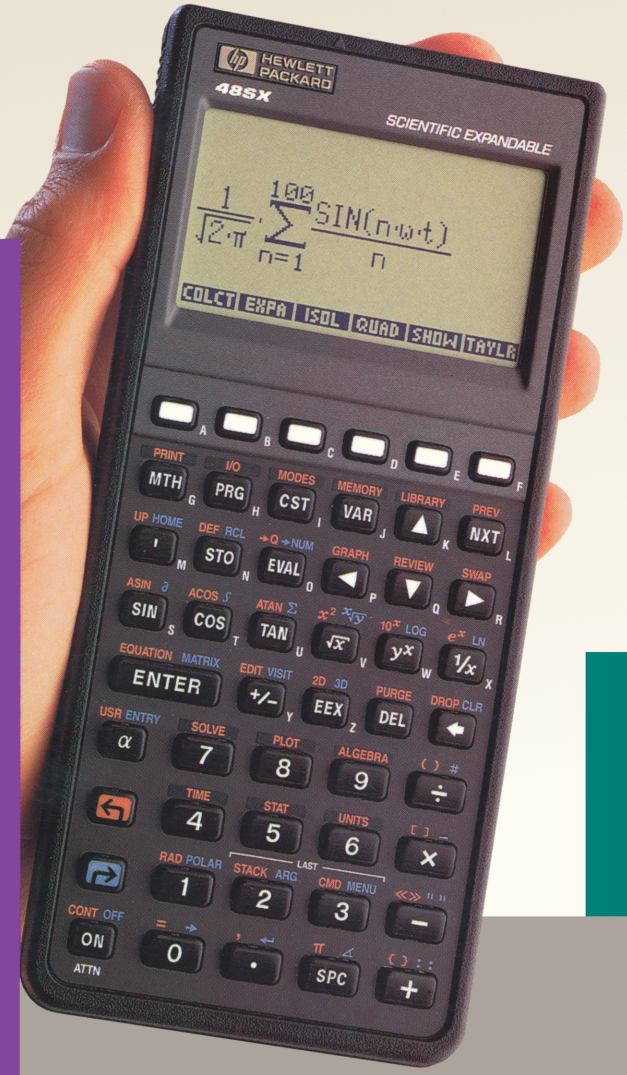
HEWLETT PACKARD

HP 48
Benutzerhandbuch



Vorschriftenerklärung

Europa

Konformitätsbescheinigung (gemäß EN 45014)

Name des Herstellers:	Hewlett-Packard	
Adresse des Herstellers:	Corvallis Division	Singapore Mfg. Div.
	1000 NE Circle Blvd.	1150 Depot Road
	Corvallis, OR 97330	Singapore 0410
	erklärt, daß folgendes Produkt	
Name des Produktes:	HP 48	
	den folgenden Produktspezifikationen entspricht	
EMC:	CISPR 22 / EN 55022 class B,	
	prEN 55101-2, prEN55101-3	
Sicherheit:	IEC 950 / EN 60950	

U.S.A.

Der HP 48 erzeugt und arbeitet mit hochfrequenten Signalen; aus diesem Grund ist es möglich, daß Rundfunk- und Fernsehempfang gestört werden. Der HP 48 Taschenrechner hält die Grenzwerte für Rechner der Klasse B entsprechend den Angaben in Abschnitt 15 der FCC Vorschriften, die einen ausreichenden Schutz gegen derartige Störstrahlungen in Wohnräumen bieten.

Kommentare zum HP 48 Benutzerhandbuch

Ihre Bewertung dieses Handbuchs hilft uns, unsere Veröffentlichungen zu verbessern. Bitte *kreisen Sie* für jede der folgenden Feststellungen eine Kennziffer ein, die Ihre Auffassung wiedergibt.

HP 48 Owner's Manual

Große Ablehnung 1	Ablehnung 2	Neutral 3	Annahme 4	Große Annahme 5

Ich bin mit der Anleitung des Produkts zufrieden .	1	2	3	4	5
Ich kann die gesuchten Informationen auffinden .	1	2	3	4	5
Die enthaltenen Information sind zutreffend . . .	1	2	3	4	5
Die Anweisungen sind leicht verständlich	1	2	3	4	5
Das Handbuch enthält genügend Beispiele	1	2	3	4	5
Die Beispiele sind geeignet und hilfreich	1	2	3	4	5
Dieses Handbuch ist aus dem Englischen in *Ihre Sprache* übersetzt worden. Die Qualität der Übersetzung ist gut	1	2	3	4	5
Ich hätte dieses Produkt sogar gekauft, wenn das Handbuch auf Englisch wäre	1	2	3	4	5

Kommentar: _____

_____

_____

_____

Name: _____

Straße: _____

Platz/Ort: _____

Beruf: _____

Tel-Nr.: (_____) _____

ABG 3/92

TNT Mailfast

SEA/PDX/700466/NO. 1

POSTFACH 1562

6092 KELSTERBACH

HP 48 Benutzerhandbuch

HP Ersatzteil Nr. 00048-90007
Gedruckt auf Spanien März 1992

2. Ausgabe

Zur Beachtung

Dieses Handbuch und die darin enthaltenen Beispiele werden "so wie sie sind" zur Verfügung gestellt und können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. **Hewlett-Packard haftet nicht für irgendwelche Fehler und mittelbare oder unmittelbare Schäden in Zusammenhang mit der Lieferung, Funktionsfähigkeit oder Verwendung dieses Handbuchs oder der darin enthaltenen Beispiele.**

© Hewlett-Packard Company 1990, 1992. Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, Bearbeitung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch Hewlett-Packard gestattet, soweit nicht durch das Urheberrecht gestattet.

Die Programme, die Ihren Tascherechner steuern, sind urheberrechtlich geschützt und alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung, Bearbeitung oder Übersetzung dieser Programme ist ebenfalls nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch die Hewlett-Packard Co. gestattet.

© Trustees of Columbia University in the City of New York, 1989. Es wird jeder Einzelperson oder Institution die Erlaubnis erteilt, Kermit-Software zu verwenden, zu kopieren oder weiterzuveräußern, so lange das nicht der Erzielung eines Gewinns dient und sofern dieser urheberrechtliche Hinweis bewahrt bleibt.

Hewlett-Packard Company
Corvallis Division
1000 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, U.S.A.

Drucklegende

1. Ausgabe ..... April 1990
2. Ausgabe ..... März 1992

Inhalt

Teil 1. Grundlagen

1. Die ersten Schritte mit dem HP 48

Besichtigen Sie den Taschenrechner 1-2
"Auf los geht's los" 1-5
Den Taschenrechner verwenden 1-5
Gebrauch des Speichers 1-14
Wege der Problemlösung 1-18
Numerische Tastaturberechnungen vornehmen 1-18
Algebra 1-24
Gleichungen nach Unbekannten lösen 1-32
Antworten grafisch erhalten 1-35
Erzeugen Ihrer eigenen Funktionen 1-41
Programmierung 1-43
Verwenden von Zahlen mit Einheiten 1-47
Die Zeit einstellen 1-50

2. Die Tastatur und das Display

Anordnung des Displays 2-1
Die Statuszeilen, die Indikatoren und Meldungen . . 2-1
Der Stack 2-4
Die Befehlszeile 2-4
Menüfelder 2-4
Anordnung der Tastatur 2-5
Verwenden der Tastatur und des Displays 2-7
Vorsichtshinweise 2-7
Eintippen von Zahlen 2-7
Eingeben von Zeichen (die Alpha-Tastatur) 2-8
Eingabe von Objekten mit Begrenzungszeichen . . . 2-12
Mit Menüs arbeiten 2-13
Den Anzeigemodus einstellen 2-15

3. Der Stack und die Befehlszeile
Den Stack für Berechnungen verwenden 3-2
Berechnungen ausführen 3-2
Mit dem Stack arbeiten 3-4
Die letzten Argumente wiederaufrufen 3-6
Den letzten Stack wiederherstellen 3-6
Objekte zur Anschauung und Bearbeitung darstellen . 3-7
Die Befehlszeile und das EDIT Menü 3-9
Der interaktive Stack 3-10
Die Befehlszeile verwenden 3-16
Ansammeln von Daten in der Befehlszeile 3-16
Den Befehlszeilen-Eingabemodus aktivieren 3-17
Das Wiederverwenden vorhergehender Befehlszeilen . 3-19
Weitere Stackbefehle 3-20

4. Objekte
Reelle Zahlen 4-2
Komplexe Zahlen 4-2
Binärzahlen 4-3
Felder 4-4
Namen 4-5
Algebraische Objekte 4-6
Programme 4-7
Zeichenketten 4-7
Listen 4-8
Grafiken 4-8
Markierte Objekte 4-8
Objekte mit Einheiten 4-9
Verzeichnisse 4-10
Eingebaute Funktionen und Befehle 4-10
Weitere Objekttypen 4-12
Befehle die Objekte verarbeiten 4-12
Objekttypen bestimmen 4-19
Namen von Variablen nach Objekttyp trennen 4-20
Objekte auswerten 4-20

5. Der Speicher
Verschiedene Speicherarten 5-1
Was Sie über die Nutzung des Speichers herausfinden können 5-2
Den Stack sichern und neu aufladen 5-3
Den gesamten Speicher löschen 5-4
Auf zu geringen Speicherplatz reagieren 5-4

6. Variablen und das VAR Menü
Variablen benennen 6-1
Variablen erzeugen 6-3
Den Inhalt von Variablen verwenden 6-4
Den Namen einer Variablen auswerten 6-4
Aufrufen des Inhalts von Variablen 6-5
Den Inhalt einer Variablen ändern 6-6
Namen von Variablen mit und ohne Anführungszeichen verwenden 6-7
Das VAR Menü und den Katalog REVIEW verwenden 6-8
Variablen löschen 6-9
Eine Fehleingabe zurücknehmen 6-11
Variablenarithmetik 6-11

7. Verzeichnisse
Über Verzeichnisse 7-1
Unterverzeichnisse erzeugen 7-3
Variablen in Verzeichnissen verwenden 7-4
Verzeichnisse wechseln 7-5
Variablen und Verzeichnisse löschen 7-6
Verzeichnisobjekte in dem Stack verwenden 7-7

8. Näheres über algebraische Objekte
Algebraische Objekte eingeben 8-1
Algebraische Objekte auswerten 8-2
Der Auswertungsvorgang 8-2
Schrittweise auswerten 8-3
Symbolische und Numerische Lösungen 8-4
Automatische Vereinfachung 8-5
Regeln der Priorität bei Rechenfunktionen 8-6
Ausdrücke und Gleichungen 8-7
Verwandte Themen 8-7

Teil 2. Grundfunktionen

9. Elementarmathematische Funktionen

Algebraische Syntax und Stack Syntax 9-1
Arithmetik und Grundrechenarten 9-3
Funktionen zur Umwandlung in Brüche 9-5
Exponential-, Logarithmus-, und Hyperbel-Funktionen . 9-6
Prozentfunktionen 9-7
Trigonometrische Funktionen, Winkelmodus, und π . . 9-8
Den Winkelmodus wählen 9-8
Trigonometrische Funktionen 9-9
Die Konstante π 9-9
Funktionen zum Umrechnen von Winkeln 9-11
Fakultät, Wahrscheinlichkeitsrechnung, und Zufallszahlen 9-13
Andere Funktionen für reelle Zahlen 9-15
Symbolische Konstanten verwenden 9-17
Zahlenwerte für symbolische Konstanten verwenden . 9-17
Flags verwenden, um symbolische Konstanten zu interpretieren 9-18
Symbolische Argumente für elementarmathematische Funktionen verwenden 9-20

10. Benutzerdefinierte Funktionen

Benutzerdefinierte Funktionen erzeugen 10-1
Benutzerdefinierte Funktionen ausführen 10-2
Benutzerdefinierte Funktionen differenzieren 10-3
Benutzerdefinierte Funktionen verschachteln 10-4
Die Struktur einer benutzerdefinierten Funktion . . . 10-6

11. Komplexe Zahlen

Komplexe Zahlen anzeigen 11-2
Komplexe Zahlen eingeben 11-3
Komplexe Zahlen zusammensetzen und zerlegen . . . 11-5
Mit komplexen Zahlen rechnen 11-6
Komplexe Zahlen im Stack verwenden 11-7
Komplexe Zahlen in algebraischen Objekten verwenden 11-8
Komplexe Ergebnisse aus reellen Berechnungen . . . 11-10
Weitere Befehle für komplexe Zahlen 11-11
Zwischen komplexen Zahlen oder Vektoren wählen . . 11-13

12. Vektoren
2D und 3D Vektoren darstellen 12-1
2D und 3D Vektoren eingeben 12-4
2D und 3D Vektoren zusammensetzen und zerlegen . . 12-5
Mit 2D und 3D Vektoren berechnen 12-8
Weitere Befehle für Vektoren 12-14
Zwischen komplexen Zahlen oder Vektoren wählen . . 12-16

13. Umgang mit Maßeinheiten
Überblick über UNITS 13-1
UNITS und Objekte mit Einheiten 13-2
Das UNITS Katalogmenü 13-2
Objekte mit Einheiten erzeugen 13-3
Objekte mit Einheiten innerhalb algebraischer Objekte verwenden 13-8
Einheiten umwandeln 13-8
Das UNITS Katalogmenü verwenden 13-9
Mit CONVERT umwandeln 13-10
Umwandeln im CST Menü 13-11
Mit UBASE (bei SI Basiseinheiten) umwandeln . . . 13-12
Dimensionslose Winkel mit Einheiten umwandeln . . 13-13
Einheitenausdrücke ausklammern 13-14
Mit Einheiten rechnen 13-15
Mit Temperatureneinheiten arbeiten 13-19
Temperatureinheiten umrechnen 13-19
Mit Temperatureinheiten rechnen 13-20
Benutzerdefinierte Einheiten erzeugen 13-23
Weitere Befehle für Objekte mit Einheiten 13-25

14. Binäre Arithmetik
Die Wortlänge einstellen 14-1
Die aktuelle Basis einstellen 14-2
Binärzahlen eingeben 14-3
Mit Binärzahlen rechnen 14-4
Weitere Befehle für Binärzahlen 14-5

15. Benutzerspezifische Anpassung
Benutzermenüs (CST) verwenden 15-1
Benutzermenüs aufstellen 15-1
Benutzermenüs erweitern 15-4
Ein temporäres Menü aufstellen 15-5
Die Benutzertastatur bestimmen 15-5
Die Benutzermodi wählen 15-5
Benutzertasten umbelegen 15-6
Benutzertasten deaktivieren 15-10
Benutzerdefinierte Tastenbelegungen aufrufen und bearbeiten 15-10
Die Taschenrechnermodi einstellen 15-11
Die MODES Menüs verwenden 15-12
Systemflags verwenden 15-13

Teil 3. Leistungsfunktionen

16. Der EquationWriter
Wie der EquationWriter aufgebaut ist 16-2
Gleichungen erzeugen 16-4
Gleichungen eingeben 16-5
Implizite Klammern steuern 16-12
Beispiele zum EquationWriter 16-12
Gleichungen bearbeiten (editieren) 16-16
Mit der Rückschrittaste editieren 16-17
In der Befehlszeile editieren 16-18
Ein Objekt aus dem Stack einfügen 16-22
Einen Teilausdruck mit einem algebraischen Objekt ersetzen 16-23
Objekte mit dem EquationWriter anschauen und editieren 16-24

17. HP Solve
Die Struktur des HP Solve 17-2
Gleichungen, Ausdrücke und Programme verwenden . . 17-3
Die aktuelle Gleichung bestimmen 17-3
Eine neue aktuelle Gleichung eingeben 17-4
Eine existierende Gleichung wieder verwenden . . . 17-6
Zusammenfassung der Operationen im SOLVE Menü 17-11
Die aktuelle Gleichung lösen 17-12
Eine Lösung finden 17-13

Die Lösung prüfen 17-16
Andere Lösungen finden 17-17
Näherungswerte verwenden 17-18
Zusammenfassung der Operationen des SOLVR Menüs 17-18
Resultate interpretieren 17-19
Wenn eine Lösung gefunden wurde 17-20
Wenn keine Lösung gefunden wurde 17-22
Zwischen HP Solve oder Plot wählen 17-23
HP Solve für Objekte mit Einheiten verwenden 17-24
Das SOLVR Menü benutzerdefinieren 17-26
Zwei oder mehrere Gleichungen lösen 17-28
Die Lösung eines Programmes finden 17-32
Wie HP Solve funktioniert 17-33
Wie der Lösungsalgorithmus anfängliche Näherungswerte verwendet 17-34
Den Lösungsalgorithmus unterbrechen 17-34
Zwischennäherungen darstellen 17-35
Das Variablenmenü aufstellen 17-35

18. Grafische Darstellungen und Funktionsanalyse
Die Struktur von PLOT 18-2
Gleichungen, Ausdrücke und Programme verwenden . . 18-4
Die aktuelle Gleichung und den Plottypen bestimmen . 18-5
Die aktuelle Gleichung und den Plottypen umwandeln 18-5
Zusammenfassung der Operationen des PLOT Menüs 18-7
Die Plotparameter bestimmen und den Graphen plotten 18-8
Unabhängige Variablen bestimmen 18-9
Die Anzeigenbereiche oder die Skalierung festsetzen . 18-10
Die Plotparameter verändern 18-11
Den Graphen plotten 18-12
Zwischen durchgehenden und nicht durchgehenden Diagrammen wählen 18-16
Zusammenfassung der Grundoperationen beim PLOTR Menü 18-16
Wie DRAW Punkte zeichnet 18-19
Zwei oder mehrere Gleichungen plotten 18-20
In der Grafikumgebung arbeiten 18-21
Mit dem Graphen arbeiten 18-24
Zoomoperationen verwenden 18-25
Funktionenanalyse 18-28
Weiteres über die Funktionenanalyse 18-37

Zusammenfassung der Zoom- und Funktionenanalysenoperationen 18-39

19. Zusätzliches über Plotten und Grafikobjekte
Grafische Darstellungen verfeinern 19-1
Plotbereiche anstatt Anzeigebereiche verwenden . . 19-2
Achsen und Beschriftungen bestimmen 19-3
Die Auflösung festlegen 19-4
Zusammenfassung der Verfeinerungen des Plottens bei PLOTR Menüoperationen 19-5
Die PPAR Variable verstehen 19-7
Die Plotkoordinaten verwenden 19-9
Die Größe von PICT ändern 19-10
Plottypen wählen 19-13
Der Plottyp FUNCTION 19-15
Der Plottyp CONIC 19-16
Der Plottyp POLAR 19-17
Der Plottyp PARAMETRIC 19-18
Der Plottyp TRUTH (Vergleichsausdruck) 19-20
Programme und benutzerdefinierte Funktionen grafisch darstellen 19-21
Objekte mit Einheiten grafisch darstellen 19-22
Statistische Daten grafisch darstellen 19-23
Grafische Elemente zu PICT hinzufügen 19-24
In der grafischen Umgebung Elemente hinzufügen . . 19-25
Elemente mit Hilfe von Befehlen hinzufügen 19-27
Mit Grafikobjekten im Stack arbeiten 19-29
Stackoperationen in der grafischen Umgebung verwenden 19-29
Stackbefehle für Grafikobjekte verwenden 19-30
Stackbefehle mit PICT verwenden 19-33

20. Felder
Felder anzeigen 20-1
Felder eingeben 20-2
Den MatrixWriter verwenden 20-2
Die Befehlszeile verwenden 20-6
Felder anschauen und bearbeiten 20-7
Arithmetik mit Feldern 20-10
Arithmetik mit komplexen Feldern 20-15
Arithmetik mit algebraischer Syntax 20-17
Weitere Befehle für Matrizen 20-18

Fortgeschrittene Themen im Zusammenhang mit Matrizen 20-20

21. Statistik

Statistische Daten organisieren 21-2
Die aktuelle statistische Matrix aufsetzen 21-2
Statistische Daten eingeben 21-2
Statistische Daten bearbeiten 21-4
Zusammenfassung der STAT Menü Operationen bei der Dateneingabe 21-5
Den Katalog STAT verwenden 21-6
Statistische Berechnungen bei unabhängigen Stichproben 21-9
Statistik mit Stichproben 21-10
Statistik mit Grundgesamtheiten 21-11
Statistik mit verbundenen Stichproben 21-12
Statistische Daten grafisch darstellen 21-15
Streudiagramme zeichnen 21-15
Balkendiagramme zeichnen 21-17
Histogramme zeichnen 21-19
Befehle für grafische Darstellung zusammenfassen . . 21-20
Statistik mit Summen 21-21
Teststatistik 21-22
Statistik-Parametervariablen verstehen 21-25

22. Algebra

Symbolische Lösungen 22-1
Eine einzelne Variable isolieren 22-2
Quadratische Gleichungen lösen 22-3
Allgemein- und Haupt-Lösungen erzielen 22-6
Verdeckte Variablen anzeigen 22-7
Zusammenfassung der Befehle für symbolische Lösungen 22-8
Terme neuordnen 22-9
Ähnliche Terme zusammenfassen 22-9
Erweitern von Produkten und Potenzen 22-10
Zusammenfassung der Befehle zum Zusammenfassen und Erweitern 22-11
Das RULES Menü für Umwandlungen verwenden . . . 22-12
Benutzerdefinierte Umformungen 22-25
Die | (Wobei) Funktion verwenden 22-28

23. Infinitesimalrechnung
Ausdrücke differenzieren 23-1
Schrittweise differenzieren 23-1
Vollständige Differentiation 23-4
Differentiation benutzerdefinierter Funktionen . . . 23-4
Benutzerdefinierte Ableitungen erzeugen 23-4
Summen endlicher Reihen 23-5
Taylorpolynome als Näherungen ableiten 23-9
Ausdrücke der Integration 23-11
Symbolische Integration durchführen 23-11
Numerische Integration durchführen 23-16
Weiteres über Integration 23-19
Wie der HP 48 symbolische Integration durchführt . 23-19
Der Genauigkeitsfaktor und die Integrationsunsicherheit 23-20

24. Uhrzeit, Termine und Datumsarithmetik
Die Uhr verwenden (Datum and Uhrzeit) 24-1
Anzeige von Datum und Uhrzeit 24-2
Einstellen des Datums und der Uhrzeit 24-2
Zusammenfassung der Operationen für Datum und Uhrzeit 24-4
Einstellen von Terminen 24-5
Terminerinnerungen verwenden 24-5
Steuerungstermine verwenden 24-9
Immer wiederkehrende Termine stoppen 24-10
Zusammenfassung der Terminoperationen 24-11
Termine überprüfen und bearbeiten 24-12
Termine in Programmen verwenden 24-16
Mit Daten und Uhrzeiten berechnen 24-18
Datumsberechnungen 24-18
Uhrzeit- und Winkelberechnungen 24-20

Teil 4. Programmierung

25. Grundlagen der Progammierung

Das Programmieren verstehen 25-1
Der Inhalt eines Programms 25-2
Berechnungen in einem Programm 25-4
Strukturiertes Programmieren 25-5
Wo man weitere Information findet: 25-5
Programme eingeben und ausführen 25-6
Programme anschauen und editieren 25-12
Programme mit einem Computer schreiben 25-13
Lokale Variablen verwenden 25-14
Lokale Variablen erzeugen 25-14
Lokale Namen auswerten 25-16
Den Gültigkeitsbereich lokaler Variablen definieren . 25-17
Benutzerdefinierte Funktionen als Programme erzeugen 25-19
Daten im Stack verarbeiten 25-20
Unterprogramme verwenden 25-21
Einzelschrittausführung durch ein Programm 25-24

26. Tests und Bedingungsstrukturen

Testbedingungen 26-1
Vergleichsfunktionen verwenden 26-2
Logische Funktionen verwenden 26-3
Objekttypen testen 26-4
Bedingungsstrukturen und Befehle verwenden 26-5
Die IF...THEN...END Struktur 26-5
Der IFT Befehl 26-6
Die IF...THEN...ELSE...END Struktur 26-6
Die IFTE Funktion 26-7
The CASE...END Structure 26-7
Bedingte Beispiele 26-8

27. Programmschleifen

Bestimmte Schleifstrukturen verwenden 27-1
Die START...NEXT Struktur 27-2
Die START...STEP Struktur 27-3
Die FOR...NEXT Struktur 27-5
Die FOR...STEP Struktur 27-7
Unbestimmte Programmschleifen verwenden 27-9
Die DO...UNTIL...END Struktur 27-9

Die WHILE...REPEAT...END Struktur 27-12
Schleifenzähler verwenden 27-13
Summierungen anstatt von Schleifen verwenden 27-15

28. Flags
Flagtypen 28-1
Setzen, Rücksetzen und Testen von Flags 28-2
Die Einstellungen der Flags aufrufen und speichern . . 28-4

29. Dialogprogramme
Zum Zwecke von Dateneingabe unterbrechen 29-1
PROMPT...CONT zum Zwecke der Eingabe verwenden 29-2
DISP FREEZE HALT...CONT zum Zwecke der Eingabe verwenden 29-4
INPUT...ENTER zum Zwecke der Eingabe verwenden 29-6
Piepsen um Aufmerksamkeit zu erlangen 29-14
Zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck anhalten . 29-15
WAIT zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck verwenden 29-15
KEY zur Tastatureingabe verwenden 29-16
Programmausgabe darstellen 29-17
Ausgaben mit Marken versehen 29-17
Ausgaben als Zeichenketten markieren und darstellen 29-18
Zum Zwecke der Anzeige von Ausgabe anhalten . . . 29-20
Zusammenfassung der Befehle zur Dateneingabe und Ausgabe 29-20
Menüs mit Programmen verwenden 29-22
Menüs zum Zwecke der Eingabe verwenden 29-23
Menüs zum Zwecke der Ausführung von Programmen verwenden 29-24
HP 48 von einem Programm her abstellen 29-27

30. Fehlern eine Falle stellen
Fehler verursachen und analysieren 30-2
Fallen für die Fehler stellen 30-4
Die IFERR...THEN...END Struktur 30-4
Die IFERR...THEN...ELSE...END Struktur 30-6

31. Weitere Programmierbeispiele

Fibonacci-Zahlen 31-2
FIB1 (Fibonacci Zahlen, rekursive Version) 31-2
FIB2 (Fibonacc-Zahlen, Schleifenversion) 31-3
FIBT (Vergleich der Programmausführungszeit) . . 31-5
Einen ganzzahligen Binärwert anzeigen 31-7
PAD (Mit führenden Leerstellen auffüllen) 31-7
PRESERVE (Den vorherigen Zustand sichern und wiederherstellen) 31-9
BDISP (Binäranzeige) 31-10
Medianwert von statistischen Daten 31-15
SORT (Eine Liste ordnen) 31-15
LMED (Medianwert einer Liste) 31-17
MEDIAN (Medianwert der statistischen Daten) . . . 31-19
Vollständig erweitern und zusammenfassen 31-22
MULTI (Mehrfache Ausführung) 31-23
EXCO (Vollständig erweitern und zusammenfassen) . 31-24
Minimum- und Maximumelemente in Feldern 31-26
MNX (Minimal oder Maximalelement—Version 1) . 31-26
MNX2 (Minimal- oder Maximalelement—Version 2) . 31-30
Verifikation der Programmargumente 31-33
NAMES (Prüfung, ob die Liste genau zwei Namen enthält) 31-34
VFY (Programmargumente überprüfen) 31-36
Bessel-Funktionen 31-39
Bewegte Darstellung einer Folge von Taylor-Polynomen 31-41
SINTP (Umwandlung eines Graphen in eine Grafik) . 31-41
SETTS (Überlagerung der Taylor-Polynomen) . . . 31-42
TSA (Bewegte Darstellung von Taylor-Polynomen) . 31-44
Programmatisches Verwenden von Statistik und Plotten 31-45
Modus zur Programmablaufverfolgung 31-50
Auflösen von umgekehrten Funktionen 31-52
Bewegte Darstellung einer Grafik 31-54

Teil 5. Drucken, Datenübertragung und Einsteckmodule

32. Drucken

Einen Drucker aufstellen 32-1
Drucken 32-3
Mehr komplexes Drucken 32-7
Einen seriellen Drucker aufstellen 32-10
Die PRTPAR Variable verstehen 32-11

33. Datenübertragung von und zum HP 48

Wie der HP 48 Daten überträgt 33-1
Typen von Daten, die übertragen werden können . . . 33-2
Einen Übertragungsmodus wählen 33-3
Einstellen der I/O Parameter 33-3
Datenübertragung zwischen zwei HP 48 Taschenrechnern 33-9
Datenübertragung zwischen einem Computer und einem HP 48 Taschenrechner 33-11
Wie man den Computer und den HP 48 Taschenrechner vorbereitet 33-11
Variablen und Dateien übertragen 33-13
Alle Daten im HP 48 Taschenrechnerspeicher sichern 33-15
Dateinamen wählen und verwenden 33-17
Daten von anderen Taschenrechnern erhalten 33-18
Kermit-Befehle senden 33-18
Information über Kermit-Fehler erhalten 33-19
Zusammenfassung der Kermit-Befehle 33-20
Daten ohne Kermit senden und empfangen 33-21
Eine serielle Verbindung herstellen 33-25
ASCII Übertragungen verstehen 33-26
Die IOPAR Variable verstehen 33-27

34. Speicher, Einsteckkarten, und Bibliotheken

Speicherarten 34-1
Einbau und Ausbau von Einsteckkarten (Nicht beim HP 48S) 34-2
Eine neue RAM Einsteckkarte vorbereiten 34-3
Einbau und Ausbau von RAM und ROM Einsteckkarten 34-6
Einsteckkarten verwenden (Nicht beim HP 48S) 34-10
RAM Einsteckkarten verwenden 34-10
Anwendeprogrammeinsteckkarten verwenden 34-11
Port 0 verwenden 34-12

Den Speicher einbinden, freigeben und schützen (Nicht beim HP 48S) 34-12
Den Benutzerspeicher erweitern (Nicht beim HP 48S) . 34-17
Daten sichern 34-17
Einzelne Objekte sichern 34-18
Alle Daten des Speichers sichern 34-22
Bibliotheken verwenden 34-23
Bibliotheken produzieren 34-24
Bibliotheken aufsetzen 34-24
Bibliotheken verwenden 34-26
Zusammenfassung der Bibliothekenbefehle 34-27

Teil 6. Anhänge und Verzeichnisse

A. Unterstützung, Batterien und Wartung
Wenn manches nicht mehr funktioniert A-1
Antworten auf häufige Fragen A-3
Umgebungsbedingungen A-6
Wann die Batterien zu ersetzen sind A-7
Batterienwechseln A-8
Überprüfung der Taschenrechnerfunktion A-12
Sellbsttest A-14
Testen der Tastatur A-15
Testen des Port-RAM A-16
Schleifentest des IR-Anschlusses A-17
Schleifentest des seriellen Anschlusses A-18
Begrenzte Ein-Jahres-Garantie A-19
Wenn der Taschenrechner repariert oder gewartet werden muß A-20

B. Meldungen

C. Kennzeichen (Codes) des HP 48

D. Menüzahlen und Menükarten

E. HP 48 System-Flags

F. Vergleich zwischen dem HP 48 und dem HP 41
Was hat sich nicht geändert? F-1
Der Stack F-2
Berechnungen F-5
Befehle F-6
Der Speicher F-8
Programmierung F-11

G. Verzeichnis der Operationen

Index

Teil 1

Grundlagen

1

Die ersten Schritte mit dem HP 48

Dieses erste Kapitel gibt Ihnen eine Chance, einige Aktionen mit Ihrem HP 48 versuchsweise auszuführen. Sie werden lernen, wie man eine große Anzahl von grundsätzlichen Aktionen ausführen kann, indem Sie einige der Werkzeuge des HP 48 verwenden.

Wenn Sie sich schon mit dem HP 41 oder einem ähnlichen RPN Taschenrechner auskennen, dann wäre es für Sie wahrscheinlich besser, dieses Kapitel zu übergehen und stattdessen den Anhang F, "Vergleich zwischen den HP 48 und HP 41", zu lesen.

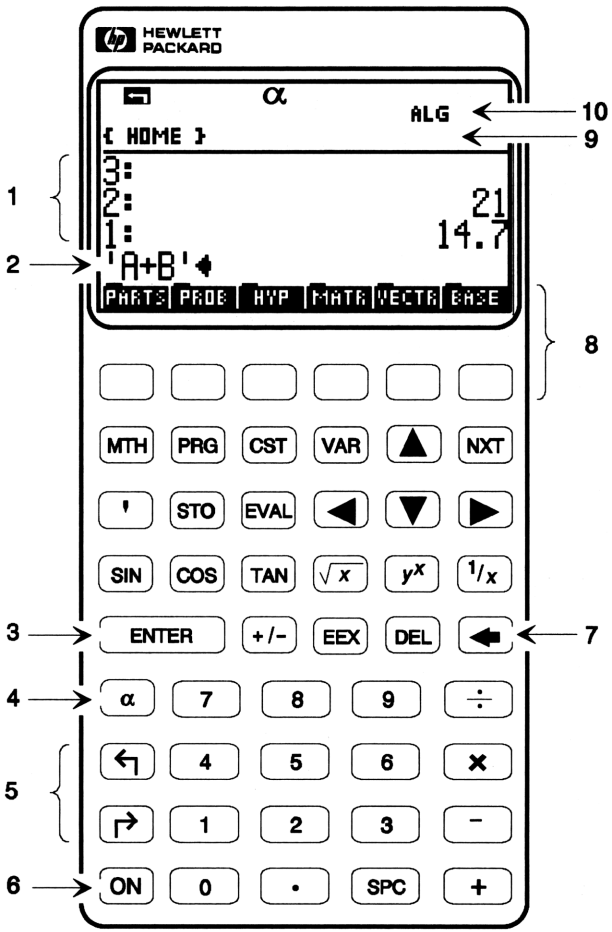
Hier sind einige Ratschläge, wie Sie dieses Kapitel am besten gebrauchen können:

- Versuchen Sie, die Beispiele durchzuarbeiten. Sie werden Ihnen sehr deutlich machen, wie Sie den HP 48 anwenden können.
- Überschriften betonen die Schritte, die Sie für gewisse Aktionen machen müssen. Sie können experimentieren, wenn Sie wollen. Aber die Beispiele sind wahrscheinlich Ihre beste Hilfe, die ersten Schritte zu unternehmen.
- Sie können den Taschenrechner zu jeder Zeit abstellen. Wenn Sie ihn wieder anstellen, können Sie da weitermachen, wo Sie aufgehört haben.
- Wenn Sie Probleme haben, lesen Sie "Wenn manches nicht mehr funktioniert" auf Seite A-1.

Hinweis

Dieses Kapitel gibt Ihnen nur einige ausgwählte Informationen über den HP 48. Lesen Sie andere Kapitel, um vollständigere Auskunft zu erhalten.

1 Besichtigen Sie den Taschenrechner



1. Stackebenen
2. Befehlszeile
3. Eingeben der Befehlszeile
4. Alphamodus
5. Umschalttasten
6. “An”, “Aus” und Vorsicht
7. Rückleertaste
8. Menüfelder und -tasten
9. Meldungsbereich
10. Indikatoren

1. **Stackebenen.** Der Stack hält die Daten, mit denen Sie gerade arbeiten. Jede numerierte Stackebene hält ein Datenelement, ein *Objekt* genannt. Der Stack kann mehr Ebenen haben als im Display angezeigt.

2. **Befehlszeile.** Zahlen und andere Texte, die Sie eintippen, sammeln sich in der Befehlszeile an. Die Befehlszeile wird nur dann angezeigt, wenn Sie diese verwenden.

3. **In die Befehlszeile eingeben.** Die [ENTER] Taste verarbeitet den Text in der Befehlszeile.

4. **Alphamodus.** Die [α] Taste stellt die Alpha-Tastatur an und ab. Verwenden Sie die Alpha-Tastatur, um einige Buchstaben und andere Zeichen einzutippen.

5. **Umschalttasten.** Die orangefarbene [←] (links umgeschaltet) Taste aktiviert die Operationen, die über den meisten Tasten in orange Farben benannt sind. Die blaue [→] (rechts umgeschaltet) Taste aktiviert die Operationen, die blau angezeigt sind, und andere unbenannte Operationen.

6. **"An", "Aus" und "Vorsicht".** Die [ON] Taste stellt den HP 48 an. Wenn er angestellt ist, bedeutet diese Taste "Vorsicht"; denn sie löscht die Befehlszeile aus und unterbricht alle Aktionen. Verwenden Sie auch die [→] Taste, die den HP 48 abstellt.

7. **Rückleertaste.** Wenn eine Befehlszeile vorhanden ist, löscht [←] das Zeichen links neben dem Cursor. Wenn keine Befehlszeile vorhanden ist, löscht diese Taste den Inhalt der Stackebene 1.

8. **Menüfelder und Menütasten.** Der Platz am unteren Rande des Displays zeigt die Operationen für die sechs unteren Menütasten an.

9. **Gebiet für Meldungen.** Dieser Teil des Displays zeigt den Namen des aktuellen Verzeichnisses und alle Aufforderungen und Meldungen.

10. **Indikatoren.** Indikatoren zeigen den aktuellen Status des Taschenrechners an, einschließlich den der Umschaltungstaste und von Alpha.

Die Tastatur enthält viele Felder für viele Operationen. Einige sind auf die Tasten selber geschrieben. Das sind die Hauptoperationen.

Andere sind über die Tasten blau und orangefarben geschrieben. Das sind die "umgeschalteten" Operationen.

Die folgende Tabelle listet die Felder für die Haupt- und umgeschalteten Operationen auf der Tastatur. Auch zeigt sie Zeile und Position, wo sich jedes Feld befindet, abgezählt von links oben. Das könnte für Sie behilflich sein, während Sie sich mit der HP 48 Tastatur vertraut machen, besonders, wenn Sie die Beispiele in diesem Handbuch durcharbeiten.

Tasten und ihr Standort nach Zeilenposition:

ACOS	4,2	LAST STACK	8,3	STAT	7,3	α	6,1
ALGEBRA	6,4	LIBRARY	2,5	STO	3,2	π	9,4
ASIN	4,1	LN	4,6	SWAP	3,6	Σ	4,3
ATAN	4,3	LOG	4,5	TAN	4,3	∂	4,1
ATTN	9,1	MATRIX	5,1	TIME	7,2	$\int$	4,2
CLR	5,5	MEMORY	2,4	UNITS	7,4	Δ	9,4
CONT	9,1	MODES	2,3	UP	3,1	←	5,5
COS	4,2	MTH	2,1	USR	6,1	→	9,2
CST	2,3	→NUM	3,3	VAR	2,4	↩	9,3
DEF	3,2	NXT	2,6	VISIT	5,2	'	3,1
DEL	5,4	OFF	9,1	x^2	4,4	.	9,3
DROP	5,5	ON	9,1	$\sqrt{x}$	4,4	,	9,3
EDIT	5,2	PLOT	6,3	$\sqrt[x]{y}$	4,4	#	6,5
EEX	5,3	POLAR	8,2	y^x	4,5	_	7,5
ENTER	5,1	PREV	2,6			( )	6,5
ENTRY	6,1	PRG	2,2	$1/x$	4,6	[ ]	7,5
EQUATION	5,1	PRINT	2,1	10^x	4,5	≪ ≫	8,5
EVAL	3,3	PURGE	5,4	2D	5,3	" "	8,5
e^x	4,6	→Q	3,3	3D	5,3	{ }	9,5
GRAPH	3,4	RAD	8,2	+/−	5,2	: :	9,5
HOME	3,1	RCL	3,2	+	9,5	▲	2,5
I/O	2,2	REVIEW	3,5	−	8,5	▼	3,5
LAST ARG	8,3	SIN	4,1	×	7,5	◀	3,4
LAST CMD	8,4	SOLVE	6,2	÷	6,5	▶	3,6
LAST MENU	8,4	SPC	9,4	=	9,2		

"Auf los geht's los"

Wie man den HP 48 an- und abstellt:

- Ihn anzustellen, drücken Sie [ON].
- Ihn abzustellen, drücken Sie [→][OFF]. Dann drücken Sie die blaue [→] Taste und danach die Taste mit dem blauen "OFF" Feld darüber (die [ON] Taste).

Wie man den Anzeigekontrast einstellt:

- Um das Display abzublenden, stellen Sie den HP 48 an, halten Sie die [ON] Taste gedrückt, und drücken Sie dann [+].
- Um das Display aufzublenden, stellen Sie den HP 48 an, halten Sie die [ON] Taste gedrückt, und drücken Sie dann [−].

Die Beispiele in diesem Kapitel setzen voraus, daß der HP 48 in seiner ursprünglichen Grundeinstellung ist. Sie setzen voraus, daß Sie keine der Operationenmodi des HP 48 verändert haben. (Wie Sie den Taschenrechner in diese Situation zurückschalten können, dazu lesen Sie "Wenn manches nicht mehr funktioniert" auf Seite A-1.)

Den Taschenrechner verwenden

Wenn Sie den HP 48 gebrauchen, verwenden Sie *Befehle*, um Zahlen oder andere *Objekte* zu verarbeiten, und Sie erhalten Ergebnisse. Die meisten Aktionen gehen in der *Befehlszeile* und in dem *Stack* vor sich.

Einige Befehle sind auf der Tastatur benannt. Andere werden in *Menüs* im Display vorgestellt. Ihre Daten könnten numerisch sein, oder sie könnten algebraische Variablen oder Text enthalten.

Wie man der allgemeinen Regel nach Befehle ausführt:

1. Geben Sie die Argumente für den Befehl ein, falls sie vorhanden sind.
2. Führen Sie den Befehl aus.

Ein *Argument* ist ein Datenelement, ein Objekt etwa, welches von einem Befehl verwendet wird, um ein Ergebnis zu erhalten. Die Anzahl der Argumente hängt von der Art des Befehls ab. Einige

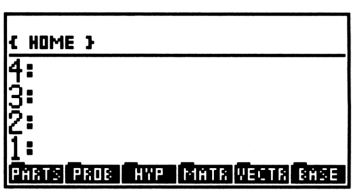
Befehle verwenden keine Argumente, andere verwenden dagegen eins, zwei oder noch mehr. Zum Beispiel benötigt die "Addition" zwei Argumente, "Tangens" verlangt eins, und "setzen Sie das Standardanzeigeformat" benötigt keins.

Die Idee, zuerst zwei Zahlen einzugeben und *dann* die "Addition" auszuführen, oder zuerst einen Winkel einzugeben und *dann* "Tangens" auszuführen, könnte zuerst befremdend sein. Aber das ist ein Teil eines konstanten und effektiven Operationsschemas, das eine Stacksyntax verwendet, die manchmal *RPN* ("Umgekehrte polnische Bezeichnung") genannt wird. (Hier ist das etwas anders als bei früheren HP RPN Taschenrechnern, wie dem HP 41 beispielsweise, der Informationen anforderte, *nachdem* gewisse Befehle, wie STO und FIX, eingegeben worden waren.)

Um mehr als ein Argument einzugeben, können Sie [ENTER] nach jedem Argument drücken. Oder Sie können auch [SPC] drücken, um mehr als ein Argument in die Befehlszeile einzuschließen.

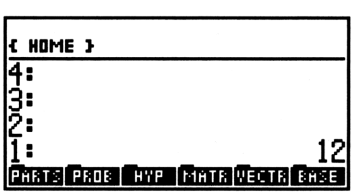
Beispiel: Stellen Sie den HP 48 an, und dann addieren Sie 12 und 34.

[ON]



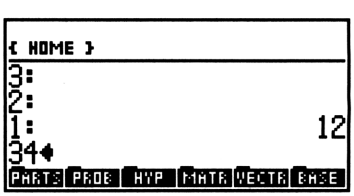
Tippen Sie die erste Zahl ein.

12 [ENTER]



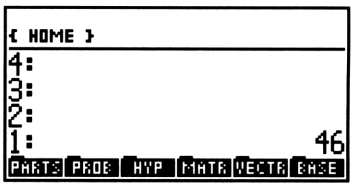
Tippen Sie die zweite Zahl ein.

34



Addieren Sie die beiden Zahlen, die Sie eingegeben haben.

[+]



Wenn Sie anfangen, Zahlen oder andere Daten einzutippen, erscheint die *Befehlszeile* automatisch in der Nähe des unteren Randes des Displays, und Ihre Eingabe erscheint auch dort.

Wenn Sie einen Befehl ausführen wie etwa [ENTER] oder [+] aus dem vorhergehenden Beispiel, verschwindet die Befehlszeile, und die Lösung erscheint im *Stack*. Der Stack ist eine Folge von Aufbewahrungsplätzen im Speicher, und einige der ersten werden im Display gezeigt:

- Wenn Sie Zahlen oder andere Objekte eingeben, werden vorhergehende Objekte in höhere Ebenen im Stack geschoben.
- Wenn Sie Objekte aus dem unteren Rand des Stacks löschen, werden die restlichen Objekte nach unten geschoben.
- Während Befehle ausgeführt werden, entfernen sich diese Objekte vom unteren Rand des Stacks und werden mit Ergebnissen ersetzt.
- Die Anzahl der existierenden Stackebenen verändert sich der Anzahl der gegenwärtigen Objekte entsprechend von 0 bis zu hunderten und mehr.

Wie man die Befehlszeile löscht:

- Drücken Sie [ATTN]. (Das ist der Name der [ON] Taste, während der Taschenrechner angestellt ist.)

Wie man das Objekt in Ebene 1 aus dem Stack löscht:

- Drücken Sie [←] oder [↰][DROP], aber nur wenn keine Befehlszeile vorhanden ist. (DROP ist über der [←] Taste.)

Wie man den ganzen Stack löscht:

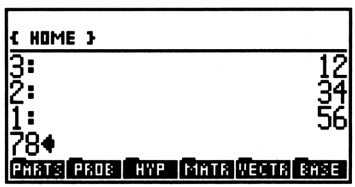
- Drücken Sie [↱][CLR]. (CLR ist über der [←] Taste.)

Objekte werden im Stack aufbewahrt, bis Sie diese verwenden oder löschen. Es ist eine gute Idee, den Stack gelegentlich zu löschen, um den dortigen Speicherraum freizumachen.

Beispiel: Geben Sie vier Zahlen ein, und addieren Sie die beiden letzten, dann löschen Sie das Ergebnis und den Stack.

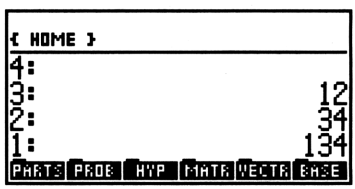
Löschen Sie den Stack, und geben Sie 12, 34, 56, und 78 ein.

(→)(CLR)
12 (ENTER) 34 (ENTER) 56 (ENTER) 78



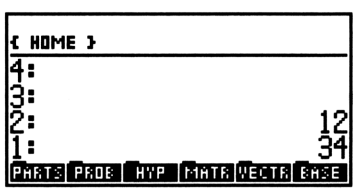
Addieren Sie die beiden letzten Zahlen.

(+)



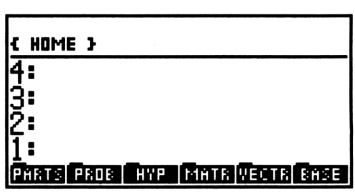
Löschen Sie das Ergebnis.

(←)



Löschen Sie den ganzen Stack.

(→)(CLR)



Wie man das in die Befehlszeile Eingegebene korrigiert:

1. Fangen Sie mit dem Tippen einer Zahl oder eines anderen Objektes an.

2. Falls notwendig, drücken Sie [◀] oder [▶], um den ◆ Cursor zu dem Fehler zu bewegen. (Sie können auch [▲] und [▼] verwenden, wenn die Befehlszeile mehr als eine Zeile hat. Falls die Befehlszeile verschwindet, wenn Sie [▲] oder [▼] drücken, dann drücken Sie [ATTN], um diese wieder aufzurufen.)
3. Löschen Sie den Fehler:
   - Um das Zeichen links vom Cursor zu löschen, drücken Sie [←].
   - Um das Zeichen unter dem Cursor zu löschen, drücken Sie [DEL].
4. Tippen Sie das richtige Zeichen ein.

Wie man ein Objekt in Ebene 1 des Stacks bearbeitet:

1. Drücken Sie [↰] [EDIT].
2. Bearbeiten Sie die angezeigte Information. Drücken Sie [◀] oder [▶], um den Cursor zu bewegen. Drücken Sie [DEL] oder [←], um das Zeichen zu löschen. (Sie verwenden [▲] oder [▼], wenn das Objekt mehr als eine Zeile hat.)
3. Drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen aufzubewahren (oder drücken Sie [ATTN], um sie zu löschen).

Beispiel: Geben Sie die Zahl 5045,661 ein, und dann ändern Sie "04" in "40" um.

Geben Sie die Zahl ein.

5045.661 [ENTER]

Beginnen Sie, die Zahl zu bearbeiten.

[↰] [EDIT]

Machen Sie die Veränderungen.

[▶] [DEL] [DEL] 40

Bewahren Sie die Veränderungen auf.

[ENTER]

Wie man zu jeder Zeit in die Stackanzeige umschaltet:

- Drücken Sie [ATTN]. In gewissen Situationen könnte es vorkommen, das mehr als einmal drücken zu müssen.

Wie man sich den ganzen Stack anschaut:

1. Drücken Sie [▲], während der Stack angezeigt und keine Befehlszeile vorhanden ist.
2. Um andere Ebenen des Stacks zu sehen, drücken Sie [▲] und [▼].
3. Drücken Sie [ATTN], um in die normale Operation zurückzuschalten.

Den Stack auf diese Weise anzuschauen, verändert den Inhalt des Stacks in keiner Hinsicht.

Wie man einen Menübefehl anwendet:

1. Drücken Sie die Taste oder Tasten des von Ihnen gewünschten Menüs.
2. Falls notwendig, drücken Sie [NXT] oder [↰][PREV], um die Menüseite mit dem von Ihnen gewünschten Befehl zu erreichen.
3. Wenn der Befehl Daten verlangt, geben Sie die Daten ein. (Das können Sie machen, *bevor* Sie das von Ihnen gewünschte Menü aufrufen.)
4. Drücken Sie die weiße Menütaste unterhalb des Feldes für den Befehl. (In diesem Handbuch werden normale Menüfelder und Menütasten wie DIESE gezeigt.)

Viele HP 48 Befehle sind in *Menüs* aufbewahrt, in Gruppen von Operationen, die an dem unteren Rand des Displays benannt sind. Die [MTH], [PRG], [CST], und [VAR] Tasten rufen bestimmte Menüs auf. Außerdem rufen umgeschaltete Tasten mit orangefarbigen Feldern oder dunklerem Hintergrund Menüs wie [↰][MODES] auf.

Einige Menüs enthalten andere Untermenüs wie das MTH (math) Menü. Wenn ein Menüfeld einen Strich über der Ecke ganz oben links hat, ruft es ein Untermenü auf. Zum Beispiel im MTH Menü ruft PARTS ein Untermenü auf. Einige Menüs enthalten mehr als sechs Felder, und dann haben diese Menüs mehr als eine "Seite" von Feldern. Zum Beispiel hat das MTH PARTS Menü vier Seiten. Drücken Sie [NXT], um jede Seite zu sehen.

Um von einem Untermenü zu irgendeinem anderen Menü umzuschalten, stellen Sie einfach in das neue Menü direkt um.

Sie brauchen nicht den Weg aufwärts von einem Untermenü zurückzugehen.

Beispiel: Finden Sie 15 Prozent von 145. Der % Befehl ist im MTH PARTS Menü.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie 145 und 15 ein. Dann rufen Sie das MTH Menü auf.

(→) (CLR)
145 (ENTER) 15
(MTH)

```
1:                    145
15◆
PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE
```

Rufen Sie das PARTS Untermenü auf, dann finden Sie den % Befehl, und berechnen Sie 15% von 145.

PARTS (NXT) %

```
2:
1:                  21.75
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Beispiel: Finden Sie 6! (Das Produkt der Serie 6). Der ! Befehl ist im MTH PROB Menü.

Löschen Sie den Stack, und dann tippen Sie 6. Dann rufen Sie das MTH PROB Menü auf.

(→) (CLR)
6 (MTH) PROB

```
1:
6◆
COMB PERM  !  RAND RDZ
```

Führen Sie den ! Befehl aus, um das Serienprodukt von 6! zu finden.

!

```
2:
1:                    720
COMB PERM  !  RAND RDZ
```

Wie man Buchstaben und andere Zeichen eintippt:

- Um einen einzelnen Buchstaben einzutippen , drücken Sie (α), und dann drücken Sie die Taste mit dem Buchstaben direkt daneben.
- Um eine Folge von Buchstaben einzutippen, drücken Sie (α) (α), dann drücken Sie die Folge der Buchstabentasten, und danach drücken Sie (α). (Wenn Sie (ENTER) drücken, um sofort in die Befehlszeile umzuschalten, brauchen Sie das letzte (α) nicht.)
- Um irgendeine Anzahl von Buchstaben einzutippen, halten Sie das (α) gedrückt, während Sie die Buchstabentasten drücken, und dann lassen Sie (α) los.

Der α Indikator am oberen Rand des Displays stellt sich an, während die "Alpha"-Tastatur aktiviert ist. Wenn Sie [α] zweimal drücken, wird der α festgestellt, bis Sie [α] wieder drücken oder die Befehlszeile verarbeiten.

Buchstabentasten sind in weiß beschrieben, rechts neben den Tasten. Wenn α angestellt ist, sind die Buchstaben aktiviert. Sie können Zahlen eintippen, ob α an oder aus ist.

Sie können Befehle und andere Arten von Informationen einen Buchstaben nach dem andern eintippen, wie Sie in diesem ganzen Kapitel sehen werden. In den Beispielen in diesem Handbuch, sind die Zeichen, die Sie eintippen, nur als "ABC" gezeigt, aber um sie einzutippen, müssen Sie [α], wie folgt verwenden:

[α] A [α] B [α] C → ABC
[α] [α] A B C [α] → ABC
[α] (gedrückt halten) A B C (loslassen) → ABC

Wie man irgendeinen Objekttyp eingibt:

1. Tippen Sie die *Begrenzungszeichen* für den Objekttyp, den Sie eingeben.
2. Geben Sie die Information ein, indem Sie entweder die Befehlstasten drücken oder die Zeichen eintippen.
3. Drücken Sie [ENTER].

Jeder *Objekttyp* stellt eine andere Art von Information dar. Es folgt eine teilweise Auflistung der verschiedenen Objekttypen und ihrer entsprechenden *Begrenzungszeichen*: ihre Zeichensetzung, die den Objekttyp definiert.

Objekte	Begrenzungszeichen	Beispiele
Reelle Zahl	none	14,75
Komplexe Zahl	( ) (Klammern)	(8,25 oder 12,1)
Zeichenkette	" "(Zitate)	"Hello"
Feld	[ ] (eckige Klammern)	[4,8 -1,3 2,1]
Einheit	_ (Unterstreichen)	11,5_ft
Programm	« » (Programme)	« √ DUP NEG »
Algebraisches Objekt	' ' (Auslassungen)	'A-B'
Liste	{ }(Klammern)	{ 6,8 5 "FIVE" }
Eingebauter Befehl	keine	FIX
Name	keine *oder* ' ' (Auslassungen)	VOL *oder* 'VOL'

Die meisten Befehle funktionieren mit mehreren Objekttypen. Auf diese Weise brauchen Sie sich an wenigere Befehle zu erinnern. Zum Beispiel können Sie mehr als nur Zahlen addieren: der + Befehl funktioniert mit reellen Zahlen, komplexen Zahlen, Feldern, Zeichenketten, algebraischen Objekten und anderen.

Beispiel: Geben Sie die zwei Textzeichenketten "HELLO" und "WORLD" ein, und dann vereinigen Sie diese.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie die erste Zeichenkette ein. (Beachten Sie: Verwenden Sie [α], wenn Sie dann Buchstaben eintippen.)

[→][CLR]
[→][" "] HELLO [ENTER]

Geben Sie die zweite Zeichenkette ein, und beachten Sie, daß sie mit einer Leertaste beginnt. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann Buchstaben eintippen.)

[→][" "] [SPC] WORLD [ENTER]

Verbinden Sie (addieren Sie) die Zeichenketten.

(+)

```
2:
1:          "HELLO WORLD"
COMB PERM  !  RAND  RAD
```

Gebrauch des Speichers

Obwohl der Stack viele Informationen, viele Objekte beispielsweise, aufbewahren kann, sind die *Variablen* doch der beste Platz, wo Informationen zur späteren Verwendung gespeicher werden können. Eine Variable ist nur ein Platz im Speicher, wo ein Objekt gespeichert wird, *irgendein* Objekttyp. Eine Variable kann also auch eine einzelne Zahl enthalten oder ein komplexes Programm.

Jede Variable hat einen Namen, den Sie ihr geben. Sie können den Namen verwenden, um ein Objekt, das darin gespeichert ist, zu identifizieren und aufzurufen.

(Eine Variable ist einem Register in früheren HP Taschenrechnern ähnlich, wie etwa dem HP 41, außer daß eine Variable einen Namen hat, den Sie ihr geben und daß sie *irgendeinen* Objekttyp, sogar ein Programm, enthalten kann.)

Wie man irgendeinen Objekttyp in einer neuen Variablen speichert:

1. Geben Sie das Objekt ein.
2. Drücken Sie (') , und tippen Sie dann einen Name für die Variable (Verwenden Sie die (α) Taste. Vergewissern Sie sich, daß der α Indikator aus ist, wenn Sie fertig sind.)
3. Drücken Sie (STO).

Sie können beschreibende Namen für die Variablen verwenden. Ein Name kann so kurz wie ein einziger Buchstabe sein oder so lange wie 127 Zeichen. Namen können nicht gleich mit eingebauten Befehlen sein und auch nicht mit Zahlen anfangen.

Beispiel: Finden Sie die Quadratwurzel von 2, und speichern Sie den Wert in einer Variablen namens *N1*.

Löschen Sie den Stack, und finden Sie die Quadratwurzel von 2.

(→)(CLR)
2 (√x)

```
2:
1:          1.41421356237
COMB PERM  !  RAND  RAD
```

Geben Sie den Namen *N1* ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann Buchstaben eintippen. Vergewissern Sie sich, daß der α Indikator aus ist, wenn Sie mit diesem Schritt fertig sind.)

[']N1

```
1:          1.41421356237
'N1◆
COMB PERM  !  RAND RAD
```

Speichern Sie das Ergebnis.

[STO]

```
2:
1:
COMB PERM  !  RAND RAD
```

Wie man irgendeinen Objekttyp in einer existierenden Variablen speichert:

1. Geben Sie das Objekt ein.
2. Drücken Sie [VAR].
3. Drücken Sie [◀] name für den Namen der von Ihnen gewünschten Variablen. (Ersetzen Sie die verlangte Menütaste für name.)

Das VAR (Variablen) Menü enthält Namen von existierenden Variablen.

Wie man ein gespeichertes Objekt aufruft:

- Drücken Sie [VAR] und dann [▶] name für den Namen der Variablen
  oder
- Drücken Sie ['], und tippen Sie den Namen der Variablen ein, und dann drücken Sie [▶][RCL].

Wie man ein gespeichertes Objekt verwendet:

- Drücken Sie [VAR] und dann name für den Namen der Variablen
  oder
- Geben Sie den Name der Variablen (ohne ['] Auslassungszeichen) ein, und drücken Sie [ENTER].

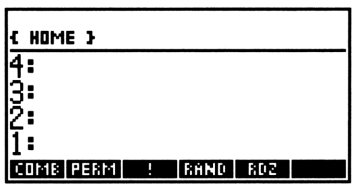
Wenn Sie ein Objekt bei Zahlen und anderen Datenobjekttypen vervwenden, so bedeutet das einfach, daß sie seinen Inhalt aufrufen. Für ein Programm bedeutet es, das Programm auszuführen.

Beispiel: Speichern Sie die Breite und Länge eines 3 mal 5 cm Rechtecks in *W* und *L*, und dann verwenden Sie diese Werte, *um*

den Flächeninhalt zu finden. Speichern Sie das Ergebnis in der existierenden Variablen *N1*.

Geben Sie Breite und Länge ein, und speichern Sie diese. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

3 [ENTER]
[']L [STO]
5 [ENTER]
[']W [STO]



Rufen Sie die Werte wieder auf.

[VAR] L W

Multiplizieren Sie diese, um den Flächeninhalt zu finden.

[×]

Speichern Sie den Flächeninhalt in der existierenden Variablen *N1*.

[←] N1

Rufen Sie den Flächeninhalt von *N1* wieder auf.

N1

Wie man ein gespeichertes Objekt ("editiert") bearbeitet:

1. Drücken Sie [']
2. Drücken Sie [VAR] und dann name für den Namen der Variablen.
3. Drücken Sie [→][VISIT].
4. Bearbeiten Sie die angezeigte Information. Drücken Sie [◀], [▶], [▲], und [▼], um den Cursor zu bewegen. Drücken Sie [DEL] oder [←], um das Zeichen zu löschen.
5. Drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen aufzubewahren (oder drücken Sie [ATTN], um sie zu löschen).

Example: Speichern Sie die Textzeichenkette "BEGINNER" unter dem Namen *TXT*. Dann verändern Sie diese zu "WINNER".

Löschen Sie den Stack, und geben Sie die Textzeichenkette in Anführungsstrichen ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→][CLR]
[→][" "] BEGINNER [ENTER]

```
1:                "BEGINNER"
 W   L   N1
```

Speichern Sie den Text in *TXT*. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[']TXT [STO]

```
1:
 TXT  W   L   N1
```

Bereiten Sie sich vor, das gespeicherte Objekt zu bearbeiten. (Drücken Sie [VAR], falls Sie das TXT Menüfeld nicht sehen.)

[']TXT
[→][VISIT]

```
◆BEGINNER"
 ←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Bewegen Sie den Cursor auf den ersten Buchstaben, dann löschen Sie die drei ersten Buchstaben, und geben Sie den neuen ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[▶][DEL][DEL][DEL] W

```
"W◆NNER"
 ←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Heben Sie die Veränderungen auf.

[ENTER]

```
1:
 TXT  W   L   N1
```

Wie man ein gespeichertes Objekt (die Variable) löscht:

1. Drücken Sie ['].
2. Drücken Sie [VAR] und dann name für den Namen der Variablen.
3. Drücken Sie [←][PURGE].

Beispiel: Löschen Sie die Textzeichenkette, die in der Variablen *TXT* gespeichert ist.

Geben Sie den Namen der Variablen ein. (Drücken Sie [VAR], falls Sie das *TXT* Menüfeld nicht sehen.)

[']TXT

```
1:
'TXT◆
 TXT  W   L   N1
```

Löschen Sie das Objekt. Der Name verschwindet vom Menü.

1

[←] [PURGE]

Wie man alle gespeicherten Objekte (alle Variablen) löscht:

1. *Machen Sie das nicht, wenn Sie irgendwelche gespeicherte Objekte behalten wollen.*
2. Drücken Sie [→] [PURGE] (*rechts* Umschaltung).
3. Drücken Sie [ENTER], diese zu löschen (oder drücken Sie [ATTN] diese *nicht* zu löschen.)

Wege der Problemlösung

Sie können den HP 48 dazu verwenden, Probleme auf verschiedene Arten und Weisen zu lösen. In den nächsten Abschnitten werden einige davon vorgestellt:

- Numerische Tastaturberechnungen vornehmen (Seite 1-18).
- Algebra (Seite 1-24).
- Gleichungen nach unbekannten Werten lösen (Seite 1-32).
- Auf grafische Art Probleme lösen (Seite 1-35).
- Benutzerdefinierte Funktionen erzeugen (Seite 1-41).
- Programmierung (Seite 1-43).

Numerische Tastaturberechnungen vornehmen

Numerische Tastaturberechnungen sind sehr nützlich für einmalige Lösungen von Problemen mit nur numerischen Werten. Sie können *Stack*-berechnungen (auf den nächsten Seiten beschrieben) und *algebraische* Berechnungen (danach beschrieben) vornehmen. (Diese Berechnungen illustrieren auch die Grundsyntax für andere HP 48 Befehle.)

Lesen Sie dazu "Gebrauch des Speichers" auf Seite 1-14 um Näheres zu erfahren, wie man Objekte, Zahlen beispielsweise, speichern und wieder aufrufen kann.

Wie man mit zwei Zahlen berechnet:

1. Geben Sie die erste Zahl ein.
2. Drücken Sie [ENTER] (oder [SPC]).
3. Geben Sie die zweite Zahl ein.
4. Drücken Sie die Befehlstaste.

Beispiel: Berechnen Sie 45 × 78.

45 [ENTER] 78 [×]

```
1:                    3510
 W   L   N1
```

Beispiel: Berechnen Sie 20^{-2}.

20 [SPC] 2 [+/–] [y^x]

```
1:                    .0025
 W   L   N1
```

Beispiel: Berechnen Sie den Prozentunterschied von 88 bis 99.

88 [ENTER] 99
[MTH] PARTS [NXT] %CH

```
1:                    12.5
 MIN  MAX  MOD  %  %CH  %T
```

Wie man mit einer Zahl berechnet:

1. Geben Sie die Zahl ein.
2. Drücken Sie die Befehlstaste.

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{1}{62,5}$.

62.5 [1/x]

```
1:                    .016
 MIN  MAX  MOD  %  %CH  %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt{166}$.

166 [√x]

```
1:            12.8840987267
 MIN  MAX  MOD  %  %CH  %T
```

Wie man die vohergehenden Lösungen (ohne Befehlszeile) verwendet:

- Um das Ergebnis in Ebene 1 mit einer einzahligen Berechnung zu verwenden, drücken Sie die Befehlstaste.

- Um das Ergebnis in Ebene 1 mit einer zweizahligen Berechnung zu verwenden, geben Sie die zweite Zahl ein, und dann drücken Sie die Befehlstaste.
- Um die Ergebnisse in den Ebenen 1 und 2 mit einer zweizahligen Berechnung zu verwenden, drücken Sie die Befehlstaste.
- Um die Zahlen in Ebenen 1 and 2 zu vertauschen, drücken Sie [▶] oder [↰][SWAP].

Beispiel: Berechnen Sie 12 + 13 + 14.

12 [ENTER] 13 [+] 14 [+]

```
1:                    39
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt{5} - 1$.

5 [√x] 1 [−]

```
1:          1.2360679775
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{15}{0{,}06 \times 14{,}5}$. (Drücken von [▶] tauscht den Zähler in die Ebene 2 aus, bevor Sie [÷] drücken.)

.06 [ENTER] 14.5 [×]
15 [ENTER] [▶] [÷]

```
1:         17.2413793103
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Wie man große und kleine Zahlen (Zehnerpotenzen) eintippt:

1. Geben Sie die Mantisse ein. Drücken Sie [+/−], wenn die Mantisse negativ ist.
2. Drücken Sie [EEX] (ein E für "Exponent" wird getippt).
3. Geben Sie den Exponenten in der 10. Potenz ein. Drücken Sie [+/−], wenn der Exponent negativ ist.

Für eine Zahl wie $-1,602 \times 10^{-19}$ ist die *Mantisse* −1,602 und der *Exponent* ist −19.

Beispiel: Finden Sie die Anzahl von Molekülen in 13,5 Gramm von Natriumhydrat (NaOH). Das Ergebnis ist $N_A \times m / MW$, wobei N_A Avogadro's Zahl ist ($6{,}022 \times 10^{23}$), m ist 13,5, und MW ist die Summe der atomischen Gewichte von Sodium, Sauerstoff und Wasserstoff (23, 16 und 1).

Löschen Sie den Stack, und geben Sie dann Avogadro's Zahl ein.

[↱][CLR]
6.022 [EEX] 23 [ENTER]

```
2:
1:                 6.022E23
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Multiplizieren Sie mit 13,5.

13.5 [×]

```
2:
1:                8.1297E24
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Addieren Sie die beiden ersten atomischen Gewichte.

23 [ENTER] 16 [+]

```
2:                8.1297E24
1:                       39
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Addieren Sie das dritte atomische Gewicht zu dem vorhergehenden Resultat.

1 [+]

```
2:                8.1297E24
1:                       40
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Dividieren Sie die beiden Werte schon im Stack.

[÷]

```
2:
1:            2.032425E23
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Wie man den Wert von π eingibt:

1. Drücken Sie [↰][π].
2. Drücken Sie [↱][→NUM].

π wird normalerweise wie ein Symbol angegeben. Sie müssen [↱][→NUM] drücken, um den numerischen Wert zu erhalten.

Beispiel: Berechnen Sie den Wert von 2π.

Löschen Sie den Stack, dann geben Sie 2 ein und danach den Wert von π. (Sie brauchen nicht [ENTER] zu drücken.)

[↱][CLR]
2
[↰][π] [↱][→NUM]

```
2:                       2
1:          3.14159265359
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

Multiplizieren Sie die beiden Zahlen.

[×]

```
2:
1:          6.28318530718
MIN MAX MOD  %  %CH %T
```

1

Wie man "algebraisch" berechnet:

1. Drücken Sie ['].
2. Geben Sie die Zahlen, Variablenoperatoren und Klammern von links nach rechts ein. Drücken Sie [▶], um die rechten Klammern zu überspringen.
3. Drücken Sie [EVAL] (oder drücken Sie [↱][→NUM], wenn der Ausdruck π oder einen anderen symbolischen Konstanten enthält).

Beispiel: Berechnen Sie 20^{-2}.

['] 20 [y^x] [−] 2

```
'20^-2'
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:                .0025
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $12 + 13 + 14$.

['] 12 [+] 13 [+] 14

```
'12+13+14'
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:                  39
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt{5} - 1$.

['] [√x] 5 [−] 1

```
'√5-1'
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:          1.2360679775
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{15}{0{,}06 \times 14{,}5}$.

['] 15 [÷] [←][( )] .06 [×] 14.5

```
'15/(.06*14.5)'
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:         17.2413793103
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Wie man Winkeleinheiten in trigonometrische Funktionen umwandelt:

- Um von Grad in Radiant umzuwerten, drücken Sie [↰][RAD].
- Um in Grad zurückzuwechseln, drücken Sie [↰][RAD].

Am oberen Rand des Displays zeigt RAD, daß Radiant aktiviert ist. Wenn kein Indikator erscheint, ist DEG aktiviert. Wenn Sie ein Student der Differentialrechnung sind, wollen Sie wahrscheinlich Radiant aktiviert haben.

Wie man das Anzeigeformat für Zahlen verändert:

- Für "Standardformat", drücken Sie [↰][MODES] STD.
- Für *n* Dezimalstellen, geben Sie die Zahl *n* ein, und dann drücken Sie [↰][MODES] FIX.
- Für wissenschaftliches Format geben Sie die Anzahl der Dezimalstellen ein, und dann drücken Sie [↰][MODES] SCI.
- Für technisches Format, geben Sie die Anzahl der Stellen nach der ersten ein, und dann drücken Sie [↰][MODES] ENG.
- Um das Dezimalzeichen auf Punkt (.) oder Komma (,) zu ändern, drücken Sie [↰][MODES] [↰][PREV] FM,.

Im "Standardformat" werden alle Zahlen mit der höchstmöglichen Genauigkeit angezeigt. Alle signifikanten Stellen nach dem Dezimalzeichen werden angezeigt. Intern wird totale Genauigkeit beibehalten, unabhängig vom Anzeigeformat.

Beispiel: Berechnen Sie e^5. Dann zeigen Sie es mit zwei Dezimalstellen an, danach im wissenschaftlichen Format mit 4 Dezimalstellen, und dann mit ganzer Päzision.

1 Löschen Sie den Stack, und finden Sie e^5.

(→)(CLR)
5 (←)(e^x)

```
1:                148.413159103
MIN | MAX | MOD | % | %CH | %T
```

Stellen Sie ins 2 Fix Format um.

2 (←)(MODES) FIX

```
1:                        148.41
STD | FIX ■ | SCI | ENG | SYM ■ BEEP ■
```

Stellen Sie zum 4 Sci Format um.

4 SCI

```
1:                      1.4841E2
STD | FIX | SCI ■ | ENG | SYM ■ BEEP ■
```

Stellen Sie zum Standardformat um.

STD

```
1:                148.413159103
STD ■ | FIX | SCI | ENG | SYM ■ BEEP ■
```

Algebra

Man kann *symbolische Mathematik* mit dem HP 48 betreiben. Das heißt, Sie können mit Symbolen rechnen wie in der Algebra. Also können Sie Gleichungen mit dem HP 48 schreiben. Sie können Gleichungen nach bestimmten Variablen lösen, und Sie können die Werte einsetzen, um numerische Ergebnisse zu erhalten.

Algebraische Bezeichnung, die ein = Zeichen enthält, wird *Gleichung* genannt. Bezeichnung, die *kein* = Zeichen enthält, wird *Ausdruck* genannt. Zum Beispiel ist $x^2 + y^2 = r^2$ eine Gleichung, und $1 + x^2$ ist ein Ausdruck.

Sie verwenden *algebraische Objekte*, um Ausdrücke and Gleichungen darzustellen. Sie erzeugen diese wie unten beschrieben. Sie speichern diese und rufen sie wieder genau wie Zahlen. Lesen Sie dazu "Gebrauch des Speichers" auf Seite 1-14.

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung mit dem Equation-Writer eingibt:

1. Drücken Sie [←] [EQUATION].
2. Geben Sie Zahlen, Variablenoperatoren und Klammern in den Ausdruck oder Gleichung ein.
   - Um einen Bruch einzutippen, drücken Sie [▲], um den Zähler zu beginnen, und dann [▶], um den Zähler zu beenden, und noch einmal, um den Nenner zu beenden.
   - Um jeden Teilausdruck eines Operatoren zu beenden, drücken Sie [▶]. Sehen Sie die Erklärung unten.)
   - Um einen nahen Schreibfehler zu verbessern, drücken Sie [◀] ein- oder mehrmals. (Der ⌛ busy Indikator könnte sich anstellen.)
   - Um einen schweren Fehler zu verbessern, drücken Sie [ATTN], und fangen Sie von vorne an.
3. Drücken Sie [ENTER] (oder drücken Sie [ATTN], um die Eingabe zu löschen).

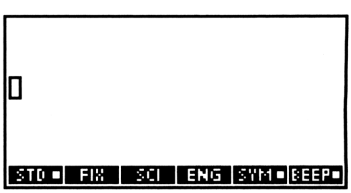
Im EquationWriter werden Argumente von algebraischen Funktionen *Teilausdrücke* genannt. Die meisten Teilausdrücke erscheinen in Klammern. Einige werden grafisch dargestellt wie etwa ein Teilausdruck für "Quadratwurzel." Drücken Sie [▶], um einen Teilausdruck zu beenden und mit dem restlichen Ausdruck oder der Gleichung weiterzumachen.

Beispiel: Verwenden Sie den EquationWriter, um die Druckanalysen-Gleichung einzugeben:

$$\sin(2a) = \frac{t}{\sqrt{\left(\frac{sx-sy}{2}\right)^2 + t^2}}$$

Löschen Sie den Stack, und stellen Sie den EquationWriter ein. (Wenn Sie einen Fehler bei der Eingabe der Gleichung machen, sehen Sie Schritt 2 oben.)

[→] [CLR]
[←] [EQUATION]



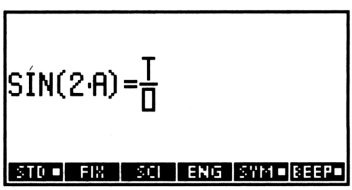
1

Geben Sie die linke Seite der Gleichung ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie die Buchstaben in die Gleichung einschreiben.)

[SIN] 2A [▶]

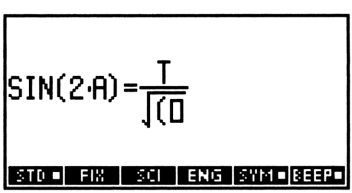
Geben Sie das = Zeichen und den Zähler des Bruches ein.

[↰][=]
[▲] T [▶]



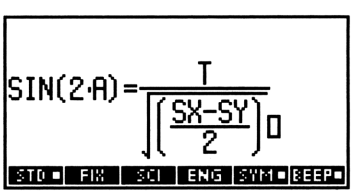
Geben Sie die Quadratwurzel ein, und fangen Sie mit dem Ausdruck in Klammern an.

[√x]
[↰][( )]



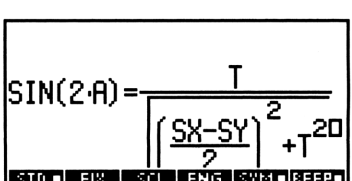
Vervollständigen Sie den inneren Bruch, und beenden Sie die Klammern.

[▲] SX [−] SY [▶]
2 [▶] [▶]



Geben Sie die Potenz ein, und dann beenden Sie die Gleichung.

[y^x] 2 [▶]
[+] T [y^x] 2



Geben Sie die Gleichung in den Stack ein. Sie erscheint in symbolischem Format.

[ENTER]

```
1: 'SIN(2*A)=T/√(((SX-
   SY)/2)^2+T^2)'
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Speichern Sie Gleichung unter dem Namen *MOHR*. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[']MOHR [STO]

```
2:
1:
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Drücken Sie [VAR], um das Feld *MOHR* zu sehen.

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung in die Befehlszeile eingibt:

1. Drücken Sie [']
2. Geben Sie die Zahlen, Variablenoperatoren und Klammern des Ausdrucks oder der Gleichung von links nach rechts ein. Drücken Sie [▶], um die rechten Klammern zuüberspringen.
3. Drücken Sie [ENTER].

Beispiel: Verwenden Sie die Befehlszeile, um den Ausdruck einzugeben: $1/(2\pi) \times \sqrt{G/L}$.

Geben Sie den ersten Bruch ein.

[']1[÷]
[←][()]2[×][←][π][▶]

```
1:
'1/(2*π)'
MOHR W L N1
```

Geben Sie den Quadratwurzelterm ein.

[×][√x][←][()]G[÷]L

```
1:
'1/(2*π)*√(G/L◆'
MOHR W L N1
```

Geben Sie den Ausdruck in den Stack ein, und dann speichern Sie ihn, indem Sie den Namen *FREQ* verwenden.

[ENTER]
[']FREQ [STO]

```
2:
1:
FREQ MOHR W L N1
```

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung bearbeitet:

- Wenn in Ebene 1, drücken Sie [←] [EDIT]. Nach der Bearbeitung drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen auzubewahren (oder drücken Sie [ATTN], diese zu löschen).
- Wenn es gespeichert ist, drücken Sie [']', und dann drücken Sie [VAR] name für den Namen, und endlich drücken Sie [→] [VISIT]. Nach der Bearbeitung, drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen aufzubewahren (oder drücken Sie [ATTN], diese zu löschen).

Sie können Ausdrücke und Gleichungen auf dieselbe Art und Weise bearbeiten wie andere Objekte. Lesen Sie dazu "Den Taschenrechner verwenden" auf Seite 1-5 und "Gebrauch des Speichers" auf Seite 1-14.

Wie man symbolische Mathematik ausführt:

- Um einen Befehl mit einem Argument zu verwenden, tippen Sie das algebraische Objekt (Ausdruck oder Gleichung) ein, dann drücken Sie [ENTER], und danach drücken Sie die Befehlstaste.
- Um einen Befehl mit zwei Argumenten zu verwenden, tippen Sie das erste algebraische Objekt, danach drücken Sie [ENTER], und dann tippen Sie das zweite und drücken [ENTER], und endlich drücken Sie die Befehlstaste.
- Um algebraische Objekte, die schon im Stack sind, zu verwenden, drücken Sie die Befehlstaste.

Symbolische Berechnungen werden genau wie numerische Berechnungen durchgeführt, außer daß sie algebraische Objekte anstatt von nur Zahlen verwenden.

Beispiel: Auf Art der symbolischen Mathematik erzeugen Sie die Gleichung $y = 1 - e^{-ax}$.

Fangen Sie links an, geben Sie y und die Zahl 1 ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie Buchstaben in die Gleichung eintippen.)

[']' Y [ENTER]
1 [ENTER]

Geben Sie das Argument $-ax$ ein.

[']' [−] A [×] X [ENTER]

Berechnen Sie e^{-ax}.

[←][e^x]

```
3:                    'Y'
2:                      1
1:          'EXP(-A*X)'
FREQ MOHR  W   L   N1
```

Subtrahieren Sie, um $1 - e^{-ax}$ zu berechnen.

[−]

```
2:                    'Y'
1:        '1-EXP(-A*X)'
FREQ MOHR  W   L   N1
```

Schreiben Sie eine Gleichung von den beiden Ausdrücken.

[←][=]

```
2:
1:      'Y=1-EXP(-A*X)'
FREQ MOHR  W   L   N1
```

Wie man eine Gleichung nach einer Variablen löst:

1. Geben Sie den Ausdruck oder die Gleichung in Ebene 1 des Stacks ein, oder rufen Sie diese wieder aus dem Stack.
2. Drücken Sie [']. und dann geben den Namen der Variablen, nach der Sie lösen, ein.
3. Drücken Sie [←][ALGEBRA] ISOL.
4. Optional: Um die Variable zu erzeugen, die auf der linken Seite der Gleichung benannt wird und den Ausdruck der rechten Seite dort zu speichern, drücken Sie [←][DEF].

ISOL verlangt, daß die Variable nur einmal in der Gleichung erscheine. (Wenn die Variable mehr als einmal erscheint, ist es vielleicht möglich, die Gleichung zu vereinfachen. Beachten Sie die Instruktionen nach dem nächsten Beispiel. Bei einer linearen oder Quadrat-Gleichung mit einer Variablen, die mehr als einmal vorkommt, können Sie QUAD benutzen, um nach der Variablen zu lösen).

Der Kehrwert vieler Funktionen kann mehr als einen Wert haben. Wenn Ihre Gleichung solche Funktionen enthält, können Sie normalerweise das *generelle Ergebnis* erhalten. Es könnte in der Variablen *n1* oder *s1* enthalten, was die arbiträren ganzen Zahlen oder Zeichen darstellt.

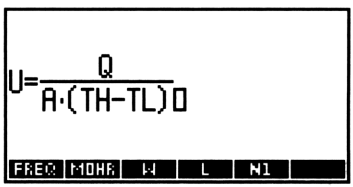
Beispiel: Lösen Sie in der folgenden Gleichung der Wärmeübertragung nach T_H, und erzeugen Sie die Variable *TH* mit dem resultierenden Ausdruck:

1

$$U = \frac{q}{A\,(T_H - T_L)}$$

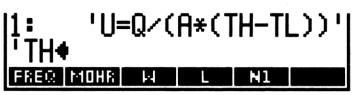
Löschen Sie den Stack, und tippen Sie dann die Gleichung ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→][CLR]
[←][EQUATION]
U [←][=] [▲] Q [▶]
A [×] [←][()] TH [−] TL [▶]



Geben Sie die Gleichung ein, und bestimmen Sie den Namen der Variablen, nach welcher gelöst werden soll. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[ENTER]
[']TH



Lösen Sie nach der Variablen.

[←][ALGEBRA] ISOL

Erzeugen Sie die Variable *TH* von dieser Gleichung, und dann rufen Sie diese wieder auf.

[←][DEF]
[VAR] TH

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung vereinfacht:

1. Drücken Sie [←][ALGEBRA].
2. Vereinfachen Sie Ausdruck oder Gleichung:
   - Zum Zwecke weiterer Vereinfachung von Produkten und Potenzen, drücken Sie EXPA ein oder mehrere Male.
   - Um gleiche Termen anzusammeln und zu vereinen, drücken Sie COLCT.

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung auswertet:

1. Geben Sie den Ausdruck oder Gleichung in Ebene 1 des Stacks ein, oder rufen Sie diese auf aus dem Stack.

2. Drücken Sie [EVAL]. (Um nur ein numerisches Resultat zu erhalten, drücken Sie [→] [→NUM] anstatt oder nachher [EVAL].)

Wenn Sie einen Ausdruck oder eine Gleichung auswerten, werden die aktuellen Werte der existierenden Variablen für deren Namen ersetzt. Wenn ein Name als eine Variable nicht existiert, wird der Name nicht ersetzt. Normalerweise werden eingebaute HP 48 Konstanten, wie π, nur ausgewertet, wenn Sie [→] [→NUM] drücken.

Beispiel: Drücken Sie den Sinus ($2\pi ft$) als Glied von π und dann als numerischen Wert aus, wobei f=2100 und t=0,0003 sind. (Die Berechnung setzt voraus, daß Winkeleinheiten Radianten sind.)

Löschen Sie den Stack, und geben Sie den Ausdruck ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→] [CLR]
['] [SIN] 2 [×] [←] [π] [×] F [×] T
[ENTER]

```
1:          'SIN(2*π*F*T)'
 TH  FREQ  MOHR  W   L   N1
```

Erzeugen Sie die Variablen F und T mit den gegebenen Werten. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

2100 [ENTER] ['] F [STO]
.0003 [ENTER] ['] T [STO]

```
1:          'SIN(2*π*F*T)'
 T   F   TH  FREQ  MOHR  W
```

Stellen Sie den Radiantmodus ein, um den Ausdruck auszuwerten.

[←] [RAD]
[EVAL]

```
1: 'SIN(2*π*2100*.0003
   )'
 T   F   TH  FREQ  MOHR  W
```

Vereinfachen Sie den Ausdruck.

[←] [ALGEBRA] COLCT

```
1:          'SIN(1.26*π)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Drücken Sie das Resultat als numerischen Wert aus. (Falls Sie das Resultat nicht zum Zwecke von π brauchen, hätten Sie [EVAL] und COLCT überspringen können.) Danach schalten Sie zurück in den DEG Modus.

[→] [→NUM]
[←] [RAD]

```
1:          -.728968627419
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

1 Gleichungen nach Unbekannten lösen

Wenn Sie ein numerisches Resultat für die Unbekannte einer Gleichung erhalten wollen, können Sie HP Solve verwenden. Sie können nach dem Wert irgendeiner Variablen ohne Umwandlung der Gleichung lösen. Das bedeutet, daß Sie nicht nach dem Wert der Variablen symbolisch zu lösen brauchen.

Wenn Sie eine *Gleichung* lösen, versucht der HP 48, den Unterschied zwischen den beiden Seiten gleich Null zu setzen. Wenn Sie einen *Ausdruck* lösen, versucht er die Werte gleich Null zu setzen.

Wie man eine neue Gleichung oder einen Ausdruck zur Lösung aufsetzt:

1. Geben Sie die Gleichung oder den Ausdruck in den Stack ein.
2. Drücken Sie [↰][SOLVE].
3. Rufen Sie die Gleichung oder den Ausdruck auf:
   - Um eine Kopie der Gleichung oder des Ausdrucks für zukünftigen Gebrauch zu speichern, drücken Sie NEW, und tippen Sie den Namen dafür ohne [α] zu drücken, und danach drücken Sie [ENTER].
   - Um die Kopie nicht zu speichern, drücken Sie STEQ.
4. Drücken Sie SOLVR.

Das SOLVR Menü, das erzeugt wird, hat "weiße" Menüfelder für die Variablen in der Gleichung oder dem Ausdruck. Die weißen Felder bedeuten, daß das SOLVR Menü anders als das VAR Menü funktioniert. Das wird weiter unten beschrieben.

Wie Sie einen Wert in einer Variablen speichern können:

1. Geben Sie den Wert ein.
2. Drücken Sie die Menütaste name für den Variablennamen. (Ersetzen Sie die gewünschte Menütaste für name.)

Wie man nach einem unbekannten Wert löst:

1. Vergewissern Sie sich, daß Sie Werte in allen Variablen speichern. (Sie brauchen keinen Wert in der Variablen zu speichern, nach der Sie lösen wollen.)
2. Drücken Sie [↰] name, um den Variablennamen zu erhalten, nach dem Sie lösen.

Die Meldung `Zero` oder `Sign Reversal` am oberen Rand des Displays bedeutet, daß ein Resultat gefunden wurde. Eine andere Meldung bedeutet, daß Sie das Problem weiterauswerten müssen.

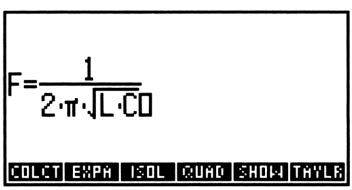
Sie können eine Gleichung oder einen Ausdruck immer wieder nach bekannten Werten und nach verschiedenen Kombinationen von bekannten und unbekannten Variablen lösen. Das wird im folgenden Beispiel gezeigt:

Beispiel: Finden Sie die Induktanz, die notwendig ist, damit der Induktor-Kapazitor Stromkreis eine Frequenz von 18 000 Hz hat, wenn die Kapazitanz 33×10^{-6} Farad ist. Die Gleichung für diese Problem ist:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

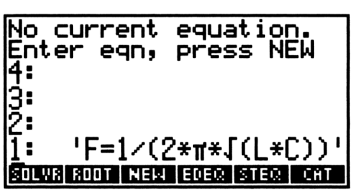
Löschen Sie den Stack, und verwenden Sie den EquationWriter, um die Gleichung einzutippen. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→] [CLR]
[←] [EQUATION]
F [←] [=] [▲] 1 [▶]
2 [←] [π] [√x] L [×] C



Geben Sie die Gleichung in den Stack ein, und stellen Sie auf das SOLVE Menü um.

[ENTER]
[←] [SOLVE]



Nennen Sie die neue Gleichung *CKT*, und dann stellen Sie auf das SOLVR Menü um. (Der α Indikator ist schon angestellt, darum drücken Sie [α] nicht.)

NEW CKT [ENTER]
SOLVR

Speichern Sie die beiden bekannten Werte. (Hinweis: Tasten wie [F] sind Menütasten und nicht Alphatasten.)

18000 [F]
33 [EEX] [+/–] 6 [C]

```
C:  .000033
4:
3:
2:
1:
F  L  C  EXPR=
```

Lösen Sie nach der Induktanz.

[←] [L]

```
Zero
4:
3:
2:
1: L: 2.36908865607E-6
F  L  C  EXPR=
```

Wenn der nächste zu erhaltene Wert $2{,}2 \times 10^{-6}$ ist, lösen Sie nach der aktuellen mitschwingenden Frequenz.

2.2 [EEX] [+/–] 6 [L]
[←] [F]

```
Zero
4:
3:
2: L: 2.36908865607E-6
1:    F: 18678.9225473
F  L  C  EXPR=
```

Wie man eine bestimmte Lösung von mehreren findet:

1. Geben Sie einen Schätzungswert für die Variable ein, nach der Sie lösen. Der Wert sollte sich etwa in der Nähe der gewünschten Lösung befinden, wenigsten näher zu dem gewollten Wert als zu anderen möglichen Ergebnissen.
2. Drücken Sie [name], damit dieser Variablenname den Schätzwert speichert.
3. Drücken Sie [←] [name] für denselben Variablennamen.

Wenn die Gleichung oder der Ausdruck mehr als ein mögliches Resultat hat, stoppt der Taschenrechner, wenn er eins findet. Sie können ein anderes finden, indem Sie einen Schätzwert in der Variablen speichern nach der Sie lösen. Es sagt HP Solve, wo das Suchen anfangen soll.

Wenn das Problem mehrere Lösungen hat, sollten Sie es jedoch auch grafisch lösen. Lesen Sie dazu im nächsten Abschnitt: "Grafisch Resultate erhalten."

Wie man die aktuellen Variablenwerte anschaut:

1. Drücken Sie [←] [REVIEW].
2. Drücken Sie [ATTN], wenn Sie fertig sind.

Wie man das HP Solve Variablenmenü nach einer Unterbrechung einstellt:

- Drücken Sie [→] [SOLVE] (nach *rechts* verschoben).

Wie man eine alte Gleichung oder einen Ausdruck wieder löst:

1. Drücken Sie [←] [SOLVE].
2. Drücken Sie CAT.
3. Drücken Sie [▼] und [▲], um den Zeiger zu der Gleichung oder dem Ausdruck zu bewegen, die Sie wollen.
4. Drücken Sie SOLVR, um die Gleichung oder den Ausdruck zum Lösen zu setzen.

Sie können den Werten, die Sie eingeben und finden, auch Einheiten hinzufügen. Lesen Sie dazu "Verwenden von Zahlen mit Einheiten" auf Seite 1-47.

Antworten grafisch erhalten

Wenn Sie sehen wollen, wie sich ein Ausdruck oder eine Gleichung grafisch verhält, und wenn Sie numerische Resultate für eine bestimmte Variable erhalten wollen, dann können Sie das Plot-Anwendungsprogramm verwenden. Es ist nicht notwending, nach der Variablen symbolisch zu lösen.

Die Information in diesem Abschnitt setzt voraus, daß Sie "Grafiken von Funktionen" erzeugen, wie etwa y als eine Funktion von x. Andere Typen der Grafiken sind möglich.

Wie man einen neuen Ausdruck oder eine Gleichung für Grafiken ansetzt:

1. Geben Sie den Ausdruck oder die Gleichung in den Stack ein.
2. Drücken Sie (←)(PLOT).
3. Rufen Sie den Ausdruck oder die Gleichung auf:
   - Um eine Kopie des Ausdrucks oder der Gleichung für zukünftigen Gebrauch zu speichern, drücken Sie NEW, und tippen Sie den Namen dafür ein, ohne (α) zu drücken, und dann drücken Sie (ENTER).
   - Um die Kopie nicht zu speichern, drücken Sie STEQ.
4. Vergewissern Sie sich, daß der Grafiktyp am oberen Rande des Displays FUNCTION ist. Wenn das nicht der Fall ist, drücken Sie PTYPE FUNC.
5. Drücken Sie PLOTR.

Wie man den Wert einer Konstanten speichert:

1. Drücken Sie (→)(SOLVE) (*Umschaltung nach rechts*).
2. Geben Sie den Wert ein.
3. Drücken Sie name für den Variablennamen.
4. Drücken Sie (→)(PLOT) (*Umschaltung nach rechts*).

Nur der unabhängige Variablenwert verändert sich während des grafischen Darstellens. Alle anderen Variablen sind Konstanten.

Wie man einen Ausdruck oder eine Gleichung grafisch darstellt:

1. Setzen Sie den Ausdruck oder die Gleichung zum Plotten an:
2. Drücken Sie (↑), und dann tippen Sie den Namen der unabhängigen Variable von Ihrem Ausdruck oder Ihrer Gleichung, und drücken Sie INDEP.
3. Geben Sie einen Wert für das äußerste linke Ende der X - (horizontalen) Achse ein, und dann drücken Sie (SPC) oder (ENTER), und danach tippen Sie den äußersten rechten Wert ein, und dann drücken Sie XRNG.
4. Drücken Sie ERASE.
5. Drücken Sie AUTO.

Der Bereich der Y - (vertikalen) Achse wird automatisch berechnet.

Wenn Sie eine Gleichung mit einem Ausdruck in der linken Hälfte grafisch darstellen, werden zwei Kurven grafisch dargestellt. Sie stellen die zwei Hälften der Gleichung dar. Wenn Sie einen Ausdruck oder

eine Gleichung mit nur einem Variablennamen in der linken Hälfte grafisch darstellen (plotten), wird nur eine Kurve geplottet.

Wie man die grafische Anzeige an- und abstellt:

- Um die grafische Anzeige abzustellen, drücken Sie [ATTN]. Wenn Sie dann in die grafische Ansatzanzeige zurückstellen wollen, drücken Sie [→][PLOT] (*Umschaltung nach rechts*).
- Um die grafische Anzeige anzustellen, drücken Sie [◀] (oder [←][GRAPH]), wenn keine Befehlszeile vorhanden ist.

Beispiel: Plotten Sie die Gesamtresistanz eines parallelen Resistorstromkreises, der durch den folgenden Ausdruck gegeben ist:

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$$

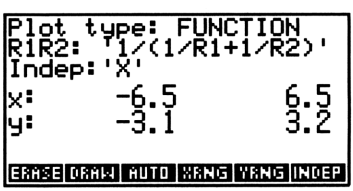
wobei R_2 1500 Ohm ist, und R_1 wechselt zwischen 10 und 5000 Ohm.

Löschen Sie den Stack, und tippen Sie den Ausdruck ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→][CLR]
[←][EQUATION]
1 [÷] 1 [÷] R1 [▶] [+] 1 [÷] R2

Geben Sie die Gleichung in den Stack ein, und machen Sie diese zur aktuellen Gleichung. (Der α Indikator stellt sich automatisch an.) Vergewissern Sie sich, daß der angezeigte Grafikentyp FUNCTION ist. Dann setzen Sie die Gleichung zum Plotten an.

[ENTER]
[←][PLOT] NEW R1R2 [ENTER]
PTYPE FUNC (falls notwendig)
PLOTR



Machen Sie *R1* die unabhängige Variable, und setzen Sie ihren Bereich von 10 bis 5000. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

['] R1 INDEP
10 [SPC] 5000 XRNG

```
Plot type: FUNCTION
R1R2: '1/(1/R1+1/R2)'
Indep: 'R1'
x:        10       5000
y:      -3.1        3.2
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

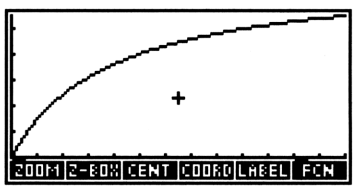
Setzen Sie *R2* bis zu 1500. (Beachten Sie die *rechts* Umschaltung.)

[→] [SOLVE] 1500 R2

```
R2: 1500
4:
3:
2:
1:
R1 R2 EXPR=
```

Plotten Sie den Graphen. (Beachten Sie die *rechts* Umschaltung.)

[→] [PLOT] ERASE AUTO



Schalten Sie in die Stackanzeige zurück.

[ATTN]

```
1:
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Wie man die Koordinaten schätzt:

1. Schauen Sie sich den Graphen in der grafischen Anzeige an.
2. Drücken Sie [▲], [▼], [◀], und [▶], um den + Cursor an den gewünschten Punkt zu bewegen.
3. Drücken Sie [+] oder COORD , um die (x,y) Koordinaten des Cursors zu sehen.
4. Drücken Sie [+] oder irgendeine Menütaste, um die Koordinatenanzeige abzustellen.
5. Optional: Drücken Sie [ENTER], um die Koordinaten in den Stack zu schreiben.

Wie man nach einem signifikanten Punkt löst:

1. Sehen Sie sich den Graphen in der grafischen Anzeige an.
2. Drücken Sie (▲), (▼), (◀), und (▶), um den + Cursor in die Nähe des interessanten Punktes zu bewegen.
3. Drücken Sie FCN .
4. Lösen Sie nach den Koordinaten:
   - Wie Sie den x Wert finden können, wo die Kurve die x-Achse schneidet, dann drücken Sie ROOT .
   - Um den Punkt zu finden, wo sich zwei Kurven schneiden, drücken Sie ISECT.
   - Um einen kritischen Punkt zu finden, etwa die Maximal-oder Minimalwerte, drücken Sie EXTR (extremum).
5. Drücken Sie (ATTN).
6. Drücken Sie EXIT .

Die berechneten Werte dieser Funktionen werden in den Stack geschrieben.

Beispiel: Der Inhalt eines offenen Servierbrettes, das aus einem 4 mal 8 Blechstück gemacht wurde, ist angegeben durch $(4-2x)(8-2x)x$, wobei x die Höhe ist (zwischen 0 und 2). Finden Sie den Maximalinhalt und den entsprechenden x Achsenwert.

Geben Sie den Ausdruck. (Verwenden Sie (α), wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

(') (←) (()) 4 (−) 2 (×) X (▶) (×) (←) (()) 8 (−) 2 (×) X (▶) (×) X (ENTER)

```
2:
1: '(4-2*X)*(8-2*X)*X'
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Setzen Sie den Ausdruck zum Plotten an. (Der α Indikator stellt sich automatisch an.)

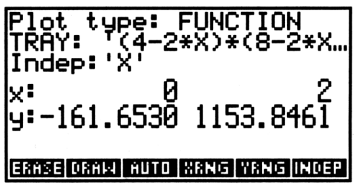
(←) (PLOT) NEW TRAY (ENTER) PLOTR

```
Plot type: FUNCTION
TRAY: '(4-2*X)*(8-2*X…
Indep: 'R1'
x:        10       5000
y:-161.6530 1153.8461

ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

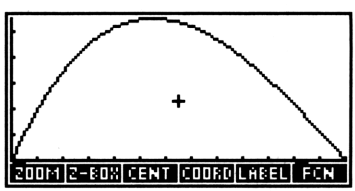
Machen Sie X die unabhängige Variable, und setzen Sie ihren Bereich von 0 bis 2. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann den Buchstaben eintippen.)

[']X INDEP
0 [SPC] 2 XRNG



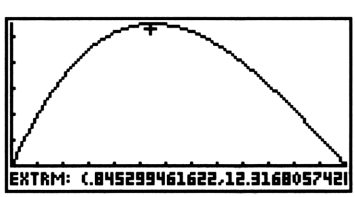
Plotten Sie den Ausdruck.

ERASE AUTO



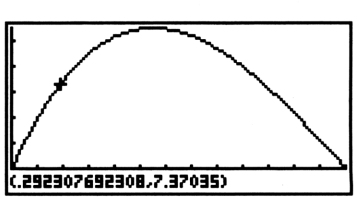
Bewegen Sie den Cursor in die Nähe des Maximalwertes, und lösen Sie nach den Koordinaten des Maximums. (OFF SCREEN wird vor dem Resultat angezeigt.)

([◀] und [▲] wie notwendig)
FCN EXTR



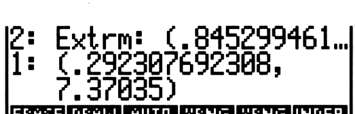
Bewegen Sie den Cursor zu einem anderen Punkt der Kurve, erhalten Sie die Cursorkoordinaten, und schreiben Sie diese in den Stack . (Ihre Cursorposition könnte anders sein.)

([▼] und [◀] wie nötig)
[+] [ENTER]



Schalten Sie in das Stackdisplay um. Die (x,y) Koordinaten für die von Ihnen gefundenen zwei Punkte sind im Stack.

[ATTN]



Wie man nach einer Unterbrechung in das Ansatzmenü zurückkehrt:

- Drücken Sie [→][PLOT] (*Umschaltung nach rechts*).

Wie man eine alte Gleichung oder einen alten Ausdruck noch einmal plottet:

1. Drücken Sie [←][PLOT].
2. Drücken Sie CAT.
3. Drücken Sie [▼] und [▲], um den Zeiger zu der Gleichung oder dem Ausdruck zu bewegen, die Sie wollen.
4. Drücken Sie PLOTR, die Gleichung oder den Ausdruck zum Plotten anzusetzen.

Erzeugen Ihrer eigenen Funktionen

Wenn Sie öfters bestimmte Berechnungen machen, die nicht in den HP 48 eingebaut sind, können Sie eine *benutzerdefinierte* Funktion erzeugen. Dann können Sie die neue Funktion für numerische *und* symbolische Berechnungen verwenden.

Wie man eine benutzerdefinierte Funktion erzeugt:

1. Geben Sie eine Gleichung ein, die den Funktionennamen und seine Argumente auf der linken Seite definiert, und den Ausdruck, der die Berechnung auf der rechten Seite definiert.
2. Drücken Sie [←][DEF].

Die Syntax für die Funktionendefinierung ist
'*name*(*arg1*, *arg2*...)=*Ausdruck*'. Zum Beispiel
'AVG3(A,B,C)=(A+B+C)/3' ist eine richtige Definition.

Wie man eine Funktion im Stack verwendet:

1. Geben Sie die verlangten Werte des Arguments in den Stack ein, und zwar in der Reihenfolge, wie sie in der linken Hälfte der Funktionendefinition erscheinen. (Das letzte Argument sollte in der Stackebene 1 sein.)
2. Drücken Sie [VAR] name für den Namen der benutzerdefinierten Funktion.

Wie man eine benutzerdefinierte Funktion in einem Ausdruck verwendet:

1. Drücken Sie ['].
2. Drücken Sie [VAR] name für den Namen der benutzerdefinierten Funktion.
3. Drücken Sie [←][()].
4. Geben Sie die algebraischen Argumente in der richtigen Reihenfolge und durch Kommas getrennt ein.
5. Drücken Sie [ENTER] (oder drücken Sie [▶] um mit dem Ausdruck weiterzumachen).

Beispiel: Definieren Sie eine Funktion KE, welche die kinetische Energie eines sich bewegenden Körpers berechnet, gegeben durch $\frac{1}{2}mv^2$. Finden Sie die kinetische Energie für m=14,5 und v=127,9. Schreiben Sie außerdem einen Ausdruck für die Gesamtenergie der beiden Körper mit den Massen von m_1 und m_2 und den Geschwindigkeiten von v_1 and v_2.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie die Gleichung ein, welche die Funktion definiert. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[→][CLR]
['] KE [←][()] M [←][,] V [▶]
[←][=] 0.5 [×] M [×] V [y^x] 2 [ENTER]

```
1:  'KE(M,V)=.5*M*V^2'
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Erzeugen Sie die benutzerdefinierte Funktion.

[←][DEF]

```
1:
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Berechnen Sie die kinetische Energie für das erste Problem.

[VAR] 14.5 [ENTER] 127.9 KE

```
1:                118598.4725
 KE   X   TRAY  R1   R2  R1R2
```

Schreiben Sie den Ausdruck für die Gesamtsumme der kinetischen Energie. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

['] KE [←][()] M1 [←][,] V1 [▶]
[+] KE [←][()] M2 [←][,] V2
[ENTER]

```
2:                118598.4725
1:  'KE(M1,V1)+KE(M2,V2
    )'
 KE   X   TRAY  R1   R2  R1R2
```

Wenn Sie Werte in den Variablen *M1*, *M2*, *V1*, und *V2* gespeichert hätten, könnten Sie diesen Ausdruck auswerten.

Programmierung

Für immer wiederkehrende Probleme, die nicht in symbolische Ausdrücke oder andere Techniken passen, können Sie Programme schreiben. Sie können Programme anwenden, um irgendeine Reihenfolge von Operationen auszuführen, so wie Sie es wollen. Die Tasten, die Sie für eine Tastaturberechnung drücken, stellen eine Serie von Befehlen dar. Diese Befehle können dieselbe Berechnung in einem Programm durchführen.

Ein Programm ist einfach eine Serie von Befehlen, Zahlen und anderen Objekten, die in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden. Ein Programm ist ein Objekt. Es belegt eine Ebene im Stack, und Sie können es in einer Variablen speichern. Jedoch besteht ein komplettes "Programm" öfters aus mehreren Programmen, die zusammen arbeiten wie etwa Unteraktionen.

Programme werden erzeugt, wie es weiter unten beschrieben ist. Sie können diese genau so speichern und wieder aufrufen wie andere Objekte. Lesen Sie dazu "Gebrauch des Speichers" auf Seite 1-14.

Wie man ein Programm eingibt:

1. Drücken Sie [←] [« »].
2. Geben Sie die Befehle, Zahlen und andere Objekte in der Reihenfolge ein, in welcher sie verarbeitet werden sollen.
   - Für einen Befehl, drücken Sie die Befehlstaste, oder tippen Sie seinen Namen.
   - Für eine Zahl, tippen Sie die Zahl. Drücken Sie [SPC], um zwei aufeinander folgende Zahlen zu trennen.
   - Für eine Variable drücken Sie [VAR] name, oder tippen Sie ihren Namen.
   - Für einen symbolischen Ausdruck, drücken Sie [']', dann geben Sie den Ausdruck ein und drücken Sie [▶].
   - Für alle anderen Objekte tippen Sie die Begrenzungszeichen ein, dann geben Sie ihren Inhalt ein, und endlich drücken Sie [▶].
3. Drücken Sie [ENTER].

Zeilen, die Sie in ein Programm eingeben, können so lang oder kurz sein, wie Sie es wollen. Sie können eine neue Zeile zu irgendeiner Zeit durch das Drücken von [→][↵] (newline) anfangen. Ihre Zeilenbegrenzungen werden gelöscht, wenn Sie [ENTER] drücken.

Für Berechnungen können Sie "Stackberechnungen" (Daten eingeben und Befehle ausführen) oder "symbolische Berechnungen" (Ausdrücke eingeben und sie auswerten) verwenden. Sie können in einem Programm ganz anders aussehen, aber sie liefern die selben Resultate.

In einem Programm verhält sich ein Variablename genau so, wie er sich verhält, wenn Sie die entsprechende Taste im VAR Menü drücken.

Beispiel: Erzeugen Sie ein Programm, welches das Quadrat von zwei Zahlen aus Ebenen 1 und 2 des Stack herausgibt und dann den absoluten Wert des Unterschiedes findet: $|x_1{}^2 - x_2{}^2|$.

Das Programm arbeitet in dieser Reihenfolge: Es gibt das Quadrat der Zahl in Ebene 1 heraus, dann tauscht es die Werte in Ebenen 1 und 2 aus, gibt das Quadrat der neuen Zahl in Ebene 1 aus, subtrahiert die Werte in den Ebenen 1 und 2 und findet den absoluten Wert des Ergebnisses.

Löschen Sie den Stack, und fangen Sie mit der Eingabe des Programmes an.

[→][CLR]
[←][«»] [←][x^2] [←][SWAP] [←][x^2]

```
1:
« SQ SWAP SQ ◆
»
 RE | X | TRAY | R1 | R2 | R1R2
```

Vervollständigen Sie das Programm.

[−] [MTH] PARTS ABS

```
1:
« SQ SWAP SQ - ABS ◆
»
 ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

Schreiben Sie das Programm in den Stack.

[ENTER]

```
2:
1: « SQ SWAP SQ - ABS
   »
 ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

Speichern Sie das Programm in der Variablen *DIFF*. (Verwenden Sie [α], wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

[']DIFF [STO]

```
1:
 ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

Wie man ein einfaches Programm mit lokalen Variablen eingibt:

1. Drücken Sie [←] [« »].
2. Drücken Sie [→] [→].
3. Geben Sie Namen für eine oder mehrere lokale Variablen. Drücken Sie [SPC], um die Namen zu trennen.
4. Drücken Sie [']. und geben Sie einen symbolischen Ausdruck ein, der lokale Variablennamen verwendet.
5. Drücken Sie [ENTER].

Lokale Variablen sind temporäre Variablen. Der → Befehl nimmt Zahlen oder andere Objekte vom Stack und speichert sie in temporären Variablen. Danach werden diese Werte verwendet, den symbolischen Ausdruck auszuwerten. Indem Sie lokale Variablen und einen symbolischen Ausdruck verwenden, haben Sie ein Programm, das man leicht schreiben und verstehen kann.

Beispiel: Schreiben Sie das vorhergende Programm *DIFF* mit lokalen Variablen um und berechnen Sie $|x_1{}^2 - x_2{}^2|$.

Geben Sie das Programm ein. (Verwenden Sie [α], wenn Sie Buchstaben in diesem Beispiel eintippen.)

[←] [« »] [→] [→] X2 [SPC] X1 [SPC] ['] [MTH] PARTS ABS X1 [y^x] 2 [−] X2 [y^x] 2 [ENTER]

```
2:
1: « → X2 X1 'ABS(X1^2
   -X2^2)' »
ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

Speichern Sie das Programm in der Variablen *DIFF*.

[VAR] [←] DIFF

```
1:
DIFF | RE | X | TRAY | A1 | A2
```

Wie man ein Programm ausführt:

- Drücken Sie (VAR), und dann drücken Sie name für den Variablennamen, in dem das Programm gespeichert ist.
  oder
- Geben Sie den Variablennamen ein, in dem das Programm gespeichert ist (ohne (') Auslassungszeichen), und dann drücken Sie (ENTER).
  oder
- Legen Sie die Programme in Ebene 1 des Stacks ab, und drücken Sie (EVAL). (Das Programm wird vom Stack geholt, und dann beginnt es mit der Ausführung.)

Wenn Sie ein Programm in einer Variablen speichern, können Sie es in allen anderen Programmen bei seinem Namen ausführen. Sie müssen nur seinen Variablennamen einschließen.

Wie man ein Programm während der Ausführung unterbricht:

- Drücken Sie (ATTN).

Beispiel: Verwenden Sie die das vorige *DIFF* Programm, und finden Sie $|6^2 - 9^2|$.

9 (ENTER) 6 (VAR) DIFF

```
1:                                  45
DIFF | X:E | X | TRAY | R1 | R2
```

Wie man ein Programm editiert:

- Wenn es sich in Ebene 1 befindet, drücken Sie (↰)(EDIT). Nach der Bearbeitung, drücken Sie (ENTER), um die Veränderungen aufzubewahren, (oder drücken Sie (ATTN), wenn Sie diese löschen wollen).
- Ist es gespeichert, drücken Sie (') und dann (VAR) name für den Namen. Danach drücken Sie (↱)(VISIT). Nach der Bearbeitung, drücken Sie (ENTER), um die Veränderungen aufzubewahren, (oder drücken Sie (ATTN) wenn Sie diese löschen wollen).

Programme werden so wie andere Objekte editiert. Lesen Sie dazu "Den Taschenrechner verwenden" auf Seite 1-5 und "Gebrauch des Speichers" auf Seite 1-14.

Verwenden von Zahlen mit Einheiten

Bei vielen physikalischen Problemen kommen Werte mit dazugehörenden Maßeinheiten vor wie beispielsweise 17,5 *Meter* und 324 *Kalorien pro Sekunde*. Der HP 48 erlaubt es, Maßeinheiten den numerischen Werten hinzuzufügen. Solche Kombinationen werden *Einheitenobjekte* genannt. Der HP 48 stellt mehr als 100 eingebaute Einheiten zur Verfügung. Sie können Sie zu jeder Zeit zu komplexen Einheiten verbinden.

Wie man Einheiten mit einer Zahl zusammenbringt:

1. Geben Sie die Zahl ein. Sie brauchen nicht [ENTER] zu drücken.
2. Drücken Sie [←][UNITS].
3. Drücken Sie wie verlangt [NXT] und dann die Menütaste für die entsprechende Kategorie von Einheiten.
4. Drücken Sie wie verlangt [NXT] und dann Einheit für die von Ihnen gewünschten Einheiten. Anstattdessen drücken Sie danach [→] Einheit, wenn Sie den *Kehrwert* der Einheiten wollen. (Ersetzen Sie die gewünschte Einheitenmenütaste mit Einheit.)
5. Für verbundene Einheiten wiederholen Sie Schritte 2 bis 4 für jede einzelne Einheit in der verbundenen Einheit.

Beispiel: Bei dem Element Silicium ist der Atomradius 1,46 Angstrom und seine Dichte ist 2,33 Gramm pro Kubikzentimeter. Geben Sie diese Werte ein.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie den Atomradius ein.

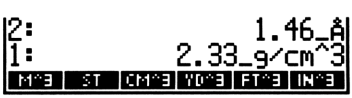
[→][CLR]
1.46 [←][UNITS] LENG
[NXT] [NXT] [NXT] Å

Beginnen Sie mit der Eingabe der Dichte.

2.33 [←][UNITS] MASS G

Vervollständigen Sie die komplexen Einheiten für die Dichte.

[←][UNITS] VOL [→] CM^3



Wie man mit Einheiten berechnet:

1. Geben Sie Werte mit Einheiten ein.
2. Führen Sie Befehle aus.

Einheiten werden automatisch umgerechnet und verbunden während der Berechnung. Sie brauchen sonst nichts zu machen.

Sie müssen jedoch *übereinstimmende Einheiten* bei bestimmten Operationen verwenden wie etwa der Addition. Übereinstimmende Einheiten sind solche, die dieselben physikalischen Dimensionen haben, wie beispielsweise Länge oder Dichte. Für solche Operationen wird das Resultat automatisch in die Einheiten des Wertes in Ebene 1 umgerechnet.

Beispiel: Finden Sie die letzte Geschwindigkeit eines frei fallenden Objektes nach 8 Sekunden, das mit einer Anfangsgeschwindigkeit 5 Zentimeter pro Sekunde beginnt. Die letzte Geschwindigkeit wird so berechnet: $v_0 - gt$, wobei g 9,8 m/s^2 ist.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie die Werte mit den Einheiten für v_0, g und t ein.

(→)(CLR)
5 (←)(UNITS) SPEED CM/S
9,8 (←)(UNITS) LENG M
(←)(UNITS) TIME
(→) S (→) S
8 S

```
3:                5_cm/s
2:            9.8_m/s^2
1:                  8_s
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Multiplizieren Sie g and t.

(×)

```
2:                5_cm/s
1:             78.4_m/s
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Um ein Resultat mit denselben Einheiten wie v_0 zu erhalten, muß v_0 in Ebene 1 sein, wenn Terme kombiniert werden. Also machen Sie gt negativ, und tauschen Sie die Werte in Ebenen 1 und 2 aus, und danach addieren Sie die Werte, um die letzte Geschwindigkeit zu erhalten.

(+/−)(▶)(+)

```
1:             -7835_cm/s
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Wie man Einheiten in eine eingebaute Einheit umrechnet:

1. Geben Sie den Wert mit seinen ursprünglichen Einheiten ein.
2. Drücken Sie ◀ (UNITS).
3. Drücken Sie die Menütaste der entsprechenden Einheitenkategorie.
4. Drücken Sie ◀ unit für die Einheiten, in die Sie umrechnen wollen.

Beispiel: Rechnen Sie 14 cm/s in mi/hr.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie den Wert ein, und dann rechnen Sie ihn um.

▶ (CLR)
14 ◀ (UNITS) SPEED CM/S
◀ MPH

```
1:    .313171080888_mph
M/S | CM/S | FT/S | KPH | MPH | KNOT
```

Wie man in irgendwelche Einheiten umrechnet:

1. Geben Sie den Wert mit seinen ursprünglichen Einheiten ein.
2. Geben Sie irgendeine Zahl (wie 1) ein, und fügen Sie die Einheiten hinzu, in die Sie umrechnen wollen.
3. Drücken Sie ▶ (UNITS) (*rechts* Umschaltung).
4. Drücken Sie CONV.

Der numerische Wert des zweiten Arguments wird bei der Umrechnung ignoriert.

Beispiel: Rechnen Sie 9,8 m/s^2 in ft/s^2 um.

Löschen Sie den Stack, und geben Sie den Wert ein.

▶ (CLR)
9.8 ◀ (UNITS) SPEED M/S
◀ (UNITS) TIME ▶ S

```
1:                9.8_m/s^2
YR | D | H | MIN | S | HZ
```

Geben Sie eine Zahl mit den gewünschten Einheiten ein. (Weil die Nennereinheiten im aktuellen Menü sind, geben Sie diese zuerst ein.)

1 ▶ S ▶ S
◀ (UNITS) LENG FT

```
2:                9.8_m/s^2
1:                  1_ft/s^2
M | CM | MM | YD | FT | IN
```

Rechnen Sie die Einheiten um. (Beachten Sie die *rechts* Umschaltung.)

(→)(UNITS) CONV

```
1: 32.1522309711_ft/s^
   2
CONV|UBASE|UVAL|UFACT|→UNIT
```

Wie man Einheiten aus der Zahl in Ebene 1 löscht:

1. Drücken Sie (→)(UNITS) (*rechts* Umschaltung).
2. Drücken Sie UVAL (Einheitenwert).

Wie man Einheiten mit HP Solve anwendet:

1. Speichern Sie Werte mit entsprechenden Einheiten in *allen* Variablen, auch in den Schätzungseinheiten nach der unbekannten Variablen.
2. Lösen Sie die Gleichung.

Der HP 48 rechnet automatisch Einheiten während des Prozesses um, und es rechnet das Resultat in die von Ihnen gewüschten Einheiten um. Wenn irgendwelche Einheiten bei der Berechnung nicht übereinstimmen, erscheint eine Fehlermeldung.

Die HP Solve Menütasten automatisch verwenden die aktuellen Einheiten bei den Variablen wieder. Um den Variablenwert zu speichern, ohne die Einheiten zu verändern, speichern Sie einfach den numerischen Wert. Um den Wert *und* die Einheiten zu ändern, speichern Sie Wert mit Einheiten. Um Einheiten von einer Variablen zu löschen, geben Sie den numerischen Wert ein, und dann drücken Sie (VAR) (←) name.

Die Zeit einstellen

Sie können die eingebaute Uhr verwenden, um Zeit und Datum zu erhalten. Außerdem können Sie damit andere zeitverbundene Operationen durchführen.

Wie man das Format von Zeit und Datum umändert:

1. Drücken Sie (←)(TIME).
2. Drücken Sie SET.
3. Wie Sie das Format bestimmen können:

- Um das Format von *Monat/Tag/Jahr* in *Tag.Monat.Jahr* zu verändern, drücken Sie M/D .
- Um das Format der Zeit von dem 12-Stunden System (AM und PM) in das 24-Stunden System (kein AM oder PM) zu verändern, drücken Sie 12/24.

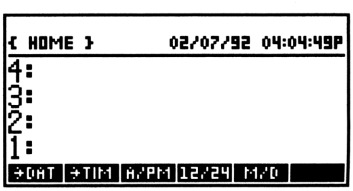
Wie man Zeit und Datum einstellt:

1. Drücken Sie ◀ TIME.
2. Drücken Sie SET .
3. Geben Sie das Datum so ein: *MM.DDJJJJ* oder *DD.MMJJJJ* (abhängig von dem aktuellen Datumsformat), wobei *MM* Monat (01 to 12), *DD* Tag (01 bis 31) und *JJJJ* Jahr (wie etwa 1991) sind.
4. Drücken Sie →DAT .
5. Geben Sie die Zeit so ein: *HH.MMSSsss* (12-Stunden- oder 24-Stundensystem), wobei *HH* die Stunde (0 to 24), *MM* die Minute (00 to 59)und *SSsss* ganze und dezimale Zahlen der Sekunden (0 to 59999 . . .) sind.
6. Drücken Sie →TIM .
7. Um die Zeit zwischen AM und PM auszuwechseln, drücken Sie A/PM .

Beispiel: Stellen Sie Zeit und Datum auf 3:25 PM am 7. Februar, 1992. Wenn Sie wollen, gebrauchen Sie das aktuelle Datum mit richtiger Zeit. (Dieses Beispiel setzt Monat/Tag/Jahr und 12-Stunden Formate voraus.)

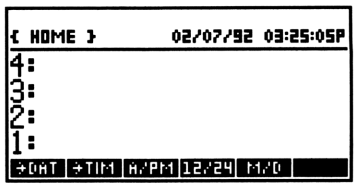
Löschen Sie den Stack, und geben Sie das Datum ein. Verwenden Sie das heutige Datum, wenn Sie wollen.

▶ CLR
◀ TIME SET 2.071992 →DAT



Stellen Sie die Zeit ein. Verwenden Sie die richtige Zeit, wenn Sie wollen.

3.25 →TIM A/PM



Wie man Zeit und Datum sehen kann:

- Drücken Sie ◀ TIME. (Zeit und Datum stellen sich ab, wenn Sie das TIME Menü verlassen.)

Wie man die permanente Zeit- und Datumsanzeige an- und abstellt:

1. Drücken Sie ◀ MODES.
2. Drücken Sie NXT.
3. Drücken Sie CLK.

Wie man den Alarm stellt:

1. Drücken Sie ◀ TIME.
2. Drücken Sie ALRM.
3. Um den Alarm an einem anderen Tag als dem heutigen zu stellen, geben Sie das Datum so ein: *MM.DDJJJJ* oder *DD.MMJJJJ* (abhängig von dem aktuellen Datumsformat), und dann drücken Sie >DATE.
4. Geben Sie die gewünschte Alarmszeit so ein: *HH.MMSSsss* (12-Stunden- oder 24-Stundensystem), und dann drücken Sie >TIME.
5. Um die Alarmszeit von AM und PM umzutauschen, drücken Sie A/PM.
6. Drücken Sie ▶ " ", geben Sie eine kurze Meldung als eine Textzeichenkette ein, und dann drücken Sie EXEC.
7. Drücken Sie SET.

Wenn die Alarmszeit eintrifft, piepst der HP 48 mehrere Sekundenlang und die Meldung wird angezeigt. Außerdem geht der (•) Indikator an.

Wie man auf den Alarm reagiert:

- Während es piepst, drücken Sie irgendeine Taste, wie etwa (ATTN).
  oder
- Nachdem der Alarmton aufgehört hat, drücken Sie (←)(TIME), um die Alarmmeldung zu sehen. Danach drücken Sie ACK (ATTN).

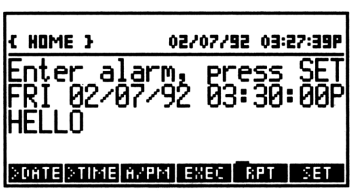
Beispiel: Stellen Sie den Alarm für einige Minuten von jetzt ein.

Stellen Sie die Alarmszeit ein. Dazu brauchen das Datum nicht zu verändern. (Stellen Sie eine Alarmszeit ein, die einige Minuten nach der Zeit in der Anzeige ist.)

(←)(TIME) ALRM
3.30 >TIME A/PM

Geben Sie eine Meldung ein. (Verwenden Sie (α), wenn Sie dann die Buchstaben eintippen.)

(→)(" ") HELLO EXEC



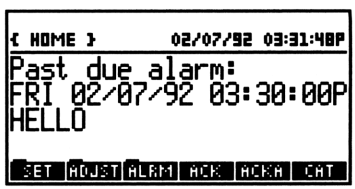
Stellen Sie die Alarmszeit, und schalten Sie in das Stackdisplay um.

SET (ATTN)

Warten Sie, bis der Alarm schlägt, und bis das Piepsen stoppt.
1 Alarmszeit und Meldung werden nur während des Piepsens angezeigt.
Der ((•)) Indikator bleibt an (obwohl es unten nicht angezeigt ist).

Sehen Sie sich die Meldung an.

(←) (TIME)



Reagieren Sie auf den Alarm.

ACK (ATTN)

Drücken Sie (MTH), und schalten Sie in das MTH Menü um.

2

Die Tastatur und das Display

Dieses Kapitel gibt Ihnen eine detaillierte Beschreibung der Tastatur und des Displays. Es zeigt Ihnen, wie man Daten eingibt und wie man die angezeigte Information versteht.

Anordnung des Displays

Für die meisten Operationen ist das Display in drei Abschnitte geteilt. Diese Anordnung wird *Stackanzeige* genannt. Jeder Abschnitt wird unter den folgenden Themen beschrieben:

Die Statuszeilen, die Indikatoren und Meldungen

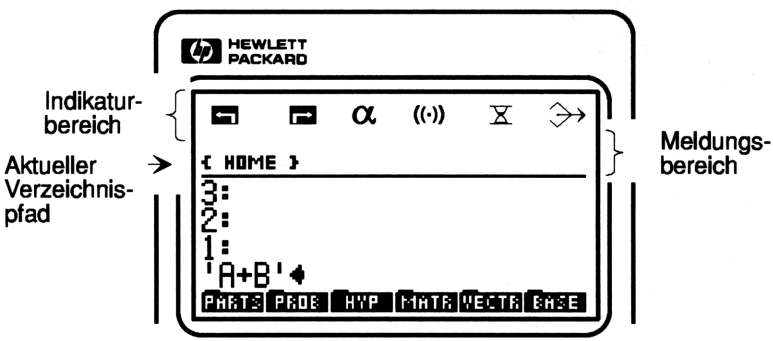
In den Statuszeilen wird folgendes angezeigt:

- **Indikatoren.** Sie zeigen den aktuellen Status des Taschenrechners an.
- **Der aktuelle Verzeichnispfad.** Wenn Sie den Taschenrechner zum ersten Male anstellen, ist der aktuelle Verzeichnispfad { HOME }.

Verzeichnisse unterteilen den Speicher in Gebiete, ähnlich den Akten im Aktenschrank. Sie werden in Kapitel 7 beschrieben.

- **Meldungen.** Sie zeigen das Auftreten eines Fehlers an, oder sie liefern Ihnen andere Informationen, womit Sie Taschenrechner noch effektiver nutzen können.

In der nachfolgenden Tabelle erscheinen die ersten sechs Indikatoren am oberen des Displays. Die anderen Indikatoren und der Verzeichnispfad teilen ihr "Gebiet" mit Meldungen. Eine Meldung ersetzt die Indikatoren und den Verzeichnispfad. Wenn Sie die Meldung löschen, erscheinen der Verzeichnispfad und alle aktuellen Indikatoren wieder.



Indikatoren

Symbol	Bedeutung
⇦	Umschaltung links ist aktiviert (Sie haben ⇦) gedrückt.
⇨	Umschaltung rechts ist aktiviert (Sie haben ⇨) gedrückt.
α	Die Alpha-Tasturenbelegung ist aktiviert (Sie können Buchstaben und andere Zeichen eintippen).

Indikatoren (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung
((•))	Alarm. Sie haben einen Termin, oder es wurde ein schwacher Batteriezustand festgestellt. Die Meldung in den Statuszeilen liefert Ihnen genauere Informationen. (Falls keine Meldung angezeigt ist, schalten Sie den Taschenrechner an und ab. Es sollte jetzt eine Meldung über die Ursache des Alarms sichtbar sein.)
⧗	Der Rechner ist gerade belegt und kann z.Zt. keine neuen Eingaben verarbeiten. Er kann jedoch bis zu 15 Tastendrücken speichern und diese verarbeiten, wenn er wieder frei ist.
➔	Es werden gerade Daten an ein externes Gerät gesendet.
RAD	Der Winkelmodus "Radiant" ist aktiviert.
GRAD	Der Winkelmodus "Grad" ist aktiviert.
R∠Z	Modus für Polar- und Zylinderkoordinaten ist aktiviert.
R∠∠	Modus für Polar- und Kugelkoordinaten ist aktiviert.
HALT	Die Ausführung eines Programmes wurde unterbrochen.
1 2 3 4 5	Die angezeigten benutzerdefinierten Flags sind gesetzt.
1USR	Die benutzerdefinierte Tastaturbelegung ist für eine Operation aktiviert.
USER	Die benutzerdefinierte Tastaturbelegung bleibt so lange aktiviert, bis Sie [↰][USR] drücken.
ALG	Algebraischer Eingabemodus ist aktiviert.
PRG	Programmeingabemodus ist aktiviert.

Der Stack

Der Stack ist eine Folge von Speicherplätzen für Zahlen und andere Objekte. Die Plätze werden Ebenen 1, 2, 3, usw genannt. Die Anzahl der Ebenen verändert sich mit der Anzahl der Objekte, die im Stack gespeichert sind. Von Null bis zu hunderten mehr.

So wie Sie neue Zahlen oder andere Objekte in den Stack eingeben, vergrößert sich dieser um mehr Daten aufnehmen zu können. Neue Daten finden in Ebene 1 Platz, und ältere Daten werden in höhere Ebenen "geschoben." So wie Sie Daten aus dem Stack verwenden, verringert sich die Zahl der Ebenen, weil die Daten sich in niedrigere Ebenen bewegen.

Das Stack Display zeigt zwischen einer Ebene und bis zu noch drei Ebenen mehr an. Alle anderen Ebenen werden im Speicher aufbewahrt, aber normalerweise können Sie diese nicht sehen.

Näheres über Stack und Befehlszeile finden Sie in "Den Stack für Berechnungen verwenden" auf Seite 3-2.

Die Befehlszeile

Die Befehlszeile erscheint, wenn Sie anfangen, Text einzutippen oder zu bearbeiten. Die Stackzeilen bewegen sich nach oben, um Platz zu machen. Wenn Sie mehr als 21 Zeichen eintippen, rollen die links stehenden Zeichen, aus dem Bild, und es erscheinen drei Auslassungspunkte (...), die Ihnen andeuten, daß noch mehr Information "in der Richtung" vorhanden ist. Nachdem Sie die Verwendung der Befehlszeile beendet haben, bewegt sich die Stackanzeige im Befehlszeilengebiet nach unten.

Näheres über Stack und Befehlszeile finden Sie in "Die Befehlszeile verwenden" auf Seite 3-16.

Menüfelder

Menüfelder im unteren Rand des Displays zeigen die Operationen an, die den sechs weißen Menütasten am oberen Rand der Tastatur entsprechen. Näheres über Menüs finden Sie in "Mit Menüs arbeiten" auf Seite 2-13.

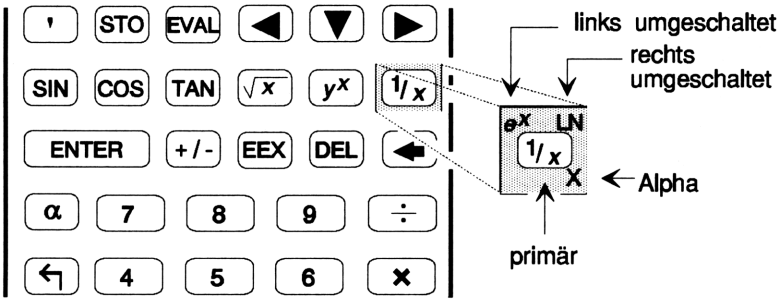
Anordnung der Tastatur

Die HP 48 Tastatur hat sechs Ebenen, die jeweils eine unterschiedliche Tastenbelegung enthalten:

- **Die Haupttastenbelegung**, wird durch den Aufdruck auf der Tastenoberseite angezeigt. Zum Beispiel sind [+], [7], [ENTER], [TAN], und [▲] alle Tasten der Haupttastenbelegung.
- **Die links umgeschaltete Tastenbelegung** wird durch das Drücken von der orangefarbigen [↰] Taste der Haupttastatur eingeschaltet. Die Bedeutung einer links umgeschalteten Taste ist orangefarbig links oberhalb der zugehörigen Haupttaste aufgedruckt. Um beispielsweise ASIN auszuführen, drücken Sie die [↰] Taste, und dann die zugeordnete [SIN] Taste.
- **Die rechts umgeschaltete Tastenbelegung** wird durch Drücken von der blauen [↱] Taste auf der Haupttastatur eingeschaltet. Die Bedeutung einer rechts umgeschalteten Taste ist blau rechts oberhalb der dazugehörenden Haupttaste aufgedruckt. Um beispielsweise →NUM auszuführen, drücken Sie die [↱] Taste und danach die zugeordnete [EVAL] Taste.
- **Die Alpha-Tastenbelegung** wird durch Drücken der [α] Taste auf der Haupttastatur eingeschaltet. Die Bedeutung der Alpha-Taste ist weiß rechts von der zugehörigen Haupttaste augedruckt. Die Alpha-Tasten sind alle Großbuchstaben. Um beispielsweise "N" zu erzeugen drücken Sie [α] und dann die zugeordnete [STO] Taste. Wenn die Alpha-Tastatur aktiviert ist, behält der Ziffernblock seine numerischen Zeichen.
- **Die links umgeschaltete Alpha-Tastatur** wird durch Drücken von [α] und anschließend der orangefarbigen [↰] Taste auf der Haupttastatur eingeschaltet. Die links umgeschalteten Alphazeichen sind hauptsächlich Kleinbuchstaben sowie einige Sonderzeichen. Um beispielsweise "n" einzutippen, drücken Sie nacheinander [α], dann [↰] und dann [STO]. (Linksumgeschaltete Alphazeichen wurden nicht auf die Tastatur gedruckt.)
- **Die rechts umgeschaltete Alpha-Tastatur** wird durch Drücken von [α] und dann der blauen [↱] Taste auf der Haupttastatur eingeschaltet. Die rechts umgeschalteten Alphazeichen sind griechische Buchstaben und andere Sonderzeichen. Um beispielsweise λ zu erzeugen, drücken Sie [α], danach [↱] und dann

(NXT). (Nach rechts umgeschaltete Alphazeichen wurden nicht auf die Tastatur gedruckt.)

Die nicht umgeschalteten und die umgeschalteten Alpha-Tastaturen werden auf Seite 2-9 gezeigt.



Wenn Sie (←) (Umschaltung nach links) oder (→) (Umschaltung nach rechts) drücken, um die umgeschalteten Operationen zu aktivieren, die auf den Haupttasten aufgedruckt sind, wird der ← oder → Indikator angestellt, um anzudeuten, daß die Links- oder Rechtsumschaltung aktiviert ist.

Wie man eine Umschaltung einer Taste rückgängig macht:

- Um die *andere* umgeschaltete Taste einzustellen, drücken Sie die andere umgeschaltete Taste.
- Um die Umschaltung rückgängig zu machen, drücken Sie dieselbe Taste nochmals.

Verwenden der Tastatur und des Displays

Vorsichtshinweise

Wenn der HP 48 angeschaltet ist, wird [ON] zur [ATTN] (Vorsichts)-Taste. Normalerweise unterbricht [ATTN] den aktuellen Vorgang, damit Sie sofort mit der nächsten Aktion anfangen können oder eine unerwartete Situation korrigieren können.

Wie man irgendwelche Aktionen unterbricht:

- Um die Befehlszeile zu löschen, drücken Sie [ATTN].
- Um eine Spezialumgebung abzustellen und das Stackdisplay wieder anzustellen, drücken Sie [ATTN].
- Um ein Programm, das gerade ausgeführt wird, zu unterbrechen, drücken Sie [ATTN].

Eintippen von Zahlen

Der hauptsätzliche Typ von Daten, den Sie verwenden werden, sind Zahlen. Obwohl der HP 48 verschiedene Typen von Zahlen (reelle Zahlen, komplexe Zahlen, Vektoren usw), akzeptiert, tippen Sie alle numerischen Werte auf dieselbe Art und Weise. Wenn Sie Zahlen in den Stackdisplay eintippen, werden sie in der Befehlszeile angezeigt.

Wie man eine einfache Zahl eintippt:

1. Drücken Sie die entsprechende Zahlen- und danach die [.] Taste.
2. Wenn die Zahl negativ ist, drücken Sie [+/–].

Wie man die Befehlszeile löscht:

- Drücken Sie [ATTN].

Beispiel: Geben Sie die Zahl −123,4 in die Befehlszeile ein.

Tippen Sie die Ziffern ein.

123 [.] 4

Machen Sie die Zahl negativ.

[+/–]

Drücken Sie [ATTN] (die [ON] Taste), um die Befehlszeile zu löschen.

Wie man einen Schreibfehler korrigiert:

- Drücken Sie [←] (die Rückschrittaste), um den Fehler zu löschen, dann tippen Sie es richtig.

Wie man eine Zahl als Mantisse und Exponenten eintippt:

1. Geben Sie die Mantisse ein. Wenn sie negativ ist, drücken Sie [+/–], um das Vorzeichen zu wechseln.
2. Drücken Sie [EEX]. (es tippt ein E für "Exponent.")
3. Geben Sie den Exponenten in der zehnten Potenz ein. Wenn es negativ ist, drücken Sie [+/–].

Beispiel: Geben Sie $1,2 \times 10^{-3}$ ein.

Geben Sie die Mantisse (1,2) ein.

1.2

Geben Sie den Exponenten (−3) ein.

[EEX] 3 [+/–]

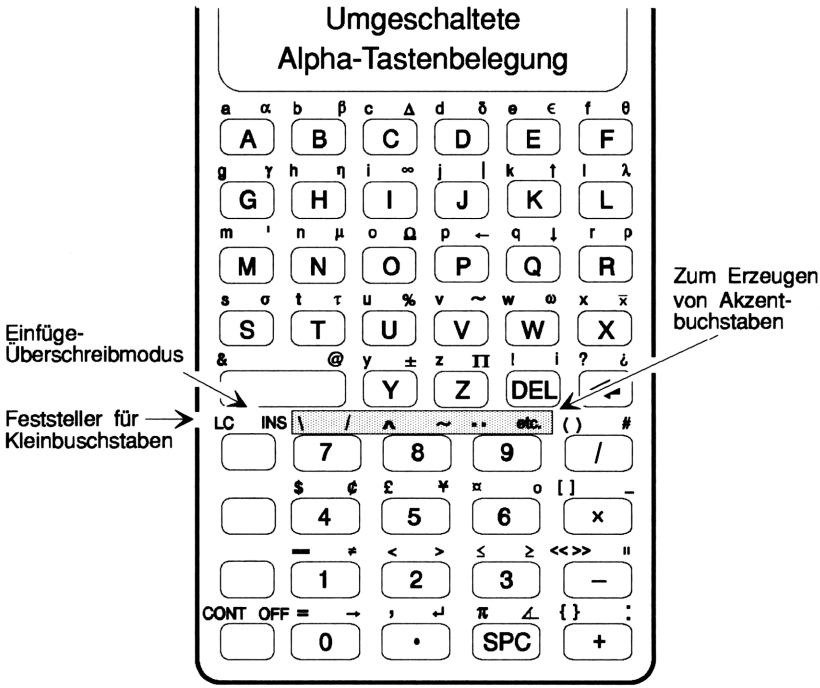
Drücken Sie [ATTN], um die Befehlszeile zu löschen.

Eingeben von Zeichen (die Alpha-Tastatur)

Wenn Sie Buchstaben oder andere Zeichen eintippen, benutzen Sie die Alpha-Tastatur. Der α Indikator wird angeschaltet, wenn die Alpha-Tastatur aktiviert ist. Zeichen, die Sie in den Stackdisplay eintippen, werden in der Befehlszeile angezeigt.

Die Haupt-Alpha-Belegungen (nicht umgeschaltet) sind auf der Tastatur in unteren rechten Ecke aufgedruckt. Außerdem haben viele Tasten nach links oder rechts verschobene Alpha-Belegungen. (Alle Großbuchstaben sind nicht umgeschaltet, aber die entsprechenden Kleinbuchstaben sind nach links umgeschaltet.) Um die HP 48 Tastatur nicht zu voll erscheinen zu lassen, werden die meisten nach links oder rechts verschobenen Alpha-Tasten darauf nicht gezeigt.

Für Ihr Verstehen werden in der nächsten Darstellung die nicht umgeschalteten und die umgeschalteten Alpha-Tasten gezeigt.



Wie man ein Zeichen eintippt:

- Drücken Sie [α], und tippen Sie das Zeichen.
  oder
- Halten Sie [α] gedrückt, tippen Sie das Zeichen, und dann lassen Sie [α] los.

Wie man mehrere Zeichen eintippt:

- Drücken Sie [α][α], dann tippen Sie die Zeichen, und drücken Sie [α].
  oder
- Halten Sie [α] gedrückt, tippen Sie die Zeichen, und dann lassen Sie [α] los.

Das *einmalige* Drücken von [α] aktiviert den Alpha-Eingabemodus für ein Zeichen. Zum Beispiel, das Drücken von [α] und dann [SIN] tippt S.

Das *zweimalige* Drücken von [α] *hintereinander* verriegelt den Alpha-Eingabemodus. Der Alpha-Eingabemodus bleibt aktiviert, bis Sie [α] wieder oder [ENTER] drücken.

Sie können [α] drücken und gedrückt halten, während Sie mehrere Zeichen hintereinander eintippen. Der α Indikator wird abgestellt, wenn Sie [α] loslassen.

Wie man die Kleinbuchstaben-Tastatur verriegelt und freigibt:

- Wenn α angestellt ist, drücken Sie [↰][α].
- Wenn α abgestellt ist, drücken Sie [α][↰][α].

Nur Buchstabentasten sind beeinflußt, wenn der Kleinbuchstaben Alpha-Eingabemodus verriegelt ist. Um Großbuchstaben zu erhalten, müssen Sie [↰] verwenden. Der Kleinbuchstabenmodus wird automatisch freigegeben, wenn Sie [ENTER], [ATTN] drücken oder einen Befehl ausführen.

Beispiel: Tippen Sie den Ausdruck "HP 48 power!" in die Befehlszeile. (Dieses Beispiel zeigt eine Folge von [α] Tastendrücken, obwohl Sie auch eine andere Folge wie oben bemerkt verwenden können.)

Wie Sie Anführungszeichen mit dem *HP 48* tippen können. Das α kann "an-" oder "abgestellt" sein, während Sie die Zahlenzeichen tippen.

[→][" "][α] H [α] P [SPC] 48

Tippen Sie eine Leertaste, verriegeln Sie den Alpha-Eingabemodus und den Kleinbuchstabenmodus, und tippen Sie *power*.

[SPC][α][α][↰][α] power.

Tippen Sie das Ausrufezeichen.

[↰][DEL]

Drücken Sie [ATTN], um die Befehlszeile zu löschen und den Alpha-Eingabemodus abzustellen.

Wie man Zeichen mit Akzenten tippt:

1. Tippen Sie den Grundbuchstaben (ohne Akzent) ein.
2. Drücken Sie die Akzenttaste (direkt nach der Grundbuchstabentaste).

Um bei der Textbearbeitung einen Akzent hinzuzufügen, setzen Sie den Cursor rechts neben den Buchstaben und geben dann das Akzentzeichen ein. Der Buchstabe direkt links wird verändert.

Der HP 48 stellt fünf Akzentzeichen zur Verfügung: (`, ´, ˜, ˆ und ¨), die Sie mit den entsprechenden Buchstaben verwenden können. Außerdem funktioniert die Alphataste [→][etc] in Verbindung mit gewissen anderen Buchstaben. Diese sechs Tasten sind die links- und rechtsumgeschalteten Alphatasten, die mit den Haupttasten [7], [8], und [9] verbunden sind. (Lesen Sie dazu "Alpha-Tastatur Diagramm" auf Seite 2-9.)

Sie können die Akzentzeichen verwenden und die [→][etc] Taste um andere Sonderzeichen zu erzeugen, wie in der folgenden Tabelle gezeigt wird.

Verwenden Sie [→][etc]		Verwenden Sie irgendein Akzentzeichen	
Wechseln von:	**Nach:**	**Wechseln von:**	**Nach:**
A	Å	C	Ç
a	å	c	ç
E	Æ	D	Ð
e	æ	d	ð
O	Ø	P	Þ
o	ø	p	þ

Beispiel: Geben Sie die Zeichen ý und Ø ein.

Geben Sie den Kleinbuchstaben y ein. (Verwenden Sie [α] [←] [+/–].)

y

Geben Sie das Akzentzeichen ´ ein. (Verwenden Sie [α] [→] [7].)

Geben Sie den Großbuchstaben O ein.

O

Veränderung von O nach Ø. (Verwenden Sie [α] [→] [9].)

[α] [→] [etc]

Drücken Sie [ATTN], um die Befehlszeile zu löschen und den Alpha-Eingabemodus abzustellen.

Hinweis

Tastendruckbeispiele für den Rest dieses Handbuchs zeigen die Alpha-Zeichen ohne [α] Taste an. Zum Beispiel wird die Tastenfolge zur Eingabe von "HELLO" in den Stack als [→] [" "] HELLO [ENTER] gezeigt. Obwohl er nicht in der Tastenfolge gezeigt wird, müssen Sie doch den Alpha-Eingabemodus auf eine der oben beschriebenen Weisen aktivieren, bevor Sie die Alphazeichen eingeben können.

Eingabe von Objekten mit Begrenzungszeichen

Reelle Zahlen stellen einen Objekttyp dar. Bei den meisten anderen Objekttypen sind spezielle *Begrenzungszeichen* notwendig, um Objekttypen anzuzeigen. Zum Beispiel verlangt eine Zeichenkette die " " Begrenzungszeichen.

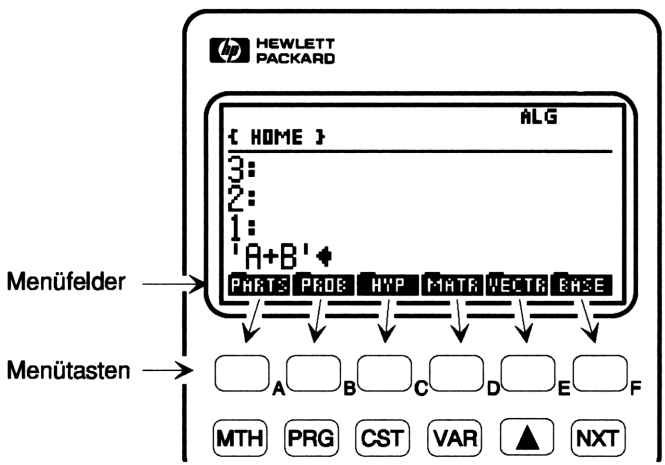
Wie man ein Objekt mit Begrenzungszeichen eintippt:

- Für einleitende und abschließende Begrenzungszeichen drücken Sie die Begrenzungszeichentaste, und dann tippen Sie die Daten. (Die Begrenzungszeichentaste tippt *beide* Begrenzungszeichen.)
- Für ein einzelnes Begrenzungszeichen drücken Sie die Begrenzungszeichentaste, wo das in den Daten notwendig ist.

Objekte und Begrenzungszeichen werden in Kapitel 4 beschrieben.

Mit Menüs arbeiten

Ein Menü bietet eine Serie von Operationen an, die für die sechs freien *Menütasten* am oberen Rand der Tastatur definiert sind. Die aktuellen Operationen werden von den sechs *Menüfeldern* am unteren Rand des Displays beschrieben.



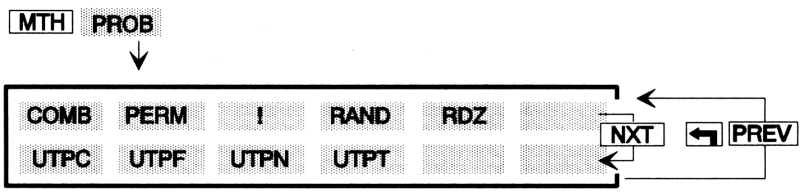
Einige Menüs haben mehrere Sätze von Feldern, die *Seiten* genannt werden. Wenn ein Menüfeld einen Strich über der linken Ecke hat, wird ein anderes Menü gewählt: ein *Untermenü*.

Wie man ein Menü anzeigt:

1. Drücken Sie die Taste oder Tasten, die dem von Ihnen gewünschten Menü entsprechen.
2. Falls notwendig, wechseln Sie zu der von Ihnen gewünschten Menüseite:
   - Um zur nächsten Seite zu blättern, drücken Sie [NXT].
   - Um zu der vorhergehenden Seite zu blättern, drücken Sie [←][PREV].
   - Um zu der ersten Seite zu blättern, drücken Sie [→][PREV] (*rechts* umschalten).

Viele der Tasten der HP 48-Tastatur zeigen Menüs an: (MTH), (PRG), (CST), (VAR), außerdem alle umgeschalteten Tasten mit orangefarbigen Feldern oder dunkleren Hintergründen (wie (↰)(MODES)).

Für Menüs mit mehr als sechs Eintragungen, können Sie durch alle Seiten blättern, und schließlich zur ersten Seite zurückkehren. In der folgenden Darstellung des MTH PROB Menüs beachten Sie, wie (NXT) und (↰)(PREV) funktionieren.



Mit wenigen Ausnahmen, wenn Sie ein anderes Menü wollen, drücken Sie einfach die Tasten für das Menü. Sie brauchen nicht ein Menü zu verlassen, um ein anderes zu aktivieren. Wechseln Sie einfach in das neue um. (Die Spezialmenüs, die sich etwas anders verhalten, werden in späteren Kapiteln beschrieben.)

Beispiel: Stellen Sie das MTH Menü ein, und beachten Sie, daß jede Menütaste einen Strich über der linken Ecke hat und darum ein anderes Menü aufruft.

(MTH) — PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Rufen Sie das PROB Untermenü auf, und zeigen Sie die zweite Seite an.

PROB (NXT) — UTPC UTPF UTPN UTPT

Stellen Sie wieder das MTH Menü ein.

(MTH) — PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE

Wie man zu dem vorher benutzten Menü umschaltet:

- Drücken Sie (↱)(LAST MENU).

Bei manchen Gelegenheiten werden Sie hauptsächlich in einem bestimmten Menü arbeiten, aber dennoch Befehle aus anderen Menüs benutzen wollen. Sie müssen beispielsweise kurzzeitig die dritte Seite des STAT Menüs verlassen, um einen Befehl aus der zweiten Seite des MTH PROB Menüs auszuwählen.

Wenn Sie von einem Menü ins andere umschalten, speichert der HP 48 den Namen und die Seitenzahl des letzten Menüs, worin Sie waren. Durch Drücken von (→)(LAST MENU) (gelegen über der (3) Taste) gelangen Sie wieder in dieses Menü. Menüs von Menüs (wie das MTH Menü) werden nicht im letzten Menü gespeichert.

Wie man eine Menü-Operation durchführt:

- Drücken Sie die Menütaste unterhalb des Feldes für die Operation.

Beispiel: Zeigen Sie das MTH PROB (Wahrscheinlichkeitsrechnung) Menü an, und kalkulieren Sie 7! (Produkt der arithmetischen Reihe 7).

Geben Sie die Zahl 7 ein, und führen Sie die Berechnung des Reihenprodukts aus.

7 (MTH) PROB !

```
1:                    5040
COMB PERM  !  RAND RDZ
```

Den Anzeigemodus einstellen

Der *Anzeigemodus* steuert das Format, worin der HP 48 Zahlen anzeigt. (Unabhängig von dem aktuellen Anzeigemodus, wird eine Zahl immer als eine vorzeichenbehaftete, 12-stellige Mantisse mit einem vorzeichenbehafteten, dreistelligen Exponenten gespeichert.) Die Tasten zum Einstellen des Anzeigemodus befinden sich im MODES Menü ((←)(MODES)). Ein ▪ in den Menüfeldern zeigt an, daß der Modus aktiviert ist, z.B. STD▪ bedeutet, daß der Standardmodus aktiviert ist.

Wie man den Anzeigemodus einstellt:

- Für Standardformat drücken Sie (←)(MODES) STD.
- Für *n* Dezimalstellen geben Sie die Zahl *n* ein, und dann drücken Sie (←)(MODES) FIX.

- Für wissenschaftliches Format, geben Sie die Anzahl der Dezimalstellen an, und dann drücken Sie ◀ (MODES) SCI.
- Für das technische Format geben Sie die Anzahl der Stellen nach der ersten ein, und dann drücken Sie ◀ (MODES) ENG.
- Um das Dezimalzeichen in Punkt oder Komma umzuwechseln, drücken Sie ◀ (MODES) ◀ (PREV) FM,.

Anzeigemodi

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
◀ (MODES) (Seiten 1 und 4):		
STD	STD	**Standardmodus.** Zeigt Zahlen in höchstmöglicher Genauigkeit an. Alle signifikanten Stellen rechts vom Komma werden bis zu 12 Stellen gezeigt.
FIX	FIX	**Fix-Modus.** Der Festkommamodus zeigt Zahlen auf die angegebene Anzahl von Dezimalstellen gerundet an. Reelle Zahlen im Stack werden mit Gliederungszeichen (Kommas, wenn das Dezimalzeichen ein Punkt ist oder Punkten, wenn es ein Komma ist) angezeigt. Eine Zahl aus dem Stack wird für die Anzahl der Dezimalstellen verwendet.
SCI	SCI	**Wissenschaftlicher Modus.** Zeigt eine Zahl als Mantisse (mit einer Stelle vor dem Komma) und einem Exponenten. Verwendet eine Zahl aus dem Stack für die Anzahl der Dezimalstellen in der Mantisse.

Anzeigemodi (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
ENG	ENG	**Technischer Modus.** Zeigt eine Zahl als Mantisse mit einem Exponenten, der ein Vielfaches von 3 ist an. Verwendet eine Zahl aus dem Stack für die Zahl der von der Mantisse anzuzeigenden Anzahl der Stellen nach der ersten signifikanten Stelle.
FM,		**Dezimalzeichen.** Wechselt das Dezimalzeichen (das Zeichen, das die Zahl vom dezimalen Teil der Zahl trennt) zwischen Punkt und Komma um. Der ■ im Feld bedeutet, daß das Komma das Dezimalzeichen ist.

Beispiel: Geben Sie 12345,6789 ein, und zeigen Sie es in mehreren Anzeigemodi an. Fangen Sie mit zwei Dezimalstellen an.

12345.6789 (ENTER)
2 (↰)(MODES) FIX

```
1:                12,345.68
STD FIX■ SCI ENG SYM■BEEP■
```

Schalten Sie in den wissenschaftlichen Modus mit einer 5 stelligen Mantisse um.

5 SCI

```
1:                 1.23457E4
STD FIX SCI■ ENG SYM■BEEP■
```

Schalten Sie in den technischen Modus mit einer 4 stelligen Mantisse um (3 Stellen nach der ersten Stelle).

3 ENG

```
1:                  12.35E3
STD FIX SCI ENG■ SYM■BEEP■
```

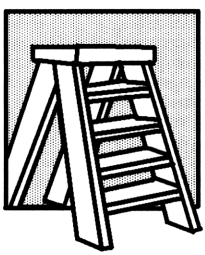
Kehren Sie in den Standardeingabemodus zurück.

STD

```
1:               12345.6789
STD■ FIX SCI ENG SYM■BEEP■
```

3

Der Stack und die Befehlszeile



Der Stack ist eine Serie von Speicherplätzen für Zahlen und andere Objekte. Die Plätze werden Ebenen 1, 2, 3 usw genannt. Die Zahl der Ebenen ändert sich mit der Zahl der Objekte, die in dem Stack gespeichert ist. Die Zahl der Ebenen im Stack ist nur durch die Menge des verfügbaren Speicherplatzes begrenzt. Wenn der Stack leer ist, kann man von dort *keine* Daten aufrufen, nicht einmal Nullen.

Im allgemeinen können Sie Zahlen und andere Objekte in den Stack eingeben und dann Befehle ausführen, die Operationen mit den Daten vornehmen. Wenn neue Daten eingegeben werden, wächst der Stack, um Platz für sie zu machen. Neu eingegebene Objekte kommen in Ebene 1, und die schon anwesenden Objekte werden in höhere Ebenen geschoben. Wenn Sie Objekte verwenden, werden diese aus dem Stack aufgerufen, und die Zahl der Ebenen wird kleiner. Außerdem werden die im Stack verbleibenden Objekte in niedrigere Ebenen geschoben. Gewöhnlich arbeiten Sie nur mit den ersten paar Ebenen des Stacks. Höhere Ebenen halten die Objekte, damit Sie diese verwenden können, wie es notwendig wird.

Das Display zeigt Ebene 1 des Stacks und bis zu drei mehr an. Alle anderen Ebenen werden im Speicher aufgehoben, aber normalerweise können Sie diese nicht sehen.

Die Befehlszeile ist eng an den Stack gebunden. Sie wird verwendet, um Text einzutippen (oder zu bearbeiten) und zu *verarbeiten*. Die Auflösungen werden dann wieder in den Stack geschrieben.

In diesem Kapitel werden die folgenden Themen behandelt:

- Verwendung des Stacks für Berechnungen.
- Anschauen und Bearbeiten des Stackinhalts.
- Verwenden der Befehlszeile.

3 Den Stack für Berechnungen verwenden

Berechnungen werden gewöhnlich durchgeführt, indem Objekte in den Stack eingegeben und dann die entsprechenden Funktionen und Befehle ausgeführt werden. Der allgemeine Vorgang der Stackoperationen ist folgender:

- Befehle, die *Argumente* benötigen (Objekte worauf Befehle wirken), entnehmen ihre Argumente aus dem Stack. (Darum müssen Argumente vorhanden sein, *bevor* Sie Befehle ausführen.)
- Die Argumente eines Befehls werden aus dem Stack entfernt, wenn der Befehl ausgeführt wird.
- Ergebnisse werden in den Stack zurückgegeben, damit Sie diese für weitere Operationen anschauen und verwenden können.

Berechnungen ausführen

Wenn Sie einen Befehl ausführen, werden alle Argumente in der Befehlszeile in den Stack geschrieben, *bevor* der Befehl ausgeführt wird. Also brauchen Sie [ENTER] nicht zu drücken, um die Argumente dem Stack einzugeben. Sie können ein oder mehrere Argumente in der Befehlszeile lassen, wenn Sie Befehle ausführen. (Aber Sie sollten sich dennoch Argumente so vorstellen, als ob sie immer im Stack wären.)

Wie man einen einwertigen Befehl verwendet:

- Geben Sie das Argument in Ebene 1 (oder in die Befehlszseile) ein.
- Führen Sie den Befehl aus.

Beispiel: Benutzen Sie die einwertigen Befehle LN ([→][LN]) und INV ([1/x]) um 1/ln 3, 7 zu berechnen.

3.7 [→][LN]
[1/x]

```
1:          .764331510286
STO■ FIX SCI ENG SYM■BEEP■
```

Wie man einen zweiwertigen Befehl verwendet:

- Geben Sie das erste und dann das zweite Argument ein. Das erste Argument sollte in Ebene 2, und das zweite in Ebene 1 (oder der Befehlszeile) sein.
- Führen Sie den Befehl aus.

Zweiwertige Befehle wirken auf die Argumente (Objekte) in den Ebenen 1 und 2 und geben das Ergebnis in Ebene 1 zurück. Der Rest des Stacks *rutscht* eine Ebene herunter. Zum Beispiel rutschen die vorherigen Inhalte von Ebene 3 nach Ebene 2. Die arithmethischen Funktionen (+, −, ×, /, und ^) und die Prozentberechnungen (%, %CH, and %T) sind Beispiele zweiwertiger Befehle.

Beispiel: Berechnen Sie 85 − 31.

85 [ENTER] 31 [−]

```
1:                    54
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt{45} \times 12$.

45 [√x] 12 [×]

```
1:            80.49844719
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Beispiel: Berechnen Sie $4,7^{2,1}$.

4.7 [ENTER] 2.1 [y^x]

```
1:          25.7872779682
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Wie man mehr als ein Argument in die Befehlszeile eingibt:

- Drücken Sie [SPC], um die Argumente zu trennen.

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt[4]{2401}$.

2401 [SPC] 4 [→] [$\sqrt[x]{y}$]

```
1:                     7
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Wie man Auflösungen immer wieder verwendet (Kettenrechnung):

- Falls notwendig, geben Sie vorhergende Ergebnisse in die richtige Stackebene für den Befehl ein.
- Führen Sie den Befehl aus.

Kettenrechnungen enthalten mehr als eine Operation. Der Stack ist besonders für Kettenrechnungen geeignet, weil er Zwischenergebnisse aufbewahrt.

Beispiel: Berechnen Sie (12 + 3) × (7 + 9).

12 [ENTER] 3 [+]
7 [ENTER] 9 [+]

```
2:                    15
1:                    16
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Beachten Sie, daß die beiden Zwischenergebnisse im Stack bleiben. Dann multiplizieren Sie diese.

⊠

```
1:                    240
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Beispiel: Berechnen Sie $23^2 - (13 \times 9) + \frac{5}{7}$. Zuerst berechnen Sie 23^2 und das Produkt 13×9.

23 ↰ x^2
13 ENTER 9 ⊠

```
2:                    529
1:                    117
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Subtrahieren Sie die beiden Zwischenergebnisse, und dann berechnen Sie $\frac{5}{7}$.

⊖
5 ENTER 7 ÷

```
2:                    412
1:          .714285714286
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Addieren Sie die beiden Resultate.

⊕

```
1:          412.714285714
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Mit dem Stack arbeiten

Wie man Objekte in Ebenen 1 und 2 vertauscht:

- Drücken Sie ↰ SWAP (oder ▶, wenn keine Befehlszeile vorhanden ist).

Der SWAP Befehl ist besonders nützlich mit Befehlen, bei denen die Reihenfolge wichtig ist wie −, /, und ^ (⊖, ÷, und y^x).

Beispiel: Benutzen Sie ↰ SWAP als Hilfe für die Berechnung $\frac{9}{\sqrt{13+8}}$. Zuerst berechnen Sie $\sqrt{13+8}$.

13 ENTER 8 ⊕ $\sqrt{x}$

```
1:            4.58257569496
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Geben Sie 9 ein, und vertauschen Sie Ebenen 1 und 2.

9 ↰ SWAP

```
2:                      9
1:            4.58257569496
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Dividieren Sie die beiden Werte.

(÷)

```
1:          1.96396101212
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Wie man das Objekt in Ebene 1 dupliziert:

- Drücken Sie (PRG) STK (NXT) DUP (oder drücken Sie (ENTER), wenn keine Befehlszeile vorhanden ist).

Der DUP Befehl dupliziert den Inhalt von Ebene 1 and schiebt die anderen Stackinhalte eine Ebene höher.

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{1}{47{,}5} + \left(\frac{1}{47{,}5}\right)^4$. Zuerst berechnen Sie den Kehrwert von 47,5, und dann duplizieren Sie den Wert.

47.5 (1/x) (ENTER)

```
2:       2.10526315789E-2
1:       2.10526315789E-2
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Erhöhen Sie den Wert zur vierten Potenz.

4 (y^x)

```
2:       2.10526315789E-2
1:       1.96438026103E-7
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Addieren Sie das Ergebnis und den ursprünglichen Wert.

(+)

```
1:       2.10528280169E-2
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Wie man das Objekt in Ebene 1 löscht:

- Drücken Sie (↰)(DROP) (oder (←), wenn keine Befehlszeile vorhanden ist).

Wenn Sie den DROP Befehl ausführen, werden die restlichen Objekte im Stack eine Ebene nach unten verlagert.

Wie man den ganzen Stack löscht:

- Drücken Sie (↱)(CLR) (der CLEAR Befehl).

Die letzten Argumente wiederaufrufen

Wie man die Argumente des letzten Befehls noch einmal aufruft:

- Drücken Sie [→][LAST ARG] (der LASTARG Befehl).

Der LASTARG Befehl gibt die Argumente der zuletzt ausgeführten Befehl in den Stack ein, damit Sie diese wieder verwenden können.

Beispiel: Benutzen Sie [→][LAST ARG] als Hilfe zur Berechnung von ln 2,3031 + 2,3031. Zuerst berechnen Sie LN 2,3031 und holen dann das Argument von LN zurück. ([LAST ARG] ist die blaue, rechts umgeschaltete Belegung der Taste [2].)

2.3031 [→][LN]
[→][LAST ARG]

```
2:          .83425604152
1:                2.3031
STD FIX SCI ENG SYM BEEP
```

Addieren Sie die beiden Zahlen.

[+]

```
1:          3.13735604152
STD FIX SCI ENG SYM BEEP
```

LASTARG ist besonders nützlich bei komplizierteren Argumenten wie Matrizen beispielsweise.

Den letzten Stack wiederherstellen

Wie man den Stack in seinen vorhergehenden Status wiederherstellt:

- Drücken Sie [←][LAST STACK].

[←][LAST STACK] stellt den Stack wieder so her, wie er war, bevor Sie den letzten Befehl ausführten.

Objekte zur Anschauung und Bearbeitung darstellen

Man kann nicht immer alle Objekte im Stack sehen. Bei großen Objekten können Sie nur den Anfang sehen. Und Objekte, die Ebenen vertauscht haben und die aus dem Display gerollt sind, kann man überhaupt nicht sehen.

Beim HP 48 kann man von mehreren *Umgebungen* zum Anschauen und Bearbeiten von Objekten wählen. Eine Umgebung definiert ein spezielles Display- und Tastaturverhalten. Sie bestimmt, wie man Objekte sehen und verändern kann.

Wie man ein Objekt besichtigt und bearbeitet:

1. Je nach Adresse des Objektes und der gewünschten Umgebung, drücken Sie die Tasten in der untenstehenden Tabelle.
2. Schauen Sie sich Objekte an oder bearbeiten Sie diese den Regeln der Umgebung entsprechend.
3. Wie Sie die Umgebung verlassen können:
   - nach dem Anschauen drücken Sie (ATTN).
   - um die gemachten Veränderungen aufzubewahren, drücken Sie (ENTER).
   - um die gemachten Veränderungen zu löschen, drücken Sie (ATTN).

Je nach Adresse eines Objektes hat man bis zu drei Möglichkeiten, es sich anzusehen und es zu bearbeiten.

Ein Objekt anschauen oder bearbeiten

Adresse des Objektes	Anschauen/Bearbeiten Umgebung	Tastenfolge für Anschauen oder Bearbeiten
Ebene 1	Befehlszeile	⟵ EDIT
	Am besten	▼
	Interaktiver Stack	▲
Ebene *n*	Befehlszeile	*n* ⟶ VISIT
	Am besten	*n* ⟶ ▼
	Interaktiver Stack	▲
Variablen *Name*	Befehlszeile	' *Name* ⟶ VISIT
	Am besten	' *Name* ⟶ ▼

Die Befehlszeile ist die Umgebung, wo anschauen und bearbeiten am leichtesten sind:

- Das EDIT Menü wird angezeigt, das Operationen möglich macht, die das Bearbeiten von großen Objekten erleichtern. (Lesen Sie dazu "Die Befehlszeile und das EDIT Menü" weiter unten.)
- Reelle and komplexe Zahlen werden mit voller Präzision (im Standardformat) angezeigt, unabhängig vom aktuellen Anzeigemodus.
- Programme, Listen, algebraische Objekte, Einheiten, Verzeichnisse, und Matrizen werden auf mehrere Linien formiert.
- Alle Stellen der Binärzahlen, alle Zeichen in Ketten, und ganze algebraische Ausdrücke werden angezeigt.

In einer auf der Struktur des Objekttypen aufgebauten Umgebung ist die Bearbeitung des Objektes immer am leichtesten. Algebraische Objekte und Einheitenobjekte werden in die EquationWriter-Umgebung kopiert. (Lesen Sie dazu "Objekte mit dem EquationWriter anschauen und editieren" auf Seite 16-24). Matrizen werden in die MatrixWriter-Umgebung kopiert (Lesen Sie dazu "Felder anschauen und Bearbeiten" auf Seite 20-7). Alle anderen Objekttypen werden in die Befehlszeile kopiert.

Der interaktive Stack ist eine Umgebung zur Anschauung, Bearbeitung und Verarbeitung aller Objekte im Stack. Lesen Sie dazu "Der interaktive Stack" auf Seite 3-10.

Die Befehlszeile und das EDIT Menü

Ist eine Befehlszeile vorhanden, drücken Sie ⟲ EDIT, um in das EDIT Menü umzuschalten. Auch wird das EDIT Menü immer angezeigt, wenn eine Operation zum Anschauen oder Bearbeiten wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben durchgeführt wird.

Gewisse Operationen im EDIT Menü verwenden das *Wort* Konzept. Ein *Wort* ist eine Serie von Zeichen zwischen Leertasten in Zeileneingaben. Zum Beispiel setzt ←SKIP den Cursor an den Anfang eines *Wortes*.

EDIT Menü Operationen

Taste	Beschreibung
⟲ EDIT:	
←SKIP	Setzt den Cursor auf den Anfang des aktuellen Wortes.
SKIP→	Setzt den Cursor auf den Anfang des nächsten Wortes.
←DEL	Löscht die Zeichen vom Anfang des Wortes bis zur Cursorposition.
DEL→	Löscht die Zeichen von der Cursorposition bis zum Ende des Wortes.
↱ ←DEL	Löscht die Zeichen vom Anfang der Zeile bis zur Cursorposition.
↱ DEL→	Löscht die Zeichen von der Cursorposition bis ans Ende der Zeile.
INS	Schaltet den Eingabemodus der Befehlszeile zwischen den Modi zum *Einfügen* (◆ Cursor) und *Überschreiben* (▮ Cursor) hin und her. Ein ▪ im Menüfeld zeigt an, daß der Eingabemodus aktiviert ist.
↑STK	Aktiviert den interaktiven Stack. (Sehen Sie das nächste, "Der interaktive Stack")

Beispiel: Geben Sie ein algebraisches Objekt in den Stack ein.

(↰) (EQUATION) A (+) B (÷) C (y^x) 2 (ENTER)

```
1:                    'A+B/C^2'
STD■ FIX  SCI  ENG SYM■BEEP■
```

Verändern Sie den Ausdruck—C^2 wird C^3.

(↰) (EDIT) SKIP→ (◀) (◀) (DEL) 3

```
'A+B/C^3◆
←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Heben Sie die Veränderung auf, und dann schauen Sie sich die veränderte Gleichung in der EquationWriter-Umgebung an.

(ENTER) (▼)

$$A+\frac{B}{C^3}$$

Kehren Sie in den Stack zurück.

(ATTN) (ATTN)

```
1:                    'A+B/C^3'
STD■ FIX  SCI  ENG SYM■BEEP■
```

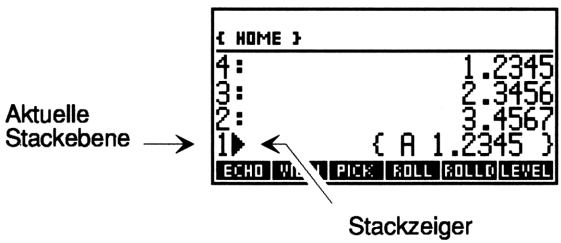
Der interaktive Stack

Die normale Stackanzeige ist ein "Fenster", das die Ebene 1 und so viele höheren Ebenen anzeigt, wie hineinpassen. Der *interaktive Stack* erlaubt Ihnen folgendes:

- Bewegen des Fensters, um den Rest des Stacks zu sehen.
- Objekte in verschiedene Ebenen verschieben und kopieren.
- Kopieren des Inhalts jeder beliebigen Stackebene in die Befehlszeile.
- Objekte aus dem Stack löschen.
- Stackobjekte bearbeiten.
- Stackobjekte in einer entsprechenden Umgebung anschauen.

Der interaktive Stack ist eine besondere Umgebung, in welcher die Tastatur umdefiniert ist und nur spezielle Operationen zur Bearbeitung des Stacks ausgeführt werden können. Sie müssen erst den interaktiven Stack verlassen, bevor Sie irgendwelche anderen Operationen durchführen können.

Wenn Sie den interaktiven Stack aktivieren, wird der *Stackzeiger* angestellt (der auf die *aktuelle Stackebene* deutet), und die Tastatur umdefiniert, und das interaktive Stackmenü angezeigt.



Wie man den interaktiven Stack verwendet:

1. Drücken Sie [▲] (oder drücken Sie +STK im EDIT Menü), um den interaktiven Stack zu aktivieren.
2. Verwenden Sie die Tasten, die in der nachfolgenden Tabelle beschrieben werden, um den Stack anzuschauen oder zu bearbeiten.
3. Drücken Sie [ATTN] (oder [ENTER]), um aus dem interaktiven Stack umzuschalten und den veränderten Stack anzuzeigen.
4. Optional: Um im Stack gemachte Veränderungen im interaktiven Stack rückgängig zu machen, drücken Sie [↶][LAST STACK].

Ist die Befehlszeile vorhanden, wenn Sie in den interaktiven Stack umschalten, erscheint nur die ECHO Taste im Menü.

Operationen im Interaktiven Stack

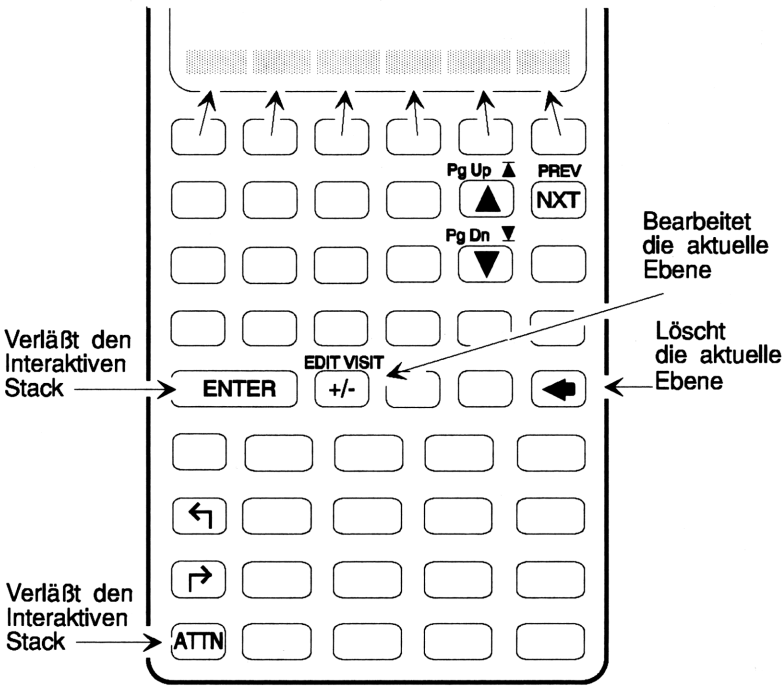
Tasten	Beschreibung
(▲):	
ECHO	Kopiert den Inhalt der aktuellen Stackebene in die Befehlszeile bei der Cursorposition.
VIEW	Besichtigt oder verändert das Objekt in der aktuellen Ebene, indem die "beste" Umgebung verwendet wird. Drücken Sie (ENTER), wenn die Bearbeitung beendet ist (oder (ATTN), um sie abzubrechen).
(↱) VIEW	Erlaubt es, das mit Namen oder Zahl der Stackebene angegebene Objekt in der "besten" Umgebung anzuschauen oder zu bearbeiten. Drücken Sie (ENTER), wenn fertig (oder (ATTN), um abzubrechen).
PICK	Kopiert den Inhalt der aktuellen Ebene nach Ebene 1 (dasselbe wie *n* PICK).
ROLL	Bewegt den Inhalt der aktuellen Ebene nach Ebene 1, und rollt den Teil des Stacks von unterhalb der aktuellen Ebene nach oben (gleichbedeutend mit *n* ROLL).
ROLLD	Bewegt den Inhalt von Ebene 1 in die aktuelle Ebene, und den Teil des Stacks von unterhalb der aktuellen Ebene nach unten (gleichbedeutend mit *n* ROLLD).
→LIST	Erzeugt eine Liste mit allen Objekte von Ebene 1 bis zur aktuellen Stackebene (gleichbedeutend mit *n* →LIST).
DUPN	Dupliziert Ebenen 1 bis zur aktuellen Stackebene (gleichbedeutend mit *n* DUPN). Zum Beispiel, wenn der Zeiger auf Ebene 3 steht, werden die Ebenen 1, 2, und 3 in die Ebenen 4, 5, und 6 kopiert.
DRPN	Löscht alle Ebenen von 1 bis zur aktuellen Stackebene (gleichbedeutend mit *n* DROPN).

Operationen im Interaktiven Stack (fortgesetzt)

Tasten	Beschreibung
KEEP	Löscht alle Stackebenen oberhalb der aktuellen Ebene.
LEVEL	Gibt die aktuelle Stackebene in Ebene 1 ein.
▲	Bewegt den Stackzeiger eine Ebene nach oben. Wird vorher ↰ gedrückt, bewegt sich der Stackzeiger vier Ebenen nach oben (↰ PgUp in der unten stehenden Illustration der Tastatur); wenn vorher ↱ gedrückt wird, bewegt sich der Stackzeiger zum oberen Ende des Stacks (↱ ⊼ in der unten stehenden Illustration der Tastatur).
▼	Bewegt den Stackzeiger eine Ebene nach unten. Wenn vorher ↰ gedrückt wird, bewegt sich the Stackzeiger vier Ebenen nach unten (↰ PgDn in der unten stehenden Illustration der Tastatur); wenn vorher ↱ gedrückt wird, bewegt sich der Stackzeiger ans untere Ende des Stacks (↱ ⊽ in der unten stehenden Illustration der Tastatur).
↰ EDIT	Kopiert das Objekt in der aktuellen Ebene in die Befehlszeile zur Bearbeitung. Drücken Sie ENTER wenn fertig mit der Bearbeitung (oder ATTN um abzubrechen).
↱ VISIT	Kopiert das mit Namen oder Zahl der Stackebene angebene Objekt in die Befehlszeile zur Bearbeitung. Drücken Sie ENTER wenn fertig mit der Bearbeitung (oder ATTN um abzubrechen).
◄	Löscht das Objekt in der aktuellen Ebene.
NXT	Blättert zur nächsten Seite mit Operationen des Interaktiven Stacks.
ENTER	Verläßt den interaktiven Stack
ATTN	Verläßt den interaktiven Stack

Die meisten Menüoperationen haben gleichbedeutende, programmierbare Befehle. Lesen Sie dazu “Weitere Stackbefehle” auf Seite 3-20.

Die umdefinierte Tastatur für den interaktiven Stack sieht folgendermaßen aus:



Wenn Sie ↱ VIEW oder ↱ (VISIT) drücken, muß das Objekt im interaktiven Stack in der aktuellen Ebene eine reelle Zahl oder ein Variablenname sein:

- Eine reelle Zahl (oder Zahlenteil) spezifiert das Objekt in der entsprechenden Stackebene.
- Ein Variablename spezifiziert das Objekt, das dort gespeichert ist.

Wenn Sie VIEW oder ↱ VIEW drücken, wird das Objekt in die "beste" Umgebung zum Anschauen oder Bearbeiten kopiert. Algebraische Objekte und Einheitenobjekte werden in die EquationWriter- Umgebung kopiert (Lesen Sie dazu "Objekte mit dem EquationWriter anschauen und editieren" auf Seite 16-24). Matrizen werden in die MatrixWriter Umgebung kopiert (Lesen Sie dazu "Felder anschauen und bearbeiten" auf Seite 20-7). Alle anderen Objekttypen

werden in die Befehlszeile kopiert. Drücken Sie [ENTER], um das veränderte Objekt in seine ursprüngliche Stackebene zurückzugeben, oder [ATTN], um die Aktion ohne Veränderung zu beenden.

Wie man ein Objekt aus dem Stack in die Befehlszeile kopiert:

1. Plazieren Sie den Cursor in die Befehlszeile, wohin Sie das Objekt bewegen wollen.
2. Drücken Sie [←] [EDIT] ↑STK. (Hat die Befehlszeile nur eine Linie, dann drücken Sie [▲] anstatt.)
3. Drücken Sie [▲] und [▼], um den interaktiven Stackzeiger zu dem gewünschten Objekt zu bewegen, und dann drücken Sie ECHO.
4. Drücken Sie [ATTN] (oder [ENTER]), um den interaktiven Stack zu verlassen.

Beispiel: Verwenden Sie den interaktiven Stack, um die Zahl 1,2345 in die Befehlszeile einzugeben, was die Liste { A 1.2345 } erzeugt.

Geben Sie diese Zahlen in den Stack ein.

1.2345 [ENTER]
2.3456 [ENTER]
3.4567 [ENTER]

Beginnen Sie, die Liste einzugeben.

[←] [{}] A

Aktivieren Sie den interaktiven Stack.

[▲]

Bewegen Sie den Zeiger nach Ebene 3, kopieren Sie das Objekt und verlassen Sie den interaktiven Stack.

[▲] [▲] ECHO [ATTN]

Geben Sie die Liste in den Stack ein.

(ENTER)

```
4:                1.2345
3:                2.3456
2:                3.4567
1:          { A 1.2345 }
STD■ FIX SCI ENG SYM■BEEP■
```

Die Befehlszeile verwenden

Die Befehlszeile ist vor allen Dingen ein Arbeitsplatz, wo man Objekte erzeugt, ein Platz, wo Sie ihre Daten dem HP 48 eingeben und bearbeiten. Die Befehlszeile erscheint, wenn Sie Text eingeben oder bearbeiten (außer, wenn Sie den EquationWriter oder MatrixWriter verwenden).

Ansammeln von Daten in der Befehlszeile

Sie können eine beliebige Zahl von Zeichen in die Befehlszeile eingeben und bis zur Hälfte des verfügbaren Speicherplatzes verwenden. Um mehr als ein Objekt in die Befehlszeile einzugeben, benutzen Sie Leerzeichen, Zeilenschaltungen, ((→)(↵)), oder Begrenzungszeichen, diese Objekte zu trennen. Zum Beispiel können Sie 12 (SPC) 34 tippen, um zwei Zahlen einzugeben. Drücken Sie (ENTER), werden sie auf den Stack zurückgegeben, oder drücken Sie (+), dann werden sie eingegeben und addiert.

Wenn Sie @ Zeichen *nicht* innerhalb einer Zeichenkette in die Befehlszeile eingeben, wird es und der daneben stehende Text als "Erläuterung" interpretiert, und sie werden gelöscht, wenn Sie (ENTER) drücken. Lesen Sie dazu "Programme mit einem Computer schreiben" auf Seite 25-13.

Wenn Sie in der Befehlszeile tippen, werden Zeichen normalerweise bei der Cursorposition *eingegeben*. Alle dort schon stehenden Zeichen werden nach rechts geschoben. Die folgenden Tasten sind aktiviert, wenn Befehlszeile vorhanden ist.

Operationen der Befehlszeile

Taste	Beschreibung
◀ ▶	Bewegt den Cursor nach links und rechts in Befehlszeile (↱ ◀ und ↱ ▶ bewegt den Cursor ganz nach links oder rechts.)
▲ ▼	Wenn die Befehlszeile mehr als eine Zeile hat, bewegt den Cursor eine Linie nach oben oder unten. (↱ ▲ und ↱ ▼ bewegen den Cursor in die erste oder letzte Linie.)
	Wenn die Befehlszeile nur eine Linie hat, aktiviert ▲ den interaktiven Stack und ▼ zeigt das EDIT Menü an.
⬅	Löscht das Zeichen links des Cursors.
DEL	Löscht das Zeichen bei der aktuellen Cursorposition.
↰ EDIT	Zeigt das EDIT Menü an, das weitere Bearbeitungsoperationen enthält.
↱ ENTRY	Stellt den Befehlszeilen-Eingabemodus in den Eingabemodus für Programme oder für algebraische Objekte ein, wie unten beschrieben wird.
ENTER	Verarbeitet den Text in der Befehlszeile, bewegt Objekte in den Stack und führt Befehle aus.

Den Befehlszeilen-Eingabemodus aktivieren

Vier Eingabemodi für die Befehlszeile erleichtern es Ihnen, verschiedene Objekttypen einzutippen. Gewöhnlich wird der Eingabemodus, den Sie brauchen, automatisch aktiviert.

- **Direkteingabemodus.** (Wird automatisch aktiviert, was durch keinen Eingabemodus-Indikator angezeigt wird.) Direkteingabemodus ist der Grundeinstellungsmodus, in dem der Inhalt sofort in die Befehlszeile eingegeben und verarbeitet wird, wenn Sie eine Funktionen- oder Befehlstaste (wie +, SIN, or STO) drücken.
- **Algebraischer Eingabemodus.** (Wird aktiviert. wenn Sie ' drücken. Wird durch den ALG Indikator angezeigt.) Der algebraische Eingabemodus wird vor allen Dingen zum Eintippen von Namen und algebraischen Ausdrücken zur sofortigen Verwendung benutzt. Im algebraischen Eingabemodus werden die

Befehlstasten als Schreibhilfen verwendet (zum Beispiel [SIN] tippt SIN( ). Andere Befehle *werden* sofort ausgeführt (zum Beispiel [STO] oder [←][PURGE]).

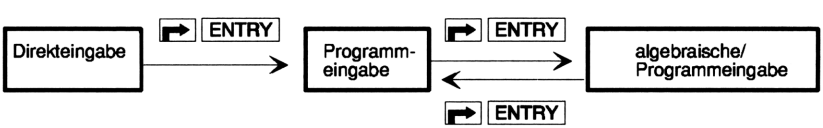
- **Programm-Eingabemodus.** (Wird aktiviert wenn Sie [←][« »] oder [←][{ }] drücken. Er wird durch den PRG Indikator angezeigt.) Der Programm-Eingabemodus wird vor allen Dingen zur Eingabe von Programmen und Listen verwendet. Er wird auch zur Bearbeitung der Befehlszeile ([←][EDIT] und [→][VISIT]) verwendet. Im Programm-Eingabemodus, verhalten sich Funktionen- und Befehlstasten als Schreibhilfen (zum Beispiel [SIN] tippt SIN und [STO] tippt STO). Nur nicht-programmierbare Operationen werden ausgeführt, wenn Sie eine Taste (zum Beispiel [ENTER], [VAR], oder [→][ENTRY]) drücken.

- **Algebraischer Programm-Eingabemodus.** (Wird aktiviert, wenn Sie ['] drücken, während Sie im Programm-Eingabemodus sind. Er wird durch ALG *und* PRG Indikatoren angezeigt.) Der algebraische Programm-Eingabemodus wird vor allen Dingen zur Eingabe algebraischer Objekte in die Programme verwendet. Im algebraischen Programm-Eingabemodus verhalten sich Funktionen- und Befehlstasten wie im algebraischen Eingabemodus als Schreibhilfen (zum Beispiel [SIN] tippt SIN( ). Das Drücken einer Befehlstaste (zum Beispiel [STO]) stellt den Programm-Eingabemodus wieder an.

Wie man den Eingabemodus manuell ändert:

- Drücken Sie [→][ENTRY].

Wenn Sie [→][ENTRY] drücken, wird der Direkteingabemodus in den Programm-Eingabemodus umgeschaltet. Außerdem können Sie mit dieser Tastenbetätigung zwischen Programm-Eingabemodus und algebraischem Programm-Eingabemodus hin- und herschalten.



[→][ENTRY] erlaubt Ihnen das Ansammeln von Befehlen in der Befehlszeile zur späteren Ausführung. Zum Beispiel können Sie manuell den Programm-Eingabemodus aktivieren und 4 und 5 und √ in die Befehlszeile eingeben, und dann drücken Sie [ENTER], um $\sqrt{4+5}$ zu kalkulieren. [→][ENTRY] erleichtert es auch, algebraische Objekte in Programmen zu bearbeiten.

Beispiel: Berechnen Sie 12 − log(100) mit dem LOG Befehl in der Befehlszeile. Zuerst aktivieren Sie die Befehlszeile.

12 [SPC] 100 [→][ENTRY] [→][LOG]

```
12 100 LOG ◆
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Führen Sie die Befehlszeile aus, um die Kalkulation durchzuführen.

[ENTER] [−]

```
1:                    10
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Das Wiederverwenden vorhergehender Befehlszeilen

Der HP 48 hebt automatisch eine Kopie der vier zuletzt verwendeten Befehlszeilen auf.

Wie man eine zuletzt verwendete Befehlszeile wieder aufruft:

1. Drücken Sie [←][LAST CMD] (neben der [3] Taste gelegen).
2. Falls notwendig, drücken Sie [←][LAST CMD] ein oder mehrere Male, um einen vorher aufgehobene Befehlszeile wieder aufzurufen.

3 Weitere Stackbefehle

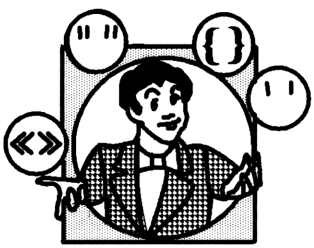
Die folgende Tabelle zeigt zusätzliche Befehle aus dem PRG STK Menü, die programmierbar sind und den Stack bearbeiten.

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	**Ausgabe**
DEPTH Gibt die Zahl der Objekte im Stack aus.	3: 2: 16 1: 'X1'	3: 16 2: 'X1' 1: 2
DROP2 Entfernt Objekte in Ebenen 1 und 2.	3: 12 2: 10 1: 8	3: 2: 1: 12
DROPN Entfernt die ersten $n + 1$ Objekte aus dem Stack (n steht in Ebene 1).	4: 123 3: 456 2: 789 1: 2	4: 3: 2: 1: 123
DUP Dupliziert das Objekt in Ebene 1.	3: 2: 232 1: 543	3: 232 2: 543 1: 543
DUP2 Dupliziert die Objekte in Ebenen 1 und 2.	4: 3: 2: 'A' 1: (2,3)	4: 'A' 3: (2,3) 2: 'A' 1: (2,3)
DUPN Dupliziert n Objekte im Stack ab Ebene 2 (n steht in Ebene 1).	6: 5: 4: 123 3: 456 2: 789 1: 3	6: 123 5: 456 4: 789 3: 123 2: 456 1: 789

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
OVER Liefert eine Kopie des Objekts in Ebene 2.	3: 2: 'AB' 1: 1234	3: 'AB' 2: 1234 1: 'AB'
PICK Liefert eine Kopie des Objekts in Ebene n + 1 nach Ebene 1 (n steht in Ebene 1).	4: 123 3: 456 2: 789 1: 3	4: 123 3: 456 2: 789 1: 123
ROLL Bewegt das Objekt in Ebene n + 1 nach Ebene 1 (n steht in Ebene 1).	5: 555 4: 444 3: 333 2: 222 1: 4	5: 4: 444 3: 333 2: 222 1: 555
ROLLD Rollt den Teil des Stacks zwischen Ebene 2 und Ebene n + 1 nach unten (n steht in Ebene 1).	6: 12 5: 34 4: 56 3: 78 2: 90 1: 4	6: 5: 12 4: 90 3: 34 2: 56 1: 78
ROT Rotiert die ersten drei Objekte im Stack (gleichbedeutend mit 3 ROLL).	3: 12 2: 34 1: 56	3: 34 2: 56 1: 12

4

Objekte



Die Grundeinheiten für Informationen, die der HP 48 verwendet, werden *Objekte* genannt. Zum Beispiel: reelle Zahlen, Matrizen und Programme sind alle Objekte. Ein Objekt belegt im Stack nur eine Ebene. Sie können also irgendein Objekt in eine Stackebene eingeben oder es in einer Variablen speichern.

Der HP 48 kann verschiedene *Typen* von Objekten speichern und verarbeiten:

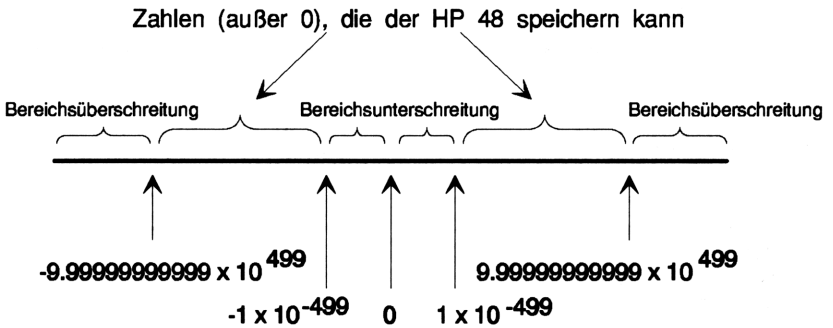
Reelle Zahlen	Programme	Verzeichnisse
Komplexe Zahlen	Zeichenketten	Sicherungsobjekte
Binäre Zahlen	Listen	Bibliotheken
Felder	Grafiken	XLIB-Namen
Namen	Markierte Objekte	Eingebaute Funktionen
Algebraische Objekte	Objekte mit Einheiten	Eingebaute Befehle

Viele Operationen des HP 48 sind für alle Objekttypen gleich. So ist beispielsweise der Vorgang beim Speichern von reellen Zahlen, Matrizen oder Programmen immer gleich. Manche Operationen lassen sich jedoch nur auf einen ganz bestimmten Objekttypen anwenden; so kann z.B. aus einem Programm nicht die Wurzel gezogen werden.

Dieses Kapitel führt Sie in die verschiedenen Objekttypen des HP 48 ein, zeigt ihre Verwendung anhand von Beispielen und behandelt einige der Befehle zur Bearbeitung von Objekten. In anderen Kapiteln wird auf die einzelnen Objekttypen genauer eingegangen.

Reelle Zahlen

Die Zahlen 12, -3.6, and 4.7E10 sind Beispiele für reelle Zahlen. Die nachstehende Darstellung zeigt den Bereich der reellen Zahlen, die der HP 48 speichern kann.



Komplexe Zahlen

Eine komplexe Zahl wird durch ein reelles Zahlenpaar dargestellt, das durch Klammern eingeschlossen wird. Komplexe Zahlen können in Rechteck- oder Polarkoordinaten eingegeben und dargestellt werden:

- **Rechteckkoordinaten.** $x + iy$, angezeigt als (x, y).
- **Polakoordinaten.** ($re^{i\theta}$), angezeigt als (r, ∡θ).

Komplexe Zahlen können auch zur Darstellung der Koordinaten eines Punktes in der Ebene verwendet werden.

Beispiel: Addieren Sie die komplexen Zahlen $14 + 9i$ und $8 - 12i$.

Ist der Indikator R∡Z oder R∡∡ eingeschaltet, dann drücken Sie [→][POLAR], um in den Modus für Rechteckkordination umzuschalten (es gibt keinen Indikator für Koordinaten).

Geben Sie die komplexen Zahlen in die Ebenen 1 und 2 ein. Benutzen Sie die Leertaste, um die Real- und Imaginärteile jeder komplexen Zahl zu trennen.

(↶)() 14 (SPC) 9 (ENTER)
(↶)() 8 (SPC) 12 (+/-) (ENTER)

```
2:                    (14,9)
1:                   (8,-12)
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Addieren Sie die beiden Werte.

(+)

```
1:                   (22,-3)
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Komplexe Zahlen werden in Kapitel 11 behandelt.

Binärzahlen

Die Binärzahlen des HP 48 sind vorzeichenlose, ganze Zahlen, die in einer binären Bitfolge gespeichert werden (und nicht als Dezimalstellen). Sie werden eingeleitet durch das Zeichen #, das vor der Zahl steht, und falls nötig durch einen der Kleinbuchstaben (h, d, o oder b) abgeschlossen, der die für die eingebene Zahl gültige Zahlenbasis angibt. Sie können Binärzahlen in hexadezimaler, dezimaler, oktaler, oder dualer Darstellung eingeben. Die duale Zahlenbasis, die in dem BASE Menü besteht (das nach Drücken von (MTH) BASE) erscheint, bestimmt welche Zahlenbasis aktiv ist.

Beispiel: Berechnen Sie $B17_{16} + 47_8$. Lassen Sie das Ergebnis in hexadezimaler Darstellung anzeigen.

Wählen Sie das hexadezimale Zahlensystem, und geben Sie die beiden Zahlen ein. Fügen Sie dem Oktalwert den Kleinbuchstaben o ((α) (↶) O) hinzu, um das Zahlensystem anzugeben.

(MTH) BASE HEX
(↷)(#) B17 (ENTER)
(↷)(#) 47o (ENTER)

```
2:                  # B17h
1:                   # 27h
HEX■ DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Addieren Sie die beiden Werte.

(+)

```
1:                  # B3Eh
HEX■ DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Drücken Sie DEC, um ins Dezimalsystem zurückzukehren.

Binärzahlen werden in Kapitel 14 behandelt.

Felder

Felder können eindimensionale *Vektoren* oder zweidimensionale *Matrizen* sein. Die Begrenzungszeichen für Felder sind eckige Klammern ([ ]). The HP 48 MatrixWriter hilft Ihnen bei der Eingabe und Bearbeitung von Matrizen.

Beispiel: Multiplizieren Sie folgende Matrix mit dem angegebenen Vektor.

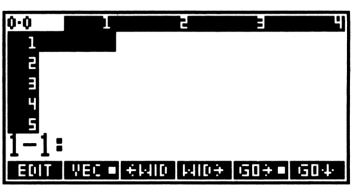
$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 4 & 5 & -3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Geben Sie den Vektor [2 1 2] so ein. Benutzen Sie Leerzeichen, um die einzelnen Komponenten zu trennen.

(←)([]) 2 (SPC) 1 (SPC) 2 (ENTER)

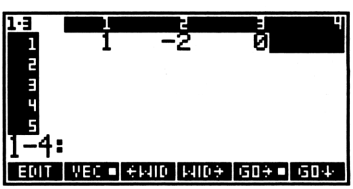
Benutzen Sie nun den MatrixWriter, um die Matrix einzugeben. Aktivieren Sie zunächst den MatrixWriter.

(→)(MATRIX)



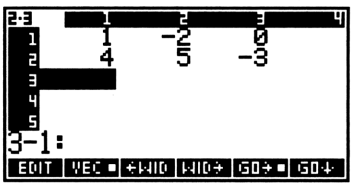
Geben Sie die erste Zeile ein.

1 (ENTER)
2 (+/–) (ENTER)
0 (ENTER)



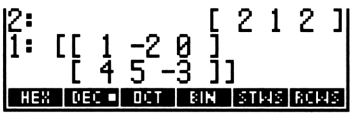
Beginnen Sie eine neue Zeile, und geben Sie die drei Werte ein. Sie können sie einzeln oder alle gemeinsam eingeben, indem Sie Leerzeichen dazwischensetzen.

[▼]
4 [SPC] 5 [SPC] 3 [+/–] [ENTER]



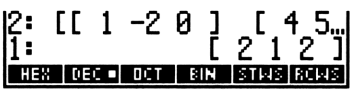
Geben Sie nun die Matrix in Ebene 1 ein.

[ENTER]



Um die Multiplikation durchzuführen, muß die Matrix in Ebene 2 und der Vektor in Ebene 1 sein. Vertauschen Sie also die Ebenen. (Das Drücken von [▶] bewirkt, wenn keine Befehlszeile vorhanden ist, dasselbe wie [↶][SWAP].)

[▶]



Multiplizieren Sie.

[×]

Felder werden in Kapitel 20 behandelt.

Namen

Namen werden zur Identifikation von Variablen verwendet. Wenn Sie einen Namen in den Stack eingeben wollen, ohne daß dieser Name ausgewertet werden soll, dann schließen Sie ihn durch zwei ' ein.

Beispiel: Geben Sie die Namen *A1* und *B1* ein, und multiplizieren Sie diese.

4 Geben Sie den Namen in den Stack ein. Der Indikator ALG erscheint, sobald Sie ' drücken.

' A1 ENTER
' B1 ENTER

```
2:                    'A1'
1:                    'B1'
HEX DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Multiplizieren Sie die beiden Namen.

×

```
1:                 'A1*B1'
HEX DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Das Ergebnis ist ein algebraischer Ausdruck mit beiden Namen.

Namen von Variablen werden in Kapitel 6 behandelt.

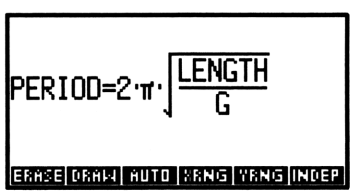
Algebraische Objekte

Algebraische Objekte werden wie Namen von zwei (') begrenzt. Algebraische Objekte stellen mathematische Ausdrücke dar, und haben im Stack die normale "Computerform", wie die beiden folgenden Beispiele zeigen:

```
'PERIOD=2*π*√(LENGTH/G)'

'∂X(2*X^3+COS(X))'
```

Der EquationWriter hilft Ihnen bei der Eingabe und Bearbeitung von algebraischen Objekten. Er zeigt sie so an, wie sie auch in einem Buch stehen könnten. Hier sehen Sie beispielsweise,wie die o.a. Gleichung PERIOD in der EquationWriter-Umgebung aussehen würde:



Algebraische Objekte werden in Kapitel 8 und der EquationWriter wird in Kapitel 16 beschrieben.

Programme

Programme sind Folgen von Befehlen und anderen Objekten, die durch « und » eingeschlossen sind. Das folgende Programm berechnet z.B. die Fläche eines Kreises, wenn der Radius als reelle Zahl in Ebene 1 steht:

```
« SQ π →NUM * »
```

Die Begrenzungszeichen verhindern, daß Befehle bei der Eingabe sofort ausgeführt werden. Sie werden stattdessen später, wenn sie das Programmobjekt auswerten, ausgeführt.

Die Programmierung wird in Teil 4 (Kapitel 25 bis 31) behandelt.

Zeichenketten

Zeichenketten sind Folgen von Zeichen, die normalerweise dazu verwendet werden, Text innerhalb von Programmen darzustellen. Sie werden von Anführungszeichen begrenzt. Sie können beispielsweise die Zeichenkette "Minor of a Matrix" in den Stack eingeben und dann ausdrucken.

Eine *abgezählte Zeichenkette* ist eine andere Zeichenkettenform, bei der die Zahl der Zeichen angegeben wird. Abgezählte Zeichenketten werden durch *n* eingeleitet, wobei *n* eine natürliche Zahl ist. C$ zeigt an, daß es sich um eine abgezählte Zeichenkette handelt, und *n* gibt die Anzahl der Zeichen an, die in der Zeichenkette zusammengefaßt werden. So führt beispielsweise die Eingabe von C$ 7 ABC DEF GHI dazu, daß die Zeichenkette"ABC DEF"ausgegeben wird. Die restlichen Zeichen, GHI, werden wie ein Name behandelt, als ob er alleine in den Stack eingegeben worden wäre.

Eine andere Form der abgezählten Zeichenkette wird durch C$ $ eingeleitet. Diese Form bestimmt, daß alle restlichen Zeichen auf der Befehlszeile in die Zeichenkette aufgenommen werden.

Listen

Listen sind Folgen von zusammengehörigen Objekten, die durch geschweifte Klammern begrenzt werden, z.B. { X 0 1 }. Listen erlauben es Ihnen, Objekte zu kombinieren, so daß sie wie ein Objekt behandelt werden können.

Grafiken

Grafiken enthaltem die Daten für Bilder des HP 48. Dazu gehören grafische Darstellungen von mathematischen Daten, benutzerdefinierte Grafiken und Darstellungen der Stackanzeige selbst. Sie werden durch bestimmte Zeichenbefehle erzeugt und können in der Grafikumgebung angeschaut werden. Sie können auch in den Stack eingegeben und in Variablen gespeichert werden. Im Stack werden die Grafiken folgendermaßen dargestellt:

Graphic *n* × *m*

wobei *n* und *m* Breite und Höhe in *Pixeln* sind. (Ein Pixel ist ein Bildpunkt auf dem Display.)

Die Erstellung und Verarbeitung von Grafiken werden in den Kapiteln 18 und 19 behandelt.

Markierte Objekte

Ein markiertes Objekt besteht aus irgendeinem Objekt und einer Markierung, die das Objekt benennt. Markierte Objekte werden so eingetippt:

: *Marke*: *Objekt*

Die Doppelpunkte begrenzen die Markierung. Bei der Anzeige eines markierten Objekts in dem Stack wird der erste Doppelpunkt wegen der besseren Lesbarkeit weggelassen.

Beispiel: Geben Sie die Zahlen 5 und 9 mit den Markierungen "B1" und "B2" ein, und berechnen Sie dann das Produkt.

Geben Sie die markierten Objekte ein.

(→)(::) B1 (▶) 5 (ENTER)
(→)(::) B2 (▶) 9 (ENTER)

```
2:                    B1: 5
1:                    B2: 9
HEX DEC ■ OCT BIN STWS RCWS
```

Berechnen Sie das Produkt.

(×)

```
1:                      45
HEX DEC ■ OCT BIN STWS RCWS
```

Die Markierungen wurden von (×) ignoriert.

Markierte Objekte sind besonders zur Benennung des Inhalts einer Variablen oder der Daten, die von einem Programm ausgegeben werden, geeignet. (Lesen Sie dazu "Ausgegeben mit Marken versehen" auf Seite 29-17).

Objekte mit Einheiten

Ein Objekt mit Einheiten besteht aus einer reellen mit Maßeinheiten verbundenen Zahl. Das Unterstreichungszeichen (_) trennt die Einheiten von der Zahl wie z.B. `2_m` und `26,7_kg*m^2/s^2`.

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{50{,}8\ \mathrm{ft/s}}{2{,}5\ \mathrm{s}}$.

Geben Sie die Objekte 50,8 ft/s und 2,5 s ein.

50.8 (←)(UNITS) LENG FT
(←)(UNITS) TIME (→) S
2.5 S

```
2:                 50.8_ft/s
1:                    2.5_s
YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Dividieren Sie die beiden Werte.

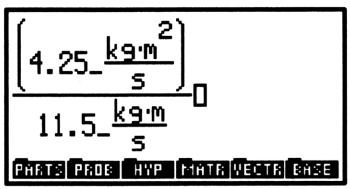
(÷)

```
1:            20.32_ft/s^2
YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Algebraische Objekte können Objekte mit Einheiten enthalten, wie z.B.

```
'(4.25_kg*m^2/s)/(11.5_kg*m/s)'
```

Wenn Einheiten in algebraischen Objekten vorkommen, hilft Ihnen der EquationWriter bei der Eingabe und Bearbeitung. Hier sehen Sie den gleichen Ausdruck wie er vom EquationWriter angezeigt wird:



Objekte mit Einheiten werden in Kapitel 13 behandelt.

Verzeichnisse

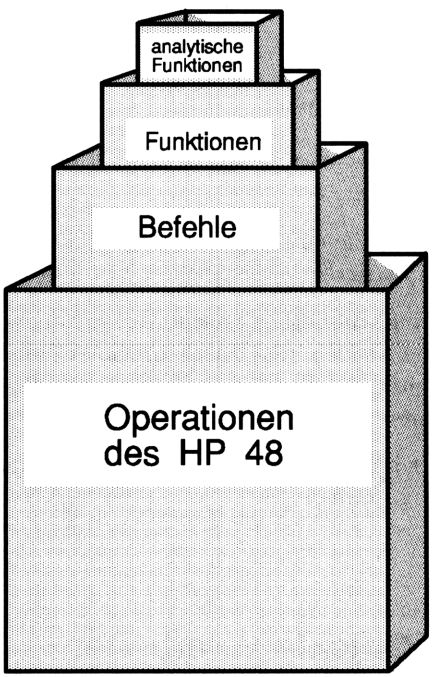
Der HP 48 benutzt Verzeichnisse, um hierarchische Strukturen für die von Ihnen gespeicherten Daten aufzubauen. Verzeichnisse werden in Kapitel 7 behandelt.

Eingebaute Funktionen und Befehle

Eingebaute *Funktionen* und eingebaute *Befehle* sind Untergruppen der HP 48 *Operationen*. Alle Aktionen, die der Taschenrechner ausführen kann, sind Operationen. (Jedesmal, wenn Sie eine Taste drücken, führen Sie eine Operation aus.) Später wird es wichtig sein zu wissen, ob eine Operation in einem Programm oder einem algebraischen Objekt eingeschlossen werden kann, oder ob sie einen Umkehrungswert oder Differentialkoeffizienten hat. Operationen werden daher durch die folgenden Kategorieen im ganzen Handbuch klassifiziert:

- **Operation.** Irgendeine im Taschenrechner eingebaute Aktion, die durch einen Namen oder eine Taste dargestellt wird.
- **Befehl.** Irgendeine programmierbare Operation.
- **Funktion.** Irgendein Befehl, der in algebraischen Objekten eingebaut werden kann.
- **Analytische Funktion.** Irgendeine Funktion, für die der HP 48 einen Umkehrwert oder einen Differentialkoeffizienten bereithält.

Analytische Funktionen sind eine Untergruppe von Funktionen. Funktionen sind eine Untergruppe von Befehlen. Befehle sind eine Untergruppe der Operationen.



Zum Beispiel ist SIN eine analytische Funktion. Sie hat einen Umkehrungswert und einen Differentialkoeffizienten. Sie kann in einem algebraischen Objekt eingeschlossen werden, und sie ist

programmierbar. SWAP (der Befehl, die Stackebenen 1 und 2 auszutauschen) ist jedoch nur ein Befehl. Er kann in einem Programm eingeschlossen werden, aber er kann nicht in einem algebraischen Objekt vorkommen, und er hat weder einen Differentialkoeffizienten noch einen Umkehrwert.

Der Index für Operationen im Anhang G zeigt Ihnen, wie jede Operation klassifiziert ist. Außerdem werden die Aktionen des HP 48 im ganzen Handbuch als Operationen, Befehle, Funktionen, oder analytische Funktionen beschrieben.

Eingebaute Funktionen und eingebaute Befehlsobjekte beschreiben die Befehlsserie des HP 48. Sie sind wie eingebaute Programmobjekte. (Operationen, die keine Befehle sind, sind keine Objekte. Man kann sie nicht in Programme einschließen.)

Weitere Objekttypen

Drei Objekttypen betreffen Operationen mit Einsteckkarten (die in Kapitel 34 behandelt werden):

- Sicherungsobjekte: Sie entstehen, wenn Objekte in einer einsteckbaren Speicherkarte gespeichert werden.
- Bibliotheken: Eine Bibliothek ist ein Verzeichnis von Befehlen und Operationen, die *nicht* in den Taschenrechner eingebaut sind. Bibliotheken befinden sich auf Einsteckkarten oder im eingebauten oder einsteckbaren RAM.
- XLIB-Namen: Diese Objekte befinden sich auf Einsteckkarten mit Anwendungsprogrammen.

Befehle die Objekte verarbeiten

Man kann mehrere Befehle zum Zusammenfügen, Trennen, und Umwandeln von Objektteilen gebrauchen. Diese Befehle (außer +) befinden sich in dem Menü PRG OBJ (Programm Objekt) ([PRG] OBJ).

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
+ (⊞) Verbindet zwei Zeichenketten oder Listen, oder fügt ein Objekt zu einer Zeichenkette oder Liste hinzu.	2: 'A' 1: { 2 3 } 2: "ABC" 1: "DE"	2: 1: { A 2 3 } 2: 1: "ABCDE"
→ARRY (→ARR) Stack zu Feld; fügt reelle oder komplexe Zahlen zu einem *n*-elementigen, rechteckigen Vektor oder einer Matrix der Größe *n* mal *m* zusammen (*n* oder {*n m*} steht in Ebene 1.)	3: 8 2: 9 1: 2 7: 1 6: 2 5: 3 4: 4 3: 5 2: 6 1: { 3 2 }	3: 2: 1: [8 9] 5: 4: 3: 2: 1: [[1 2] [3 4] [5 6]]
CHR Zeichen; gibt das zum Zeichencode gehörende Zeichen aus. (Sieh die Zeichenliste im Anhang C.)	1: 140	1: "α"
C→R Komplex nach Reell; teilt eine komplexe Zahl (oder ein komplexes Feld) in zwei reelle Zahlen (oder reelle Felder) auf, die dem Real- bzw. Imaginärteil entsprechen.	2: 1: (2,3)	2: 2 1: 3
DTAG (*Delete tag* Marke löschen); Entfernt die Markierung von einem markierten Objekt.	1: A:123	1: 123

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	**Ausgabe**
EQ→ Gleichung zum Stack; Trennt den linken und den rechten Teil einer Gleichung voneinander.	2: 1: 'A=B+C' 2: 1: 'B+C'	2: 'A' 1: 'B+C' 2: 'B+C' 1: 0
GET liest das *n*te (in Ebene 1) Element eines Vektors, einer Matrix oder Liste oder das Element ⟨*n m*⟩ einer Matrix.	2: [4 5 6] 1: 2 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: 4 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: ⟨ 2 1 ⟩ 2: ⟨ A B C ⟩ 1: 2	2: 1: 5 2: 1: 7 2: 1: 7 2: 1: 'B'
GETI Lies und erhöhe; Wie GET, außerdem wird auch der Vektor, die Matrix oder die Liste in Ebene 3 und die Zahl des nächsten Elements in Ebene 2 abgelegt.	3: 2: [4 5 6] 1: 2 3: 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: 4 3: 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: ⟨ 2 2 ⟩	3: [4 5 6] 2: 3 1: 5 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 5 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: ⟨ 2 3 ⟩ 1: 8
→LIST Stack nach Liste; Erstellt eine Liste mit *n* Objekten (in Ebene 1).	3: 'X+Z' 2: 'X' 1: 2	3: 2: 1: ⟨'X+Z' X⟩

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
NUM Gibt den zum Zeichen gehörenden Code aus.	1: "A"	1: 65
OBJ→ Objekt nach Stack; teilt eine komplexe Zahl, ein Feld oder eine Liste in die Elemente auf (genau wie C→R, ARRY→, und LIST→); gibt für Feld und Listen auch die Zahl der Elemente oder Dimensionen in Ebene 1 aus. Entfernt für Zeichenketten die Begrenzungszeichen, und gibt den Inhalt eine Befehlszeile (wie STR→) aus. Trennt bei algebraischen Objekten die äußere Funktion und ihre Argumente. Trennt bei Größen die Zahl und die Einheit. Trennt bei markierten Objekten die Markierung und das Objekt.	2: 1: (4,5) 3: 2: 1: [8 9] 4: 3: 2: 1: [[1 2] [5 6]] 4: 3: 2: 1: (1 2 Y) 1:"5 SQ 2 *" 4: 3: 2: 1: 'A + B'	2: 4 1: 5 3: 8 2: 9 1: (2) 5: 1 4: 2 3: 5 2: 6 1: (2 2) 4: 1 3: 2 2: 'Y' 1: 3 1: 50 4: 'A' 3: 'B' 2: 2 1: +

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
POS Zeigt die Position eines Objektes in einer Liste oder die Position einer Zeichenkette innerhalb einer anderen an.	2: { A 3 C } 1: 'C' 2: "ABCDEFG" 1: "DE"	2: 1: 3 2: 1: 4
PUT Ersetzt das *n*te Element eines Vektors, einer Matrix oder einer Liste oder das Element {*n m*} einer Matrix mit dem Inhalt von Ebene 1. (*n* oder {*n m*} befindet sich in Ebene 2.)	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4 1: 2 3: { 7 8 9 } 2: 2 1: 'A'	3: 2: 1: [4 7 6] 3: 2: 1: [[4 5 6] [2 8 9]] 3: 2: 1: { 7 A 9 }
PUTI Ablegen und erhöhen; genau wie PUT, nur gibt es auch die Liste oder das Feld in Ebene 2 aus und die Zahl des nächsten Elements in Ebene 1.	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4 1: 2 3: { 7 8 9 } 2: 2 1: 'A'	3: 2: [4 7 6] 1: 3 3: 2: [[4 5 6] [2 8 9]] 1: 5 3: 2: {7 A 9} 1: 3

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
REPL Ersetzen; ersetzt einen Teil einer Liste oder Zeichenkette in Ebene 3. Entnimmt das ersetzende Objekt aus Ebene 1 und die Position innerhalb der Liste oder Zeichenkette, woran das Ersetzen beginnen soll, aus Ebene 2. (Wie REPL mit Grafiken arbeitet, wird in "Stackbefehle für Grafikobjekte verwenden" auf Seite 19-30 beschrieben.)	3: {A B C D} 2: 2 1: {F G} 3: {A B C} 2: 3 1: {F G} 3: {A B} 2: 10 1: {F G}	3: 2: 1: {A F G D} 3: 2: 1: {A B F G} 3: 2: 1: {A B F G}
R→C Reell nach komplex; stellt zwei reelle Zahlen oder Felder zu einer komplexen Zahl oder einem komplexen Feld zusammen.	2: -7 1: -2	2: 1: (-7,-2)
SIZE Gibt die Anzahl der Elemente in einer Liste, die Anzahl der Zeichen in einer Zeichenkette, die Dimensionen eines Feldes und die Größe einer Grafik an.	1: {UX 2 Y} 1: "ABCDEFG" 1: [[4 5 6] [7 8 9]] GRAPHIC 6×12	1: 3 1: 7 1: [2 3] 2: # 6d 1: #12d
→STR Objekt nach Zeichenkette; wandelt ein Objekt in eine Zeichenkette um.	1: 'A+B'	1: "'A+B'"

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	**Ausgabe**
SUB Untergruppe einer Liste oder Zeichenkette. Die Positionen des Anfangs- und Endelements stehen in den Ebenen 2 and 1.	3: { A B C } 2: 2 1: 3 3: "ABCDEFG" 2: 3 1: 5	3: 2: 1: { B C } 3: 2: 1: "CDE"
→TAG Stack nach Markierung; vereinigt zwei Objekte zu einem markierten Objekt.	2: 123 1: 'Value'	2: 1:Value: 123
→UNIT Stack nach Einheit; verbindet einen Skalar aus Ebene 2 und einen Ausdruck mit einer Einheit aus Ebene 1 zu einem Objekt mit Einheit.	2: 85 1: 17_m	2: 1: 85_m

GET, GETI, PUT und PUTI nehmen als Argument auch einen Namen anstelle des Feldes an. Hierzu zwei Beispiele: `'A1' 2 GET` gibt das zweite Element von *A1* aus. `'A2' 2 "ABC" PUT` ersetzt das zweite Element von *A2* durch "ABC".

Objekttypen bestimmen

Im HP 48 werden 20 Objekttypen verwendet. Jeder Objekttyp wird durch eine natürliche Zahl dargestellt.

Nummern der Objekttypen

Objekt	TYPEN Nummer	Objekt	TYPEN Nummer
Reelle Zahl	0	Grafik	11
Komplexe Zahl	1	Markiertes Objekt	12
Zeichenkette	2	Objekt mit Einheit	13
Reelles Feld	3	XLIB-Name	14
Komplexes Feld	4	Verzeichnis	15
Liste	5	Bibliothek	16
Globaler Name	6	Sicherheitsobjekt	17
Lokaler Name	7	Eingebaute Funktion	18
Programm	8	Eingebauter Befehl	19
Algebraisches Objekt	9		
Binärzahl	10		

Wie man den Objekttyp in Ebene 1 findet:

- Drücken Sie [PRG] OBJ [NXT] TYPE (der TYPE Befehl).

Wie man den Objekttyp findet, der in einer Variablen gespeichert ist:

1. Drücken Sie [']. und geben Sie den Namen der Variablen ein.
2. Drücken Sie [PRG] OBJ [NXT] VTYPE (der VTYPE Befehl).

Die TYPE und VTYPE Befehle geben eine Zahl aus, die den Objekttyp darstellt. VTYPE zeigt −1 an, wenn die Variable nicht existiert.

Namen von Variablen nach Objekttyp trennen

Wie man eine Liste von Variablen von je einem Objekttyp erhält:

1. Geben Sie die TYPE Zahl für den Objekttyp ein, den Sie wollen.
2. Drücken Sie [↰] [MEMORY] [NXT] TVARS (der TVARS Befehl).

Der TVARS Befehl gibt eine Liste aller Namen von Variablen im aktuellen Verzeichnis aus, die diesen Objekttypen enthalten. So zeigt Ihnen zum Beispiel TVARS mit 8 in Ebene 1 eine Liste aller Namen von Variablen, die ein Programm enthalten. Falls keine Variable mit diesem Objekttyp existiert, schreibt TVARS eine leere Liste in den Stack.

Objekte auswerten

Auswerten ist die grundlegende Operation des Taschenrechners, womit Objekte in Aktion gesetzt werden. Die Auswertung findet häufig implizit in Operationen des Taschenrechners statt. Zum Beispiel geschieht es, wenn Befehle ausgeführt werden, Programme ablaufen, usw.

Wie man ein Objekt in der Ebene 1 auswertet:

- Drücken Sie [EVAL] (der EVAL Befehl).

Das Ergebnis der Auswertung eines Objektes kann eine Serie aufeinanderfolgender Aktionen sein, die weitere Auswertungen beinhalten können. Die folgende Tabelle zeigt, was die Auswertung verschiedener Objekte bewirkt.

Obj. Typ	Wirkung der Auswertung
Lokaler Name	Holt den Inhalt der Variablen in den Stack. Falls nötig, kann dieser Inhalt durch den Befehl EVAL explizit ausgewertet werden.
Globaler Name	Holt den Inhalt der Variablen in den Stack: ■ Ein Name wird ausgewertet. ■ Ein Programm wird ausgewertet. ■ Ein Verzeichnis wird zum aktuellen Verzeichnis. ■ Andere Objekte werden in den Stack geschrieben. Existiert keine Variable mit dem angegebenen Namen, wird beim Auswerten der Name in den Stack geschrieben.
Programm	Gibt jedes Objekt des Programms an: ■ Namen werden ausgewertet, außer wenn sie durch (') eingeschlossen sind. ■ Befehle werden ausgeführt. ■ Andere Objekte werden in den Stack geschrieben.
Liste	Gibt jedes Objekt der Liste ein: ■ Namen werden ausgewertet. ■ Programme werden ausgewertet. ■ Befehle werden ausgeführt. ■ Andere Objekte werden in den Stack geschrieben.
Algebraisches Objekt	Gibt jedes Objekt des algebraischen Ausdrucks ein: ■ Namen werden ausgewertet. ■ Befehle werden ausgeführt. ■ Andere Objekte werden in den Stack geschrieben.
Andere Objekte	Schreibt das jeweilige Objekt in den Stack.

Beispiel: Nehmen Sie an, Sie hätten zwei globale Variablen erzeugt:

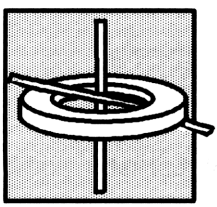
- *TWOPI* enthält die reelle Zahl 6,28318530718.
- *CIRCUM* enthält das Programm « TWOPI * ».

Das Feld CIRCU in dem VAR Menü stellt *CIRCUM* dar. Wenn Sie CIRCU drücken, passiert folgendes:

1. Der Name *CIRCUM* wird ausgewertet.
2. Das in der Variablen *CIRCUM* gespeicherte Programm wird ausgewertet.
3. Der Name *TWOPI* (das erste Objekt des Programms) wird ausgewertet.
4. Die in der Variablen *TWOPI* gespeicherte reelle Zahl wird in den Stack zurückgegeben.
5. Der Befehl * (multipliziere) wird ausgeführt.

5

Der Speicher



Jede Operation, die Sie mit Ihrem HP 48 ausführen, benötigt Speicherplatz. Dieses Kapitel beschreibt verschiedene Speicherarten. Es zeigt Ihnen, wie Sie herausfinden können, wie man den Speicher benutzt. Es beschreibt, was Sie machen müssen, wenn Sie zu wenig Speicherplatz haben.

Verschiedene Speicherarten

Der HP 48 besitzt zwei Arten von Speichern:

- **Read-only memory (ROM).** Das ist ein Speicher, der für spezielle Operationen reserviert ist und der nicht geändert werden kann. Der HP 48 hat einen eingebauten ROM-Speicher mit der Größe von 256 KByte (Kilobytes), der seinen Befehlssatz enthält. Außer beim HP 48S Modell können Sie die Größe des ROM-Speichers durch Einbau von Einsteckkarten erweitern. Diese Einsteckkarten werden in Kapitel 34 "Einsteckkarten und Bibliotheken verwenden" beschrieben.

- **Random-access memory (RAM).** Das ist der Speicher, dessen Inhalt Sie ändern können. Sie können im RAM Daten speichern, den Inhalt verändern und Daten löschen. Der HP 48 enthält einen eingebauten RAM Speicher von 32 KByte. Außer beim HP 48S Modell können Sie den RAM Speicher erweitern, indem sie Speicherkarten einsetzen, die in Kapitel 34 beschrieben werden.

RAM wird auch *Benutzerspeicher* genannt, weil dies ein Speicher ist, worauf Sie (der Benutzer) Zugriff haben. Sie verwenden oder bearbeiten den Benutzerspeicher, wenn Sie ein Objekt in den Stack eingeben, ein Objekt in einer Variablen speichern, eine Gleichung

oder Matrix produzieren, ein Programm laufen lassen, usw. Außerdem führt der HP 48 Aktionen zur Systemsäuberung durch, um Speicherraum für aktuelle Operationen freizumachen.

In den beiden nächsten Kapiteln, "Die Variablen und das Menü VAR" und "Verzeichnisse", werden Organisation und Gebrauch des Benutzerspeichers beschrieben.

Was Sie über die Nutzung des Speichers herausfinden können

Wie man herausfindet, wieviel Speicherraum verfügbar ist:

- Drücken Sie ⟲ (MEMORY) MEM (der MEM Befehl).

Der MEM Befehl gibt die Anzahl der freien Bytes im Benutzerspeicher aus. Zum Beispiel sollte ein leerer Speicher im HP 48SX ungefähr 30000 verfügbare Bytes anzeigen (ohne eingesteckte RAM-Karten).

Wie man Speicherbedarf und Prüfsumme des Objekts in Ebene 1 herausfindet:

- Drücken Sie ⟲ (MEMORY) BYTES (der BYTES Befehl).

Der BYTES Befehl gibt folgendes aus:

- **In Ebene 2: Prüfsumme.** Die Prüfsumme ist ein ganzzahliger Binärwert, der zu dem Objekt gehört. Sie können die Prüfsumme dazu verwenden, um sicherzustellen, daß Sie ein großes Objekt (z.B. ein Programm oder eine Matrix) korrekt eingegeben haben. Hierzu wird die Prüfsumme des abgedruckten Programmes mit der Prüfsumme, die Sie nach dem Eintippen erhalten, verglichen. (Für die meisten Programme in Teil 4 dieses Handbuches wird am Ende eine Prüfsumme angegeben, mit deren Hilfe Sie sich vergewissern können, ob Sie das Programm richtig eingetippt haben.)
- **In Ebene 1: Die Anzahl der Bytes.** Die Anzahl der Bytes, die ein Objekt im Speicher einnimmt. Wenn das Objekt ein Variablenname ist, wird der vom Namen *und* dem Inhalt eingenommene Speicherplatz ausgegeben. Handelt es sich um ein eingebautes Objekt, wird 2,5 Bytes ausgegeben.

Weitere Speicherbefehle werden in Kapitel 6 "Die Variablen und das Menü VAR" sowie in Kapitel 7 "Verzeichnisse" behandelt.

Den Stack sichern und neu aufladen

Gewisse Operationen des HP 48 säubern den Stack. Aber wenn Sie die Daten, die dort gespeichert sind, nicht verlieren wollen, können Sie den Inhalt des Stacks in einer Variablen speichern und dann später in den Stack neu eingeben.

Wie man den Stack in einer Variablen aufbewahrt:

1. Drücken Sie (PRG) STK DEPTH, um die Größe des Stacks zu erhalten.
2. Drücken Sie (PRG) OBJ →LIST, um den Stack mit einem Listenobjekt zu verbinden.
3. Drücken Sie (') , und tippen Sie einen Namen ein, um die Daten des Stacks zu speichern, und dann drücken Sie (STO).

Wie man den Stack aus einer Variablen heraus neu belegt:

1. Optional: Drücken Sie (→)(CLR), um den aktuellen Stack zu löschen.
2. Drücken Sie (VAR) und die Menütaste des Namens, den Sie zum Speichern der Daten des Stacks verwendeten.
3. Drücken Sie (PRG) OBJ OBJ→, um die Liste zu erweitern.
4. Drücken Sie (←), um die Zahl der wieder eingegebenen Objekte fallenzulassen.

Falls Sie den Stack nicht löschen, wird der aktuelle Inhalt in den Ebenen oberhalb des wieder geladenen Inhalts gespeichert.

Den gesamten Speicher löschen

Löschen Sie den Speicher, gehen *alle Daten, die Sie gespeichert haben, verloren*, und es werden alle Modi in ihre Grundeinstellung zurückgesetzt. Daher werden Sie dies wahrscheinlich nicht sehr oft machen, oder zumindest nur nach reiflicher Überlegung.

Wie man den gesamten Speicher löscht:

1. Drücken Sie gleichzeitig die drei folgenden Tasten, und halten Sie diese gedrückt: (ON), die äußerst linke Menütaste (A), und die äußerst rechte Menütaste (F).
2. Lassen Sie zuerst die beiden Menütasten, und dann (ON) los. Der Taschenrechner "piepst" und zeigt dann folgende Meldung an: `Try To Recover Memory?`.
3. Drücken Sie NO. Der HP 48 piepst und zeigt `Memory Clear` an.

Falls erforderlich, können Sie die Löschung rückgängig machen, bevor Sie (ON) loslassen. Dann müssen Sie (ON) *weiter gedrückt halten* und die zweite Menütaste von links drücken (B). Sie können auch mit YES auf die Frage `Try To Recover Memory?` antworten. Jedoch ist der Taschenrechner an dieser Stelle keinesfalls in der Lage, sämtliche Daten wieder zurückzuholen. Sie verlieren wahrscheinlich Ihren Stack, die Termine und die selbstdefinierten Tastenbelegungen.

Auf zu geringen Speicherplatz reagieren

Die Operationen des HP 48 teilen den Speicherplatz mit den von Ihnen erzeugten Objekten. Der normale Betrieb des Taschenrechners wird langsam oder kommt ganz zum Erliegen, wenn der Benutzerspeicher voll ist. Wenn ein solcher Zustand eintritt, gibt der HP 48 eine Warnung aus. Diese Warnungen werden im folgenden in der Ordnung zunehmender Dringlichkeit beschrieben.

"No Room for Last Stack" (Kein Platz für den Letzten Stack). Falls nicht genug Speicherplatz zum Sichern einer Kopie des aktuellen Stacks vorhanden ist, wird `No Room for Last Stack` angezeigt, wenn Sie ENTER drücken. Außerdem wird die Operation LAST STACK ((←)(LAST STACK)) blockiert.

Diese Meldung zeigt an, daß der Benutzerspeicher voll zu werden droht. Schaffen Sie Platz, indem Sie nicht benötigte Objekte aus dem Speicher oder unnötige Variable löschen.

"Insufficient Memory" (nicht genug Speicherplatz). Wenn nicht genügend Speicherplatz vorhanden ist, um eine Operation vollständig auszuführen, wird Insufficient Memory angezeigt. Wenn die Operation LAST ARG ((→)(LAST ARG)) aktiviert ist (Flag −55 ist rückgesetzt), werden die ursprünglichen Argumente wieder in den Stack gelesen. Ist LAST ARG abgeschaltet (Flag −55 ist gesetzt), gehen die Argumente verloren.

Löschen Sie unnötige Objekte oder unnötige Variablen aus dem Stack.

"No Room to Show Stack" (Kein Platz, den Stack zu zeigen). Es kann vorkommen, daß der HP 48 alle laufenden Operationen abschließt und dann nicht genügend freien Speicherplatz für die Anzeige des Stacks hat. In diesem Fall wird No Room To Show Stack in der oberen Zeile des Displays angezeigt. In den Zeilen des Displays, worin normalerweise Stackobjekte angezeigt werden, erscheinen diese Objekte nur noch als Typen wie Real Number (reelle Zahl), Algebraics (algebraische Objekte), usw.

Der für die Anzeige eines Stackojektes benötigte Speicherplatz hängt vom Objekttyp ab. Wenn nicht genügend Platz zum Anzeigen des Stacks vorhanden ist, löschen Sie eines oder mehrere der unnötigen Objekte aus dem Stack, oder löschen Sie unnötige Variablen. Sie können auch ein Stackobjekt in einer Variablen abspeichern, so daß es nicht mehr angezeigt zu werden braucht.

"Out of Memory" (Kein Speicherplatz mehr vorhanden). Im Extremfall gibt es nicht einmal mehr genügend Speicherplatz, um überhaupt etwas zu machen, nicht einmal mehr den Stack oder die Menüfelder anzuzeigen, Befehle auszuführen usw. In diesem Fall *müssen* Sie Speicherplatz freimachen, bevor Sie weiterarbeiten können. Es wird ein spezielles Out of Memory Verfahren eingeleitet, das mit der folgenden Anzeige beginnt:

```
Out of Memory
Purge?
1: Real Array

YES                    NO
```

Wie man auf "Out Of Memory" Anzeigen reagiert:

- Um das Objekt zu löschen, drücken Sie YES.
- Um das Objekt aufzubewahren, drücken Sie NO.
- Um den Vorgang zu unterbrechen, damit Sie sehen können, ob der Zustand sich geändert hat, drücken Sie (ATTN).

Wenn der Vorgang anfängt, werden Sie im Display gefragt, ob Sie das Objekt in Ebene 1 (durch Objekttyp beschrieben) löschen wollen oder nicht. In unserem obigen Beispiel ist das ein reelles Feld. Falls Sie es löschen, wird Ihnen dieselbe Frage mit dem neuen Objekt in Ebene 1 gestellt. Diese Fragenserie wiederholt sich so lange, bis der Stack entweder leer ist, oder Sie NO drücken. Dann wird die Aufforderung, Ebene 1 zu löschen, durch die Anfrage ersetzt, ob der Inhalt von LAST CMD ((↰)(LAST CMD)) gelöscht werden soll. Danach werden Sie in der angegebenen Reihenfolge gefragt, ob Sie diese Objekte löschen wollen:

1. Stackebene 1 (wiederholt)
2. der Inhalt von LAST CMD
3. der Inhalt von LAST STACK (falls aktiviert)
4. der Inhalt von LAST ARG (falls aktiviert)
5. die Variable *PICT* (falls vorhanden)
6. alle benutzerdefinierten Tastaturbelegungen
7. alle Terminerinnerungen
8. der gesamte Stack (falls nicht bereits leer)
9. jede globale Variable mit Namen
10. jedes externe Objekt durch Markierungsnamen.

Hinweis

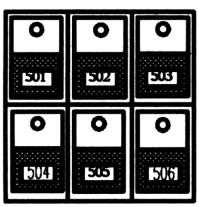
Es ist möglich, daß der Löschvorgang mit der Befehlszeile beginnt und erst *dann* den Stack, den Inhalt von LAST CMD usw., durchgeht. Wenn Sie NO für die Befehlszeile eingeben, wird Ihnen später, wenn Sie das Out of Memory Verfahren beenden, diese Befehlszeile angezeigt.

Die Abfrage nach Variablen (Punkt 9 in der obigen Liste) beginnt mit dem neuesten Objekt des Verzeichnisses *HOME* und fährt dann mit immer älteren Objekten fort. Wenn die betreffende Variable ein leeres Verzeichnis ist, wird dieses durch YES gelöscht. Ist das Verzeichnis nicht leer, bewirkt YES, daß die Variablen dieses Verzeichnisses (von der neuesten zur ältesten) durchgehend gelöscht werden.

Sie können jederzeit versuchen, das Out of Memory Verfahren durch Drücken von (ATTN) zu beenden. Falls genügend Speicherplatz vorhanden ist, wird wieder die normale Anzeige sichtbar. Andernfalls 'piepst' der Taschenrechner und setzt den Löschungsvorgang fort. Nachdem die Punkte einmal durchgegangen worden sind, versucht der HP 48, den normalen Betrieb wiederaufzunehmen. Wenn dann noch immer nicht genug freier Speicherplatz zur Verfügung steht, wird der ganze Vorgang wiederholt.

6

Variablen und das VAR Menü



Eine *Variable* ist ein benannter Speicherplatz, der ein Objekt enthält. Mit den Variablen können Sie anhand von sinnvollen Namen Informationen speichern and wiederauffinden. Zum Beispiel, Sie können die Fallbeschleunigung 9.81 m/s^2 in einer Variablen namens *G* speichern und dann den Namen verwenden, um auf den Inhalt der Variablen zuzugreifen.

Der HP 48 verwendet zwei Typen von Variablen:

- **Globale Variablen.** Das sind normale Variablen, die im Speicher bleiben, bis Sie diese löschen.
- **Lokale Variablen.** Das sind vom Programm erzeugte Variablen. Sie existieren nur, wenn ein Teil des Programms abläuft, und sie können außerhalb des Programms nicht verwendet werden.

Dieses Kapitel behandelt nur globale Variablen. Lokale Variablen werden unter "Lokale Variablen verwenden" auf Seite 25-14 beschrieben.

Variablen benennen

Namen der Variablen können bis zu 127 Zeichen enthalten: Zeichen wie Buchstaben, Ziffern, und die meisten anderen Zeichen. Ist ein Name zu lang, um in ein Menüfeld zu passen, wird nur der Anfang des Namens angegeben.

Groß- und Kleinbuchstaben sind *nicht* gleich, obwohl sie in den Menüfeldern gleich aussehen.

Folgende Zeichen dürfen in Namen nicht verwendet werden:

- Zeichen, die Objekte trennen: Leertasten, Punkte, Kommas, @ und Objektbegrenzungszeichen # [ ] " ' { } ( ) « » : _.
- Mathematische Symbole: + − * / ^ √ = < > ≤ ≥ ≠ ∂ ∫ !.

Namen dürfen nicht mit einer Ziffer beginnen. Sie dürfen keine Namen von Befehlen (z.B. SIN, i oder π) für Variablen verwenden. Außerdem darf PICT nicht verwendet werden; denn der HP 48 benutzt diesen Namen für die aktuelle Grafik. Manche Namen sind zwar erlaubt, aber der HP 48 verwendet sie für spezielle Zwecke. Sie können diese Namen verwenden, aber vergessen Sie nicht, daß diese in Befehlen als eingebaute Argumente verwendet werden. Falls Sie ihre Inhalte verändern, wäre es möglich, daß diese Befehle nicht richtig ausgeführt werden können. Diese Variablen heißen *reservierte Variablen*:

- *EQ* steht für aktuelle Gleichung, die von HP Solve und Plot verwendet wird.
- *CST* enthält Daten für benutzerdefinierte Menüs.
- *ΣDAT* enthält die aktuelle statistische Matrix.
- *ALRMDAT* enthält die Daten eines Termins, der gerade eingegeben oder geändert wird.
- *ΣPAR* enthält eine Liste der Parameter, die von STAT Befehlen verwendet werden.
- *PPAR* enthält eine Liste der Parameter,die von PLOT Befehlen verwendet werden.
- *PRTPAR* enthält eine Liste der Parameter, die von PRINT Befehlen verwendet werden.
- *IOPAR* enthält eine Liste der Parameter, die von E/A-Befehlen verwendet werden.
- *s1*, *s2*, ... , werden von ISOL und QUAD erzeugt, um beliebige Vorzeichen in den Ergebnissen symbolischer Lösungen darzustellen.
- *n1*, *n2*, ... , werden von ISOL erzeugt, um beliebige ganze Zahlen in den Ergebnissen symbolischer Lösungen darzustellen.
- Namen, die mit "der" beginnen, stehen für benutzerdefinierte Ableitungen.

Variablen erzeugen

Wie man eine Variable beim Speichern eines Objekts erzeugt:

1. Geben Sie das Objekt ein, das gespeichert werden soll.
2. Geben Sie den Namen der Variablen ein. (Drücken Sie [']), und tippen Sie den Namen.)
3. Drücken Sie [STO] (der STO Befehl).

Der STO Befehl liest ein Objekt und einen Namen aus dem Stack, und speichert das Objekt in einer Variablen dieses Namens. Wenn es diese Variable nicht gibt, wird sie im aktuellen Verzeichnis erzeugt. (Verzeichnisse werden in Kapitel 7 behandelt. Haben Sie noch kein Verzeichnis erstellt, werden alle Ihre Variablen im Verzeichnis *HOME* erzeugt.) Existiert die Variable bereits, ersetzt das neue Objekt das alte Objekt.

Sie können alle Objekttypen in einer Variablen speichern.

Wie man das VAR Menü der Variablen aufruft:

- Drücken Sie [VAR].

Das VAR Menü enthält eine Menütaste für jede Variable im aktuellen Verzeichnis. Sie können Variablentasten gebrauchen, um Namen der Variablen zu drucken und deren Inhalte aufzurufen. Lesen Sie dazu "Das VAR Menü und den Katalog REVIEW verwenden" auf den Seiten 6-8.

Beispiel: Erzeugen Sie die Variable *VCT1*, die den Vektor [1 2 3] enthält.

Geben Sie den Vektor [1 2 3] ein.

[←][[]] 1 [SPC] 2 [SPC] 3 [ENTER]

```
1:                [ 1 2 3 ]
 VR | D | H | MIN | S | HZ
```

Tippen Sie den Namen der Variablen ein, und drücken Sie [STO]. Falls sie nicht angezeigt ist, rufen Sie das VAR Menü auf, um die neue Variable zu sehen.

[']) VCT1 [STO]
[VAR]

```
VCT1 | DIFF | RE | X | TRNV | R1
```

Wie man eine Variable mit einer symbolischen Definition erzeugt:

1. Geben Sie eine Gleichung mit einem Namen auf der linken Seite und einer symbolischen Definition auf der rechten Seite ein.
2. Drücken Sie [←][DEF] (der DEFINE Befehl).

Der Befehl DEFINE kann Variablen von Gleichungen erzeugen. Wenn Ebene 1 eine Gleichung mit einem gültigen Namen als linke Seite enthält, speichert DEFINE den Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung in dem Namen auf der linken Seite.

Beispiel: Benutzen Sie DEFINE, um 6 in der Variablen *A* zu speichern. Drücken Sie `'A=6'` [←][DEF].

Wenn das Flag −3 rückgesetzt ist (seine Grundstellung), speichert DEFINE den Ausdruck ohne Auswertung. Wenn das Flag −3 gesetzt ist, wird der Ausdruck ausgewertet, bevor er, falls möglich, in einer Nummer gespeichert wird. Zum Beispiel, die Tastenfolge `'A=10+10'` [←][DEF] erzeugt eine Variable *A* und speichert darin `'10+10'`, wenn das Flag −3 rückgesetzt ist (Grundeinstellung), oder `20`, wenn das −3 gesetzt ist.

Den Inhalt von Variablen verwenden

Wenn Sie eine Variable einmal erzeugt haben, gibt es zwei Möglichkeiten, sich deren Inhalt ausgeben zu lassen:

- *Auswerten* des Namens der Variablen. (Diesen Weg werden Sie normalerweise bei Variablen gehen.)
- *Aufrufen* des Inhalts der Variablen.

Den Namen einer Variablen auswerten

Wenn Sie den Namen einer Variablen auswerten, dann werten Sie das in dieser Variablen gespeicherte Objekt aus:

- **Name.** Der Name wird ausgewertet (indem Sie *sein* Objekt aufrufen).
- **Programm.** Das Programm läuft.
- **Verzeichnis.** Das Verzeichnis wird das aktuelle Verzeichnis.
- **Anderes Objekt.** Eine Kopie des Objektes wird in den Stack gelesen.

Wie man den Namen einer Variablen auswertet:

- Drücken Sie die Taste der Variablen im VAR Menü.
  oder
- Geben Sie den Namen der Variablen ein (*ohne* Anführungszeichen), und drücken Sie [ENTER].

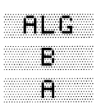
Zum Beispiel, [G] wertet *G* aus, and G [ENTER] wertet *G* aus.

Beispiel: Erzeugen Sie die drei folgenden Variablen: *A* mit 2, *B* mit5 und *ALG* mit dem Ausdruck `'A+B'`. Werten Sie diese dann über das Menü VAR aus.

Lassen Sie sich das VAR Menü anzeigen, und erzeugen Sie die Variablen.

[VAR]
2 [ENTER] ['] A [STO]
5 [ENTER] ['] B [STO]
['] A [+] B [ENTER] ['] ALG [STO]

Werten Sie *ALG*, *B* und *A* aus! Die Inhalte der drei Variablen werden in den Stack geschrieben.



Aufrufen des Inhalts von Variablen

Das Aufrufen von einer Variablen schreibt deren Inhalt in den Stack, ohne daß dieser ausgewertet wird.

Wie man den Inhalt von Variablen aufruft:

- Drücken Sie [→] und die Taste der Variablen im VAR Menü.
  oder
- Geben Sie den Namen der Variablen (innerhalb von Anführungszeichen) ein, und dann drücken Sie [→][RCL] (der RCL Befehl).

Da das Aufrufen mehr Tastendrücke erfordert als das Auswerten des Namens einer Variablen, wird es in erster Linie dazu verwendet, eine Variable zu kopieren, die ein Programm, ein Verzeichnis oder einen

Namen enthält. (Bei anderen Objekttypen werten Sie einfach den Namen aus.)

Beispiel: Speichern Sie das Programm in *ADD2*, und dann rufen Sie es auf.

Geben Sie das Programm ein, und dann speichern Sie es.

[←] [«»] [+] [+] [ENTER]
[']ADD2 [STO]

| MOD2 | ALG | B | A | VCT1 | DIFF |

Rufen Sie das in *ADD2* gespeicherte Programm auf!

[→] ADD2

1: « + + »
MOD2 ALG B A VCT1 DIFF

Den Inhalt einer Variablen ändern

Wie man den Inhalt einer Variablen ändert:

- Geben Sie den neuen Inhalt in Ebene 1 ein, und dann drücken Sie [←] und die Taste der Variablen in dem VAR Menü.
  oder
- Geben Sie den Namen (innerhalb von Anführungszeichen) in Ebene 1 ein, dann drücken Sie [→][VISIT]. Danach verarbeiten Sie den Inhalt, und danach drücken Sie [ENTER].
  oder
- Geben Sie den neuen Inhalt in Ebene 2 ein, und den Namen der Variablen in Ebene 1 (innerhalb von Anführungszeichen), und dann drücken Sie [STO] (der STO Befehl).

Beispiel: Ändern Sie den Inhalt von *ADD2* von « + + » zu « 2 + ».

Geben Sie den neuen Inhalt ein.

[←][«»] 2 [+] [ENTER]

1: « 2 + »
MOD2 ALG B A VCT1 DIFF

Speichern Sie den neuen Inhalt in *ADD2*.

[←] ADD2

| MOD2 | ALG | B | A | VCT1 | DIFF |

Namen von Variablen mit und ohne Anführungszeichen verwenden

Die Begrenzungszeichen ' sind sehr wichtig, wenn Sie den Namen einer Variablen eingeben. Sie bestimmen, ob der Name ausgewertet wird, wenn Sie [ENTER] drücken. Die Begrenzungszeichen ' verhindern die Auswertung. Der Name ohne Begrenzungszeichen wird automatisch ausgewertet.

Wie man den Namen einer Variablen auswertet:

- Um den Namen in den Stack zu schreiben, drücken Sie [']', und dann tippen Sie den Namen ein, oder drücken Sie seine Taste im VAR Menü.
- Um den Namen automatisch auszuwerten, tippen Sie den Namen ein, oder drücken Sie seine Taste im VAR Menü, (*ohne* [']' zu drücken).

Befehle wie STO, RCL und PURGE lesen den Namen einer Variablen mit Anführungszeichen wie ein Argument aus dem Stack.

Wenn Sie den Namen einer Variablen ohne Anführungszeichen auswerten, hängt Ihr Vorgang von den Objekttypen des Inhalts ab. (Lesen Sie dazu den vorhergehenden Abschnitt "Namen von Variablen auswerten.")

Wenn Sie einen Namen ohne Anführungszeichen verwenden, den es nicht gibt, (es ist eine *formelle Variable*, denn keine Variable mit dem Namen wurde erzeugt), wird der Name *mit Anführungszeichen* in den Stack geschrieben. Die Fähigkeit, Namen zu verwenden, ohne Variablen erzeugen zu müssen, ermöglicht Ihnen die Durchführung symbolischer Berechnungen mit dem HP 48.

6 Das VAR Menü und den Katalog REVIEW verwenden

Das VAR Menü ([VAR]) enthält ein Feld für jede globale Variable, die Sie im aktuellen Verzeichnis erzeugt haben.

Wie man das VAR Menü verwendet:

- Um den Namen einer Variablen auszuwerten, drücken Sie seine Menütaste.
- Um den Inhalt einer Variablen aufzurufen, drücken Sie [→] und dann die Menütaste.
- Um den Inhalt einer Variablen zu ändern, geben Sie den neuen Inhalt in den Stack ein, und dann drücken Sie [←] und danach die Menütaste.
- Um den Namen einer Variablen einzutippen, wenn die Befehlszeile sich im algebraischen oder Programm-Eingabemodus befindet, drücken Sie die Menütaste.
- Um den Katalog von Variablen REVIEW anzuzeigen, drücken Sie [←][REVIEW]. (Drücken Sie [ATTN], um zur Stackanzeige zurückzukehren.)

Der Katalog REVIEW zeigt die vollständigen Namen und Inhalte der Variablen auf der aktuellen Seite des Menüs VAR. Der nächste Tastendruck, den Sie ausführen, löscht die Übersicht, und zeigt den Stack wieder an und führt dann den eigentlichen Tastendruck aus. Wenn das VAR Menü mehr als sechs Felder enthält, können Sie [NXT] und [←][PREV] zum "Blättern" verwenden.

Beispiel: Erzeugen Sie eine Variable namens *OPTION* mit dem Inhalt 6,011991 und lassen Sie sich das VAR Menü anzeigen.

6.011991 [ENTER]
[']OPTION [STO]
[VAR]

Rufen Sie den Wert der Variablen auf.

[→]OPTIO

Geben Sie den Namen der Variablen ein.

[']OPTIO[ENTER]

```
2:                    6.011991
1:                    'OPTION'
OPTIO ADD2 ALG  B   A   VCT1
```

Lassen Sie sich den Katalog der Variablen anzeigen.

[←][REVIEW]

```
OPTION: 6.011991
ADD2: « 2 + »
ALG: 'A+B'
B: 5
A: 2
VCT1: [ 1 2 3 ]

OPTIO ADD2 ALG  B   A   VCT1
```

Drücken Sie [ATTN], um in die Stackanzeige zurückzukehren.

Wie man das VAR Menü neu ordnet:

1. Erstellen Sie eine Liste mit den Namen der Variablen, und zwar in der Reihenfolge, wie sie im VAR Menü erscheinen sollen. In der Liste brauchen nicht alle Namen enthalten zu sein. Die ausgelassenen Namen erscheinen im Menü hinter den Namen in der Liste.
2. Drücken Sie [←][MEMORY] ORDER (der ORDER Befehl).

Eine Möglichkeit, die Liste zu erstellen (Schritt 1), ist der Befehl VARS ([←][MEMORY] VARS). VARS gibt eine Liste mit allen Variablen im aktuellen Verzeichnis aus. Sie können die Liste dann verarbeiten.

Variablen löschen

Wie man eine Variable löscht:

1. Geben Sie den Namen einer Variablen ein.
2. Drücken Sie [←][PURGE] (der PURGE Befehl).

6 **Beispiel:** Löschen Sie die Variable *OPTION*, die im letzten Kapitel erzeugt wurde. (Sie können den Namen eintippen oder die entsprechende Menütaste als Schreibhilfe benutzen.)

[ ] OPTION [←] [PURGE]

oder

[ ] OPTIO [←] [PURGE]

MODE	ALG	B	A	VCT1	DIFF

Wie man mehr als eine Variable löscht:

1. Erstellen Sie eine Liste mit den Namen (mit { } Begrenzungszeichen) der zu löschenden Variablen. (Drücken Sie [ENTER], um sie in Ebene 1 zu schreiben.)
2. Drücken Sie [←] [PURGE] (der PURGE Befehl).

Um eine Liste aller Variablen in dem aktuellen Verzeichnis zu erhalten, drücken Sie [←] [MEMORY] VARS (der VARS Befehl). Sie können diese Liste bearbeiten, und dann geben Sie den Befehl PURGE ein.

Beispiel: Nehmen Sie an, Sie hätten die Variablen *A*, *B*, *C*, *D* und *E* erstellt. Jetzt wollen Sie *A*, *B* und *C* löschen. Zunächst erstellen Sie eine Liste mit den Namen { A B C }, die Sie löschen wollen. Dann drücken Sie [←] [{}] A B C [ENTER]. (Beachten Sie, daß [{}] die Befehlszeile in den Programmeingabe-Modus eingestellt ist.) Dann drücken Sie [←] [PURGE], um diese Variablen zu löschen.

Wie man alle Variablen löscht:

1. Drücken Sie [→] [PURGE] ein. Das ist eine Schreibhilfe, die CLVAR in die Befehlszeile eingibt.
2. Drücken Sie [ENTER], um den Befehl auszuführen.

Der Befehl CLVAR löscht alle Variablen in dem aktuellen Verzeichnis. Da dieser Befehl eine ganze Menge Daten löschen kann, gibt es keine direkte Taste dafür.

Eine Fehleingabe zurücknehmen

Wie man die STO oder PURGE Befehle für eine Variable rückgängig macht:

1. Drücken Sie [→][LAST ARG], *bevor* Sie irgendeine andere Operation durchführen.
2. Drücken Sie [STO].

Wenn Sie versehentlich eine Variable überschrieben oder gelöscht haben, indem Sie [STO] oder [←][PURGE] gedrückt haben, dann bringt der Befehl [→][LAST ARG] den Inhalt der Variablen *bevor* Sie den Fehler machten, zurück und schreibt den Namen der Variablen in den Stack. Dann können Sie [STO] drücken, um die Variable zu speichern.

Variablenarithmetik

Die Befehle zur Variablenarithmetik führen arithmetische Operationen mit dem Inhalt einer Variablen durch, ohne daß der Inhalt in den Stack geholt werden muß. Die Befehle befinden sich im arithmetischen Menü MEMORY ([→][MEMORY]).

Befehle für die Variablenarithmetik

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(→)(MEMORY):		
STO+ STO− STO* STO/	STO+ STO− STO* STO/	Addiert, subtrahiert, multipliziert oder teilt zwei Objekte, wovon eins dem Stack entnommen wird und das andere der Inhalt einer Variablen ist, deren Name im Stack steht. Das neue Objekt ist das Ebene 2 Objekt plus, minus, mal oder geteilt durch das Ebene 1 Objekt, und es wird in der angegebenen Variablen gespeichert.
SINV SNEG SCON	SINV SNEG SCONJ	Berechnet die Kehr-, Negativ- oder Komplexwerte des Inhalts der im Stack gennannten Variablen. Das Ergebnis ersetzt den ursprünglichen Inhalt der Variablen.

Beispiele für Arithmetik mit Variablen

Befehl	Ursprünglicher Inhalt von ABC	Stackinhalt	Neuer Inhalt von ABC
STO+	10	2: 'ABC' 1: 6	16
STO−	10	2: 3 1: 'ABC'	−7
STO/	20	2: 'ABC' 1: 2	10
	20	2: 5 1: 'ABC'	0,25

Zwei weitere Befehle, INCR and DECR, werden in erster Linie bei der Programmierung verwendet. Sie werden in "Schleifenzähler verwenden" auf Seite 27-13 behandelt.

7

Verzeichnisse

Verzeichnisse ermöglichen Ihnen, Variablen in sinnvollen Gruppen zusammenzufassen. Sie können damit auch selten benutzte Informationen "in der Versenkung verschwinden" lassen und Daten schützen, die nicht versehentlich von Programmen (oder Personen) verändert werden sollen.

Dieses Kapitel behandelt folgende Themen:

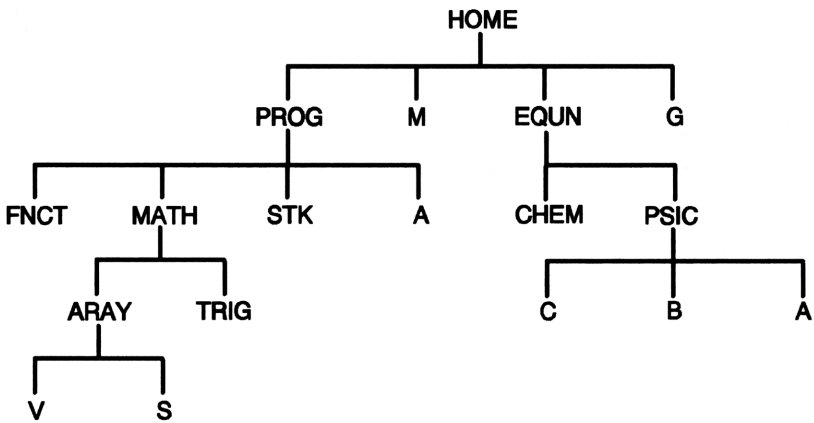
- Verzeichnisse verstehen.
- Unterverzeichnisse anlegen.
- Variablen in Verzeichnissen erzeugen und diese verwenden.
- Verzeichnisse wechseln, löschen und bearbeiten.

Über Verzeichnisse

Der HP 48 läßt Sie Ihre Variablen in einer hierarchischen Struktur organisieren, wodurch Sie mit *Sammlungen* von Variablen arbeiten können und nicht nur mit *allen* Variablen auf einmal. Das hilft Ihnen, Ihr VAR Menü vom Überlaufen freizuhalten und Variablen zu trennen, die nicht verwandt sind.

Ein *Verzeichnis* ist ein Objekt mit Variablennamen und den entsprechenden gespeicherten Objekten. Das *aktuelle Verzeichnis* ist das Verzeichnis, das aktiv ist. Es ist das Verzeichnis, dessen Variablennamen im VAR Menü erscheinen.

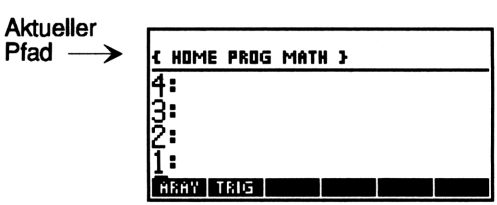
Betrachten Sie die nachfolgende Verzeichnisstruktur.



Das *HOME* Verzeichnis ist immer das Stammverzeichnis. In diesem Beispiel enthält es vier Variablen. Zwei davon (*PROG* und *EQUN*) sind Namen von Unterverzeichnissen. Weiter abwärts ist *MATH*, ein Unterverzeichnis von *PROG*, und *ARAY* ist ein Unterverzeichnis von *MATH*. (Sie können auch sagen, daß *MATH* das Stammverzeichnis von *ARAY* ist, daß *PROG* das Stammverzeichnis von *MATH* ist und *HOME* das von *PROG* ist.)

Die Folge von Verzeichnissen, die von *HOME* aus zu einem Verzeichnis führen, ist der *Pfad* dieses Verzeichnisses. Der Pfad von *EQUN* ist { HOME EQUN }. Der Pfad von *ARAY* ist { HOME PROG MATH ARAY }.

Der Pfad des aktuellen Verzeichnisses ist der *aktuelle Pfad*, der in der Statusgegend des Displays angezeigt wird.



Ein Verzeichnis wird normalerweise in einer Variablen gespeichert. Wenn der Name eines Verzeichnisses im VAR Menü erscheint, hat das Menüfeld einen Balken über der oberen linken Ecke, um anzuzeigen, daß es sich um ein Verzeichnis handelt.

Das *HOME* Verzeichnis ist das einzige Verzeichnis, das vorhanden ist, wenn der Taschenrechner zum ersten Mal angeschaltet wird. Sie erzeugen andere Verzeichnisse, wenn Sie diese benötigen.

Wie man das aktuelle Verzeichnis in den Stack aufruft:

- Drücken Sie [←] [MEMORY] PATH (der PATH Befehl).

Der PATH Befehl gibt den Pfad des aktuellen Verzeichnisses in Form einer Liste der Verzeichnisnamen aus. Zum Beispiel, wenn *ARAY* das aktuelle Verzeichnis ist, und Sie PATH drücken, erscheint die Liste { HOME PROG MATH ARAY } in Ebene 1. (Das Auswerten eines Verzeichnispfades mit EVAL kann zum Umschalten in das durch den Pfad angegebene Verzeichnis verwendet werden.)

Unterverzeichnisse erzeugen

Wie man ein Unterverzeichnis im aktuellen Verzeichnis erzeugt:

1. Geben Sie den Namen des Unterverzeichnisses ein. (Drücken Sie [']), und tippen Sie den Namen ein.)
2. Drücken Sie [←] [MEMORY] CRDIR (der CRDIR Befehl).

Der neue Name wird ins Menü VAR aufgenommen. Ein Balken über der linken Seite des Menüfeldes zeigt an, daß es sich um ein Verzeichnis handelt.

Wenn Sie eine Variable erzeugen, wird sie im *aktuellen Verzeichnis* aufgenommen. Wenn der Variablenname schon in dem Verzeichnis existiert, überschreibt die neue Variable den vorherigen Inhalt.

Beispiel: Legen Sie im Verzeichnis *HOME* zwei Unterverzeichnisse an. Nennen Sie diese *EQUN* und *PROG*.

7 Falls erforderlich, drücken Sie [→][HOME], um *HOME* zum aktuellen Verzeichnis zu machen. (In den Statuszeilen erscheint { HOME }.) Lassen Sie sich dann das Menü VAR anzeigen. (Ihr Menü VAR könnte anders sein.)

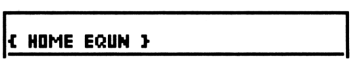
[VAR]

Erzeugen Sie die Unterverzeichnisse.

[']EQUN [←][MEMORY] CRDIR
[']PROG CRDIR [VAR]

Die Namen der neuen Verzeichnisse werden in das Menü VAR aufgenommen. Ein Balken über der linken Seite eines jeden Feldes zeigt, daß es sich um Verzeichnisse handelt. Schalten Sie jetzt in das Verzeichnis *EQUN* um. Sein Menü VAR ist anfangs leer.

EQUN



Speichern Sie 'Y=SIN(X)' in einer Variablen namens *WAVE*. Ihr Name wird in das Menü VAR hineingeschrieben.

[']Y [←][=] [SIN] X [ENTER]
[']WAVE [STO]

Variablen in Verzeichnissen verwenden

Wenn Sie einen Namen auswerten, sucht der HP 48 das aktuelle Verzeichnis nach dem Namen ab. Befindet sich der Name nicht darin, sucht der HP 48 das übergeordnete Verzeichnis ab und setzt die Suche nach oben fort, nötigenfalls bis zum Verzeichnis *HOME*. Dies bietet mehrere Vorteile: (Beispiele kommen von dem Diagramm auf Seite 7-2):

- Eine Variable im *HOME* Verzeichnis kann von jedem anderen Verzeichnis aus erreicht werden, sofern es in diesem Pfad keine andere Variable gleichen Namens gibt. Zum Beispiel können die Variablen *M* und *G* von überall aus erreicht werden. Falls das *PROG* Verzeichnis jedoch eine andere Variable *M* enthält, wird

diese Variable verwendet, wenn *PROG*, *MATH* oder *ARAY* das aktuelle Verzeichnis ist.

- Auf Variablen unterhalb des aktuellen Verzeichnisses kann nicht zugegriffen werden. Ein Beispiel: Wenn *EQUN* das aktuelle Verzeichnis ist, können Sie nicht auf die Variablen im *PSIC* Verzeichnis zugreifen.
- Sie können Variablennamen doppelt vergeben. Ein Beispiel: Die beiden Variablen *A* sind unverwandt. Die eine kann von *MATH* und *ARAY* aus erreicht werden, die andere von *PSIC* aus.

Verzeichnisse wechseln

Wie man in irgendein Verzeichnis umschaltet:

- Geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) ein. Fangen Sie mit dem *HOME* Verzeichnis im Pfad an, und dann drücken Sie [EVAL].

Wie man in ein Unterverzeichnis umschaltet:

- Drücken Sie die Menütaste für das Verzeichnis im VAR Menü.
  oder
- Geben Sie den Namen des Unterverzeichnisses ohne Anführungszeichen ein, und drücken Sie [ENTER].
  oder
- Geben Sie eine Liste mit dem Pfad zu dem untergeordneten Verzeichnis an, das Sie erreichen wollen, und drücken Sie [EVAL].

Wie man in ein übergeordnetes Verzeichnis umschaltet:

- Um in ein übergeordnetes Verzeichnis umzuschalten, drücken Sie [↰][UP] (der UP Befehl).
- Um in das *HOME* Verzeichnis umzuschalten, drücken Sie [↱][HOME] (der HOME Befehl).
- Um auf den Pfad zu irgendeinem übergeordneten Verzeichnis umzuschalten, geben Sie den Verzeichnisnamen ohne Anführungszeichen ein, und dann drücken Sie [ENTER].

7 Variablen und Verzeichnisse löschen

Benutzen Sie den PURGE Befehl, um bestimmte Variablen im aktuellen Verzeichnis zu löschen. Lesen Sie dazu "Variablen löschen" auf Seite 6-9.

Falls Sie jedoch ein Verzeichnis löschen wollen, müssen Sie gewöhnlich zuerst *alle* Variablen in dem Verzeichnis löschen.

Wie man alle Variablen in einem Verzeichnis löscht:

- Drücken Sie (→)(PURGE), eine Schreibhilfe, die CLVAR in die Befehlszeile eingibt. Dann drücken Sie (ENTER), um den Befehl auszuführen.
  oder
- Drücken Sie (←)(MEMORY) VARS, und dann drücken Sie (←)(PURGE).

Der CLVAR Befehl löscht alle Variablen im aktuellen Verzeichnis. Der VARS Befehl gibt eine Liste mit allen Variablen im aktuellen Verzeichnis aus. Leere Unterverzeichnisse lassen sich mit diesen Aktionen erfolgreich löschen. Wenn das aktuelle Verzeichnis jedoch ein Unterverzeichnis enthält, das nicht leer ist (es enthält Variablen), kommt ein Fehler vor, der das Unterverzeichnis an die erste Stelle im VAR Menü setzt.

Wie man ein leeres Verzeichnis löscht:

1. Schalten Sie in das Hauptverzeichnis um.
2. Geben Sie den Verzeichnisnamen ein. (Drücken Sie (')), dann drücken Sie die Menütaste des Namens des Verzeichnisses, oder tippen Sie den Namen.)
3. Drücken Sie (←)(PURGE).

Wenn das Verzeichnis leer ist, können Sie es mit anderen Variablen löschen, indem Sie den PURGE oder CLVAR Befehl ausführen.

Wie man ein Verzeichnis löscht, das nicht leer ist:

1. *Seien Sie sich ganz sicher, was Sie löschen, bevor Sie dieses durchführen.*
2. Schalten Sie zu seinem Hauptverzeichnis um.
3. Geben Sie den Verzeichnisnamen ein. (Drücken Sie (')), dann drücken Sie die Menütaste, oder tippen Sie den Namen ein.)

4. Drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] [NXT] PGDIR (der PGDIR Befehl).

Verzeichnisobjekte in dem Stack verwenden

Ein Unterverzeichnis ist eine Variable mit einem *Verzeichnisobjekt*. Die Erzeugung eines Unterverzeichnisses mit CRDIR (erzeuge ein Verzeichnis) erfolgt analog zum Erzeugen einer anderen Variablen mit STO. Die Besonderheit liegt darin, daß Sie eine Variable mit einem leeren Verzeichnisobjekt erzeugen. Zum Beispiel erzeugt [']EQUN CRDIR ein Verzeichnis mit Namen *EQUN*, indem ein leeres Verzeichnisobjekt in einer Variablen namens *EQUN* gespeichert wird.

Wie man ein Verzeichnisobjekt in den Stack aufruft:

- Drücken Sie [→] und dann die Menütaste des Verzeichnisses in dem VAR Menü.
  oder
- Geben Sie den Verzeichnisnamen ein (drücken Sie [']), dann drücken Sie die Menütaste des Verzeichnisses oder tippen Sie den Namen ein), und dann drücken Sie [→] [RCL].

Verzeichnisobjekte werden folgendermaßen angezeigt:

```
DIR
Name1  Objekt1
Name2  Objekt2
:
END
```

wobei $Name_n$ der Name einer Variablen im Verzeichnis ist, und $Objekt_n$ der Inhalt dieser Variablen ist. Die Wörter DIR und END sind Begrenzungszeichen für Verzeichnisobjekte. (Sie können ein Verzeichnis dieser Art auch in der Befehlszeile erzeugen und bearbeiten.)

Da Unterverzeichnisse Variablen sind, die einen bestimmten Objekttyp enthalten, können sie wie andere Variablen bearbeitet werden. Ein Beispiel: Man kann sie in den Stack aufrufen und dann in einem anderen Verzeichnis speichern. Hierdurch bietet sich eine Möglichkeit, Unterverzeichnisse zu kopieren oder zu verschieben.

HOME ist ein besonderes Verzeichnis, das *keine* Variable darstellt. Daher kann sein Inhalt nicht in der gleichen Weise bearbeitet werden, wie das bei anderen Verzeichnissen der Fall ist.

Beispiel: Verändern die den Verzeichnisnamen von *EQUN* zu *BIO*.

Schalten Sie zum *HOME* Verzeichnis um, und dann rufen Sie das *EQUN* Verzeichnis in den Stack auf.

(→)(HOME)
(')EQUN (→)(RCL)

```
1: DIR
   WAVE 'Y=SIN(X)'
   END
PROG EQUN ADD2 ALG  E  A
```

Speichern Sie es, indem Sie den neuen Namen verwenden.

(')BIO (STO)

```
BIO PROG EQUN ADD2 ALG  E
```

Löschen Sie das alte Verzeichnis, und dann sehen Sie im VAR Menü nach.

(')EQUN
(←)(MEMORY) (NXT) (NXT) PGDIR
(VAR)

```
BIO PROG ADD2 ALG  E  A
```

Hinweis

Wenn Sie ein Verzeichnis in den Stack aufrufen und dann den Inhalt des Verzeichnisses ändern, wird die Kopie im Stack auch geändert.

8

Näheres über algebraische Objekte

Algebraische Objekte ermöglichen symbolische Berechnungen mit dem HP 48. Dieses Kapitel behandelt Themen, die Ihnen helfen sollen, das Verhalten algebraischer Objekte besser zu verstehen.

- Auswerten algebraischer Objekte.
- Regeln der Priorität bei Rechenoperationen.
- Ausdrücke und Gleichungen.

Algebraische Objekte eingeben

Sie können Gleichungen und Ausdrücke in der Befehlszeile eingeben oder mit dem EquationWriter. (Der EquationWriter wird genauer in Kapitel 16 beschrieben.) Algebraische Objekte werden durch zwei ' Zeichen begrenzt.

Wie man ein algebraisches Objekt in die Befehlszeile eingibt:

1. Drücken Sie ['].
2. Tippen Sie die Zahlen, die Operatoren der Variablen und Klammern in den Ausdruck oder die Gleichung von links nach rechts ein. Drücken Sie [▶], um die rechten Klammern zu überspringen.
3. Drücken Sie [ENTER].

In der algebraischen Syntax erscheinen Argumente normalerweise in ihren gewöhnlichen Stellen: vor und nach Funktionen wie + und /, oder innerhalb von Klammern nach Funktionen wie SIN und MAX.

8 Algebraische Objekte auswerten

Das *Auswerten* führt ein algebraisches Objekt zu seinem numerischen Wert.

Wie man ein algebraisches Objekt in Ebene 1 oder in der Befehlszeile auswertet:

- Drücken Sie [EVAL] (der EVAL Befehl).

Der Auswertungsvorgang

Um zu verstehen, was Sie bei der Auswertung eines algebraischen Objektes erwarten können, machen Sie sich klar, daß ein algebraisches Objekt mit einem *Programm* gleichzusetzen ist (Programme wurden in Kapitel 1 vorgestellt). Ein Programm ist einfach eine Folge von Objekten, die durch « » eingeschlossen sind. Ein Programm auswerten heißt: "Schreiben Sie alle Objekte in dem Programm in den Stack und, falls das Objekt ein Befehl oder Name ohne Anführungszeichen ist, werten Sie es aus." Der gleiche Vorgang wird durchgeführt, wenn ein algebraisches Objekt ausgewertet wird. Namen in algebraischen Objekten haben normalerweise keine Anführungszeichen (falls notwendig, benutzen Sie die QUOTE Funktion, um das Auswerten zu verhindern).

Nehmen Sie an, die Variable X enthalte den Wert 3 und Y den Wert 4. Wenn Sie jetzt `'X+Y' EVAL` drücken, wird `7` in den Stack ausgegeben. Dies geschieht folgendermaßen:

1. Der Name X wird ausgewertet, wobei `3` in Ebene 1 des Stacks geschrieben wird.
2. Y wird ausgewertet, wobei `4` in Ebene 1 und `3` in Ebene 2 gelangt.
3. + wird ausgewertet, wobei die Argumente `3` und `4` aus dem Stack genommen werden und `7` ausgegeben wird.

Jetzt nehmen Sie an, die Variable X enthalte den Wert 3 und die Variable T sei eine *formale* Variable, was bedeutet, darin sei kein Wert gespeichert. Es existiere nicht. Wenn Sie jetzt `'X-T' EVAL` drücken, wird `'3-T'` in den Stack ausgegeben. Das geschieht folgendermaßen:

1. X wird ausgewertet, wobei `3` in Ebene 1 geschrieben wird.

2. *T* wird ausgewertet. Beachten Sie, daß *T* keinen zugehörigen Wert besitzt, daß nur 'T' in Ebene 1 gelangt, wodurch 3 in Ebene 2 geschoben wird.
3. Diesmal entnimmt – die Argumente 3 und 'T' aus dem Stack. Da 'T' ein algebraisches Objekt ist, schreibt – das algebraische Objekt '3-T' in Ebene 1.

Schrittweise auswerten

Auswerten ist ein schrittweiser Vorgang, daher verursacht EVAL nur in einer Ebene einen Austausch.

Beispiel: Werten Sie '√A*B' aus, wobei *A* 'B+5' enthält, *B* enthält 'X/2' und *X* enthält 3.

Erzeugen Sie die drei Variablen.

[']B [+]5 [ENTER] [']A [STO]
[']X [÷]2 [ENTER] [']B [STO]
3 [']X [STO]
[VAR]

Werten Sie '√A*B' aus. Bei jedem Erscheinen wird *A* zu 'B+5' und bei jedem Erscheinen wird *B* zu 'X/2'.

['][√x]A [×]B
[EVAL]

Werten Sie das algebraische Objekt noch einmal aus. Wiederum wird *B* bei jedem Erscheinen zu 'X/2'. Außerdem wird *X* bei jedem Erscheinen zu 3.

[EVAL]

Werten Sie nochmals aus, um den Vorgang abzuschließen.

[EVAL]

Symbolische und Numerische Lösungen

Im vorigen Beispiel befand sich der HP 48 im Modus für *Symbolische Lösungen*. Wiederholtes Auswerten führte zur zunehmenden Auflösung symbolischer Terme, bis ein numerisches Ergebnis erreicht war. Dies ist die Grundeinstellung für den Taschenrechner. Wählen Sie den Modus für *numerische Lösungen*, werden algebraische Objekte in einem Schritt *direkt zu einer Zahl* ausgewertet.

Wie man in den numerischen oder symbolischen Lösungsmodus umschaltet:

- Drücken Sie ◀ (MODES) SYM .

SYM■ bedeutet, daß der symbolische Lösungsmodus aktiv ist.
SYM bedeutet, daß der numerische Lösungsmodus aktiv ist.

Sie können auch das Flag −3 setzen oder rücksetzen, um den Lösungsmodus umzustellen. Der Lösungsmodus steuert die Ausführung von *Funktionen*. Algebraische Objekte werden nur indirekt berührt.

Beispiel: Werten Sie das algebraische Objekt aus dem vorhergehenden Beispiel im Modus für numerische Lösungen aus. Dann schalten Sie wieder auf den Modus für symbolische Lösungen um.

◀ (MODES) SYM■
' (√x) A (×) B
(EVAL) SYM

```
1:          3.8242646352
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Beachten Sie, daß im Modus für numerische Lösungen das Auswerten eines algebraischen Objekts, das eine *formale* Variable enthält, ein Fehler produziert wird, da diese Variable eine numerische Lösung unmöglich macht. (In einer *formalen* Variablen ist kein Objekt gespeichert, sie existiert also nicht.) Ein Beispiel: Das Auswerten von `'X+T'` im Modus für numerische Lösungen, wobei X den Wert 3 hat und T ein formales Objekt ist, liefert `3` in Ebene 2 und `'T'` in Ebene 1, und es führt zu der folgenden Meldung:

```
+ Fehler:
Nicht definierter Name
```

Wie man ein algebraisches Objekt direkt zu einer numerischen Lösung auswertet:

- Drücken Sie [→] [→NUM] (der →NUM Befehl).

Der →NUM Befehl wertet ein algebraisches Objekt in Ebene 1 (oder in der Befehlszeile) direkt in eine numerische Lösung aus, und es ist egal, in welchem Lösungsmodus Sie sich befinden:

1. Schaltet in den numerischen Lösungsmodus um (falls der symbolische Lösungsmodus aktiv ist).
2. EVAL wird ausgeführt.
3. Der symbolische Lösungsmodus wird wieder aktiviert (sofern er vor dem Ausführen von →NUM eingeschaltet war).

Automatische Vereinfachung

Manche Funktionen ersetzen, wenn sie ausgewertet werden, bestimmte Argumente oder Kombinationen von Argumenten mit einfacheren Formen. Zum Beispiel, wenn Sie '1*X' auswerten, und die * Funktion stellt fest, daß eines der Argumente 1 ist, dann wird der Ausdruck durch 'X' ersetzt. Die folgende Tafel zeigt mehrere Beispiele der automatischen Vereinfachung.

Ursprünglicher Ausdruck	Vereinfachter Ausdruck
'SQ(√X)'	'X'
'X-X'	0
'X*INV(Y)'	'X/Y'
'X^(-1)'	'INV(X)'
'COS(-X)'	'COS(X)'
'ABS(-X)'	'ABS(X)'
'EXP(LN(X))'	'X'
'CONJ(RE(X))'	'RE(X)'

Regeln der Priorität bei Rechenfunktionen

Die Priorität der Operatoren eines algebraischen Objektes bestimmt die Reihenfolge beim Auswerten der Terme. Operationen mit höherer Priorität werden zuerst ausgewertet. Algebraische Objekte werden von links nach rechts bei Operatoren mit der gleichen Priorität ausgewertet. Nachstehend eine Liste der Funktionen des HP 48 in der Reihenfolge der Priorität, von der höchsten (1) zur niedrigsten (11):

1. Ausdrücke in Klammern. Ausdrücke in verschachtelten Klammern werden von innen nach außen ausgewertet.
2. Funktionen wie SIN oder LOG, die Argumente in Klammern benötigen.
3. ! (Fakultät).
4. Potenzen (^) und Wurzeln (√).
5. Negationen (−), Multiplikationen (*), und Divisionen (/).
6. Additionen (+) und Subtraktionen (−).
7. Vergleichs-Operatoren (== ≠ < > ≤ ≥).
8. Logische Verknüpfungen AND und NOT.
9. Logische Verknüpfungen OR und XOR.
10. Das linke Argument für | (wobei).
11. Gleich (=).

Beispiel:

'A^3+B'	erhebt A in die dritte Potenz und addiert B dann zu dieser Zahl, da ^ eine höhere Priorität hat als +.
'A^(3+B)'	erhebt A in die Potenz $3+B$, da ein Ausdruck in Klammern eine höhere Priorität hat als ^.

Ausdrücke und Gleichungen

Ein *Ausdruck* ist ein algebraisches Objekt, das keine Gleichheitsfunktion = enthält. Eine *Gleichung* ist ein algebraisches Objekt, das eine Gleichheitsfunktion = enthält. Zum Beispiel, `'SIN(X)-ATAN(2*X)+6*X'` ist ein Ausdruck und `'SIN(X)=ATAN(2*X)+6*X'` ist eine Gleichung.

Benutzen Sie eine Gleichung als das Argument einer Funktion, wird die Funktion auf beide Seiten angewendet, und das Ergebnis ist auch eine Gleichung. Ein Beispiel: `'X=Y' SIN` ergibt `'SIN(X)=SIN(Y)'`.

Beim HP 48 bedeutet das Zeichen = im allgemeinen das Gleichsetzen zweier Ausdrücke. Der DEFINE Befehl ([↰][DEF]) interpretiert = jedoch anders. Er *speichert* den Ausdruck, der sich auf der rechten Seite vom Zeichen = befindet, im Namen auf der linken Seite.

Verwandte Themen

Dieses Kapitel behandelt nicht alle Aspekte algebraischer Objekte. Sie werden im HP 48 auf vielerlei Arten verwendet. Sie können verwandte Themen in den nachstehend genannten Abschnitten des Handbuches finden:

- "Symbolische Konstanten verwenden" auf Seite 9-17.
- "Symbolische Argumente für elementarmathematische Funktionen verwenden" auf Seite 9-20.
- "Komplexe Zahlen in algebraischen Objekten verwenden" auf Seite 11-8.
- "Objekte mit Einheiten innerhalb algebraischer Objekte verwenden" auf Seite 13-8.

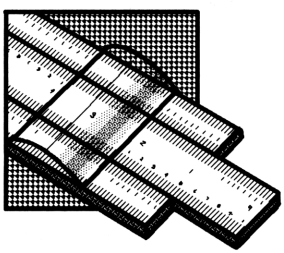
Außerdem zeigen Ihnen die Kapitel 17, 18, 19, 22, 23 und 25 bis 31, wie algebraische Objekte bei der Anwendung von HP Solve, bei der Anwendung grafischer Darstellungen in der Algebra, der Infinitesimalrechnung und der Programmierung verwendet werden.

Teil 2

Grundfunktionen

9

Elementarmathematische Funktionen



Das MTH Menü (MTH) ist ein Menü von vier speziellen mathematischen Menüs. Viele der elementarmathematischen Funktionen, die in diesem Kapitel behandelt werden, befinden sich entweder auf der Tastatur oder innerhalb der PARTS, PROB, HYP oder VECTR Menüs, die Untermenüs des MTH Menüs sind. Drücken Sie (MTH), um Menüfelder für diese Untermenüs zu sehen.

Algebraische Syntax und Stack Syntax

Wie unter "Eingebaute Funktionen und Befehle" auf 4-10 schon gesagt, sind Funktionen eine Untergruppe der Befehle. Der Unterschied zwischen Funktionen und anderen Befehlen ist der, daß Funktionen in algebraische Objekte integriert werden können. Das bedeutet, daß Funktionen ihre Argumente wie andere Befehle aus dem Stack beziehen und daß sie in algebraischer Syntax als Teil eines symbolischen Ausdrucks ausgeführt werden können.

Beispiel: Algebraische Syntax. Berechnen Sie den Sinus von 30°, indem Sie einen symbolischen Ausdruck gebrauchen.

Vergewissern Sie sich, daß der DEG Modus eingeschaltet ist.

(←) (MODES) (NXT) (NXT) DEG

Aktivieren Sie den algebraischen Eingabemodus, und geben Sie den Ausdruck ein, wobei das Argument in algebraischer Syntax dargestellt werden soll.

['] [SIN] 30 [ENTER]

```
1:                    'SIN(30)'
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&Z R&X
```

9

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:                            .5
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&Z R&X
```

Beispiel: Stack Syntax. Berechnen Sie den Sinus von 30°, indem Sie ein Argument vom Stack verwenden.

Geben Sie das Argument in den Stack ein.

30 [ENTER]

```
2:                            .5
1:                            30
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&Z R&X
```

Berechnen Sie den Sinus des Arguments.

[SIN]

```
2:                            .5
1:                            .5
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&Z R&X
```

Beachten Sie also beim Durcharbeiten dieses Kapitels, daß Sie diese Funktionen auf beide Arten ausführen können. Der Rest dieses Kapitels beschreibt:

- Die verschiedenen Gruppen von Funktionen zur Berechnung reeller Zahlen. Sie können auch vieler dieser Funktionen mit anderen Objekttypen anwenden.
- Die eingebauten symbolischen Konstanten des HP 48 sind π, e, i, MAXR (maximale reelle Zahl) und MINR (minimale reelle Zahl).

Arithmetik und Grundrechenarten

Viele Funktionen für die Arithmethik und die Grundrechenarten befinden sich auf der Tastatur.

Arithmetik und Grundrechenarten

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[1/x]	INV	Kehrwert.
[√x]	√	Quadratwurzel.
[↶][x²]	SQ	Quadrat.
[+/−]	NEG	Vorzeichenwechsel: ändert das Vorzeichen der Zahl in der Befehlszeile. Ist keine Befehlszeile vorhanden, führt [+/−] den Befehl NEG aus (wechselt das Vorzeichen des Argumentes in Ebene 1).
[+]	+	Ebene 2 + Ebene 1.
[−]	−	Ebene 2 − Ebene 1.
[×]	*	Ebene 2 × Ebene 1.
[÷]	/	Ebene 2 ÷ Ebene 1.
[y^x]	^	Ebene 2 in der Potenz Ebene 1. Die algebraische Syntax für den ^ Befehl ist '*y*^*x*'.
[ˣ√y]	XROOT	In Ebene 1 die *x*te Wurzel eines reellen Wertes in Ebene 2. Die algebraische Syntax für den XROOT Befehl ist 'XROOT(*x*,*y*)'.

Beispiel: Berechnen Sie $2,7^{1,1\times1,6}$. Zuerst geben Sie 2,7 ein.

2.7 [ENTER]

Dann berechnen Sie 1,1 × 1,6.

1.1 [ENTER]
1.6 [×]

```
2:                    2.7
1:                   1.76
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Potenzieren Sie jetzt.

9

[y^x]

```
1:            5.74381210967
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Beispiel: Berechnen Sie $\sqrt[3]{28}$.

28 [ENTER] 3 [→] [$\sqrt[x]{y}$]

```
1:            3.03658897188
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Beispiel: Geben Sie die komplexe Zahl (2,4) ein, und negieren Sie diese.

[←] [( )] 2 [SPC] 4 [ENTER]
[+/–]

```
1:                  (-2,-4)
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Vergleichen Sie vorherstehendes Ergebnis damit, was Sie erhalten, wenn Sie unmittelbar nach dem Eintippen der 4 [+/–] drücken.

[←] [( )] 2 [SPC] 4 [+/–] [ENTER]

```
2:                  (-2,-4)
1:                   (2,-4)
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Beispiel: Verwenden Sie einen Funktionsnamen (unausgewertet) in einem algebraischen Ausdruck.

['] [$\sqrt{x}$] 5 [ENTER]

```
1:                     '√5'
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

```
1:            2.2360679775
DEG ■ RAD GRAD XY2 ■ R&2 R&&
```

Funktionen zur Umwandlung in Brüche

Zwei Funktionen lassen Sie für eine reelle Zahl den "bestmöglichen Näherungswert" in Form eines Bruches ermitteln. Der Bruch wird in einem algebraischen Ausdruck als Division zweier ganzer Zahlen angezeigt.

Funktionen zur Umwandlung von Brüchen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[↰][→Q]	→Q	Näherungswert für den Quotienten. Gibt den "bestmöglichen" Wert eines Bruches für eine reelle Zahl mit der Genauigkeit aus, die im Anzeigemodus angegeben ist.
[↰][ALGEBRA] (Seite 2):		
→Qπ	→Qπ	Quotient-π Näherungswert. Gibt den "bestmöglichen" Bruch für eine reelle Zahl aus, möglicherweise πeingeschlossen, mit einer im Anzeigemodus angegebenen Genauigkeit.

Die Genauigkeit des Näherungswertes für den Bruch hängt vom Anzeigemodus ab. Wenn der Standardmodus eingeschaltet ist, ([↰][MODES] STD), ist der Näherungswert auf 11 signifikante Stellen genau. Wenn der Anzeigemodus *n* Fix ist, dann ist der Näherungswert auf *n* signifikante Stellen genau.

→Qπ berechnet zuerst einen Bruch gleichen Wertes mit der ursprünglichen Zahl *und* den Bruch gleichen Wertes mit der ursprünglichen Zahl geteilt durch π, und vergleicht dann die Nenner. Es gibt den Bruch mit dem kleinsten Nenner aus. Dieser Bruch kann der gleiche sein, der von →Q, ausgegeben wurde, oder es kann ein anderer Bruch multipliziert mit π sein.

Beispiel: Wandeln Sie 7,896 in einen reinen Bruch um, indem sie →Q verwenden.

7.896 [←] [→Q]

```
1:                    '987/125'
DEG ■ RAD GRAD XYZ ■ R≈Z R≈X
```

9

Exponential-, Logarithmus-, und Hyperbel-Funktionen

Exponential- und Logarithmusfunktionen

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[←] [10^x]	ALOG	Dekadischer (Basis 10) Antilogarithmus.
[→] [LOG]	LOG	Zehnerlogarithmus.
[←] [e^x]	EXP	Natürlicher (Basis e) Antilogarithmus.
[→] [LN]	LN	Natürlicher (Basis e) Logarithmus.

Hyperbelfunktionen

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[MTH] HYP :		
SINH	SINH	Hyperbolischer Sinus: $(e^x - e^{-x})/2$.
ASINH	ASINH	Inverser hyperbolischer Sinus: $\sinh^{-1} x$.
COSH	COSH	Hyperbolischer Cosinus: $(e^x + e^{-x})/2$.
ACOSH	ACOSH	Inverser hyperbolischer Cosinus: $\cosh^{-1} x$.
TANH	TANH	Hyperbolischer Tangens: $\sinh x/\cosh x$.
ATAN	ATANH	Inverser hyperbolischer Tangens: $\sinh^{-1}(x/\sqrt{1-x^2})$.

Hyperbelfunktionen (fortgesetzt)

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
EXPM	EXPM	$e^x - 1$. Argument x ist in Ebene 1. (EXPM is genauer als EXP wenn das Argument zu e^x nahe bei 0 ist.)
LNP1	LNP1	ln $(x + 1)$. Argument x ist in Ebene 1. (LNP1, ln *plus* 1, ist genauer als LN, wenn das Argument von ln nahe bei 1 ist.)

9

Beispiel: Berechnen Sie den hyperbolischen Sinus von 5.

5 (MTH) HYP SINH

```
1:          74.2032105778
SINH ASINH COSH ACOSH TANH ATAN
```

Prozentfunktionen

Prozentfunktionen

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(MTH) PARTS (Seite 2):		
%	%	A Prozent von B, oder B Prozent von A (A ist in Ebene 2, B ist in Ebene 1): $(A \times B)/100$.
%CH	%CH	Prozentuale Änderung zwischen A und B als Prozent von A (A ist in Ebene 2, B ist in Ebene 1): $((B - A)/A)100$.
%T	%T	Prozent des Gesamtbetrages (der Gesamtbetrag A ist in Ebene 2 und der Wert B ist in Ebene 1): $(B/A)100$.

Beispiel: Berechnen Sie 12,5% von 650.

650 (ENTER) 12.5
(MTH) PARTS (NXT) %

```
1:                    81.25
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Beispiel: Berechnen Sie die prozentuale Änderung zwischen 8 und 8,5.

8 (ENTER) 8.5 %CH

```
1:                     6.25
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Beispiel: Wenn 35 von 500 Einheiten eine Prüfung nicht bestehen, wie hoch ist dann die Ausschußquote?

500 (ENTER)
35 %T

```
1:                        7
MIN MAX MOD % %CH %T
```

Trigonometrische Funktionen, Winkelmodus, und π

Den Winkelmodus wählen

Der Winkelmodus bestimmt, wie der Taschenrechner Winkel als Argumente interpretiert, und wie er die Ergebnisse von Winkelberechnungen angibt.

Winkelmodi

Modus	Definition	Indikator
Grad	$^1/_{360}$ eines Kreises	(keiner)
Radiant	$^1/_{2\pi}$ eines Kreises	RAD
Gon	$^1/_{400}$ eines Kreises	GRAD

Wie man den Winkelmodus von der Tastatur aus umwandelt:

- Drücken Sie (↰)(RAD), um zwischen dem Grad- und Radiantmodus hin- und herzuschalten. (Falls der Gradmodus vorher im MODES

Menü ausgewählt wurde, schaltet dieses zwischen Radiantmodus und Gradmodus hin und her.)

oder

- Drücken Sie [←] [MODES] [NXT] [NXT], dann DEG, RAD oder GRAD. Der ▪ im Menüfeld zeigt an, daß es sich um den aktiven Modus handelt.

Trigonometrische Funktionen

Bei trigonometrischen Funktionen werden Winkel als Argumente und Ergebnisse in Grad, Radiant oder Gon interpretiert, abhängig vom aktuellen Winkelmodus.

Trigonometrische Funktionen

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[SIN]	SIN	Sinus.
[←] [ASIN]	ASIN	Arcussinus.
[COS]	COS	Cosinus.
[←] [ACOS]	ACOS	Arcuscosinus.
[TAN]	TAN	Tangens.
[←] [ATAN]	ATAN	Arcustangens.

Beispiel: Stellen Sie den Radiantmodus ein, und dann berechnen Sie den Sinus von 1,1 Radiant.

[←] [MODES] [NXT] [NXT] RAD
1.1 [SIN]

Die Konstante π

Die Zahl π kann nicht mit einer endlichen Zahl von Dezimalstellen genau dargestellt werden. Der Taschenrechner verwendet einen 12-stelligen Näherungswert (3,14159265359) für π. Der HP 48 entält auch symbolische Konstanten, die π genau wiedergibt.

Im *Radiant*-Modus erkennen die Funktionen SIN, COS und TAN das Argument π und geben ein genaues Ergebnis aus. SIN und COS erkennen auch $\pi/2$.

Wie man die symbolische Konstante 'π' in Ebene 1 eingibt:

- Drücken Sie [←][π].

9

Falls der Modus für numerische Lösungen aktiv ist (das MODES Menü zeigt SYM, das Flag ist −3 gesetzt), erhalten Sie stattdessen den numerischen Näherungswert.

Wie man 'π' mit seinem 12-stelligen Wert ersetzt:

- Drücken Sie [→][→NUM] (der →NUM Befehl).

Lesen Sie dazu "Symbolische Konstanten verwenden" auf Seite 9-17 über π und andere symbolische Konstanten.

Beispiel: Berechnen Sie cos ($\pi/2$) und cos ($\pi/4$). (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Taschenrechner in den Modus für symbolische Lösungen eingestellt ist. Das SYM■ Feld auf Seite 1 MODES Menü hat ein ■ darin.)

Falls notwendig, schalten Sie in den Radiantmodus. Dann setzen Sie 'π' in Ebene 1, und teilen Sie es durch 2.

[←][MODES] [NXT] [NXT] RAD
[←][π] 2 [÷]

```
1:                    'π/2'
DEG | RAD■ | GRAD | XYZ■ | R22 | R22
```

Berechnen Sie den Kosinus.

[COS]

```
1:                        0
DEG | RAD■ | GRAD | XYZ■ | R22 | R22
```

Dann geben Sie $\pi/4$ ein.

[←][π] 4 [÷]

```
2:                        0
1:                    'π/4'
DEG | RAD■ | GRAD | XYZ■ | R22 | R22
```

Berechnen Sie nun cos ($\pi/4$).

[COS]

```
2:                        0
1:              'COS(π/4)'
DEG | RAD■ | GRAD | XYZ■ | R22 | R22
```

Der HP 48 behält die symbolische Konstante π und gibt einen symbolischen Ausdruck aus. Gebrauchen Sie →NUM, um eine numerische Lösung zu berechnen.

(→)(→NUM)

```
2:                    0
1:        .707106781186
DEG | RAD ■ GRAD | HYP ■ | RAD | RAD
```

Drücken Sie DEG, um in den DEG Modus umzuschalten.

Funktionen zum Umrechnen von Winkeln

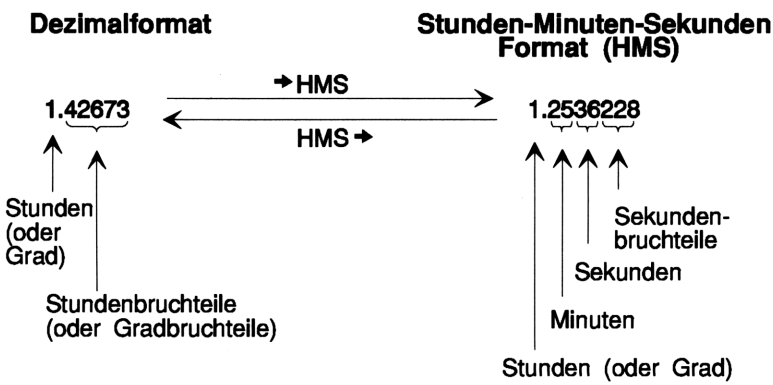
Zwei Befehle im MTH VECTR Menü wandeln Werte zwischen dezimalen Graden und Radiant um. Vier andere Befehle im TIME Menü ermöglichen Ihnen Berechnungen im Stunden (Grad)-Minuten-Sekundenformat (HMS: hours-minutes -seconds, d.h. Stunden-Minuten-Sekunden). Lesen Sie dazu "Uhrzeit- und Winkelberechnungen" auf Seite 24-20.

Im DEG Modus werden bei Winkelargumenten und Ergebnissen *dezimale Grade* verwendet.

Funktionen zum Umrechnen von Winkeln

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(MTH) VECTR (Seite 2):		
D→R	D→R	Grad zu Radiant. Wandelt eine Zahl vom dezimalen Gradwert in Radiant um.
R→D	R→D	Radiant zu Grad. Wandelt eine Zahl vom Radiantwert in Dezimalgrad um.
(↶)(TIME) (Seite 3):		
→HMS	→HMS	Dezimal zu HMS. Wandelt eine Zahl von Dezimalgrad in HMS-Format um.
HMS→	HMS→	HMS-Format zu dezimal. Wandelt eine Zahl vom HMS-Format in dezimale Gradwerte um.
HMS+	HMS+	Addiert zwei Zahlen im HMS-Format.
HMS−	HMS−	Subtrahiert zwei Zahlen im HMS-Format.

Die folgende Darstellung erläutert die Umwandlung in das und aus dem HMS-Format:



Beispiel: Wandeln Sie 1,79π Radiant in Grad um. Geben Sie zuerst 1,79π ein.

1.79 [ENTER]
[←] [π] [×]

```
1:                    '1.79*π'
DEG ■ RAD GRAD XYZ ■ R&Z R&X
```

Verwenden Sie die R→D Funktion. (Die Funktion arbeitet unabhängig vom aktuellen Winkelmodus.)

[MTH] VECTR [NXT] R→D

```
1:                 'R→D(1.79*π)'
V→ →V2 →V3 D→R R→D
```

Verwenden Sie →NUM, um eine numerische Lösung zu erhalten.

[→] [→NUM]

```
1:                          322.2
V→ →V2 →V3 D→R R→D
```

Beispiel: Addieren Sie 25,2589 Grad zu 34 Grad, 55 Minuten, 31,22 Sekunden.

Wandeln Sie 25,2589 Grad in das HMS-Format um.

25.2589 [←] [TIME] [NXT] [NXT]
→HMS

```
1:                       25.153204
→HMS HMS→ HMS+ HMS-
```

Addieren Sie 34 Grad, 55 Minuten und 31,22 Sekunden zu dem Ergebnis.

34.553122 HMS+

```
1:                       60.110326
→HMS HMS→ HMS+ HMS-
```

Fakultät, Wahrscheinlichkeitsrechnung, und Zufallszahlen

Fakultäts-, Wahrscheinlichkeitsberechnungs-, und Zufallszahlenbefehle werden im MTH PROB Menü ([MTH] PROB) gefunden.

Wahrscheinlichkeitsberechnungsbefehle

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(MTH) PROB :		
COMB	COMB	Zahl der Kombinationen von n Elementen (in Ebene 2) der Ordnung m (in Ebene 1).
PERM	PERM	Zahl der Permutationen von n Elementen (in Ebene 2) der Ordnung m (in Ebene 1).
!	!	Fakultät einer natürlichen Zahl. Bei nicht-ganzen Zahlen gibt ! $\Gamma(x+1)$ aus.
RAND	RAND	Gibt die nächste reelle Zahl n ($0 \leq n < 1$) einer Serie von Pseudo-Zufallszahlen aus. Jede Zufallszahl wird zur Ausgangszahl für die nächste.
RDZ	RDZ	Nimmt eine reelle Zahl als Ausgangszahl aus der Ebene 1 für die nächste Zufallszahl (von RAND). 0 in Ebene 1 erzeugt eine Ausgangszahl basiert auf der Uhrzeit. Eine Serie von Zufallszahlen kann wiederholt werden, indem Sie mit der gleichen Ausgangszahl beginnen, die nicht 0 ist.

Beispiel: Berechnen Sie die Zahl der Kombinationen und Permutationen von 10 Objekten der Ordnung 4.

(MTH) PROB
10 (ENTER) 4 COMB
(→) (LAST ARG) PERM

Andere Funktionen für reelle Zahlen

Die Funktionen aus der folgenden Tabelle befinden sich im MTH PARTS Menü ((MTH) PARTS).

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
ABS Betrag	1: -12	1: 12
CEIL Kleinste ganze Zahl größer oder gleich dem Argument.	1: -3.5 1: 3.5	1: -3 1: 4
FLOOR Größte Zahl kleiner als oder gleich dem Argument.	1: 6.9 1: -6.9	1: 6 1: -7
FP Bruchteil des Argumentes.	1: 5.234 1: -5.234	1: .234 1: -.234
IP Ganzzahliger Teil des Argumentes.	1: -5.234 1: 5.234	1: -5 1: 5
MANT Mantisse des Argumentes.	1: 1.23E12	1: 1.23
MAX Maximum; das größere zweier Argumente.	2: 5 1: -6	1: 5
MIN Minimum; das kleinere zweier Argumente.	2: 5 1: -6	1: -6
MOD Modulo; Rest von $^{A}/_{B}$. A MOD B = $A - B$ FLOOR ($^{A}/_{B}$).	2: 6 1: 4	1: 2

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
RND Rundet Zahl dem Argument gemäß ab oder auf: $0 \leq n \leq 11$ rundet zu n FIX auf oder ab, $-11 \leq n \leq -1$ rundet zu n signifikanten Stellen auf oder ab, und $n = 12$ rundet zum aktuellen Anzeigeformat auf oder ab.	2: 1.2345678 1: 5 2: 1.2345678 1: -5	1: 1.23457 1: 1.2346
SIGN Gibt +1 für positive Argumente, −1 für negative Argumente, und 0 für Argumente von 0 aus.	1: -2.7	1: -1
TRNC Verkürzt Zahlen dem Argument gemäß: $0 \leq n \leq 11$ verkürzt zu n FIX, $-11 \leq n \leq -1$ verkürzt zu n signifikante Stellen, und $n = 12$ verkürzt zu dem aktuellen Anzeigeformat.	2: 1.2345678 1: 5 2: 1.2345678 1: -5	1: 1.23456 1: 1.2345
XPON Exponent des Argumentes.	1: 1.23E45	1: 45

Symbolische Konstanten verwenden

Der HP 48 hat fünf eingebaute Konstanten: π, e, i, MAXR (maximale reelle Zahl) und MINR (minimale reelle Zahl). Benutzen Sie Kleinbuchstaben für i und e. Die Beispiele unter "Die Konstante π" auf Seite 9-9 zeigen die Verwendung von π. Die Konstante i wird unter "Komplexe Zahlen in algebraischen Objekten verwenden" auf Seite 11-8 behandelt.

Beispiel: Die unten angegebene Tastenfolge berechnet $e^{2,5}$ auf zweierlei Arten. Sie berechnet mit [e^x] und mit e.

Zuerst verwenden Sie die Funktion auf der Tastatur.

2.5 [←][e^x]

```
1:          12.1824939607
COMB PERM  !  RAND RAD
```

Dann geben Sie den symbolischen Ausdruck mit e ein. (Die Tastenfolge für den Buchstabem "e" ist [α] [←] E.)

[']e [y^x] 2.5 [ENTER]

```
2:          12.1824939607
1:                 'e^2.5'
COMB PERM  !  RAND RAD
```

Führen Sie →NUM aus, um den Ausdruck vollständig in eine Zahl auszuwerten.

[→] [→NUM]

```
2:          12.1824939607
1:          12.1824939607
COMB PERM  !  RAND RAD
```

Zahlenwerte für symbolische Konstanten verwenden

Sie können Zahlenkonstanten in ihrer symbolischen Form oder als Näherungswerte benutzen. Wenn das MODES Menü SYM■ anzeigt, welches der Grundstatus ist, geben Funktionen mit symbolischen Konstanten wieder symbolische Lösungen aus. Diese Einstellung wird *Modus für symbolische Lösungen* genannt. Wenn das Menü SYM anzeigt, ist der *Modus für numerische Lösungen* aktiv: Funktionen führen dann zu numerischen Ergebnissen.

Wie man zwischen den Modi für numerische oder symbolische Lösungen hin- und herschaltet:

- Drücken Sie [←] [MODES] SYM.

Beispiel: Es wird angenommen, daß der Modus für smbolische Lösungen der aktuelle ist (das MODES Menü zeigt SYM■) an. Vergleichen Sie die Wirkung der Eingabe von π und e in die Modi für symbolische oder numerische Lösungen.

Geben Sie π und e im Modus für symbolische Lösungen ein. (Die Tastenfolge für den Buchstaben "e" ist [α] [←] E.)

9

[←] [π] e [ENTER]

```
2:                    'π'
1:                    'e'
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Geben Sie π und e im Modus für numerische Lösungen ein.

[←] [MODES] SYM■
[←] [π] e [ENTER]

```
4:                    'π'
3:                    'e'
2:          3.14159265359
1:          2.71828182846
STD■ FIX SCI ENG SYM BEEP■
```

Drücken Sie SYM, um in den Modus für symbolische Lösungen umzuschalten.

Flags verwenden, um symbolische Konstanten zu interpretieren

Die Systemflags −2 (symbolische Konstanten) und −3 (numerische Lösungen) bestimmen, ob das Auswerten symbolischer Konstanten zu symbolischen oder numerischen Ergebnissen führt. In der Grundeinstellung sind beide Flags gelöscht.

Wie man das Auswerten symbolischer Konstanten bestimmt:

- Um die symbolischen Konstanten nicht zu ändern, löschen Sie die Flags −3 und −2 (ihre Grundeinstellungen). Drücken Sie [→] [→NUM], um die Konstante mit ihrem numerischen Wert auszutauschen.
- Um eine Konstante mit ihrem Zahlenwert auszutauschen, setzen Sie das Flag −3.
- Um eine Konstante mit ihrem Zahlenwert auszutauschen, *außer* wenn sie das Argument einer Funktion ist, löschen Sie das Flag −3, und setzen Sie das Flag −2. Drücken Sie [EVAL] *oder* [→] [→NUM], um die Funktion mit ihrem Zahlenergebnis auszutauschen.

Der →NUM Befehl gibt immer ein Zahlenergebnis aus, unabhängig von seinen Flageinstellungen. (Das MODES Menü zeigt den Flagstatus als −3: SYM■ wenn gelöscht, SYM wenn gesetzt.)

Beispiel: Um die Wirkung der Flageinstellungen zu sehen, löschen Sie beide Flags und geben Sie π ein. (Beachten Sie die *Umschaltung nach rechts.*)

2 [+/−] [→] [MODES] [NXT] CF
3 [+/−] CF
[←] [π]

```
1:                    'π'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Jetzt setzen Sie das Flag −2, und drücken Sie [←] [π]. Es gibt ein numerisches Ergebnis aus.

2 [+/−] SF
[←] [π]

```
2:                    'π'
1:          3.14159265359
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Dann geben Sie den *Ausdruck* π ein. Weil das Flag −3 gelöscht ist, wird das Ergebnis symbolisch.

['] [←] [π] [ENTER]

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:                    'π'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Teilen Sie das symbolische Objekt π durch 2.

2 [÷]

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:                  'π/2'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

EVAL gibt bei den aktuellen Flageinstellungen ein Zahlenergebnis aus.

[EVAL]

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:           1.5707963268
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Drücken Sie 2 [+/−] CF, um in die Grundeinstellung der Flags umzuschalten. (Falls das Flag −3 gesetzt ist, drücken Sie 3 [+/−] CF.)

Symbolische Argumente für elementarmathematische Funktionen verwenden

9

Funktionen, die reelle Zahlen als Argumente verwenden, akzeptieren symbolische Argumente. Ein Beispiel: Führte man ABS mit einem Argument von X anstatt einer Zahl aus, würde der Ausdruck `'ABS(X)'` in den Stack ausgegeben. Wenn die Variable X einen Wert enthielte, würde [EVAL] den Ausdruck mit dem Wert auswerten. (Wenn das Flag -3 gesetzt ist, wird eine Funktion, die ein symbolisches Argument von dem Stack akzeptiert, automatisch in eine Zahl ausgewertet, falls möglich, wenn die Funktion ausgeführt wird.)

10

Benutzerdefinierte Funktionen

Der HP 48 erlaubt Ihnen, eingebaute Funktionen (wie SIN, LN und MAX) mit Ihren eigenen *benutzerdefinierten Funktionen* zu erweitern. Eine benutzerdefinierte Funktion hat dieselben Merkmale wie die eingebauten Funktionen:

- Sie akzeptiert Argumente aus dem Stack oder in algebraischer Syntax.
- Sie akzeptiert symbolische Argumente.
- Sie ist differenzierbar.

Benutzerdefinierte Funktionen erzeugen

Der DEFINE Befehl erlaubt Ihnen, benutzerdefinierte Funktionen direkt aus einer Gleichung zu erzeugen. Die Gleichung muß die folgende Form haben: '*Name*(*Argumente*)=*Ausdruck*'.

Wie man eine benutzerdefinierte Funktion erstellt:

1. Geben Sie eine Gleichung ein, die den Namen der Funktion und deren Argumente auf der linken Seite definiert, und die Berechnung, die den Ausdruck auf der rechten Seite bestimmt. Auf der linken Seite benutzen Sie Kommas, um mehrere Argumente zu trennen.
2. Drücken Sie [←] [DEF] (der DEFINE Befehl).

Beispiel: Verwenden Sie DEFINE, um die benutzerdefinierte Funktion *CMB* zu erzeugen, welche die Zahl der Kombinationen C von n verschiedenen Elementen der Ordnung 1, 2, 3, ... n berechnet: $C = 2^n - 1$.

Geben Sie die Gleichung für *CMB* ein. (Verwenden Sie [←] um Kleinbuchstaben zu tippen.)

[']CMB [←][()] n [▶]
[←][=] 2 [y^x] n [−] 1
[ENTER]

```
1:        'CMB(n)=2^n-1'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

10

Führen Sie DEFINE aus. Wählen Sie das VAR Menü, und beachten Sie, daß es jetzt die benutzerdefinierte Funktion *CMB* enthält.

[←][DEF]
[VAR]

```
CMB BIO PROG ADD2 ALG B
```

Beispiel: Erzeugen Sie eine benutzerdefinierte Funktion, um die Oberfläche eines Zylinders aus seinem Radius und seiner Höhe zu berechnen. Geben Sie `'SCYL(r,h)=2*π*r*h+2*πr^2'` ein, und drücken Sie [←][DEF].

Benutzerdefinierte Funktionen ausführen

Eine benutzerdefinierte Funktion wird genau wie eine eingebaute Funktion ausgeführt. Sie kann numerische oder symbolische Argumente verwenden, entweder vom Stack oder in algebraischer Syntax.

Wie man eine benutzerdefinierte Funktion ausführt:

- Um den Stack zu benutzen, geben Sie die Argumente in den Stack in der gleichen Reihenfolge ein, wie sie auf der linken Seite der Definition der Funktionen erscheinen (das letzte Argument sollte in der Stackebene 1 sein), dann drücken Sie die Funktionstaste im VAR Menü (oder Sie tippen den Funktionsnamen ein und drücken [ENTER]).
- Um algebraische Syntax zu verwenden, drücken Sie [']. und dann drücken Sie die Funktionstaste im VAR Menü (oder tippen Sie den Funktionsnamen). Danach drücken Sie [←][()] und geben die algebraischen Argumente in der richtigen Reihenfolge und durch Kommas getrennt ein. Dann drücken Sie [ENTER] (oder drücken Sie [EVAL], um den Ausdruck auszuwerten).

Beispiel: Führen Sie die benutzerdefinierte Funktion *CMB* aus dem vorherigen Beispiel durch, um die folgenden Berechnungen zu machen.

Berechnen Sie die Gesamtzahl der Möglichkeiten, eines oder mehrere von vier Elementen zu vereinen ($n = 4$).

4 CMB

```
1:                    15
CMB | BIO | PROG | MODE | ALG | B
```

10

Für den gleichen Wert von n, berechnen Sie die Kombinationen in algebraischer Syntax.

['] CMB [←] [()] 4
[EVAL]

```
2:                    15
1:                    15
CMB | BIO | PROG | MODE | ALG | B
```

Berechnen Sie *CMB(Z)* in algebraischer Syntax, wobei Z eine *formale Variable* ist. (Löschen Sie Z, um gewiß zu sein, daß es kein Objekt enthält.)

['] Z [←] [PURGE]
['] CMB [←] [()] Z
[EVAL]

```
1:                  '2^Z-1'
CMB | BIO | PROG | MODE | ALG | B
```

Benutzerdefinierte Funktionen differenzieren

Benutzerdefinierte Funktionen werden wie eingebaute Funktionen durchgeführt. Man kann benutzerdefinierte Funktionen sogar differenzieren. Differenzieren wird genauer unter "Ausdrücke differenzieren" auf Seite 23-1 behandelt.

Beispiel: Berechnen Sie

$$\frac{d}{dx}\cot x,$$

wobei $\cot x = \cos x / \sin x$ sind. Der HP 48 hat keine eingebauten Cotangens Funktion. Jedoch können Sie eine benutzerdefinierte Funktion für Cotangens erstellen. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X im aktuellen Verzeichnis nicht existiert. Sie können ['] X [←] [PURGE] drücken.)

Zuerst wählen Sie den Radiantmodus. Dann geben Sie die Gleichung ein, welche die Cotangensfunktion definiert.

(←)(RAD) (falls nötig)
(↑) COT (←)(()) X (→) (←)(=)
(COS) X (→) (÷) (SIN) X (ENTER)

```
1: 'COT(X)=COS(X)/SIN(
   X)'
CME | X | B | A | WAVE
```

10

Führen Sie DEFINE durch, um die benutzerdefinierte Funktion *COT* zu erstellen. Dann geben Sie den Ausdruck `'COT(X)'` ein und den Variablennamen *X*, um die Variable der Differenzierung zu bestimmen, und dann führen die die Differenzierung durch. (Falls die Variable *X* existiert, werden Sie wahrscheinlich diese Antwort nicht erhalten.)

(←)(DEF)
(VAR) (↑) COT (←)(()) X (ENTER)
(↑) X (ENTER)
(→)(∂)

```
1: '-(SIN(X)/SIN(X))-
   COS(X)*COS(X)/SIN(X
   )^2'
COT | CME | BIO | PROG | MOD2 | ALG
```

Drücken Sie (←)(RAD), um in den DEG Modus zurückzuschalten.

Sie können jede Variable als Argument zu *COT* verwenden. Diese Variable wird automatisch in die ursprüngliche Definition für *COT* eingesetzt.

Benutzerdefinierte Funktionen verschachteln

Genau wie eingebaute Funktionen können benutzerdefinierte Funktionen in den Ausdruck, der die benutzerdefinierte Funktion bestimmt, eingebaut werden.

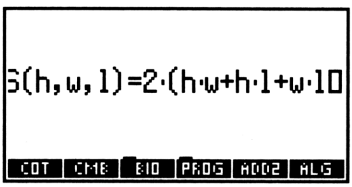
Beispiel: Schreiben Sie eine benutzerdefinierte Funktion, um das Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt einer Schachtel zu berechnen. Die Formel für diese Berechnung lautet:

$$\frac{A}{V} = \frac{2(hw + hl + wl)}{hwl},$$

wobei h, w und l Höhe, Breite und Länge der Schachtel sind.

Zuerst erstellen Sie eine benutzerdefinierte Funktion *BOXS*, um die Oberfläche einer Schachtel zu berechnen. Gebrauchen Sie den EquationWriter, um die Gleichung einzutippen. (Verwenden Sie [↰], um Kleinbuchstaben einzutippen.)

[↰] [EQUATION]
BOXS [↰] [()] h [SPC] w [SPC] l [▶]
[↰] [=] 2 [×] [↰] [()] h [×] w [+] h
[×] l [+] w [×] l

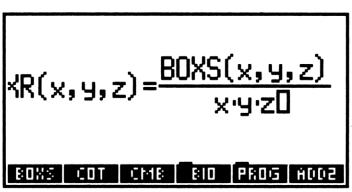


Geben Sie die Gleichung ein, und erzeugen Sie die benutzerdefinierte Funktion.

[ENTER]
[↰] [DEF]

Jetzt erzeugen Sie die benutzerdefinierte Funktion *BOXR*, um das Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt zu berechnen. Gebrauchen Sie den EquationWriter, um die Gleichung einzutippen.

[↰] [EQUATION]
BOXR [↰] [()] x [SPC] y [SPC] z [▶]
[↰] [=] [VAR] BOXS [↰] [()] x
[SPC] y [SPC] z [▶] [÷] x [×] y [×] z



Geben Sie die Gleichung ein, und erzeugen Sie die benutzerdefinierte Funktion.

[ENTER]
[↰] [DEF]

Verwenden Sie *BOXR*, um das Verhältnis von Oberfläche zum Inhalt einer Schachtel von 9 cm Höhe, 18 cm Breite und 21 cm Länge zu berechnen. Geben Sie Höhe, Breite und Länge ein, und dann führen Sie *BOXR* aus.

9 [ENTER] 18 [ENTER] 21
[VAR] BOXR

Beachten Sie, daß *BOXS* mit *h*, *w* und *l* als Variablen definiert wurde und daß *BOXS* *x*, *y* und *z* als Argumente in die Definition für *BOXR* annimmt. Es spielt keine Rolle, ob die Variablen in den beiden Definitionen übereinstimmen. Jede Gruppe von Variablen ist unabhängig von der anderen.

Die Struktur einer benutzerdefinierten Funktion

Eine benutzerdefinierte Funktion ist eigentlich ein *Programm*:

- Sie besteht ausschließlich aus einer Struktur lokaler Variablen, deren Definition ein symbolischer Ausdruck ist. Die Syntax ist:

  « → *Name*$_1$ *Name*$_2$ ... *Name*$_n$ '*Ausdruck*' »

- Sie verwendet eine unbegrenzte Zahl von Argumenten (es kann eine unbegrenzte Zahl von lokalen Variablen benutzen), gibt jedoch nur *ein* Ergebnis in den Stack aus.

Lokale Variablen werden unter "Lokale Variablen verwenden" auf Seite 25-14 beschrieben.

Beispiel: Verwenden Sie VISIT, um die Struktur der benutzerdefinierten Funktion *CMB* des Beispiels auf Seite 10-1 zu sehen.

(VAR) (') CMB (→)(VISIT)

```
« → n '2^n-1'
»
←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Drücken Sie (ATTN), um in die Stackanzeige zurückzuschalten.

Sie sehen, daß die Befehlsfolge

```
'CMB(n)=2^n-1' DEFINE
```

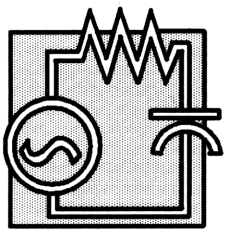
gleichbedeutend damit ist, das Programm

```
« → n '2^n-1' »
```

zu erstellen und es in *CMB* zu speichern.

11

Komplexe Zahlen



Die meisten Funktionen, die mit reellen Zahlen arbeiten, funktionieren auch bei komplexen Zahlen. Die Art und Weise wie Sie komplexe Zahlen benutzen ist ähnlich der Benutzung von reellen Zahlen.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- Eingeben komplexer Zahlen.
- Interpretieren und Steuern des Anzeigeformats für komplexe Zahlen.
- Zusammensetzen und Zerlegen komplexer Zahlen.
- Rechnen mit komplexen Zahlen.
- Verwenden komplexer Zahlen in algebraischen Objekten.
- Entscheiden, wann komplexe Zahlen und wann Vektoren zu verwenden sind.

Die Beispiele dieses Kapitels setzen voraus, daß der Taschenrechner in den DEG Modus eingestellt ist. Drücken Sie [←] [MODES] [NXT] [NXT] DEG, um in den DEG Modus umzuschalten.)

Komplexe Zahlen anzeigen

Sie können komplexe Zahlen entweder als Rechteckkoordinaten im *Rechteck Modus* oder als Polarkoordinaten im *Polar Modus* anzeigen.

Wie man Rechteckkoordinaten für komplexe Zahlen anzeigt:

11

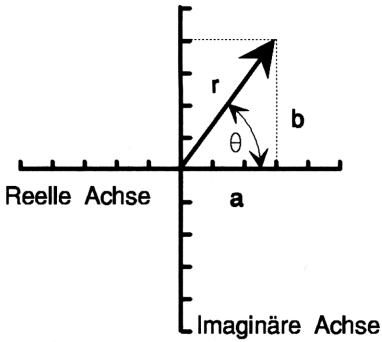
- Drücken Sie [→][POLAR], bis *kein* Koordinatenindikator mehr eingestellt ist.
  oder
- Drücken Sie [←][MODES] [NXT] [NXT] XYZ.

Wie man Polarkoordinaten für komplex Zahlen anzeigt:

- Drücken Sie [→][POLAR], bis der R∡Z oder R∡∡ Koordinatenindikator eingestellt ist.
  oder
- Drücken Sie [←][MODES] [NXT] [NXT] R∡Z oder R∡∡.

Obwohl nur Koordinatenmodi für komplexe Zahlen notwendig sind, hat der HP 48 drei Koordinatenmodi (das ist für den Fall von dreidimensionalen Vektoren): Rechteck-, Zylinder- und Kugelmodus. Bei komplexen Zahlen sind Zylindermodus (R∡Z) und Kugelmodus (R∡∡) gleichbedeutend. Beide sind Polarmodi.

Komplexe Zahlen werden in Klammern angezeigt. In der Rechteckform werden die Real- und Imaginärteile durch ein Komma getrennt. (Ist das Komma als Dezimalzeichen eingestellt, werden sie durch ein Semikolon getrennt.) In der Polarform werden Betrag und Phase durch ein Komma und ein Winkelzeichen (∡) getrennt. (Der Winkel basiert auf dem aktuellen Winkelmodus: Grad, Radiant, oder Gon.) Unabhängig davon, wie komplexe Zahlen angezeigt werden, intern speichert sie der HP 48 in Rechteckform.



Anzeigemodus

Rechteck	Polar
(a,b)	(r, ∡θ)

Komplexe Zahlen eingeben

Komplexe Zahlen werden entweder als Rechteck- oder als Polarkoordinaten eingegebens.

Wie man eine komplexe Zahl eingibt:

- Um Rechteckkoordinaten einzugeben, drücken Sie [←][()]. Geben Sie die Koordinaten getrennt durch [SPC] oder [←][,], ein, und drücken Sie [ENTER].
- Um Polarkoordinaten einzugeben, drücken Sie [←][()]. Geben Sie die Koordinaten getrennt durch [→][∡] ein, und drücken Sie [ENTER].
- Um den aktuellen Koordinatenmodus zu benutzen, geben Sie die beiden Koordinatenwerte ein, und drücken Sie [←][2D] (aber nur, wenn das Flag −19 eingestellt ist). (Geben Sie nicht ∡ ein.)

Das Flag −19 (Komplexer Modus) bestimmt, ob [←][2D] (der →V2 Befehl) 2D Vektoren (falls gelöscht) oder komplexe Zahlen (falls eingestellt) erzeugt.

Die interne Rechteckdarstellung aller komplexen Zahlen hat die folgende Auswirkung auf polare Notationen:

- θ wird auf den Bereich ±180° (±π Radiant, ±200 Gon normiert).
- Wenn Sie ein negatives r eintippen, wird der Wert positiv gemacht, und θ wird gleichzeitig um 180° erhöht und normiert.

- Wenn Sie ein r als 0 eintippen, wird θ ebenfalls zu 0 reduziert.

Beispiel: Geben Sie die Zahl $3 + 4i$ (Rechteckkoordinaten) ein. Vergewissern Sie sich zuerst, daß Winkel- und Rechteckkoordinatenmodi eingestellt sind.

11

(↰)(MODES)(NXT)(NXT)

DEG XYZ

```
DEG■ RAD GRAD XYZ■ R∠Z R∠∠
```

Geben Sie die komplexe Zahl in Rechteckform ein.

(↰)(()) 3 (SPC) 4 (ENTER)

```
1:                    (3,4)
DEG■ RAD GRAD XYZ■ R∠Z R∠∠
```

Beispiel: Geben Sie die Zahl 5,39 bei 158,2 Grad (Polarkoordinaten) ein.

(↰)(()) 5.39 (↱)(∠) 158.2

```
1:                    (3,4)
(5.39∠158.2◆
DEG■ RAD GRAD XYZ■ R∠Z R∠∠
```

Geben Sie eine Polarzahl in den Stack ein. Sie wird umgewandelt, um dem aktuellen Koordinatenmodus (in diesem Fall Rechteckmodus) zu entsprechen.

(ENTER)

```
2:                    (3,4)
1: (-5.00453860689,
   2.00167263362)
DEG■ RAD GRAD XYZ■ R∠Z R∠∠
```

Schalten Sie jetzt den Koordinatenmodus um, und beobachten Sie, wie sich die komplexe Zahl verändert.

(↱)(POLAR)

```
2:  (5,∠53.1301023542)
1:        (5.39,∠158.2)
DEG■ RAD GRAD XYZ R∠Z■ R∠∠
```

Drücken Sie wieder (↱)(POLAR), um in den Rechteckmodus zurückzuschalten.

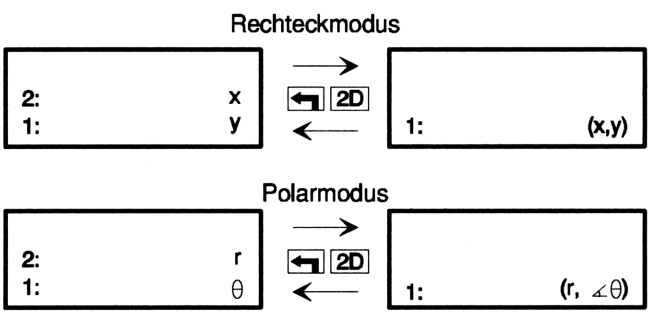
Komplexe Zahlen zusammensetzen und zerlegen

Wie man eine komplexe Zahl von den Koordinaten im Stack zusammensetzt:

- Drücken Sie [↰] [2D] (aber nur, wenn das Flag −19 gesetzt ist). Die Koordinaten werden des aktuellen Koordinatenmodus gemäß interpretiert.

Wie man eine komplexe Zahl in dem Stack zerlegt:

- Drücken Sie [↰] [2D]. Die ausgegebenen Werte sind die gleichen wie die angezeigten Koordinaten. (Das Flag −19 spielt keine Rolle.)



Lesen Sie dazu über die R→C und C→R Funktionen in "Weitere Befehle für komplexe Zahlen" auf Seite 11-11.

Die programmierbaren Befehle für [↰] [2D] lauten →V2 und V→ . (Lesen Sie dazu "Weitere Befehle für komplexe Zahlen" auf Seite 11-11.)

Beispiel: Setzen Sie die komplexe Zahl (3,−5) aus ihren Komponenten in dem Stack zusammen, und dann zerlegen Sie diese wieder. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Winkelmodus DEG und der Rechteckkoordinatenmodus eingestellt sind.)

Setzen Sie das Flag auf −19, und dann geben Sie die Komponenten in den Stack ein:

19 [+/−] [→] [MODES] [NXT] SF
3 [ENTER] 5 [+/−] [ENTER]

```
2:                    3
1:                   -5
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Setzen Sie die komplexe Zahl zusammen.

[←] [2D]

```
1:                (3,-5)
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Zerlegen Sie die komplexe Zahl.

[←] [2D]

```
2:                    3
1:                   -5
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Mit komplexen Zahlen rechnen

Eine komplexe Zahl, wie eine reelle Zahl, ist ein einzelnes Objekt. Sie können komplexe Zahlen als Argumente für Befehle und in symbolischen Ausdrücken benutzen. Für symbolische Berechnungen können Sie eine komplexe Zahl wie ein Koordinatenpaar in Klammern *oder* wie einen Ausdruck mit dem symbolischen Konstanten i ($\sqrt{-1}$) eingeben.

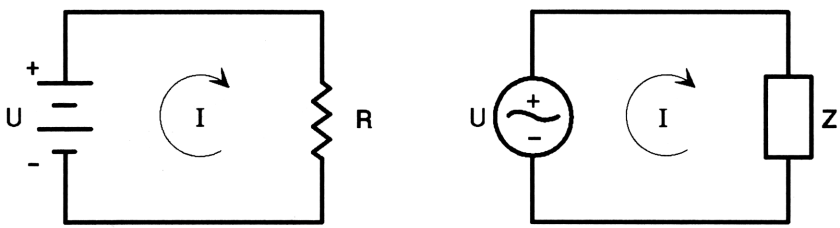
Wie man mit komplexen Zahlen rechnet:

- Um die Syntax des Stacks zu verwenden, geben Sie komplexe Zahlen ein, und dann führen Sie den Befehl aus.
- Um die algebraische Syntax zu verwenden, geben Sie eine komplexe Zahl auf eine der nachstehenden Arten ein, und danach drücken Sie [ENTER], [EVAL], oder [→NUM].
  - Um Klammern zu verwenden, drücken Sie [←] [,] zwischen den beiden Koordinaten, selbst wenn Sie ∡ auch verwenden.
  - Um i zu verwenden, drücken Sie [α] [←] I für die symbolische Konstante.

Komplexe Zahlen im Stack verwenden

Eine komplexe Zahl ist ein einzelnes Objekt genau wie eine reelle Zahl. Die meisten Funktionen, die mit reellen Zahlen arbeiten, funktionieren auch mit komplexen Zahlen.

Beispiel: In den beiden gezeigten Stromkreisen definiert das Ohmsche Gesetz den Realwert des Widerstandes R als $R=U\div I$ und den Komplexwert der Impedanz Z als $Z=U\div I$. (Dieses Beispiel setzt voraus, das der Winkelmodus DEG eingestellt ist.)



Gegeben sind Höchstspannungsmöglichkeit von 10 Volt und Strom von 2 Ampere. Berechnen Sie den Widerstand R.

10 [ENTER] 2 [÷]

```
1:                    5
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Gegeben sind Spannung von (10,∡0) und Strom von (2,∡30). Berechnen Sie die komplexe Impedanz. (Zuerst vergewissern Sie sich, daß der Polarkoordinatenmodus eingestellt ist.)

[→] [POLAR] (falls nötig)
[←] [( )] 10 [→] [∡] 0 [ENTER]
[←] [( )] 2 [→] [∡] 30 [÷]

```
2:                    5
1:            (5,∡-30)
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Wandeln Sie den Koordinaten- in den Rechteckmodus um.

[→] [POLAR]

```
2:                    5
1: (4.33012701892,-2.5
   )
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

In der Polarform hat die komplexe Impedanz einen Betrag von 5 und einen Phasenwinkel von −30 Grad. Beim Umschalten in die Rechteckform erkennen Sie, daß diese komplexe Zahl eine

Widerstandskomponente von 4,33 Ohms und eine Reaktanz von −2,5 Ohm enthält. Die negative Phase und die Reaktanz sagen einem Elektroingenieur, daß die Impedanz kapazitiv und nicht induktiv ist.

Beispiel: Berechnen Sie

$$\frac{(9+4i)+(-4+3i)}{(3+i)}$$

11

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Winkelmodus DEG und der Rechteckkoordinatenmodus eingestellt sind.)

Geben Sie zuerst zwei komplexe Zahlen ein.

[←] [()] 9 [SPC] 4 [ENTER]
[←] [()] 4 [+/−] [SPC] 3

```
1:                    (9,4)
(-4 3
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Es ist nicht notwendig, [ENTER] zu drücken, bevor Sie [+] drücken.

[+]

```
1:                    (5,7)
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Teilen Sie das Ergebnis durch $3 + i$.

[←] [()] 3 [SPC] 1 [÷]

```
1:                (2.2,1.6)
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Komplexe Zahlen in algebraischen Objekten verwenden

Sie können komplexe Zahlen in einem algebraischen Objekt wie folgt eingeben:

- Wie ein Koordinatenpaar in Klammern als Begrenzungszeichen.
- Wie einen Ausdruck mit der symbolischen Konstanten i.

Die Komponenten einer komplexen Zahl können reelle Zahlen (wie in dem Ausdruck `'X+(1,2)'`) oder formale Variablen (wie in dem Ausdruck `'X+(A,B)'`) sein. Die zweite Form wird sofort automatisch in die gleichbedeutende Form `'X+(A+B*i)'` umgewandelt.

Algebraische Objekte mit komplexen Zahlen können symbolisch genau so verarbeitet werden wie Ausdrücke mit reellen Zahlen.

Hinweis

Wenn Sie eine komplexe Zahl als Teil eines symbolischen Ausdrucks eingeben, müssen Sie zum Trennen des Real- und des Imaginärteils [←][,] verwenden. (Wenn das Komma als Dezimalzeichen eingestellt ist, erzeugt [←][,] ein Semikolon zur Trennung der Komponenten.)

Beispiel: Berechnen Sie den Sinus von (0,6;2).

['] [SIN] [←][()] .6 [←][,] 2 [EVAL]

```
1:  (2.12429548041,
     2.9933770649)
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Beispiel: Berechnen Sie die beiden Quadratwurzeln der komplexen Zahl $8-6i$. Da die Funktion $\sqrt{\ }$ ([$\sqrt{x}$]) nur *ein* Ergebnis liefert, benutzen Sie den ISOL (isolate) Befehl für die Lösung von W in der Gleichung $W^2 = 8 - 6i$. (Der ISOL Befehl wird unter "Eine einzelne Variable isolieren" auf Seite 22-2 behandelt.)

Zuerst geben Sie den algebraischen Ausdruck ein.

['] W [y^x] 2 [←][=]
[←][()] 8 [←][,] 6 [+/−]
[ENTER]

```
1:              'W^2=(8,-6)'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Geben Sie den Namen der zu isolierenden Variablen (W) ein, und dann führen Sie den ISOL Befehl aus, um das Resultat für diese Variable zu erhalten.

['] W [ENTER]
[←] [ALGEBRA] ISOL

```
1:              'W=s1*(3,-1)'
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Die Variable s1 steht für ± 1. Also heißen die beiden Quadratwurzeln $3 - i$ und $-3 + i$.

Beispiel: Verwenden Sie den EquationWriter zur Eingabe eines Ausdrucks für die komplexe Zahl $2 - 2i\sqrt{3}$. Dann werten Sie den Ausdruck aus, um das komplexe Resultat zu erhalten. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Rechteckkoordinatenmodus eingestellt ist.)

Geben Sie den Ausdruck ein. (Geben Sie "i" als [α] [←] I ein.)

[←] [EQUATION]
2 [−] 2i [√x] 3

```
2-2·i·√30
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```


Verwenden Sie den →NUM Befehl, um den Ausdruck auszuwerten. Das Objekt, das Sie erhalten, enthält eine komplexe Zahl.

[→] [→NUM]

```
1:  (2,-3.46410161514)
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Komplexe Ergebnisse aus reellen Berechnungen

Die Fähigkeiten des HP 48 hinsichtlich komplexer Zahlen können die Ergebnisse von Operationen mit *reellen* Zahlen beeinflussen. Bestimmte Berechnungen, die bei den meisten Taschenrechnern zu Fehlern führen würden, liefern beim HP 48 ein komplexes Ergebnis. Zum Beispiel, der HP 48 gibt eine komplexe Zahl für die Quadratwurzel von −4. Auch der Arcussinus von 5 liefert ein komplexes Ergebnis.

Sie werden merken, daß der HP 48 für die meisten Berechnungen ein Ergebnis des Typs (reell oder komplex) liefert, das Sie erwarten. Sollten Sie jedoch ein komplexes Ergebnis erhalten, wo Sie eine reelle Lösung erwarten, dann überprüfen Sie Ihr Programm oder die Tastenfolge auf die folgenden Ursachen hin:

- Die Daten, die Sie in den Taschenrechner eingegeben haben, könnten außerhalb des Gültigkeitsbereichs der zu berechnenden Formel liegen.
- Die Formel (oder ihre Ausführung) könnten unrichtig sein.
- Ein Rundungsfehler an einer kritischen Stelle der Formel könnte zu einem ungültigen Ergebnis geführt haben.
- Das komplex Ergebnis ist für die Aufgabe richtig, auch wenn es nicht erwartet wurde.

Weitere Befehle für komplexe Zahlen

Die meisten Befehle, die mit reellen Zahlen arbeiten, funktionieren auch mit komplexen Zahlen (wie SIN, INV, ^, LN, und →Q). Die nachstehende Tabelle beschreibt weitere Befehle, die besonders für komplexe Zahlen nützlich sind.

Hinsichtlich dieser Tabelle gelten folgende Hinweise: V→und→V2 befinden sich im MTH VECTR Menü. NEG wird im Programmeingabemodus durch Drücken von [+/-] ausgeführt. C→R, R→C, und OBJ→ befinden sich in dem PRG OBJ Menü. Die anderen Befehle befinden sich im MTH PARTS Menü.

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
ABS Betrag; $\sqrt{x^2+y^2}$.	1: (3,4)	1: 5
ARG Polarer Winkel einer komplexen Zahl.	1: (1,1)	1: 45
CONJ Komplexe Konjugierte einer komplexen Zahl.	1: (2,3)	1: (2,-3)
C→R Komplex nach reell; zerlegt eine komplexe Zahl in zwei reelle Zahlen, die Rechteckkoordinaten x und y.	1: (2,3)	2: 2 1: 3
IM Imaginärteil (y) einer komplexen Zahl.	1: (4,-3)	1: -3
NEG Kehrt das Vorzeichen des Arguments um.	1: (2,-1)	1: (-2,1)
OBJ→ Objekt im Stack; zerlegt ein Objekt (komplexe Zahl, ein Feld, oder eine Liste) in seine Elemente.	1: (4,5)	2: 4 1: 5

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
RE Realteil (x) einer komplexen Zahl.	1: (4,-3)	1: 4
R→C Reell nach komplex; setzt zwei reelle Zahlen in einer komplexen Zahl (x,y) zusammen.	2: -7 1: -2	1: (-7,-2)
SIGN Einheitsvektor in der Richtung des komplexen Arguments; $(\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}})$	1: (3,4)	1: (.6,.8)
V→ Zerlegt eine komplexe Zahl in zwei reelle Zahlen x und y oder r und θ, was von dem aktuellem Koordinatenmodus abhängt. Das Beispiel setzt den Polar- und DEG Modus voraus.	1: (3,∡30)	2: 3 1: 30
→V2 Wenn das Flag −19 gesetzt ist, werden zwei reelle Zahlen in einer komplexen Zahl (x,y) oder (r,∡θ), zusammengesetzt, was von dem aktuellen Koordinatenmodus abhängt. Das Beispiel setzt Polar- und GEG-Modus voraus.	2: 6 1: 50	1: (6,∡50)

Zwischen komplexen Zahlen oder Vektoren wählen

Komplexe Zahlen und zweidimensionale Vektoren sind sich in vielerlei Hinsicht ähnlich. Es ist daher manchmal schwierig, den besseren Objekttyp für ein bestimmtes Problem zu verwenden (und manchmal würden beide Typen funktionieren).

Die Hauptvorteile der komplexen Zahlen liegen darin, daß Sie als Elemente von Vektoren und Matrizen zugelassen sind und daß die meisten Operationen für reelle Zahlen auch mit ihnen möglich sind. Die Hauptvorteile beim Verwenden von Vektoren liegen darin, daß sie nicht nur zwei Dimensionen besitzen, sondern daß Vektoroperationen wie DOT und CROSS mit ihnen möglich sind.

Falls Sie bei Beginn einer Berechnung die falsche Wahl treffen, können Sie von einem Typ auf den anderen übergehen.

Wie man zu einem 2D Vektor oder einer komplexen Zahl übergeht:

- Um eine komplexe Zahl in Ebene 1 zu zerlegen und die Komponenten als einen Vektoren zusammenzusetzen, löschen Sie das Flag −19, und dann drücken Sie [←][2D] [←][2D].
- Um einen 2D Vektoren in Ebene 1 zu zerlegen und die Komponenten als eine komplexe Zahl zusammenzusetzen, stellen Sie das Flag −19 ein, und dann drücken Sie [←][2D] [←][2D].

Beispiel: Wandeln Sie die komplexe Zahl (3,4) in einen Vektor um. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Rechteck-und der DEG-Modus eingestellt sind.)

Geben Sie die komplexe Zahl ein.

[←][( )] 3 [SPC] 4 [ENTER]

```
1:                    (3,4)
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Löschen Sie das Flag −19, damit [←][2D] Vektor zusammensetzt.

19 [+/−] [→][MODES]
[NXT] CF

```
1:                    (3,4)
TMEN RCLM STOF RCLF  SF  CF
```

Zerlegen Sie die komplexe Zahl, und setzen Sie die Komponenten in einen Vektoren zusammen.

[←][2D] [←][2D]

```
1:                  [ 3 4 ]
TMEN RCLM STOF RCLF  SF  CF
```

12

Vektoren

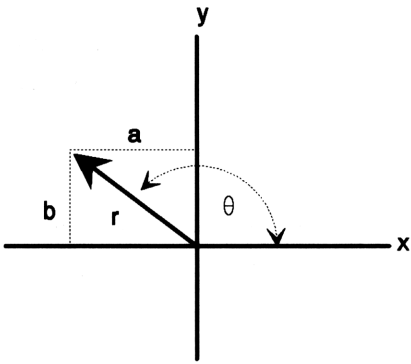
Der HP 48 besitzt umfassende Fähigkeiten, mit 2-dimensionalen (2D) und 3-dimensionalen (3D) Vektoren zu arbeiten.

Alle Vektoren sind Feldobjekte. N-dimensionale Vektoren im allgemein mathematischen Sinn werden in Kapitel 20, "Felder" behandelt. Dieses Kapitel behandelt hauptsächlich 2D und 3D Vektoren. Es behandelt die folgenden Themen:

- Interpretieren und Steuern des Anzeigeformats für Vektoren.
- Eingeben von Vektoren.
- Zusammensetzen und Zerlegen von Vektoren.
- Berechnen mit Vektoren.
- Entscheiden, wann komplexe Zahlen und wann Vektoren zu verwenden sind.

2D und 3D Vektoren darstellen

2D Vektoren können entweder als Rechteck- (`[` *X Y* `]`) oder Polarkomponente (`[` *R* ∡ `]`), das heißt im *Rechteck Modus* oder im *Polar Modus*, dargestellt werden.

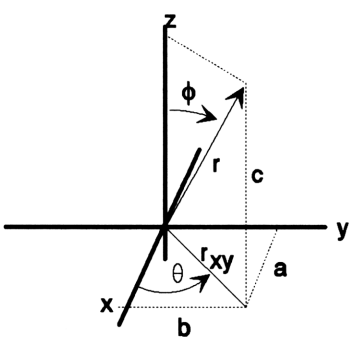


Zweidimensionaler Anzeigemodus

Rechteck	Polar
[a b]	[r ∡θ]

2D Vektorkomponenten

3D Vektoren können entweder als Rechteck- ([*X Y Z*]), Zylinder- |([*R* ∡ *Z*])|, oder Kugelkomponenten ([*R* ∡ ∡]) dargestellt werden, das heißt im *Rechteckmodus*, im *Zylindermodus*, oder im *Kugelmodus*.



Dreidimensionaler Anzeigemodus

Rechteck	Zylindrisch	Sphärisch
[a b c]	[r_{xy} ∡θ c]	[r ∡θ ∡ϕ]

3D Vektor Komponenten

Der Polarmodus besteht eigentlich aus zwei Modi, dem Zylindermodus und dem Kugelmodus. Bei 2D Vektoren sind der Zylinder und der Kugelmodus austauschbar. Beide liefern die gleichen zweidimensionalen Ergebnisse.

Wie man Rechteckkomponenten anzeigt:

- Drücken Sie (→)(POLAR) bis *kein* Koordinatenindikator mehr eingestellt ist.
  oder
- Drücken Sie (MTH) VECTR XYZ .

Wie man Polarkomponenten (Zylinder- oder Kugelformat) anzeigt:

- Drücken Sie (→)(POLAR) bis entweder der R∠Z oder R∠∠ Koordinatenindikator eingestellt ist.
  oder
- Drücken Sie (MTH) VECTR R∠Z (für Zylinder/Polar) oder R∠∠ (für Kugel/Polar).

Außerdem können Sie den Koordinatenmodus auf Seite 3 des MODES Menüs umschalten: ((←)(MODES)(NXT)(NXT)).

Der ■ in dem Menüfeld und der Koordinatenindikator zeigen den aktuellen Koordinatenmodus an:

- Rechteckmodus: XYZ■, kein Indikator.
- Zylindermodus: R∠Z■ , R∠Z Indikator.
- Kugelmodus: R∠∠■ , R∠∠ Indikator.

Vektoren werden in [ ] Begrenzungszeichen dargestellt. Im Rechteckformat werden die Komponenten durch Leertasten getrennt. Im Polarformat (Zylinder oder Kugel), stehen vor den Winkeln das Winkelzeichen (∠). (Der Winkel basiert auf dem aktuellen Winkelmodus: Grad, Radiant oder Gon.) Unabhängig davon, wie Vektoren dargestellt werden, speichert der HP 48 diese intern im Rechteckformat.

Wenn Sie ein rechteckiges Dreieck analysieren wollen, können Sie die Rechteckkoordinaten eines Vektors verwenden, um die Seiten des Dreiecks darzustellen, und die Polarkoordinaten, um die Hypotenuse und einen Winkel des Dreiecks darzustellen. Wenn Sie eine Art der Koordinaten eingeben, können Sie einfach den Koordinatenmodus umstellen, um den anderen Parameter zu sehen.

2D und 3D Vektoren eingeben

Sie können 2D und 3D Vektoren mit irgendeinem Komponententyp eingeben: rechteckig, Zylinder/Polar, oder Kugel/Polar.

Wie man 2D oder 3D Vektoren eingibt:

12

- Um einen bestimmten Komponententyp einzugeben, drücken Sie [←][[]]. Trennen Sie die Komponenten durch [SPC] oder [→][∡]. Dann drücken Sie [ENTER]. (Drücken Sie [→][∡] vor jedem Winkelkomponenten.)
- Um den aktuellen Koordinatenmodus zu verwenden, geben Sie die zwei oder drei Komponentenwerte ein, und drücken Sie [←][2D] oder [→][3D] (jedoch benutzen Sie [←][2D] nur wenn das Flag −19 gelöscht ist). (Geben Sie nicht ∡ ein.)

Das Flag −19 (Komplexmodus) bestimmt ob [←][2D] (der →V2 Befehl) 2D Vektoren (wenn gelöscht) oder komplexe Zahlen (wenn gesetzt) erstellt.

Die interne rechteckige Darstellung aller Vektoren wirkt sich wie folgt auf die Vektoren aus, die im Polarmodus (Zylinder und Kugel) dargestellt sind:

- θ ist bis auf ±180° (±π Radiant, ±200 Grad) normiert.
- ϕ ist bis auf 0 bis 180° (0 bis π Radiant, 0 bis 200 Grad normiert.
- Wenn Sie ein negatives r eintippen, wird der Wert positiv; θ wird um 180° erhöht, ϕ wird von 180° subtrahiert, und beide werden normiert.
- Wenn ϕ 0° oder 180° ist, wird θ auf 0° reduziert.
- Wenn Sie ein r von 0 eintippen, werden θ und ϕ auf 0° reduziert.

Beispiel: Geben Sie den Vektor [3 4] (Rechteckkomponenten) ein. Zuerst vergewissern Sie sich, daß DEG- und Rechteckmodus eingestellt sind.

[←][RAD] (falls notwendig)
[MTH] VECTR XYZ

Geben Sie den rechteckigen Vektor ein.

[←][[]] 3 [SPC] 4 [ENTER]

Beispiel: Geben Sie den Vektor 5,39 bei 158,2 Grad (Polarkomponenten) ein. (Wenn Sie Polarvektoren eingeben, brauchen Sie das Leerzeichen zur Trennung der Elemente nicht. Das Winkelzeichen trennt.)

[←][I] 5.39 [→][∡] 158.2

```
1:                    [ 3 4 ]
[5.39∡158.2◆
XYZ ■ R&Z  R&∡  CROSS  DOT  ABS
```


Geben Sie den Polarvektor in den Stack ein. Es wird umgewandelt, um dem aktuellen Anzeigemodus gleich zu sein (in diesem Falle Rechteckmodus).

[ENTER]

```
2:                    [ 3 4 ]
1: [ -5.00453860689
   2.00167263362 ]
XYZ ■ R&Z  R&∡  CROSS  DOT  ABS
```

Jetzt ändern Sie den Koordinatenmodus, und beobachten Sie, wie die Vektoren sich ändern.

[→][POLAR]

```
2: [ 5 ∡53.1301023542…
1:     [ 5.39 ∡158.2 ]
XYZ  R&Z ■  R&∡  CROSS  DOT  ABS
```

Drücken Sie [→][POLAR], um den Rechteckmodus wieder einzustellen.

2D und 3D Vektoren zusammensetzen und zerlegen

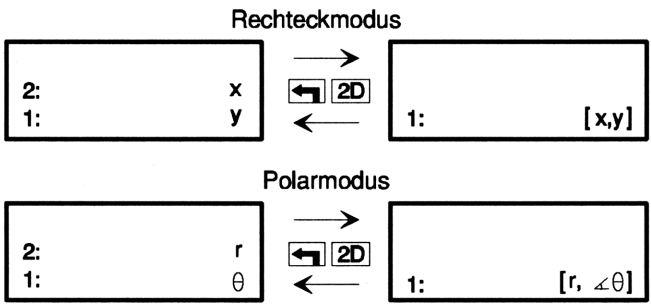
Wie man einen 2D oder 3D Vektor aus den Komponenten in dem Stack zusammensetzt:

- Bei zwei Komponenten drücken Sie [←][2D] (aber nur, wenn das Flag −19 gelöscht ist). Die Komponenten werden im aktuellen Koordinatenmodus interpretiert.
- Bei drei Komponenten drücken Sie [→][3D]. Die Komponenten werden im aktuellen Koordinatenmodus interpretiert.

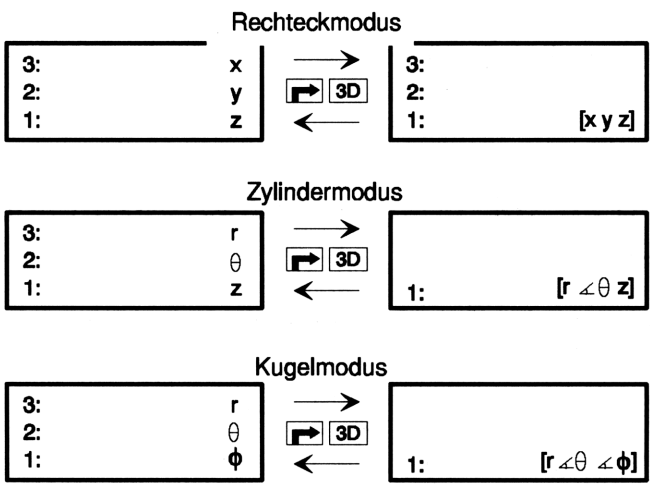
Wie man einen 2D oder 3D Vektor im Stack zerlegt:

- Bei einem 2D Vektor drücken Sie [↰][2D]. Die ausgegeben Werte sind die gleichen wie die angezeigten Komponenten. (Das Flag −19 spielt keine Rolle.)
- Bei einem 3D Vektor drücken Sie [↱][3D]. Die ausgegeben Werte sind die gleichen wie die angezeigten Komponenten.

12



Zusammemsetzen und zerlegen von 2D Vektoren



Zusammensetzen und zerlegen von 3D Vektoren

Die programmierbaren Befehle zu [↰][2D] lauten V→ und→V2, und programmierbaren Befehle zu [↱][3D] lauten V→ und →V3. (Lesen Sie dazu "Weitere Befehle für Vektoren" auf Seite 12-14.)

Beispiel: 2D Vektor Setzen Sie den zweidimensionalen Vektor [3 5] aus seinen Komponenten in dem Stack zusammen, und dann zerlegen Sie ihn wieder. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Rechteckkoordinatenmodus eingestellt und das Flag −19 gelöscht ist.)

Geben Sie Komponenten mit reellen Zahlen ein.

3 [ENTER] 5 [ENTER]

```
2:                    3
1:                    5
XYZ■ R&Z R&∠ CROSS DOT ABS
```

Setzen Sie den Vektor zusammen.

[←] [2D]

```
1:              [ 3 5 ]
XYZ■ R&Z R&∠ CROSS DOT ABS
```

Zerlegen Sie den Vektor in seine Komponenten.

[←] [2D]

```
2:                    3
1:                    5
XYZ■ R&Z R&∠ CROSS DOT ABS
```

Beispiel: 3D Vektor Setzen Sie den dreidimensionalen Vektor [10 ∡240 ∡20] aus seinen Komponenten zusammen, und dann zerlegen Sie ihn wieder. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der DEG-Modus eingestellt ist.)

Stellen Sie den Kugelkoordinatenmodus ein. Dann geben Sie die reellen Zahlen des Vektors ein.

[MTH] VECTR R∡∡
10 [SPC] 240 [SPC] 20 [ENTER]

```
3:                   10
2:                  240
1:                   20
XYZ R&Z R&∠■ CROSS DOT ABS
```

Setzen Sie den Vektor zusammen. (Beachten Sie, daß 240° zu −120° umgewandelt wird, wenn die Winkel normiert werden.)

[→] [3D]

```
1:     [ 10 ∡-120 ∡20 ]
XYZ R&Z R&∠■ CROSS DOT ABS
```

Zerlegen Sie den Vektor.

[→] [3D]

```
3:                   10
2:                 -120
1:                   20
XYZ R&Z R&∠■ CROSS DOT ABS
```

Drücken Sie [→] [POLAR], um in den Rechteckmodus zurückzuschalten.

Mit 2D und 3D Vektoren berechnen

Ein Vektor ist wie eine reelle Zahl ein einzelnes Objekt. Sie können Vektoren als Argumente für Befehle verwenden. Sie können Vektoren addieren und subtrahieren. Sie können Vektoren durch Skalare dividieren oder sie damit multiplizieren. Sie können spezielle Vektorbefehle wie (DOT, CROSS, und ABS) ausführen. (Die Funktion ABS gibt für den Betrag die Länge des Vektors aus.)

Wie man mit Vektoren berechnet:

- Geben Sie den Vektor in den Stack ein, und dann führen Sie den Befehl aus.

Beispiel: Ermittlen des Vektors der Maßeinheiten Ein Vektor der Maßeinheiten wird parallel zu einem gegebenen Vektor ermittelt, indem man einen Vektor durch seine Länge dividiert. Ermitteln Sie den Vektor der Maßeinheiten für [3 4 5]. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Rechteckkoordinaten- und der Winkelmodus DEG eingestellt sind).

Geben Sie den Vektor ein.

3 (ENTER) 4 (ENTER) 5 (↱)(3D)

```
1:                [ 3 4 5 ]
XYZ■ R∠Z R∠∠ CROSS DOT ABS
```

Kopieren Sie den Vektor, und berechnen Sie seine Länge.

(ENTER) ABS

```
2:                [ 3 4 5 ]
1:            7.07106781187
XYZ■ R∠Z R∠∠ CROSS DOT ABS
```

Dividieren Sie den Vektor durch seine Länge, um den Vektor der Maßeinheiten zu erhalten.

(÷)

```
1: [ .424264068712
   .565685424949
   .707106781186 ]
XYZ■ R∠Z R∠∠ CROSS DOT ABS
```

Beispiel: Ermitteln des Winkels zwischen zwei Vektoren. Der Winkel zwischen zwei Vektoren wird angegeben durch

$$angle = \cos^{-1}\left[\frac{\mathbf{V1}\cdot\mathbf{V2}}{|\mathbf{V1}|\ |\mathbf{V2}|}\right]$$

Berechnen Sie den Winkel zwischen den Vektoren [3 4 5] und [20 ∡30 ∡60]. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Rechteck- und der DEG-Modus eingestellt sind.)

Geben Sie beide Vektoren ein. (Beachten Sie die Umwandlung des Kugelmodus für die Eingabe des zweiten Vektor.)

3 (ENTER) 4 (ENTER) 5 (→)(3D)
(MTH) VECTR R∡∡
20 (ENTER) 30 (ENTER) 60 (→)(3D)

```
2: [ 7.07106781187 ∡5...
1:       [ 20 ∡30 ∡60 ]
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Berechnen Sie das Skalarprodukt.

DOT

```
1:                129.641016151
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Holen Sie die Vektoren in den Stack zurück.

(→)(LAST ARG)

```
3:                129.641016151
2: [ 7.07106781187 ∡5...
1:       [ 20 ∡30 ∡60 ]
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Drücken Sie ABS, um die Länge für jeden Vektor zu ermitteln.

ABS (←)(SWAP) ABS

```
3:                129.641016151
2:                           20
1:          7.07106781187
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Multiplizieren Sie die Längen, und dividieren Sie das Skalarprodukt durch das Ergebnis.

(×)(÷)

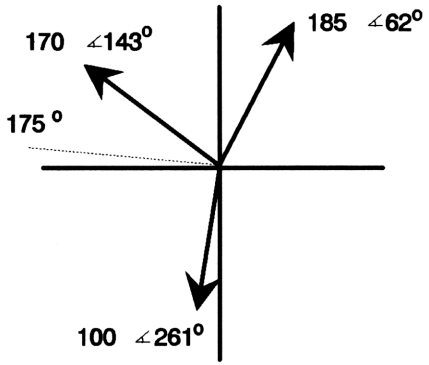
```
1:                .916700416405
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Verwenden Sie ACOS, um den Winkel zu ermitteln.

(←)(ACOS)

```
1:                23.5516253446
XYZ R∡Z R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Beispiel: Ermitteln des Komponenten in einer Richtung. Das folgende Diagramm stellt drei 2D Vektoren dar. Ermitteln Sie ihre Summe, und verwenden Sie DOT, um die 175° Komponente zu berechnen. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der DEG-Modus eingestellt ist.)



Stellen Sie den Polarmodus ein (in diesem Fall den Zylindermodus), und dann geben Sie die drei Vektoren ein:

(MTH) VECTR R∡Z
170 (ENTER) 143 (↰)(2D)
185 (ENTER) 62 (↰)(2D)
100 (ENTER) 261 (↰)(2D)

```
3:          [ 170 ∡143 ]
2:           [ 185 ∡62 ]
1:          [ 100 ∡-99 ]
XYZ R∡Z ▪ R∡Z CROSS DOT ABS
```

Addieren Sie diese.

(+)(+)

```
1: [ 178.937160532
   ∡111.148894255 ]
XYZ R∡Z ▪ R∡Z CROSS DOT ABS
```

Geben Sie den Vektor der Maßeinheit von 175° ein.

1 (ENTER) 175 (↰)(2D)

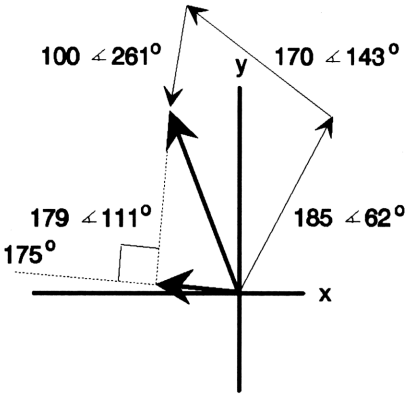
```
2: [ 178.937160532 ∡1…
1:              [ 1 ∡175 ]
XYZ R∡Z ▪ R∡Z CROSS DOT ABS
```

Ermitteln Sie das Skalar für die Länge der resultierenden Kraft entlang der 175° Linie.

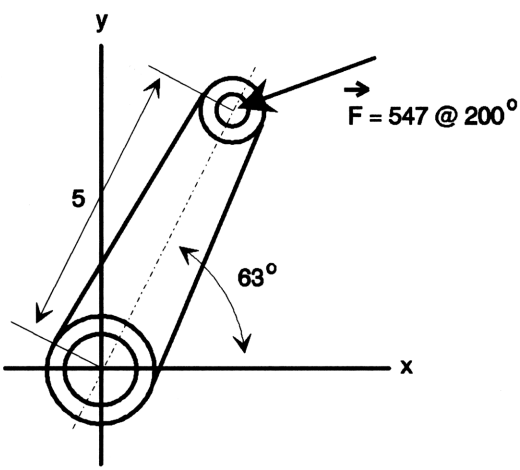
DOT

```
1:          78.8585649505
XYZ R∡Z ▪ R∡Z CROSS DOT ABS
```

Diese Darstellung zeigt, wie man Vektoren addiert, und sie dann in eine gegebene Richtung löst.



Beispiel: Vektorenkreuzprodukte bilden. Für die unten dargestellte Kurbel ermitteln Sie das Moment im Nullpunkt, und ermitteln Sie die Kraft, die entlang der Kurbelaxe wirkt.



Das Moment wird berechnet, indem man das Kreuzprodukt aus den Vektoren des Radius der Kurbel und der Kraft bildet. Um das Kreuzprodukt zu bilden, geben Sie die Vektoren in der gleichen Reihenfolge ein, wie sie in der Formel für das Kreuzprodukt

erscheinen: $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der DEG-Modus eingestellt ist.)

Stellen Sie den Polarmodus ein, und geben Sie die Vektoren für Radius und Kraft ein.

12

(MTH) VECTR R∡∡
5 (ENTER) 63 (←)(2D)
547 (ENTER) 200 (←)(2D)

```
2:                [ 5 ∡63 ]
1:            [ 547 ∡-160 ]
 XYZ  R∡Z  R∡∡■ CROSS DOT ABS
```

Berechnen Sie das Kreuzprodukt. (Beachten Sie, daß das Ergebnis ein dreidimensionaler Vektor ist.)

CROSS

```
1: [ 1865.26551477 ∡0
   ∡0 ]
 XYZ  R∡Z  R∡∡■ CROSS DOT ABS
```

Man erwartet, daß dieser dreidimensionale Vektor positiv ist und parallel zu der z-Achse liegt. Dies kann durch Kontrolle mit Hilfe der Rechte-Hand-Regel überprüft werden. Schalten Sie in den Rechteckmodus um, damit die Überprüfung vereinfacht wird.

(→)(POLAR)

```
1: [ 0 0 1865.26551477
   ]
 XYZ■ R∡Z  R∡∡ CROSS DOT ABS
```

Rufen Sie nun die ursprünglichen Vektoren in den Stack zurück, und schalten Sie in den Polarmodus um.

(→)(LAST ARG)(→)(POLAR)

```
3: [ 1865.26551477 ∡0…
2:                [ 5 ∡63 ]
1:            [ 547 ∡-160 ]
 XYZ  R∡Z  R∡∡■ CROSS DOT ABS
```

Kopieren Sie den Radius, und dividieren Sie das Ergebnis durch seine Länge, um den Vektor der Maßeinheit zu erhalten.

(▶)(ENTER) ABS (÷)

```
3: [ 1865.26551477 ∡0…
2:            [ 547 ∡-160 ]
1:                 [ 1 ∡63 ]
 XYZ  R∡Z  R∡∡■ CROSS DOT ABS
```

Berechnen Sie das Skalarprodukt, um den Betrag der Kraft entlang der Kurbel zu erhalten.

DOT

```
2: [ 1865.26551477 ∡0…
1:        -400.050474786
 XYZ  R∡Z  R∡∡■ CROSS DOT ABS
```

Der negative Betrag zeigt an, daß die Kraft entgegengesetzt der Richtung des Einheitsvektors der Kurbel wirkt. (Beachten Sie das nächste Beispiel.)

Beispiel: Fortsetzung. Um dieses Beispiel ein wenig abzuwandeln, nehmen Sie an, der Kraftvektor läge nicht in der gleichen Ebene wie die Kurbel. Wenn die Kraft [547 ∡200 ∡87] beträgt (der Kraftvektor also aus dem Papier herausragt und mit ihm einen bescheidenen Winkel von 3° bildet), wie groß sind dann das Moment, die Kraft, die entlang der Achse der Kurbel wirkt, und die Schubkraft entlang der z-Achse.

Geben Sie die Radius- und Kraftvektoren ein. (Stellen Sie den Zylindermodus mit z-Wert von 0 für den Vektor des Radius, und stellen Sie den Kugelmodus für die Kraft ein.)

R∡Z
5 (ENTER) 63 (ENTER) 0 (→)(3D)
R∡∡
547 (ENTER) 200 (ENTER) 87 (→)(3D)

```
2:        [ 5 ∡63 ∡90 ]
1:   [ 547 ∡-160 ∡87 ]
XYZ | R∡Z | R∡∡ | CROSS | DOT | ABS
```

Berechnen Sie das Kreuzprodukt.

CROSS

```
1: [ 1868.20084977
   ∡-27 ∡4.39422603566
   ]
XYZ | R∡Z | R∡∡ | CROSS | DOT | ABS
```

Diesmal liegt das resultierende Moment nicht genau entlang der z-Achse. Schalten Sie in Rechteckmodus um, und schauen Sie sich die Komponente in Richtung der z-Achse an. (Das effektive Moment entlang der Kurbel hat einen Betrag von fast 1863.)

XYZ

```
1: [ 127.537640594
   -64.9836736511
   1862.70923321 ]
XYZ | R∡Z | R∡∡ | CROSS | DOT | ABS
```

Schreiben Sie nun die ursprünglichen Vektoren in den Stack zurück. Beachten Sie, daß das Berechnungsproblem der Schubkraft durch die Umstellung in den Rechteckmodus gelöst wurde. (Die Schubkraft (die z-Komponente des Vektors) beträgt etwa 28,6. Beachten Sie, daß sie positiv ist, und daß sie ebenso wie der Kraftvektor aus dem Papier herausragt. Der gleiche Wert hätte mit einem allgemeinen Ansatz durch Berechnen des Skalarproduktes für den Einheitsvektor der z-Achse [0 0 1] und dem Kraftvektor berechnet werden können.)

(→) (LAST ARG)

```
2: [ 2.2699524987 4.4…
1: [ -513.307428175
   -186.828624883
   28.6277680649 ]
XYZ■ R▲Z R▲▲ CROSS DOT ABS
```

Berechnen Sie nun die Kraft entlang der Kurbel.

(▶) (ENTER)
ABS (÷) DOT

```
2: [ 127.537640594 -6…
1:        -399.502219513
XYZ■ R▲Z R▲▲ CROSS DOT ABS
```

Weitere Befehle für Vektoren

Die folgenden Befehle interpretieren ihre Argumente und liefern Ergebnisse, die mit dem aktuellen Koordinatenmodus übereinstimmen. Sie befinden sich auf Seite 2 des MTH VECTR Menüs ((MTH) VECTR (NXT)).

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
V→ Zerlegt einen Vektor (oder eine komplexe Zahl) in die Komponenten nach dem aktuellen Koordinatenmodus. Diese Beispiele setzen voraus, daß der DEG-Modus eingestellt ist.	1: [8 9] 1: [5 ∡90 3]	2: 8 1: 9 3: 5 2: 90 1: 3
→V2 Wenn das Flag −19 gelöscht ist, setzt der Befehl zwei reelle Zahlen in einen zweidimensionalen Vektor nach dem aktuellen Koordinatenmodus. Das Beispiel setzt voraus, daß der Polar- und der DEG-Modus eingestellt sind.	2: 2 1: 20	1: [2 ∡20]
→V3 Setzt drei reelle Zahlen in einen dreidimensionalen Vektor nach dem aktuellen Koordinatenmodus zusammen. Das Beispiel setzt voraus, daß der Kugel- und der DEG-Modus eingestellt sind.	3: 2 2: 20 1: 5	1:[2 ∡20 ∡5]

Weitere Befehle zum Bearbeiten von Vektoren sind →ARRY, GET, GETI, OBJ→, PUT, und PUTI. Diese werden in der Tabelle unter "Befehle die Objekte verarbeiten" auf Seite 4-12 behandelt.

Zwischen komplexen Zahlen oder Vektoren wählen

Komplexe Zahlen und zweidimensionale Vektoren können in vielerlei Hinsicht ähnlich sein. Manchmal könnte es schwierig sein, den besseren Objekttyp für ein gebenes Problem zu wählen (und manchmal würden beide Typen funktionieren).

Lesen Sie dazu "Zwischen komplexen Zahlen oder Vektoren wählen" auf Seite 11-13 als Vergleich und Beispiel.

13

Umgang mit Maßeinheiten

Der UNITS-Katalog enthält 147 Maßeinheiten, die mit reellen Zahlen zu *Objekten mit Einheiten* zusammengesetzt werden können. Mit UNITS haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Einheiten umrechnen: Zum Beispiel können Sie das Objekt mit Einheiten `10_ft` zu `120_in` oder `3.048_m` umwandeln.
- Einheiten zerlegen: Zum Beispiel können Sie `20_W` in Bezug auf `1_N` und erhalten `20_N*m/s`.
- Berechnen mit Einheiten. Zum Beispiel können Sie `10_ft/s` zu `10_mph` addieren und `24.67_ft/s` erhalten.

Überblick über UNITS

UNITS besteht aus zwei Menüs:

- Das UNITS Katalogmenü ((↰)(UNITS)). Es enthält alle HP 48 Einheiten, die nach Themen geordnet sind. Sie können das UNITS Katalogmenü gebrauchen, um Objekte mit Einheiten zu erzeugen, und diese zwischen verwandten Einheiten im Katalog umzuwandeln.
- Das UNITS Befehlsmenü ((↱)(UNITS)): Es enthält Befehle zum Umwandeln von Einheiten und andere Verwendungen für Objekte mit Einheiten.

UNITS und Objekte mit Einheiten

UNITS stützt sich auf das internationale Einheitssystem (SI). Das internationale System geht von sieben *Basiseinheiten* aus: m (Meter), kg (Kilogramm), s (Sekunde), A (Ampere), K (kelvin), cd (Candela) und mol (Mol). Das UNITS Katalogmenü enthält die sieben Basiseinheiten und 141 *zusammengesetzte* Einheiten, die von den Basiseinheiten abgeleitet sind. Zum Beispiel ist in (Zoll) 0,0254 m und Fdy (Farad) ist 96487 A*s.

Ein *Objekt mit Einheiten* hat zwei Teile: eine *Zahl* (eine reelle Zahl) und einen *Ausdruck für die Einheit* (eine einzelne Einheit oder zusammengesetze Einheiten). Die beiden Teile werden durch das Zeichen _ verbunden; z.B. sind 2_in (2 Zoll), X*1_N (*X* Newton) und 8.303_gal/h (8,303 amerikanische Gallonen pro Stunde) Objekte mit Einheiten. Wie andere Objekttypen kann ein Objekt mit Einheiten in den Stack geschrieben oder in einer Variablen gespeichert werden und dann in algebraischen Ausdrücken und Programmen verwendet werden.

Wenn Sie eine *Einheitenumrechnung* durchführen, ersetzt der HP 48 den alten Einheitenausdruck mit einem neuen Einheitenausdruck (den Sie bestimmen), und multipliziert die Zahl automatisch mit dem entsprechenden Umrechnungsfaktor.

Das UNITS Katalogmenü

Das UNITS Katalogmenü ([←] [UNITS]) zeigt ein dreiseitiges Menü von Tasten für "Sachgebiete" , wovon jede, wenn Sie diese drücken, ein Untermenü von verwandten Einheiten anzeigt. Zum Beispiel zeigt [←] [UNITS] [NXT] PRESS ein zweiseitiges Menü von Maßeinheiten für Luftdruck.

Die einzelnen Tasten eines jeden Untermenüs funktionieren anders als normale Menütasten. Das wird in diesem Kapitel beschrieben. Im Direkteingabemodus geschieht folgendes, wenn Sie einen der angegebenen Tasten drücken:

- Nicht umgeschaltete Taste: Der HP 48 *erzeugt* ein Objekt mit Einheit, das der Taste entspricht. (Im algebraischen oder Programmeingabe-Modus dient die nicht-umgeschaltete Taste als Schreibhilfe, die den entsprechenden Namen der Einheit in die Befehlszeile schreibt.)

- Die links umgeschaltete Taste: Der HP 48 *wandelt* das Objekt mit Einheiten in der Befehlszeile oder Stackebene 1 in die entsprechende Einheit um.
- Die rechts umgeschaltete Taste: Der HP 48 *dividiert durch* die entsprechende Einheit. Das hilft Ihnen, Ausdrücke mit Einheiten im Nenner herzustellen.

Die Verwendung des UNITS Katalogmenüs wird noch genauer in diesem Kapitel beschrieben.

Objekte mit Einheiten erzeugen

Das UNITS Katalogmenü bietet eine einfache Methode zum Erzeugen von Objekten mit Einheiten.

Wie man ein Objekt mit Einheiten im Stack erzeugt:

1. Tippen Sie den numerischen Teil des Objekts mit Einheit ein.
2. Drücken Sie ◀ (UNITS), und wählen Sie das Untermenü, das die gewünschte Einheit enthält.
3. Drücken Sie die entsprechende Menütaste. (Falls Sie den *Kehrwert* der Einheit wollen, drücken Sie ▶ und die Menütaste.)
4. Bei zusammengesetzten Einheiten wiederholen Sie Schritte 2 bis 4 für jede einzelne Einheit in dem Ausdruck mit Einheiten.

Wenn Sie eine Menütaste in dem UNITS Katalogmenü drücken, gibt der HP 48 zuerst ein entsprechendes Objekt mit Einheiten in den Stack mit dem numerischen Wert 1 ein. Dann, im Falle einer nicht-umgeschalteten Taste, führt er * (eine Multiplikation) aus. Im Falle einer rechts-umgeschalteten Taste führt er / (eine Division) aus.

Beispiel: Erzeugen Sie ein Objekt mit Einheit `3.5_ft^3`.

Wählen Sie das VOL Untermenü im UNITS Katalogmenü.

◀ (UNITS) VOL

Tippen Sie die Zahl ein, und dann fügen Sie die Einheit hinzu.

3.5 FT^3

Beispiel: Erzeugen Sie das Objekt mit Einheiten 32_kg*m^2/s^2.

Tippen Sie die Zahl ein, und fügen Sie die erste Einheit hinzu.

32 [←][UNITS] MASS KG

```
1:                    32_kg
KG | G | LB | OZ | SLUG | LBT
```

Fügen Sie die zweite Einheit hinzu.

13

[←][UNITS] AREA M^2

```
1:                 32_kg*m^2
M^2 | CM^2 | B | YD^2 | FT^2 | IN^2
```

Fügen Sie die Einheiten im Nenner hinzu.

[←][UNITS] TIME
[→] S [→] S

```
1:              32_kg*m^2/s^2
YR | D | H | MIN | S | HZ
```

Wie man ein Objekt mit Einheiten in der Befehlszeile erzeugt:

1. Tippen Sie die Zahl ein.
2. Tippen Sie das Zeichen _ ein (oder drücken Sie [→][_]). Das stellt den algebraischen Eingabemodus ein.
3. Tippen Sie den Einheitenausdruck wie einem algebraischen Ausdruck ein:
   - Um den Einheitennamen einzutippen, drücken Sie entweder die entsprechende Menütaste oder schreiben Sie den Einheitennamen aus.
   - Um zusammengesetzte Einheiten zu erzeugen, drücken Sie [×], [÷], [y^x] und [←][( )] wie notwendig.

Beachten Sie, daß der Taschenrechner bei Einheitennamen einen Unterschied macht, ob sie mit Klein- oder Großbuchstaben getippt sind. Zum Beispiel muß Hz (Hertz) mit dem Großbuchstaben H und Kleinbuchstaben z eingtippt werden. (Um sie besser lesen zu können, sind alle Buchstaben der Menütasten großgeschrieben. Verwechseln Sie nicht die Menütastendarstellung einer Einheit mit deren eigenen Namen.)

Sie können Objekte mit Einheiten erzeugen, indem Sie die Namen der Objekte mit Einheiten ausschreiben, so daß Sie nicht immer zwischen dem Untermenü und dem UNITS Katalogmenü hin- und herschalten müssen. Sie werden jedoch feststellen, daß insgesamt weniger Tastendrücke erforderlich sind, wenn Sie mit Untermenüs arbeiten und die Menütasten verwenden. Außerdem werden hierdurch

Fehler durch falsche Schreibweise oder falsche Verwendung von Groß- oder Kleinbuchstaben vermieden.

Beispiel: Erzeugen Sie das Objekt mit Einheiten `8_Btu/(ft^2*h*°F)` in der Befehlszeile.

Tippen Sie die Zahl und das Zeichen _ ein. Dann tippen Sie den Einheitenausdruck mit Alphazeichen ein. (Um ° zu tippen, drücken Sie [α] [→] [6].) Dann geben Sie das Objekt mit Einheiten ein.

8 [→] [_]
Btu [÷] [←] [( )] ft [y^x] 2
[×] h [×] °F
[ENTER]

Wie man ein Objekt mit Einheiten mit dem EquationWriter erzeugt:

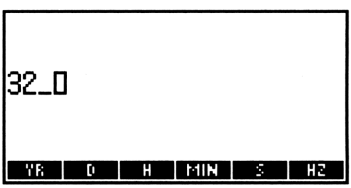
1. Drücken Sie [←] [EQUATION].
2. Geben Sie die Zahl ein, und drücken Sie [→] [_]. Dann geben Sie den Einheitenausdruck in der Notation des EquationWriters ein.
3. Drücken Sie [ENTER].

Der EquationWriter läßt Sie algebraische Objekte erzeugen, die Objekte mit Einheiten enthalten. Er zeigt Ihnen den Einheitenausdruck, wie Sie ihn auf Papier schreiben würden. Kehreinheiten werden im Bruchformat dargestellt, und Exponenten werden hochgeschrieben angezeigt. (Lesen Sie dazu "Gleichungen eingeben " auf Seite 16-5, um Genaueres über den Gebrauch des EquationWriters und Objekte mit Einheiten zu erfahren.)

Beispiel: Benutzen Sie den EquationWriter, um das Objekt mit Einheiten `32 W/m^2*°C` zu erzeugen. (Dieser Vorgang wird auf Seite 16-10 erläutert.)

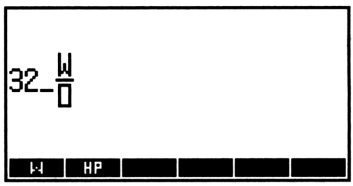
Wählen Sie den EquationWriter. Tippen Sie die Zahl ein, und beginnen Sie den Einheitenausdruck.

[←] [EQUATION]
32 [→] [_]



Tippen Sie den Zähler des Einheitenausdrucks ein.

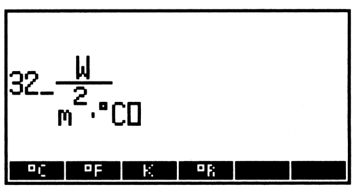
(▲) (↰)(UNITS) (NXT) POWR
W (▶)



13

Tippen Sie den Nenner ein.

(↰)(UNITS) AREA M^2 (▶)
(↰)(UNITS) (NXT) TEMP °C



Schreiben Sie das Objekt mit Einheiten in den Stack

(ENTER)

Wie man sich das Objekt mit Einheiten mit dem EquationWriter ansieht:

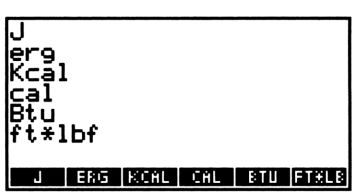
- Drücken Sie (▼), während das Objekt in Ebene 1 ist.

Wie man die korrekte Schreibweise für die Einheit überprüft:

1. Drücken Sie (↰)(UNITS), und wählen Sie die entsprechende Seite im Menü.
2. Drücken Sie (↰)(REVIEW). In einer temporären Anzeige werden dann alle Einheiten dieser Menüseite aufgelistet.
3. Drücken Sie (ATTN), um in den Stack umzuschalten.

Beispiel: Überprüfen Sie die korrekte Schreibweise der zur Taste FT*LB gehörenden Einheit, indem Sie das UNITS ENRG Untermenü wählen.

(↰)(UNITS) (NXT) ENRG
(↰)(REVIEW)



Drücken Sie [ATTN], um in die Stackanzeige umzuschalten.

Operatoren innerhalb der Objekte mit Einheiten beachten arithmetische Prioritäten.

1. ( ) (höchste Priorität).
2. ^.
3. * und /.

Zum Beispiel ist 7_m/s^2, 7 Meter pro Quadratsekunde und 7_(m/s)^2 ist 7 Quadratmeter pro Quadratsekunde.

Auch können Sie Vorzeichen vor einer Einheit eintippen. Vorzeichen der Einheiten sind Buchstaben, die die Zehnerpotenz angeben. Zum Beispiel bedeutet mA "Milliampere" (amp × 10^{-3}). Die nachfolgende Tabelle listet alle zugelassenen Vorzeichen auf. (Um µ zu tippen, drücken Sie [α] [→] N.)

Vorzeichen für Einheiten

Vorzeichen	Name	Exponent	Vorzeichen	Name	Exponent
E	Exa	+18	d	Dezi	−1
P	Peta	+15	c	Zenti	−2
T	Tera	+12	m	Milli	−3
G	Giga	+9	µ	Mikro	−6
M	Mega	+6	n	Nano	−9
k *or* K	Kilo	+3	p	Pico	−12
h *or* H	Hekto	+2	f	Femto	−15
D	Deka	+1	a	Atto	−18

Die meisten Vorzeichen, die vom HP 48 verwendet werden, entsprechen der SI Schreibweise mit einer Ausnahme: "Deka" ist "D" in in der HP 48 und "da" in der SI Schreibweise.

Hinweis

Sie können keine Vorzeichen mit eingebauten Einheiten benutzen, wenn die resultierende Einheit mit einer anderen eingebauten Einheit identisch ist. Zum Beispiel können Sie nicht `min` benutzen, um Millizoll auszudrücken, da `min` eine eingebaute Einheit ist, die "Minuten" anzeigt. Weitere mögliche Kombinationen, die eingebauten Einheiten entsprechen, sind `Pa`, `da`, `cd`, `ph`, `flam`, `nmi`, `mph`, `kph`, `ct`, `pt`, `ft`, `au` und `cu`.

Objekte mit Einheiten innerhalb algebraischer Objekte verwenden

Objekte mit Einheiten sind in algebraischen Objekten zugelassen. Sie geben diese genau so ein, wie Sie diese in die Befehlszeile eingeben. Außdem läßt die Befehlszeile symbolische Zahlen anstatt reeller Zahlen zu. Bei der Eingabe in den Stack wird `'Y_ft'` zum Beispiel in `Y*1_ft` umgewandelt.

+ und − sind für die Zahl gestattet. Jedoch hat das Zeichen _ Priorität über + und −. So gibt `'(4+5)_ft' EVAL 9_ft` aus, aber `'4+5_ft' EVAL` gibt die Fehlermeldung `+ Error aus: Inconsistent Units` aus.

Einheiten umwandeln

Objekt mit Einheiten können zu anderen Einheiten mit vier verschiedenen Methoden umgewandelt werden:

- Das UNITS Katalogmenü. Wandelt nur in eingebaute Einheiten um.
- Der CONVERT Befehl. Wandelt in alle Einheiten um.
- Das CST (custom) Menü. Wandelt in alle Einheiten um, die schon aufgesetzt sind.
- Der UBASE (Basiseinheiten) Befehl. Wandelt nur in SI Basiseinheiten um.

Falls Sie mit Temperatureinheiten arbeiten, lesen Sie dazu “Mit Temperatureneinheiten arbeiten” auf Seite 13-19.

Das UNITS Katalogmenü verwenden

Das UNITS-Katalogmenü erlaubt Ihnen, Objekte mit Einheiten in der Ebene 1 des Stacks in jede andere Ebene umzuwandeln, wenn diese hinsichtlich der Dimension mit der Einheit aus dem Menü vereinbar sind.

Wie man Einheiten in eine eingebaute Einheit umwandelt:

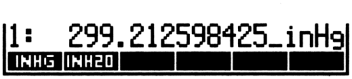
1. Geben Sie das Objekt mit Einheiten mit den ursprünglichen Einheiten ein.
2. Drücken Sie ◀ (UNITS), und wählen Sie das Sachmenü, das die gewünschte Einheit enthält.
3. Drücken Sie ◀ und die Menütaste für die gewünschte Einheit.

Beispiel: Wandeln Sie 10_atm (Atmosphären) in inHg (Zoll Quecksilbersäule) um. Erzeugen Sie das Objekt mit Einheiten 10_atm zuerst.

◀ (UNITS)
(NXT) PRESS
10 ATM

Wandeln Sie in Zoll Quecksilbersäule um.

(NXT) ◀ INHG

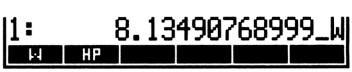


Beispiel: Wandeln Sie 6_ft*lbf/s in W (Watt) um. Zuerst geben Sie das Objekt mit Einheiten ein.

6 ▶ _ ◀ (UNITS) (NXT)
ENRG FT*LB
◀ (UNITS) TIME ▶ S

Wählen Sie das POWR Untermenü, und wandeln Sie in Watt um.

◀ (UNITS) (NXT) POWR
◀ W



Mit CONVERT umwandeln

Sie können den CONVERT Befehl benutzen, um *alle* Umwandlungen zwischen Einheitenausdrücken durchzuführen, die hinsichtlich der Dimension vereinbar sind.

13

Wie man in irgendeine Einheit umwandelt:

1. Geben Sie ein Objekt mit Einheit mit den ursprünglichen Einheiten ein.
2. Geben Sie irgendeine Zahl ein (wie etwa 1), und fügen Sie die von Ihnen gewollten Einheiten hinzu, in die Sie diese umwandeln.
3. Drücken Sie (→)(UNITS) CONV.

CONVERT wandelt das in Ebene 2 geschriebene Objekt mit Einheiten um, indem Einheiten von dem in Ebene 1 geschriebenen Objekt verwendet werden. Der numerische Teil des in Ebene 1 geschriebenen Objekt mit Einheiten wird ignoriert.

Beispiel: Wandle 12_cm^3/min (Zentimeter pro Minute) in 1/60 min (Liter pro Stunde) um. Da 1/60 min sich nicht im UNITS-Katalogmenü befindet, können sie CONVERT zur Umwandlung verwenden.

Geben Sie das Objekt mit Einheiten ein.

12 (←)(UNITS) VOL FT^3
(←)(UNITS) TIME (→) MIN

```
1:                12_ft^3/min
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Schreiben Sie den neuen Einheitenausdruck in den Stack, indem Sie ihn der Zahl 1 hinzugefügen. (Die Zahl wird ignoriert.)

1 (→)(LAST MENU)(NXT) QT
(→)(LAST MENU)(→) H

```
2:                12_ft^3/min
1:                      1_qt/h
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Führen Sie die Umwandlung aus.

(→)(UNITS) CONV

```
1:  21543.8961039_qt/h
CONV UBASE UVAL UFACT →UNIT
```

(Beachten Sie die Verwendung von (LAST MENU), womit das Hauptmenü des UNITS Katalogs umgangen und direkt das vorhergehende Untermenü gewählt wird.)

Umwandeln im CST Menü

Wenn Sie eine bestimmte Einheitenumrechnung häufiger durchführen, dürfte es für Sie bequemer sein, diese Umwandlung im CST Menü vorzunehmen, besonders wenn Einheitenausdrücke sich nicht im UNITS Katalogmenü befinden.

Wie man das CST Menü für Einheitenoperationen einstellt:

- Schreiben Sie ein Objekt mit Einheiten mit den gewünschten Einheiten in die CST Menüliste. Der numerische Teil des Objekts wird ignoriert. (Lesen Sie dazu "Benutzermenüs aufstellen" auf Seite 15-1.)

Einheitentasten in dem CST Menü funktionieren wie die Tasten in den UNITS Menüs.

Wie man Einheiten von dem CST Menü aus eingibt:

- Drücken Sie [CST] und die Menütaste für die gewünschte Einheit. (Falls Sie den *Kehrwert* der Einheit erhalten wollen, drücken Sie [→] und die Menütaste.)

Wie man Einheiten zu CST Menüeinheiten umwandelt:

1. Geben Sie das Objekt mit Einheiten mit den ursprünglichen Einheiten ein.
2. Drücken Sie [CST].
3. Drücken Sie [←] und die Menütaste der gewünschten Einheit.

Beispiel: Nehmen Sie an, daß Sie öfters Einheitenumwandlungen zwischen 'kg/m^3" (Kilogramm pro Kubikmeter) und `lb/ft^3` (Pfund pro Kubikfuß) vornehmen. Schreiben Sie diese Einheitenausdrücke in das CST Menü. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß sich keine anderen Eingaben auf der CST Menüliste befinden.)

Bilden Sie eine Liste, die zwei Objekte mit Einheiten enthält. (Wenn Sie ◀{}} verwenden, schaltet der HP 48 in den Programmeingabemodus um, so daß Sie die Zeichen _ und / eintippen müssen.)

◀{}}
1 ▶_ ◀UNITS MASS KG
÷ ◀UNITS VOL M^3 SPC
1 ▶_ ▶LAST MENU LB ÷
▶LAST MENU FT^3 ENTER

```
1: { 1_kg/m^3 1_lb/ft^
   3 }
M^3 ST CM^3 YD^3 FT^3 IN^3
```

13

Speichern Sie die Liste in der Variablen *CST*, und lassen Sie sich das CST Menü anzeigen. (Dieser Vorgang wird auf Seite 15-1 beschrieben.)

▶MODES MENU

```
KG/M LB/FT
```

Jetzt wandeln Sie `10_lb/ft^3` in `kg/m^3` um. Geben Sie das Einheitenobjekt ein.

10 LB/FT

```
1:                10_lb/ft^3
KG/M LB/FT
```

Wandeln Sie in Kilogramm pro Kubikmeter um.

◀KG/M

```
1: 160.18463374_kg/m^3
KG/M LB/FT
```

Mit UBASE (bei SI Basiseinheiten) umwandeln

Der UBASE Befehl wandelt zusammengesetzte Einheiten in die entsprechenden SI Basiseinheiten um.

Wie man Einheiten in SI Basiseinheiten umwandelt:

1. Geben Sie das Objekt mit Einheiten mit den ursprünglichen Einheiten ein.
2. Drücken Sie ▶UNITS UBASE.

Beispiel: Wandeln Sie `8.3_Pa` (Pascal) in SI Basiseinheiten umwandeln.

◀UNITS NXT PRESS
8.3 PA
▶UNITS UBASE

```
1:          8.3_kg/(m*s^2)
CONV UBASE UVAL UFACT →UNIT
```

Beispiel: Wandeln Sie 30_knot in SI Basiseinheiten um.

(←)(UNITS) SPEED
30 KNOT
(→)(UNITS) UBASE

```
1:    15.4333333333_m/s
CONV UBASE UVAL UFACT →UNIT
```


Dimensionslose Winkel mit Einheiten umwandeln

Winkel in der Ebene und im Raum sind *dimensionslos*. Sie können die folgenden dimensionslosen Einheiten als Konstanten in Ihren Einheitenausdrücken benutzen; der HP 48 kann jedoch deren Vereinbarkeit hinsichtlich der Dimension nicht überprüfen.

Dimensionslose Einheit	Einheitenname	Wert
Winkelminuten	arcmin	$^1/_{21600}$ des Einheitenkreises
Winkelsekunden	arcs	$^1/_{1296000}$ des Einheitenkreises
Grad	°	$^1/_{360}$ des Einheitenkreises
Gon	grad	$^1/_{400}$ des Einheitenkreises
Radiant	r	$^1/_{2\pi}$ des Einheitenkreises
Steradiant	sr	$^1/_{4\pi}$ der Einheitenkugel

Manche photometrische Einheiten werden mit Hilfe von Steradianten ausgedrückt. Diese Einheiten enthalten in ihrem numerischen Wert einen Faktor von $^1/_{4\pi}$. Da dieser Faktor dimensionslos ist, kann der HP 48 sein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein nicht überprüfen. In der folgenden Tabelle sind photometrische Einheiten danach sortiert, ob ihre Definition Steradiant enthält oder nicht.

Enthalten Steradiant	Enthalten keine Steradiant
Lumen (lm)	Candela (cd)
Lux (lx)	Footlambert (flam)
Phot (ph)	Lambert (lam)
Footcandle (fc)	Stilb (sb)

Wie man photometrische Einheiten umrechnet:

- Zur Umrechnung zwischen photometrischen Einheiten in der gleichen Spalte ist die Einheit sr *nicht* notwendig.
- Zur Umrechnung zwischen photometrischen Einheiten in verschiedenen Spalten dividieren Sie die Einheit in der linken Spalte durch sr oder multiplizieren Sie die Einheit in der rechten Spalte mit sr.

Einige Beispiele für vereinbare photometrische Einheiten:

- lm ist vereinbar mit cd*sr.
- fc/sr ist vereinbar mit flam.
- lm/sr*m^2 ist vereinbar mit lam.

Einheitenausdrücke ausklammern

Der UFACT Befehl klammert eine Einheit aus einem Einheitenausdruck aus. Der neue Ausdruck, der bei dem resultierenden Objekt steht, besteht dann aus der ausgeklammerten Einheit und den verbleibenden SI Basiseinheiten.

Wie man Einheiten aus einem Einheitenausdruck ausklammert:

1. Geben Sie das Objekt mit Einheiten mit den ursprünglichen Einheiten ein.
2. Geben Sie irgendeine Zahl ein (wie etwa 1), und fügen Sie die Einheiten hinzu, die Sie ausklammmern wollen.
3. Drücken Sie (→) (UNITS) UFACT.

UFACT klammert die Einheiten des Objekts in der Ebene 1 von den Einheiten des Objekts in Ebene 2 aus.

Beispiel: Zerlegen Sie 3.5_kg*m^2/s^2, so daß N (Newton) ausgeklammert wird. Zuerst geben Sie das Objekt mit Einheiten ein.

(←)(UNITS) MASS 3.5 KG
(←)(UNITS) AREA M^2
(←)(UNITS) TIME
(→) S (→) S

```
1:          3.5_kg*m^2/s^2
YR | D | H | MIN | S | M2
```


Geben Sie die Einheit ein, die ausgeklammert werden soll.

1 (←)(UNITS)(NXT) FORCE N

```
2:          3.5_kg*m^2/s^2
1:                     1_N
N | DYN | GF | KIP | LBF | PDL
```

Klammern Sie das Objekt mit Einheiten in Ebene 2 aus.

(→)(UNITS) UFACT

```
1:                 3.5_N*m
CONV | UBASE | UVAL | UFACT | *UNIT
```

Mit Einheiten rechnen

Der HP 48 läßt Sie viele arithmetische Operationen mit Objekt mit Einheiten ausführen genau wie mit reellen Zahlen:

- Additionen und Subtraktionen (nur mit Einheiten, die in der Dimension vereinbar sind).
- Multiplikationen und Divisionen.
- Inversionen.
- Potenzierungen.
- Prozentberechnungen (nur mit Einheiten, die in der Dimension vereinbar sind).
- Wertmäßige Vergleiche (nur mit Einheiten, die in der Dimension vereinbar sind).
- Trigonometrische Operationen (nur für Winkeleinheiten in der Ebene).

Einige weitere mathematische Operationen funktionieren nur mit dem numerischen Teil des Objekts mit Einheiten.

Wie man mit Einheitenobjekten rechnet:

1. Geben Sie das Objekt mit Einheiten ein.
2. Führen Sie die Befehle aus.

Einheiten werden beim Berechnen automatisch umgerechnet und zusammengesetzt. Bei bestimmten Operationen sind Einheiten notwendig, die in der Dimension vereinbar sind, z.B. Einheiten mit den gleichen physikalischen Dimensionen wie Länge und Dichte. Bei solchen Operationen werden Ergebnisse, die Einheiten enthalten, in die Einheiten des Objekts in Ebene 1 umgerechnet.

Temperatureneinheiten benötigen einen speziellen Hinweis: Lesen Sie dazu "Mit Temperatureneinheiten arbeiten" auf Seite 13-19.

Bei trigonometrischen Operationen SIN, COS und TAN mit Objekten mit Einheiten sind Einheiten mit *ebenen Winkeln* notwendig. Einheiten mit ebenen Winkeln sind Radiant (r), Grad (°), Gon (grad), Winkelminuten (arcmin) und Winkelsekunden (arcs). Das Ergebnis ist eine dimensionslose reelle Zahl.

Die folgenden Funktionen, die genauer unter "Andere Funktionen für reelle Zahlen" auf Seite 9-15 beschrieben werden, berechnen nur den numerischen Teil eines Objektes mit Einheiten. Jede Funktion gibt ein Einheitsobjekt aus, das den Einheitenausdruckteil des Arguments unverändert läßt:

ABS	FLOOR	IP	RND
CEIL	FP	NEG	TRNC

Die SIGN Funktion, die im gleichen Abschnitt beschrieben ist, gibt eine *Zahl* aus, die das Vorzeichen der Argumentzahl angibt: +1 für eine positive Zahl, −1 für eine negative Zahl, und 0 wenn die Zahl 0 ist.

Beispiel: Addition. Berechnen Sie die Summe von 0.4_lbf und 11.9_dyne. Zuerst geben Sie die Objekt mit Einheiten ein.

(←) (UNITS) (NXT) FORCE
0.4 LBF
11.9 DYN

Addieren Sie die Objekte mit Einheiten. Die Einheitenumrechnung wird automatisch durchgeführt.

(+)

```
1:      177940.76461_dyn
N | DYN | GF | KIP | LBF | POL
```

Beispiel: Subtraktion. Subtrahieren Sie 39_in von 4_ft.

(←)(UNITS) LENG
4 FT
39 IN
(−)

```
1:                  9_in
M | CM | MM | YD | FT | IN
```

Beispiel: Skalarmultiplikation und -division. Multiplizieren Sie 12_mph mit 10, und dann dividieren Sie durch 6.

(←)(UNITS) SPEED
12 MPH
10 (×) 6 (÷)

```
1:                 20_mph
M/S | CM/S | FT/S | KPH | MPH | KNOT
```

Beispiel: Einheitenmultiplikation und -division. Multiplizieren Sie 50_ft mit 45_ft, und dann dividieren Sie durch 3,2_d (Tage). Zuerst multiplizieren Sie die beiden Objekte mit Einheiten.

(←)(UNITS) LENG
50 FT
45 FT
(×)

```
1:             2250_ft^2
M | CM | MM | YD | FT | IN
```

Geben Sie das dritte Objekt mit Einheiten ein, und dividieren Sie.

(←)(UNITS) TIME
3.2 D
(÷)

```
1:        703.125_ft^2/d
YR | D | H | MIN | S | HZ
```

Beispiel: Inversion. Ermitteln Sie den Umkehrwert von `11.4_g*cm/s^2`.

11.4 ◀ (UNITS) MASS G
◀ (UNITS) LENG CM
◀ (UNITS) TIME
▶ S ▶ S
(1/x)

```
1:  8.77192982456E-2_s^
    2/(g*cm)
YR  D  H  MIN  S  HZ
```

13

Beispiel: Potenzierung. Erheben Sie `2_ft/s` in die sechste Potenz. Ziehen Sie die Quadratwurzel des Ergebnisses. Dann ziehen Sie die Kubikwurzel aus diesem Ergebnis.

Geben Sie das Objekt mit Einheiten ein, und erhöhen Sie das Objekt mit Einheiten in die sechste Potenz.

2 ◀ (UNITS) SPEED FT/S
6 (y^x)

```
1:                64_ft^6/s^6
M/S CM/S FT/S KPH MPH KNOT
```

Jetzt ziehen Sie die Quadratwurzel aus dem Ergebnis.

($\sqrt{x}$)

```
1:                 8_ft^3/s^3
M/S CM/S FT/S KPH MPH KNOT
```

Ziehen Sie dann die Kubikwurzel aus dem Ergebnis.

3 ▶ ($\sqrt[x]{y}$)

```
1:                     2_ft/s
M/S CM/S FT/S KPH MPH KNOT
```

Beispiel: Prozentberechnung. `4.2_cm^3` ist wieviel Prozent von `1_in^3`?

◀ (UNITS) VOL 1 IN^3
4.2 CM^3
(MTH) PARTS (NXT) %T

```
1:            25.6299725198
MIN MAX MOD  %  %CH  %T
```

Beispiel: Trigonometrie. Berechnen Sie den Sinus von 45°.

◀ (UNITS) (NXT) (NXT) ANGL
45 ° (SIN)

```
1:            .707106781187
°  R  GRAD MRCM MRCS  3R
```

Beispiel: Algebraische Berechnung. In algebraischer Syntax berechnen Sie den Tangens von 40 Grad.

[ ] [TAN] 40 [→] [_] GRAD
[EVAL]

```
1:          .726542528005
 °   R   GRAD  ARCMI  ARCS  3R
```


Mit Temperatureneinheiten arbeiten

Mit Temperatureneinheiten wird so wie mit anderen Einheiten gearbeitet. Es gibt eine *Ausnahme*: Sie müssen den Unterschied zwischen Temperatur*höhe* und Temperatur*unterschied* erkennen und erwarten. Zum Beispiel bedeutet eine Temperatur*höhe* von 0 °C "Frost," aber ein Temperatur*unterschied* von 0 °C bedeutet "keine Veränderung."

Wenn °C oder °F eine Temperatur*höhe* anzeigen, dann ist Temperatur eine Einheit mit additiven Konstanten: 0 °C = 273,15 K und 0 °F = 459,67 °R. Aber wenn °C oder °F einen Temperatur*unterschied* darstellen, dann ist Temperatur eine Einheit ohne additive Konstanten: 1 °C = 1 K und 1 °F = 1 °R.

Temperatureinheiten umrechnen

Umrechnungen zwischen den vier Temperaturskalen (K, °C, °F und °R) beinhalten sowohl additive Konstanten wie auch Faktoren. Die additiven Konstanten werden in eine Umrechnung *eingeschlossen*, wenn die Temperatureinheiten eigentliche Temperatur*höhen* darstellen. Sie werden *ignoriert*, wenn die Temperatureinheiten Temperatur*unterschiede* darstellen

- **Temperatureinheiten (Höhen) ohne Vorsätze.** Wenn beide Einheiten aus einer einzelnen Temperatureinheit ohne Exponenten und Vorsätze bestehen, führt das UNITS-Katalogmenü oder CONVERT eine *absolute* Temperaturskalenumrechnung mit allen additiven Konstanten durch.
- **Zusammengesetze Temperatureinheiten (Unterschiede).** Enthält einer der Ausdrücke einen Vorsatz, einen Exponenten oder irgendeine Einheit anders als eine Temperatureinheit, führt

CONVERT eine *relative* Temperaturumrechnung durch, welche additive Konstanten ignoriert.

Beispiel: Rechnen Sie 25_°C in °F um.

(←)(UNITS)(NXT) TEMP
25 °C (←) °F

```
1:                    77_°F
 °C  °F  K  °R
```

13

Beispiel: Rechnen Sie 20_°C/min in °F/s um. Zuerst erzeugen Sie das Objekt mit Einheiten 20_°C/min.

(←)(UNITS)(NXT) TEMP
20 °C
(←)(UNITS) TIME (→) MIN

```
1:                20_°C/min
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Geben Sie ein Objekt mit Einheiten ein, das die neuen Einheiten enthält.

(→)(LAST MENU) 1 °F
(→)(LAST MENU)(→) S

```
2:                20_°C/min
1:                  1_°F/s
 YR  D  H  MIN  S  HZ
```

Führen Sie die Umrechnung durch.

(→)(UNITS) CONV

```
1:                   .6_°F/s
 CONV UBASE UVAL UFACT +UNIT
```

Mit Temperatureinheiten rechnen

Temperatureinheiten werden automatisch umgerechnet und zusammengesetzt, während Berechnungen ausgeführt werden.

- **Vorsatzlose Temperatureinheiten (Höhen und Unterschiede).** Für die +, −, =, <, >, ≤, ≥, ==, ≠, %, %CH und %T Funktionen werden vorsatzlose Temperatureinheiten als Temperatur*höhen relativ zu absolut Null* für alle Temperaturskalen interpretiert. Vor der Kalkulation rechnet der HP 48 alle Celsius oder Fahrenheit Temperaturen in absolute Temperaturen um. (Dies könnte zu unerwarteten Ergebnissen führen, wenn die Temperatureinheiten eigentlich Temperaturunterschiede und nicht Temperaturhöhen darstellen, z.B. gibt 0_°C 0_°C + 273.15_°C aus, zweimal so weit von absolut Null wie 0 °C.)

Bei anderen Funktionen werden vorsatzlose Temperatureinheiten wie Temperaturen*unterschiede* interpretiert. Sie werden nicht vor der Kalkulation umgerechnet.

- **Zusammengesetzte Temperatureinheiten (Unterschiede).** Temperatureinheiten mit Vorsätzen, Exponenten oder anderen Einheiten werden als Temperatur*unterschiede* interpretiert. Sie werden vor der Kalkulation nicht umgerechnet.

Um einen Temperaturunterschied für eine der oben aufgelisteten sechs Funktionen einzugeben, benutzen Sie absolute Einheiten (K oder °R). Zum Beispiel können Sie den Unterschied 2 °C as 2_K eingeben.

Um das Ergebnis einer dieser Funktionen als Temperaturunterschied zu interpretieren, wandeln Sie das Ergebnis in absolute Einheiten (K oder °R) um, z.B. ein umgewandeltes Ergebnis von 2_K bedeutet einen Temperaturunterschied von 2 K or 2 °C.

Beispiel: Stellen Sie fest, ob 12 °C höher ist als 52 °F. (Der > Befehl interpretiert Temperaturen als Höhen.) Das Ergebnis zeigt, daß der Test richtig ist (12 °C ist 53,6 °F).

(←) (UNITS) (NXT) TEMP
12 °C
52 °F
(PRG) TEST (NXT) >

Beispiel: Berechnen Sie den Temperaturwechsel von 29 °C zu 17 °C. (Wandeln sie den resultierenden Wechsel in absolute Einheiten um.)

(←) (UNITS) (NXT) TEMP
17 °C 29 °C (−)
(←) K

Beispiel: Berechnen Sie die letzte Temperatur für eine Erhöhung von 18 °F über die aktuelle Temperatur von 74 °F. (Geben Sie die Erhöhung in absoluten Einheiten ein.)

18 °R 74 °F (+)

Beispiel: Bei einem Koeffizienten mit linearer Ausdehnung α von 20×10^{-6} 1/°C und einem Temperaturwechsel ΔT von 44 °C, berechnen Sie den dezimalen Wechsel der Länge gegeben durch $\alpha\,\Delta$T. (Der × Befehl interpretiert Temperaturen als Unterschiede.)

20 [EEX] [+/–] 6 [→] °C
44 °C [×]

```
1:                .00088
°C  °F  K  °R
```

13

Beispiel: Die Zustandsgleichung für ideale Gase lautet $PV = nRT$. P ist der Druck des Gases (in Atmosphären). V ist das Volumen des Gases (in Liter). n ist die Gasmenge (in Mol). R ist die Gaskonstante für ideale Gase (0,082057 Liter-Atmosphären/Kelvin-Mol). T ist die Temperatur des Gases (in Kelvin).

Unter der Voraussetzung des Benehmens von idealem Gas berechnen Sie den Druck, der von 0,305 mol Sauerstoff in 0,950 Liter bei 150 °C ausgeübt wird.

Zuerst geben Sie die Temperatur ein.

[←] [UNITS]
[NXT] TEMP
150 °C

```
1:                150_°C
°C  °F  K  °R
```

Rechnen Sie die Einheiten in Kelvin um.

[←] K

```
1:                423.15_K
°C  °F  K  °R
```

Multiplizieren Sie T schon in Ebene 1 mit n (0,305 mol).

[←] [UNITS] MASS [NXT] [NXT]
.305 MOL
[×]

```
1:        129.06075_K*mol
U  MOL
```

Multiplizieren Sie nT mit R.

.082057 [←] [UNITS]
VOL [NXT] L
[←] [UNITS] [NXT] PRESS ATM
[←] [UNITS] [NXT] TEMP [→] K
[←] [UNITS]
MASS [NXT] [NXT] [→] MOL
[×]

```
1: 10.5903379628_l*atm
U  MOL
```

Dividieren Sie durch V (0,950 liter), um P zu berechnen.

.95 ◀ (UNITS) VOL (NXT) L ÷

```
1:    11.1477241714_atm
 L  GALU  GALC  GAL  QT  PT
```

Rechnen Sie den Druck (in Atmosphären) in SI Basiseinheiten um.

▶ (UNITS) UBASE

```
1: 1129543.15167_kg/(m
   *s^2)
CONV UBASE UVAL UFACT +UNIT
```

13

Beachten Sie, daß in diesem Beispiel die Temperaturumrechnung von °C in K ausgeführt wurde, *bevor* nachfolgende Operationen dem Objekt weitere Einheiten hinzufügten. Sonst wäre bei der Umrechnung die Temperatur in Celsius als ein Unterschied interpretiert worden, und die Umrechnung in die SI Basiseinheiten hätte ein unrichtiges Ergebnis produziert.

Benutzerdefinierte Einheiten erzeugen

Wenn Sie eine Einheit verwenden, die nicht im UNITS Katalogmenü enthalten ist, können Sie eine *benutzerdefinierte* erzeugen, die sich wie eine eingebaute Einheit verhält.

Wie man benutzerdefinierte Einheiten erzeugt:

1. Geben Sie ein Objekt mit Einheiten ein, indem Sie eingebaute oder vorher definierte Einheiten verwenden, deren Wert dem Wert einer neuen Einheit gleich ist.
2. Speichern Sie das Objekt mit Einheiten in einer Variablen. Dieser Variablenname wird als Name der neuen Einheit verwendet.
3. Optional: Fügen Sie ein Objekt mit Einheiten mit benutzerdefinierter Einheit dem CST Menü hinzu. Siehe unten. Der numerische Teil wird ignoriert. (Dieser Vorgang wird unter "Benutzerdefinierte Menüs aufstellen" auf Seite 15-1 beschrieben.)

Sie *können* die Einheitentaste im VAR Menü nicht wie die Einheitstasten in den UNITS Menüs verwenden; denn VAR Menütasten speichern und verwenden Objekte. Wenn Sie jedoch eine benutzerdefinierte Einheit zu dem CST Menü hinzufügen, können

Sie die CST Menütaste verwenden, um benutzerdefinierte Einheiten einzugeben und umzurechnen wie bei den UNITS Menütasten.

Beispiel: Benutzen Sie die eingebaute Einheit d (Tag), um eine benutzerdefinierte Einheit WEEK zu erzeugen. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß keine anderen Eingaben auf der CST Menüliste sind.)

13 Geben Sie das Objekt mit Einheiten 7_d ein. Speichern Sie das Objekt mit Einheiten in der Variablen *WEEK*. Dann geben Sie eine Liste mit dem Objekt mit Einheiten 1_WEEK ein.

(←)(UNITS) TIME 7 D
(') WEEK (STO)
(←)({}) 1 (→)(_) (VAR) WEEK
(ENTER)

```
1:                    { 1_WEEK }
WEEK | CST | BOXR | BOXS | COT | CMB
```

Speichern Sie die Liste in dem CST Menü, und lassen Sie sich das Menü anzeigen. (Dies wird unter "Benutzerdefinierte Menüs aufstellen" auf Seite 15-1 beschrieben.)

(→)(MODES) MENU

```
WEEK
```

Jetzt rechnen Sie 14 Tage in Wochen um.

(←)(UNITS) TIME 14 D
(CST) (←) WEEK

```
1:                        2_WEEK
WEEK
```

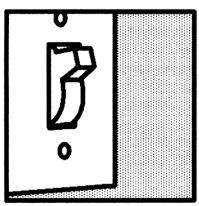
Sie können Vorsätze bei benutzerdefinierten Einheiten verwenden. Sollte es jedoch zu Überschneidungen zwischen benutzerdefinierten Einheiten (mit oder ohne Vorsätze) und eingebauten Einheiten kommen, so wird immer zu Gunsten der eingebauten Einheit entschieden.

Weitere Befehle für Objekte mit Einheiten

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(→)(UNITS):		
UVAL	UVAL	Gibt den numerischen Teil des Objekts mit Einheiten von Ebene 1 in Ebene 1 aus.
→UNIT	→UNIT	Setzt eine Zahl aus Ebene 2 mit einem Objekt mit Einheiten aus Ebene 1 zusammen. Der numerische Teil des Objektes in Ebene 1 wird ignoriert, um das Objekt mit Einheiten in Ebene 1 zu erzeugen.

14

Binäre Arithmetik



Der HP 48 ermöglicht binäre Arithmethik. Das sind Operationen, die mit Binärzahlen funktionieren. Stellen Sie sich eine Binärzahl wie eine Zahl im Dualsystem (Basis 2) vor. Sie kann aber auch in anderen Zahlenbasen ausgedrückt werden. Wenn es in Basis 2 ausgedrückt ist, besteht sie nur aus Nullen (0) und Einsern (1). Jede davon ist ein *Bit*. Acht Bit sind ein *Byt*.

Beim HP 48 bestehen Objekte mit ganzzahligen Binärwerten von 1 bis 64 Bit je nach der aktuellen *Wortlänge*. Sie können Binärzahlen im Dezimal- (Basis 10), Hexadezimal- (Basis 16), Oktal- (Basis 8) oder Dualsystem (Basis 2) eingeben und anzeigen. Die *aktuelle Basis* bestimmt, welche Basis verwendet wird, Binärzahlen im Stack anzuzeigen.

Das Begrenzungszeichen # leitet eine Binärzahl ein. Ein d, h, o oder b hinter der Binärzahl zeigt ihre Basis a, z.B. # 182d, # B6h, # 266o, oder # 10110110b.

Die Wortlänge einstellen

Die Wortlänge bezeichnet die Zahl der Bits, die zur Darstellung von Binärzahlen verwendet werden. Die Wortlänge kann zwischen 1 und 64 Bit betragen. Ihre Grundeinstellung ist 64 Bit.

Wie man die Wortlänge einstellt:

1. Tippen Sie eine Zahl von 1 bis 64 ein.
2. Drücken Sie (MTH) BASE STWS (der STWS Befehl). (Eine Dezimalzahl wird auf die nächste ganze Zahl gerundet.)

Wie man die aktuelle Wortlänge anzeigt:

- Drücken Sie (MTH) BASE RCWS (der RCWS Befehl).

Wenn sie eine Binärzahl eingeben, die länger als die aktuelle Wortlänge ist, werden bei der Anzeige der Zahl die signifikantesten Bits abgeschnitten. Alle Bits über 64 gehen verloren. Die Bits zwischen der aktuellen Wortlänge und 64 werden "versteckt" (man kann sie anzeigen, indem man die Wortlänge erhöht). Jedoch werden versteckte Bits nicht in den Berechnungen verwendet, und sie gehen verloren, wenn man einen Befehl an einer Binärzahl ausführt.

Auch steuert die Wortlänge die Ergebnisse, die bei arithmetischen Operationen und anderen Befehlen ausgegeben werden. Wenn ein Argument die aktuelle Wortlänge übersteigt, gehen die signifikantesten Überflußbits verloren, bevor der Befehl ausgeführt wird. Falls notwendig, werden die Ergebnisse auch verkürzt.

Die aktuelle Basis einstellen

Binärzahlen werden in der Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- oder Dualbasis angezeigt. Die Grundeinstellung ist dezimal.

Wie man die aktuelle Basis einstellt:

1. Drücken Sie (MTH) BASE.
2. Drücken Sie eine der folgenden Tasten: HEX (hexadezimal), DEC (dezimal), OCT (oktal) oder BIN (dual).

Der ■ idendifiziert in einem der Menüfelder die aktuelle Basis.

HEX, DEC, OCT, und BIN sind programmierbar. Die Einstellungen für die Flags −11 und −12 entsprechen der aktuellen Basis. (Für weitere Information über Flags −11 und −12. Lesen Sie dazu Anhang E "Auflisten der System Flags des HP 48.")

Die Wahl für eine Basis als die aktuelle Basis hat keinen Einfluß auf die interne Darstellung der Binärzahlen.

Binärzahlen eingeben

Wie man eine Binärzahl eingibt:

1. Drücken Sie (→)(#).
2. Geben Sie den Wert der Binärzahl ein. Erlaubte Zeichen hängen von der Basis ab, die im Gebrauch ist.
3. Optional: Um die Basis zu bestimmen, tippen Sie einen Basisindikator ein: d, h, o oder b. (Sonst wird die aktuelle Basis verwendet.)
4. Drücken Sie (ENTER).

Beispiel: Geben Sie die Adresse $24FF_{16}$ ein, und lassen Sie diese in der Hexadezimal-Basis anzeigen.

(MTH) BASE HEX
(→)(#) 24FF (ENTER)

```
1:                    # 24FFh
HEX■ DEC  OCT  BIN  STWS RCWS
```

Jetzt lassen Sie es in der Oktal-Basis anzeigen.

OCT

```
1:                    # 22377o
HEX  DEC  OCT■ BIN  STWS RCWS
```

Beispiel: Geben Sie 101101_2 ein, während die Oktal-Basis (aus dem vorhergehenden Beispiel) die aktuelle ist. (Drücken Sie (α)(←) B, um "b" zu tippen.)

(→)(#) 101101b (ENTER)

```
1:                    # 55o
HEX  DEC  OCT■ BIN  STWS RCWS
```

Mit Binärzahlen rechnen

Wenn ein Argument die aktuelle Wortlänge überschreitet, geht der Überschuß der signifikantesten Bits verloren, bevor der Befehl ausgeführt wird. Falls notwendig werden die Ergebnisse auch abgekürzt. Wenn die Berechnung einen Rest produziert, wird nur der numerische Teil des Ergebnisses behalten. Der negative Wert einer Binärzahl ist sein Zweierkomplement (alle Bits umgekehrt und 1 addiert).

Wie man mit Binärzahlen rechnet:

1. Geben Sie die Objekte in Binärzahlen ein.
2. Führen Sie die Befehle aus.

Beispiel: Berechnen Sie $46AF_{16} - 33D_{16}$. Zuerst schalten Sie ins Hexadezimalsystem um, und geben Sie die beiden Zahlen ein.

(MTH) BASE HEX
(→)(#) 46AF (ENTER)
(→)(#) 33D (ENTER)

Führen Sie den (−) Befehl aus.

(−)

Beispiel: Dividieren Sie 64_{10} durch 5_{10}. (Der Rest von 4d geht verloren.)

(MTH) BASE DEC
(→)(#) 64
(→)(#) 5 (÷)

Weitere Befehle für Binärzahlen

Die folgende Tabelle enthält Befehle aus dem MTH BASE Menü ((MTH) BASE), die für die Bearbeitung von Objekten aus Binärzahlen nützlich sind. Außer wenn anders angegeben, setzt jedes Beispiel voraus, daß Wortlänge auf 24 eingestellt ist.

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
AND Logisches, bitweises UND zweier Argumente.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1000b
ASR Arithmetik Umschaltung nach rechts. Führt arithmetische Verschiebung um 1 Bit nach rechts durch. Das signifikanteste Bit wird dupliziert.	1:# 1100010b 1: # 800000h	1: # 110001b 1: # C00000h
B→R Binär nach Reell. Wandelt eine Binärzahl in seine entsprechende reelle Zahl um.	1: # 755o	1: 493
NOT Gibt das Einerkomplement des Arguments aus. Alle Bits in dem Ergebnis sind das Komplement des entsprechenden Bits im Argument.	1: # F0F0F0h	1: # F0F0Fh
OR Logisches, bitweise ODER zweier Argumente.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1110b
R→B Reell nach binär. Rechnet eine reelle Zahl in ihre entsprechende Binärzahl um.	1: 10	1: # 1010b

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
RL Nach links rotieren. Binärzahl rotiert nach links um 1 Bit. (Beispiel setzt Wortlänge=4 voraus.)	1: # 1100b	1: # 1001b
RLB Rotieren nach links um ein Byte. Binärzahl rotiert links um ein Byte.	1: # FFFFh	1: # FFFF00h
RR Rotieren nach rechts. Binärzahl rotiert nach rechts um ein Bit. (Beispiel setzt Wortlänge=4 voraus.)	1: # 1101b	1: # 1110b
RRB Rotieren nach rechts um ein Byte. Binärzahl rotiert rechts um ein Byte.	1: # A0B0C0h	1: # C0A0B0h
SL Links Verschieben. Binärzahl wird nach links um ein BIT verschoben.	1: # 1101b	1: # 11010b
SLB Links um ein Byte verschieben. Binärzahl wird nach links um ein Byte verschoben.	1: # A0B0h	1: # A0B000h
SR Rechts verschieben. Binärzahl wird rechts um 1 Bit verschoben.	1: # 11011b	1: # 1101b
SRB Verschieben nach rechts um 1 Byte. Binärzahl wird nach rechts um 1 Byte verschoben.	1: # A0B0C0h	1: # A0B0h
XOR Logisches, bitweises exklusiv ODER zweier Argumente.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 110b

15

Benutzerspezifische Anpassung

Der HP 48 bietet mehrere Möglichkeiten, sein eigenes Verhalten benutzerspezifisch zu bestimmen. Man kann *benutzerspezifische Menüs* erzeugen worin die gewünschten Operationen enthalten sind. Man kann die Funktionen der *Benutzertastatur* selber bestimmen. Man kann die *Modi* des Taschenrechners bestimmen, indem man das MODES-Menü verwendet und alle *Flags* löscht.

Benutzermenüs (CST) verwenden

Ein Benutzermenü ist ein Menü, das Sie selber erzeugen. Es kann Menüfelder enthalten für Operationen, Befehle, und andere Objekte, die Sie für nach Ihren eigenen Bedürfnissen erzeugen oder in Gruppen zusammenfassen können.

Benutzermenüs aufstellen

Das CST Benutzermenü wird durch den Inhalt einer *reservierten* Variablen namens *CST* definiert. Wenn man ein Benutzermenü herstellt, muß eine Variable *CST* erzeugt werden, welche die Objekte enthält, die man im Menü einbauen will.

Wie man ein CST Benutzermenü im aktuellen Verzeichnis erzeugt und darstellt:

1. Geben Sie eine Liste ein, welche die von Ihnen gewünschten Objekte für dieses Menü enthält. (Die Verwendungen anderer Objekttypen werden unten beschrieben.)
2. Drücken Sie [→] [MODES] MENU (der MENU Befehl).

Der MENU Befehl speichert den Inhalt der Liste in *CST* und zeigt das Benutzermenü an. Alternativ können Sie ein CST Benutzermenü erzeugen, indem Sie die Benutzermenüliste in *CST* gerade wie andere Listen in irgendeiner Variablen speichern. Geben Sie die Liste in den Stack ein, und drücken Sie (VAR) (←) CST oder (') (→)(MODES) CST (STO). (Das MODES Benutzeranpassungsmenü enthält immer ein Menüfeld für *CST*.)

Wie man das CST Benutzermenü anzeigt:

- Drücken Sie (CST).

Objekte in CST Benutzermenü haben gewöhnlich die gleichen Funtionen wie die eingebauten Menüs:

- **Namen.** Namen verhalten sich wie Tasten im VAR Menü. Wenn also *ABC* der Name einer Variablen ist, wird ABC durch *ABC* ausgewertet, (→) ABC ruft den Inhalt auf, und (←) ABC speichert den neuen Inhalt in *ABC*. Das Menüfeld für den Namen eines Verzeichnisses hat einen Strich über der linken Ecke des Feldes. Wenn Sie die Menütaste drücken, wird in das Verzeichnis umgeschaltet.

- **Einheiten.** Einheitenobjekte verhalten sich wie UNITS-Katalogeintragungen. Zum Beispiel haben sie eine linke Verschiebungsfähigkeit.

- **Zeichenketten.** Zeichenkettenobjekte geben den Inhalt dieser Zeichenkette aus, wie eine Schreibhilfe.

- **Befehle.** Fast alle Befehlsnamen verhalten sich wie normale Befehlstasten. Zum Beispiel respektieren sie den aktuellen Eingabemodus.

Sie können Sicherungsobjekte in der Liste, die ein Benutzermenü definiert, einbauen, indem Sie den Namen des Sicherungsobjektes mit dem Port, worauf es sich befindet, markieren, z.B. falls :2:TOM in der Benutzermenüliste vorhanden wäre, würde das Menüfeld TOM das Sicherungsobjekt *TOM* in Port 2 darstellen.

Falls Sie Schreibhilfen für bestimmte Befehle erzeugen wollen, die die Ausführung des Programms beeinflussen (wie HALT, PROMPT, IF...THEN... END, und andere Kontrollstrukturen des Programms), schließen Sie diese als Zeichenkettenobjekte mit ein, nicht als Befehlsnamen.

Beispiel: Erzeugen Sie ein Benutzermenü, das den eingebauten Befehl →TAG enthält, das Einheitenobjekt 1_m^3, eine Zeichenkette als Schreibhilfe für VOLUME und den Variablennamen *CST*.

Geben Sie die Liste der Objekte ein.

(↶)({}) (PRG) OBJ →TAG
1 (↷)(_) m (y^x) 3
(↷)("") VOLUME (▶)
CST (ENTER)

```
1: { →TAG 1_m^3
   "VOLUME" CST }
OBJ→ EQ→ →ARR →LIST →STR →TAG
```

15

Erzeugen Sie CST Benutzermenü, und lassen Sie es darstellen.

(↷)(MODES) MENU

```
→TAG M^3 VOLU CST
```

Rechnen Sie 1075 cm^3 in m^3 um.

1075 (↷)(_) cm (y^x) 3 (ENTER)
(↶) M^3

```
1:          .001075_m^3
→TAG M^3 VOLU CST
```

Geben Sie die Zeichenkette "VOLUME" ein.

(↷)("") VOLU (ENTER)

```
2:          .001075_m^3
1:               "VOLUME"
→TAG M^3 VOLU CST
```

Erzeugen Sie das markierte Objekt aus den Inhalten der Ebenen 2 und 1.

→TAG

```
1: VOLUME: .001075_m^3
→TAG M^3 VOLU CST
```

Zeigen Sie den aktuellen Inhalt von *CST* an.

CST

```
2: VOLUME: .001075_m^3
1: { →TAG 1_m^3
   "VOLUME" CST }
→TAG M^3 VOLU CST
```

Sie können ein *CST* in jedem Verzeichnis im Speicher erzeugen gerade so wie für andere Variablen. Dies macht es Ihnen möglich, andere Benutzermenüs in allen Verzeichnissen zu haben.

Anstatt die Liste von Objekten selber in *CST* zu speichern, ist es besser den Namen einer anderen Variablen, welche die Liste enthält, zu speichern. Das gibt Ihnen die Möglichkeit, in einem Verzeichnis mehrere Variablen mit verschiedenen Benutzermenülisten zu speichern. Auf diese Art können Sie leicht im CST Menü von einem

Besitzermenü zum andren umschalten, indem Sie einfach einen neuen Namen im *CST* speichern.

Benutzermenüs erweitern

Sie können das CST Menü erweitern, indem Sie spezielle Menüfelder erzeugen und verschiedene Operationen für unverschobene und verschobene Tasten spezifizieren.

Wie man spezielle Menüfelder für ein Objekt erzeugt:

- Auf der Liste ersetzen Sie das Objekt mit einer verschachtelten Liste mit dem Format { *"Menüfeld" Objekt* }.

Das Grundeinstellungsfeld im CST Menü für ein Objekt ist der entsprechende Name, Befehl, Einheit, oder Schreibhilfe. Sie können so viele Zeichen verwenden, wie Platz vorhanden ist.

Beispiel: Speichern { →TAG 1_m^3 { "VOL" "VOLUME" } { "CUST" CST } } in *CST* gibt dasselbe CST Menü mit den gleichen Funktionen wie im vorhergehenden Beispiel, aber die Felder sind →TAG, M^3, VOL, und CUST.

Wie man die Funktionen bei verschobenen Tasten bestimmt:

- Auf der CST Liste ersetzen Sie das Objekt mit einer verschachtelten Liste von Objekten: { $Objekt_{\text{unverschoben}}$ $Objekt_{\text{links verschoben}}$ $Objekt_{\text{rechts verschoben}}$ }. (Sie können das lezte oder die beiden letzten Objekte auslassen.)

Sie müssen die unverschobenen Aktionen bestimmen, um die verschobenen Aktionen zur Verfügung zu haben. Außerdem können Sie die Spezialfelder und die verschobenen Funktionenerweiterungen zusammensetzen. Sehen Sie das folgende Beispiel.

Beispiel: Nehmen Sie an, Sie wollten der CST Benutzermenütaste VOL die folgenden drei Aktionen zuordnen:

- VOL wertet ein Programm aus, das den Wert in Ebene 1 in einer Variablen namens *VBOX* speichert.
- ⟲ VOL wertet ein Programm aus, welches das Produkt aus den Werten in den Ebenen 1, 2, und 3 berechnet.
- ⟳ VOL schreibt VOLUME.

Die folgende CST Liste gibt das gewünschte Benutzermenü aus. Das Menü enthält nur ein Feld: VOL. (Lesen Sie dazu Kapitel 25, um über Programme zu lernen.)

```
{ { "VOL" { « 'VBOX' STO » « * * » "VOLUME" } } }
```


Ein temporäres Menü aufstellen

Der TMENU Befehl erzeugt ein temporäres Menü, ohne daß der Inhalt der Variablen *CST* überschrieben wird. Temporäre Menüs sind für die Programmierung außerordentlich nützlich. Sie werden unter "Menüs mit Programmen verwenden" auf Seite 29-22 beschrieben.

Die Benutzertastatur bestimmen

Der HP 48 erlaubt es Ihnen, jeder Taste der Tastatur (einschließlich der Alpha- und umgeschalteten Tasten) eine alternative Funktion zuzuweisen. Dadurch können Sie die Tastatur Ihren speziellen Bedürfnissen anpassen. Diese angepaßte Tastatur wird *Benutzertastatur* genannt, und sie ist aktuell, wenn der Taschenrechner in den *Benutzermodus* umgeschaltet ist.

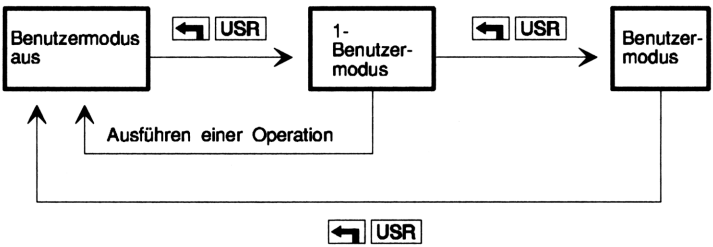
Die Befehle zum Erzeugen und Ändern der Benutzertastatur befinden sich im MODES Benutzeranpassungsmenü ([→][MODES]).

Die Benutzermodi wählen

Wie man den Benutzermodus aktiviert:

- Um es nur für eine Operation zu aktivieren (1USR), drücken Sie [←][USR]. (Es stellt sich nach der Operation ab.)
- Um es für mehrere Operationen zu aktivieren (USER), drücken Sie [←][USR] [←][USR]. (Drücken Sie [←][USR] ein drittes Mal, um den Benutzermodus abzustellen.)

Die [←][USR] Taste ist ein drei-wegiger Schalter, wie es die folgende Illustration zeigt:



Im Modus für einen Benutzer (1USR Indikator) ist die Tastatur für eine Operation aktiv. Im Benutzermodus (USER Indikator) bleibt die Benutzertastatur aktiv, bis Sie [←][USR] drücken, um sie abzustellen.

Wenn Sie das Flag −61 setzen, wird [←][USR] ein zwei-wegiger Schalter, mit dem Sie den Benutzermodus an- und abschalten können. (lesen Sie dazu "Systemflags verwenden" auf Seite 15-13.)

Wie man die Art ändert, wie [←][USR] funktioniert:

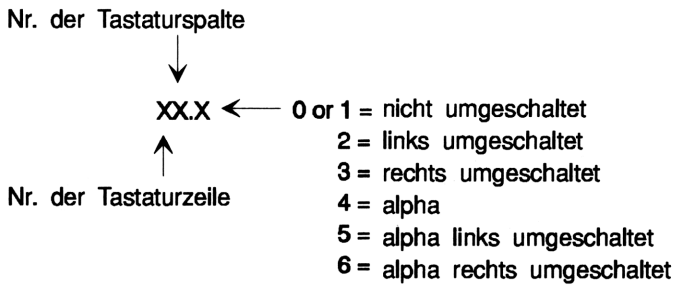
- Um einen zwei-wegigen Schalter zu machen, tippen Sie 61 [+/−] [→][MODES] [NXT] SF.
- Um einen drei-wegigen Schalter zu machen, tippen Sie 61 [+/−] [→][MODES] [NXT] CF.

Benutzertasten umbelegen

Sie können Befehle oder andere Objekte irgendeiner Benutzertaste zuweisen (auch den verschobenen Tasten). Das Verhalten für verschiedene Objekttypen ist das gleiche wie für Benutzermenüs. Lesen Sie dazu "Die Erstellung eines Benutzermenüs" auf Seite 15-13.

Wie man eine Benutzertaste umbelegt:

1. Geben Sie das der Taste zu belegende Objekt ein.
2. Geben Sie die dreistellige Positionsnummer ein, die die Taste bestimmt. (Betrachten Sie das untenstehende Diagramm.)
3. Drücken Sie [→][MODES] ASN (der ASN Befehl).



Falls das belegende Objekt ein eingebauter Befehl ist, dann verwenden Sie lieber den nächsten Vorgang.

Wie man mehrere Benutzertasten umbelegt:

1. Geben Sie eine Liste mit zwei Tastenbelegungsparametern für alle Tasten ein: einmal das der Taste zu belegende Objekt und die dreistellige Positionszahl (siehe oben).
2. Drücken Sie (→)(MODES) STOK (der STOKEYS Befehl).

Dies ist ein Beispiel einer Tastenbelegungsliste für STOKEYS:

```
{ SINH 41 "3.14" 94.2 ABC 11.4 }
```

Sie können 'SKEY' als ein Belegungsobjekt verwenden. Es wird zur "Standard-"tastendefinition (nicht belegte) verwendet.

Wenn Sie eine Benutzertaste drücken, wird ihr zugewiesenes Objekt ausgeführt. Falls die Taste unbelegt ist, wird die Standardoperation durchgeführt. (Man kann Tasten auch deaktivieren wie im folgenden Thema beschrieben.)

Nachdem Sie eine Benutzertaste belegt haben, bleibt die Belegung aktiv bis zur Umbelegung durch ASN oder STOKEYS, oder bis Sie die Taste *deaktivieren*. Eine *unbelegte* Benutzertaste schaltet zu ihrer Standarddefinition zurück wie die Standardtastatur.

Beispiel: Weisen Sie die Schreibhilfe VOLUME der (SIN) Taste zu (ohne die Benutzertastatur anders zu beeinflussen).

Drücken Sie (→)(" ") VOLUME (ENTER) um das Zeichenkettenobjekt zu erzeugen. Drücken Sie 41 (→)(MODES) ASN, um die Zeichenkette der (SIN) Taste zuzuweisen (Zeile 4, Spalte 1,

unverschoben). Jetzt drücken Sie [←][USR] [SIN], um VOLUME zu schreiben.

Beispiel: Weisen Sie [←][SWAP] den Befehl DUP2 zu, ohne die Benutzertastatur anders zu beeinflussen.

Drücken Sie [←][{}] [PRG] STK [NXT] DUP2 36.2 [ENTER], um die Tastenbelegungsliste zu erzeugen. Dann drücken Sie [→][MODES] STOK, um die Taste [←][SWAP] zu belegen (Zeile 3, Spalte 6, links verschoben). Wenn der Taschenrechner dann in den Benutzermodus für nur einen Benutzer eingestellt ist, drücken Sie [←][SWAP], um DUP2 auszuführen.

Beispiel: Belegen Sie die Benutzertasten [NXT] und [←][USR] mit der Standarddefinition.

Drücken Sie [←][{}] [']SKEY [▶] 26 [']SKEY [▶] 61.2 [ENTER] [→][MODES] STOK. (Die Tastenbelegungsliste ist { 'SKEY' 26 'SKEY' 61.2 }).

Alternativ können Sie jede Taste einzeln belegen, indem Sie den Befehl ASN verwenden.

Beispiel: Machen Sie die folgenden Belegungen der Benutzertasten:

- Weisen Sie die Variable *ABC* mit Inhalt { A B C } der Taste [α][A] zu.
- Weisen Sie das Programm « OBJ→ DROP » der Taste [→][_] zu.
- Weisen Sie den Befehl DROP2 der [←][DROP] Taste zu.
- Weisen Sie die Zeichenkette (Schreibhilfe) "HEIGHT" der [α][←][h] Taste zu.

Erzeugen Sie die Variable *ABC* mit der Liste { A B C } als Inhalt, und lassen Sie sich das VAR Menü anzeigen.

[←][{}] A [SPC] B [SPC] C [ENTER] [']ABC [STO] [VAR]

Geben Sie die Tastenbelegungsliste für den STOKEYS Befehl ein.

[←][{}] ABC 11,4
[←][«»] [PRG] OBJ OBJ→
[←][DROP] [▶] [▶] 75.3
[PRG] STK [NXT] DROP2 55.2
[→]["] HEIGHT [▶] 22.5 [ENTER]

Führen Sie STOKEYS aus, und aktivieren Sie die Benutzertastatur.

(→)(MODES) STOK
(←)(USR) (←)(USR)

```
ASN STOK RCLK DELK MENU CST
```

Rufen Sie nun die Liste *ABC* auf, und verwenden Sie das Programm, das (→)(_) zugewiesen ist, um sie in ihre Komponenten zu zerlegen.

(α)(A)
(→)(_)

```
3:                    'A'
2:                    'B'
1:                    'C'
ASN STOK RCLK DELK MENU CST
```

Führen Sie den Befehl DROP2 aus, und dann schreiben Sie die Zeichenkette "HÖHE" in den Stack

(←)(DROP)
(→)(" ") (α) (←)(h) (ENTER)

```
2:                    'A'
1:              "HEIGHT"
ASN STOK RCLK DELK MENU CST
```

Drücken Sie (←)(USR), um den Benutzermodus abzustellen.

Wie man die benutzerdefinierte Tastenbelegung löscht:

- Wie Sie eine Benutzertaste löschen können: Geben Sie eine dreistellige Positionsnummer ein, und dann drücken Sie (→)(MODES) DELK.
- Wie Sie mehrere Benutzertasten löschen können: Geben Sie eine Liste mit dreistelligen Positionsnummern ein, und dann drücken Sie (→)(MODES) DELK.
- Wie Sie alle Benutzertasten löschen können: Drücken Sie 0 (→)(MODES) DELK.

Eine deaktivierte Benutzertaste wie die Benutzertastatur schaltet zu ihrer Standarddefinition zurück. Wenn Sie den Befehl DELKEYS mit Argument 0 verwenden, um alle Benutzertasten zu deaktivieren, werden alle Tasten aktiviert (sehen Sie das folgende Thema).

Beispiel: Deaktivieren Sie alle Benutzertasten.

0 (→)(MODES) DELK

```
ASN STOK RCLK DELK MENU CST
```

Benutzertasten deaktivieren

Sie können Benutzertasten *löschen*, die unbelegt sind. Dann haben sie überhaupt keine Funktion. Dieses erlaubt Ihnen, nicht nur aktivierte Benutzertasten sondern auch belegte und Standard- (unbelegte) Tasten zu steuern.

15 Wenn Sie eine deaktivierte Benutzertaste belegen, wird sie aktiv.

Wie man alle unbelegten Benutzertasten deaktiviert:

- Geben Sie 'S' ein, und drücken Sie (→)(MODES) DELK.

Wie man eine deaktivierte Benutzertaste reaktiviert und löscht:

- Um eine unbelegte Taste zu reaktivieren, geben Sie 'SKEY' und die dreistellige Positionsnummer ein, dann drücken Sie (→)(MODES) ASN.
- Um mehrere unbelegte Tasten zu reaktivieren, geben Sie eine Liste mit 'SKEY' und der dreistelligen Zahl für jede Taste ein, und dann drücken Sie (→)(MODES) STOK. (Geben Sie auch ein 'SKEY' für jede Taste ein.)
- Um *alle* Benutzertasten zu aktivieren und zu löschen, drücken Sie 0 (→)(MODES) DELK.

Wie man gelöschte Benutzertasten aktiviert und belegt:

- Um eine Benutzertaste zu aktivieren und zu belegen, geben Sie die dreistellige Positionsnummer des Objektes ein, das die Taste bestimmen soll, und dann drücken Sie (→)(MODES) ASN.
- Um alle Benutzertasten zu aktivieren und um mehrere Tasten zu belegen, geben Sie eine Liste mit S als erstem Objekt ein dann das zugewiesene Objekt, und schließlich die dreistellige Positionsnummer für jede Tastenbelegung, und dann drücken Sie (→)(MODES) STOK.

Benutzerdefinierte Tastenbelegungen aufrufen und bearbeiten

Wie man alle aktuellen Benutzertastenbelegungen aufruft:

- Drücken Sie (→)(MODES) RCLK (der RCLKEYS Befehl).

Der RCLKEYS Befehl gibt eine Liste aller aktuellen Benutzertastenbelegungen in Ebene 1 aus. Alle Paare von Belegungsobjekten und alle dreistelligen Positionsnummern. Wenn das erste Element der Liste der Buchstabe S ist, dann werden unbelegte aktuelle Benutzertasten aktiviert, und unbelegte Tasten werden aktuell deaktiviert.

Wie man die Benutzertastenbelegungen bearbeitet:

1. Drücken Sie (→)(MODES) RCLK (der RCLKEYS Befehl).
2. Drücken Sie (←)(EDIT), und bearbeiten Sie die Tastenbelegungsliste.
3. Drücken Sie (→)(MODES) STOK (der STOKEYS Befehl), um die bearbeiteten Belegungen zu aktivieren.

Hinweis

Wenn Sie im Benutzermodus "einfrieren", wahrscheinlich wegen einer eingefrorenen Tastastur, weil Sie die Tasten, die Sie aus dem Benutzermodus umstellen lassen, reaktiviert oder gelöscht haben, halten Sie die (ON)-Taste gedrückt, während Sie zur gleichen Zeit die C Taste drücken. Danach lassen Sie zuerst die C Taste los.

Jede alte Benutzertastenbelegung nimmt zwischen 2,5 bis 15 Byte Speicherraum ein. Sie können diesen Speicherplatz räumen, indem Sie Ihre Tastenbelegungen komprimieren und (→)(MODES) RCLK 0 DELK STOK drücken.

Die Taschenrechnermodi einstellen

Sie können das MODES Menü dazu verwenden, gewisse Operationsmodi einzustellen. Um diese und andere Operationsmodi oder Bedingungen einzustellen, können Sie das Flagsystem einstellen oder löschen.

Die MODES Menüs verwenden

Mehrere Seiten des MODES Menü ([←] [MODES]) enthalten weitere Operationen zur Anpassung der Art und Weise, wie Ihr Taschenrechner funktioniert. Wenn in einem Menüfeld ein ▪ ist, dann ist der Modus aktiv. Zum Beispiel bedeutet SYM▪, daß der symbolische Lösungsmodus aktiv ist. (Falls Sie einen dieser Modi in einem Programm ändern wollen, müssen Sie die entsprechenden Flags einstellen oder löschen (sehen Sie das nächste Thema).

MODES Operationen

Tasten	Beschreibung
[←] [MODES]:	
SYM	Schaltet zwischen symbolischer (▪ im Menüfeld) und numerischer Auswertung um.
BEEP	Schaltet das Piepsen bei Fehlern an, wenn der ▪ im Menüfeld ist, sonst wird es ausgeschaltet.
STK	Schaltet zwischen dem Befehl, die letzte Speicherung im Stack aufzubewahren (wenn ▪ im Menüfeld) oder nicht aufzubewahren, um. Beeinflußt die Wirkung von [←] [LAST STACK].
ARG	Schaltet zwischen dem Befehl, das letzte Argument aufzubewahren (wenn ▪ im Menüfeld) oder nicht aufzubewahren, um. Beeinflußt die Wirkung von [→] [LAST ARG].

MODES Operationen (fortgesetzt)

Tasten	Beschreibung
CMD	Schaltet zwischen dem Befehl, die letzte Befehlszeile aufzubewahren (wenn ▪ im Menüfeld) oder nicht aufzubewahren, um. Beeinflußt die Wirkung von [←][LAST CMD].
CNCT	Schaltet zwischen dem Befehl, das Resultat durch verbundene Punkte (CNC▪) oder durch unverbundene Punkte darzustellen (CNCT) hin und her.
ML	Schaltet zwischen der mehrzeiligen Darstellung einer mehrzeiligen Ebene 1 (▪ im Menüfeld) und der Darstellung in einer Zeile mit Auslassungspunkten hin und her.
CLK	Schaltet die Anzeige der Uhr an (wenn ▪im Menüfeld) oder ab.
FM,	Schaltet zwischen dem Punkt oder Komma (wenn ▪ im Menüfeld) als Dezimalzeichen um.

15

Systemflags verwenden

Der HP 48 bietet eine Vielzahl von Modi, die es Ihnen ebenfalls erlauben, seine Arbeitsweise an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Die meisten Modi werden durch *Systemflags* gesteuert. Der HP 48 besitzt 64 solcher Systemflags, die von −1 bis −64 durchnumeriert sind. Jedes Flag kann zwei Zustände annehmen: gesetzt (Wert 1) oder rückgesetzt (Wert 0). Die Systemflags und die Modi, die von Ihnen gesteuert werden, sind im Anhang E beschrieben.

Die Befehle zum Setzen, Rücksetzen, Löschen und Überprüfen von Flags bfinden sich benutzerbestimmenden MODES Menü ([→][MODES]). (Ein Duplikat befindet sich im PRG TEST Menü.) Sie verwenden Flagnummern als Argumente.

Wie man einen Flagbefehl verwendet:

1. Geben Sie die Flagnummer ein (negativ für ein Systemflag).
2. Führen Sie den Befehl aus (sehen Sie die Tabelle unten).

Flagbefehle

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[↱][MODES] (Seiten 2 und 3) oder [PRG] TEST (Seite 3):		
SF	SF	Setzt das Flag.
CF	CF	Setzt das Flag zurück.
FS?	FS?	Gibt *wahr* (1) aus, wenn das Flag gesetzt ist, und *falsch* (0), wenn es rückgesetzt ist.
FC?	FC?	Gibt *wahr* (1) aus, wenn das Flag rückgesetzt ist, und *falsch* (0), wenn es gesetzt ist.
FS?C	FS?C	Überprüft das Flag (gibt *wahr* (1) aus, wenn es gesetzt und *falsch* (0) wenn es rückgesetzt ist), und dann setzt es das Flag zurück.
FC?C	FC?C	Überprüft das Flag (gibt *wahr* (1) aus, wenn es rückgesetzt und *falsch* (0) wenn es gesetzt ist), und dann setzt es das Flag zurück.

Beispiel: Automatische Alpha-Verriegelung. Gewöhnlich wird der Alpha-Eingabemodus verriegelt, indem Sie [α] zweimal drücken. Sie können stattdessen auch die automatische Verriegelung durch einmaliges Drücken von [α] wählen. Dazu muß das Systemflag −60 gesetzt werden, und Sie müssen dann 60 [+/−] [↱][MODES] [NXT] SF drücken.

Beispiel: Verriegelung des Benutzermodus. Einmaliges Drücken von [↰][USR] stellt Ihren Taschenrechner gewöhnlich für einen Tastendruck in den Benutzermodus ein. Zweimaliges Drücken verriegelt den Benutzermodus so lange, bis Sie diese Taste ein drittes Mal drücken. Um die Verriegelung des Benutzermodus schon nach dem ersten Drücken einzustellen, müssen Sie das Flag −61 setzen, indem Sie 61 [+/−] [↱][MODES] [NXT] SF drücken.

Beispiel: Auswerten symbolischer Konstanten. Symbolische Konstanten (e, i, π, MAXR, and MINR) behalten normalerweise ihre symbolische Form, wenn sie ausgewertet werden. Wenn Sie möchten, daß sie automatisch in ihre für den HP 48 verwendete numerische Darstellung umgewandelt werden sollen, setzen Sie das Flag −2, indem Sie 2 [+/−] [→] [MODES] [NXT] [SF] drücken.

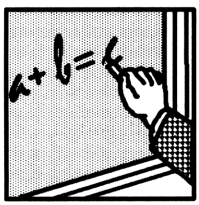
Die vorhergehenden Beispiele zeigen nur einige Möglichkeiten, wie Sie mit Flags die Arbeitsweise des HP 48 an ihre Bedürfnisse anpassen können. Sie können außerdem die Flags dazu verwenden, die Anzeige, mathematische Operationen, Ausgaben, graphische Darstellungen, Zeitfunktionen und verschiedene andere Operationen zu beeinflussen. Eine vollständige Auflistung aller 64 Systemflags und ihrer Wirkung finden Sie im Anhang E.

Teil 3

Leistungsfunktionen

16

Der EquationWriter



Der EquationWriter erlaubt es Ihnen, algebraische Ausdrücke und Gleichungen in der Ihnen vertrautesten Form einzugeben und anzuschauen: in der Form, in der sie in Büchern und Zeitschriften abgedruckt sind und in der Sie diese mit Stift und Papier aufschreiben.

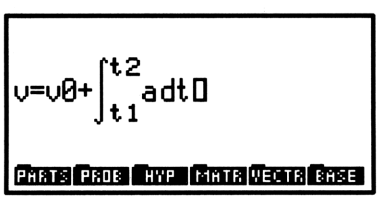
Zum Beispiel ist hier eine Gleichung aus der Physik:

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a \, dt$$

Und so würde die Gleichung im Stack aussehen:

```
'v=v0+∫(t1,t2,a,t)'
```

Hier sehen Sie dieselbe Gleichung, wie sie mit dem EquationWriter eingetippt wurde:

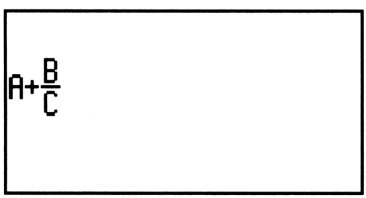


Wie der EquationWriter aufgebaut ist

Der EquationWriter ist eine besondere Umgebung, worin die Tastatur umdefiniert und auf spezielle Operationen beschränkt ist. Tasten die algebraischen Funktionen zugeordnet sind, schreiben den Namen der Funktion oder das grafische Funktionensymbol in die Gleichung. [√x] schreibt beispielsweise ein Wurzelzeichen. Sie können sich jedes Menü anzeigen lassen. Allerdings sind nur die Tasten, die algebraischen Funktionen entsprechen, aktiviert. Wie die Funktionentasten auf der Tastatur führen auch die Menütasten nicht die dazugehörenden Funktionen aus; sie schreiben einfach nur den Namen der Funktion in die Gleichung.

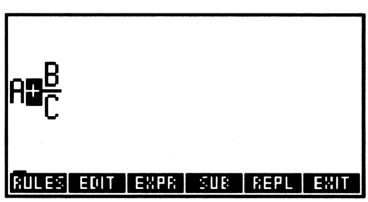
Der EquationWriter verfügt über drei Modi, jeder davon mit seiner speziellen Funktion:

- **Eingabemodus.** Zur Eingabe und Bearbeitung von Gleichungen.
- **Rollmodus.** Zum Sehen größerer Gleichungen.
- **Auswahlmodus.** Zur Bearbeitung von Ausdrücken in Gleichungen.



Rollmodus

Eingabemodus



Wahlmodus

Spezielle Tasten auf der Tastatur sind wie folgt definiert:

Operationen im EquationWriter

Tasten	Beschreibung
[▲]	Beginnt einen Zähler.
[▶] oder [▼]	Ende eines Teilausdrucks. ([↱][▶] oder [↱][▼] beendet alle nichtabgeschlossenen Teilausdrücke.)
[◀]	Stellt den *Auswahl*-Modus ein, worin Auswahlumgebung aktiv ist.
[↰][()]	Gibt (zum Einleiten eines Klammerausdrucks ein. [▶] (oder [▼]) beendet den Klammerausdruck.
[SPC]	Gibt das aktuelle Trennzeichen (, oder ;) für mehrere eingeklammerte Argumente von Funktionen oder die Terme komplexer Zahlen ein.
[EVAL]	Löst die Gleichung und verläßt den EquationWriter.
[ENTER]	Schreibt die Gleichung in den Stack und verläßt den EquationWriter.
[ATTN]	Verläßt den EquationWriter, ohne die Gleichung zu speichern.
[↰][GRAPH]	Aktiviert den *Rollmodus*. Im Rollmodus verschwinden die Menüfelder. Wenn die Gleichung größer als das Display ist, [▲][▼][◀][▶] rollen das Displayfenster der Gleichung in die angezeigte Richtung. Drücken Sie wieder [↰][GRAPH] (oder [ATTN]), um in den vorherigen Modus zurückzukehren.
[↰][EDIT]	Gibt die Gleichung zur Bearbeitung in die Befehlszeile aus. (Lesen Sie dazu "Gleichungen bearbeiten" auf Seite 16-16.)
[STO]	Gibt die Gleichung als *Grafikobjekt* in den Stack aus. (Um weitere Auskunft über grafische Objekte zu erhalten, lesen Sie "Die Struktur von PLOT " auf Seite 18-2 und "Mit Grafikobjekten im Stack arbeiten" auf Seite 19-29.)

Operationen im EquationWriter (fortgesetzt)

Tasten	Beschreibung
[→][CLR]	Löscht die Anzeige, ohne den EquationWriter zu verlassen.
[→][RCL]	Fügt das Objekt aus Ebene 1 in die Gleichung bei der Cursorposition ein. (Lesen Sie dazu "Gleichungen bearbeiten (editieren)" auf Seite 16-16.)
[←][{}]	Schaltet den Modus *Implizite Klammern* ab. Drücken Sie [←][{}] wieder, um ihn wiederanzuschalten. (Sehen Sie "Implizite Klammern steuern" auf Seite 16-12.)
[→][" "]	Gibt die Gleichung als Zeichenkette in den Stack.

Gleichungen erzeugen

Wie man den EquationWriter anstellt:

- Drücken Sie [←][EQUATION].

Nachdem Sie den EquationWriter angestellt haben, können Sie Gleichungen oder Ausdrücke (oder Einheitenobjekte) mit den in dieser Umgebung vorhandenen Operationen eingeben. Lesen Sie dazu "Gleichungen eingeben" weiter unten.

Wie man sich große Gleichungen oder Objekte mit Einheiten ansieht:

1. Drücken Sie [←][GRAPH], um den Rollmodus einzustellen.
2. Drücken Sie [◄][►][▲][▼], um das "Schaufenster" (das Display) zu bewegen.
3. Drücken Sie [←][GRAPH], um in den vorherigen Modus zurückzuschalten.

Wie man den EquationWriter abschaltet:

- Um eine Gleichung in den Stack zu schreiben und den EquationWriter zu beenden, drücken Sie [ENTER].
- Die aktuelle Gleichung zu löschen, und den EquationWriter zu beenden, drücken Sie [ATTN].

Gleichungen eingeben

Während Sie die Gleichung eingeben, brauchen Sie nicht auf den HP 48 zu warten, das Ergebnis eines jeden Tastendrucks darzustellen. Sie können weitertippen; denn der HP 48 kann sich bis auf 15 Tastendrücke erinnern.

Wie man Zahlen und Namen eingibt:

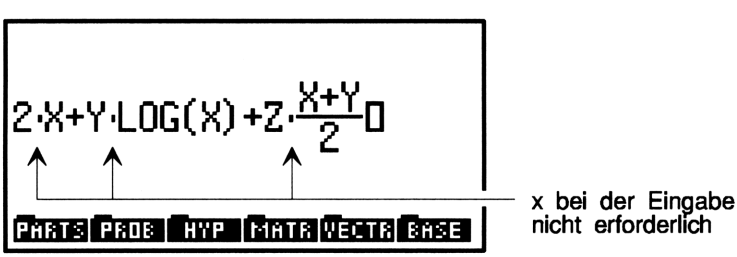
- Sie werden in genau derselben Weise eingetippt, in der diese in die Befehlszeile eingetippt werden. Die Menütasten im VAR Menü dienen als Schreibhilfen für Variablennamen.

Wie man Addition, Subtraktion und Multiplikation verwendet:

- Um +, − und · einzugeben, drücken Sie [+], [−] und [×].
- Um *implizite* Multiplikationen auszuführen, drücken Sie nicht [×]. (Lesen Sie dazu weiter unten.)

In manchen Situationen ist implizite Multiplikation (ohne [×]) möglich. In den folgenden Fällen wird das Multiplikationszeichen (·) automatisch eingesetzt:

- zwischen einer Zahl und nachfolgenden Buchstabenzeichen, Klammern oder einer Funktion mit Vorsatz (eine Funktion, deren Argument(e) hinter dem Namen folgen) wie zum Beispiel, wenn Sie 6 [SIN] drücken;
- zwischen einem Buchstabenzeichen und einer vorangestellten Funktion, wenn Sie beispielsweise A [↰][x^2] drücken;
- zwischen einer rechten und linken Klammer;
- zwischen einer Zahl oder Buchstabenzeichen und dem Bruchstrich, einem Wurzelzeichen oder einem Term für die $x$te Wurzel wie beispielsweise beim Drücken von B [▲].



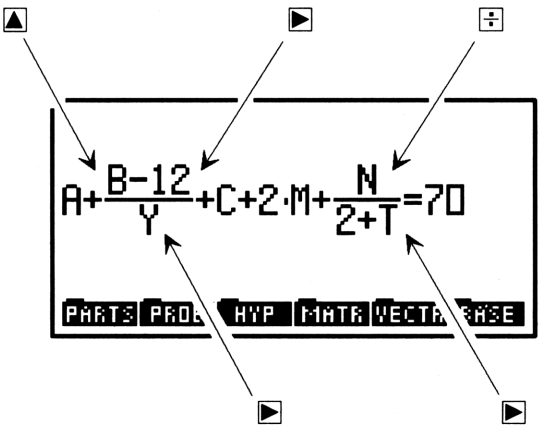
Wie man Divisionen und Brüche verwendet:

1. Drücken Sie [▲], um den Zähler zu beginnen.
2. Drücken Sie [▶], um den Zähler zu beenden ([▼] funktioniert auch).
3. Drücken Sie [▶], um den Nenner zu beenden.

Hier ist ein alternativer Weg für Brüche, deren Zähler entweder aus *einem* Term oder einer Folge von Termen besteht, deren Operatoren eine höhere oder eine gleiche Priorität mit dem ⁄ (dividieren) haben:

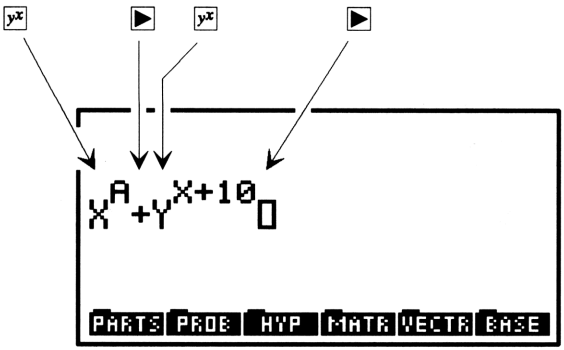
1. Tippen Sie den Zähler ein (ohne [▲] zu benutzen).
2. Drücken Sie [÷], um den Nenner zu beginnen.
3. Drücken Sie [▶], um den Nenner zu beenden ([▼] funktioniert auch).

16



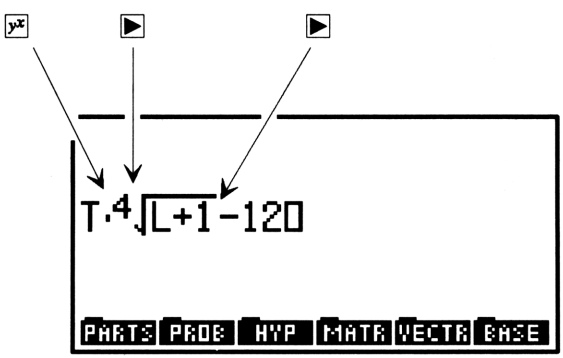
Wie man Exponenten verwendet:

1. Drücken Sie [y^x], um den Exponenten zu beginnen.
2. Drücken Sie [▶], um den Exponenten zu beenden ([▼] funktioniert auch).



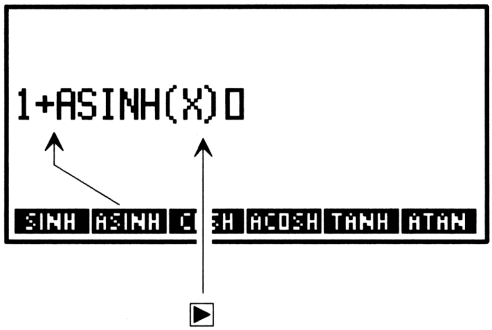
Wie man Wurzeln verwendet:

- Um die Quadratwurzel zu verwenden, um das Wurzelsymbol '√" zu schreiben und den Term zu beginnen, drücken Sie [√x]. Dann drücken Sie [▶], um den Quadratwurzelterm zu beenden.
- Um die $x$te Wurzel zu verwenden, drücken Sie [↱][ˣ√y] um den Term x außerhalb des Zeichens √ zu beginnen, dann drücken Sie [▶], um das Wurzelsymbol √ zu zeichnen und den Term y in dem Zeichen √ zu beginnen. Dann drücken Sie [▶], um den $x$ten Wurzelterm zu beginnen.



Wie man Funktionen mit Argumenten in Klammern verwendet:

1. Drücken Sie die Funktionentaste, oder schreiben Sie den Namen, und dann drücken Sie [↰][()].
2. Drücken Sie [▶], um das Argument zu beenden und das) anzuzeigen.



16

Wie man Terme in Klammern verwendet:

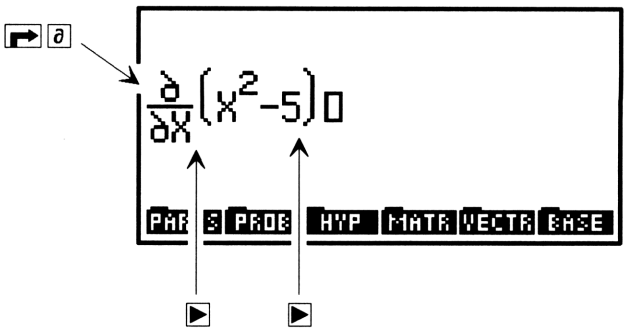
1. Drücken Sie [↰][( )], um (anzuzeigen.
2. Drücken Sie [▶], um den Term zu beenden und) anzuzeigen.

Wie man Zehnerpotenzen verwendet:

1. Drücken Sie [EEX], um E anzuzeigen.
2. Wenn der Exponent negativ ist, drücken Sie [+/–], um – anzuzeigen.
3. Tippen Sie die Ziffern des Exponenten ein.
4. Jede beliebige Funktionstaste beendet den Exponenten.

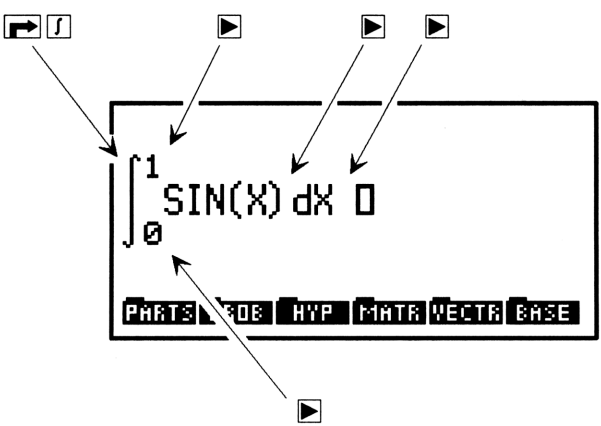
Wie man Ableitungen verwendet:

1. Drücken Sie [↱][∂], um $\frac{\partial}{\partial}$ anzuzeigen.
2. Tippen Sie die Differentionsvariable ein, und dann drücken Sie [▶], um den Nenner zu beenden und (anzuzeigen.
3. Geben Sie den Ausdruck ein.
4. Drücken Sie [▶], um den Ausdruck zu beenden und) anzuzeigen.



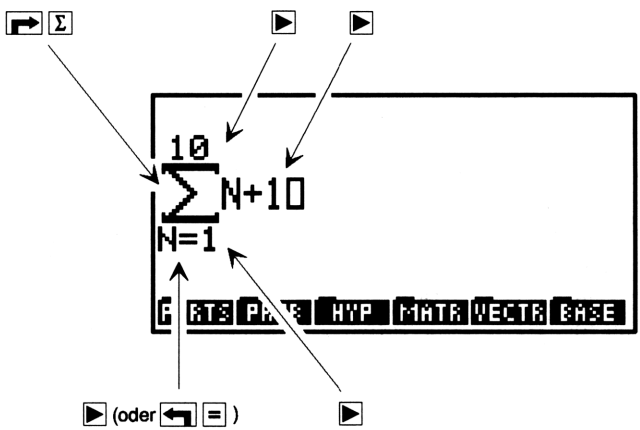
Wie man Integrale verwendet:

1. Drücken Sie ↱ ∫, um das Symbol ∫ anzuzeigen, wobei sich der Cursor auf der unteren Grenze befindet.
2. Tippen Sie die untere Grenze ein, und drücken Sie ▶.
3. Tippen Sie die obere Grenze ein, und drücken Sie ▶.
4. Tippen Sie den Integranten ein, und drücken Sie ▶, um d anzuzeigen.
5. Tippen Sie die Integrationsvariable ein.
6. Drücken Sie ▶, um das Integral zu vervollständigen.



Wie man "sigma" Summen verwendet:

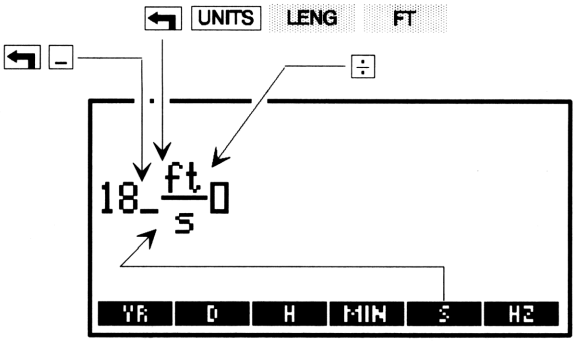
1. Drücken Sie [→][Σ], um das Symbol Σ anzuzeigen. Der Cursor befindet sich unterhalb dieses Zeichens.
2. Tippen Sie den Summationsindex ein.
3. Drücken Sie [▶] (oder [←][=]) um das Zeichen = einzutippen.
4. Tippen Sie den ersten Wert des Indexes ein, und drücken Sie [▶].
5. Tippen Sie den letzten Wert des Indexes ein, and drücken Sie [▶].
6. Tippen Sie den Summanden ein.
7. Drücken Sie [▶], um die Summation zu beenden.



Wie man Einheiten verwendet:

1. Tippen Sie den numerischen Teil des Objektes mit Einheiten ein.
2. Drücken Sie [→][_], um den Einheitenteil des Objektes zu beginnen.
3. Tippen Sie den Einheitenausdruck ein.
4. Drücken Sie [▶], um den Ausdruck zu beenden.

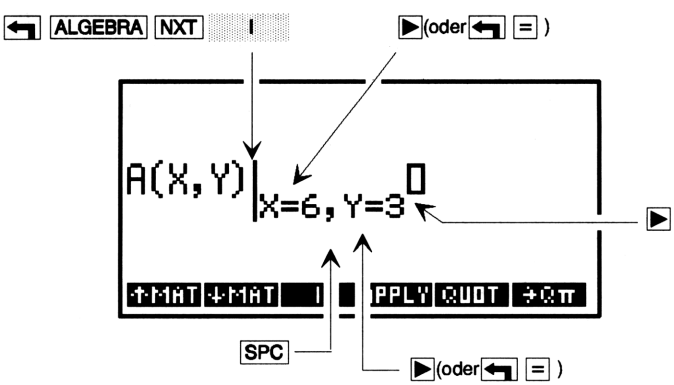
Objekte mit Einheiten (Beschreibung in Kapitel 13) können im EquationWriter entwickelt werden. Für zusammengesetzte Einheiten drücken Sie [×] oder [÷], um jede individuelle Einheit in dem Einheitenausdruck von einander abzutrennen. Sie können die Einheitennamen mit einem Tastendruck eintippen, indem Sie die entsprechende Menütaste im UNITS-Katalogmenü drücken.



Wie man die | (wobei) Funktionen verwendet:

1. Tippen Sie den Ausdruck in Klammern mit symbolischen Argumenten ein.
2. Drücken Sie ◀ (ALGEBRA) (NXT) | , um | anzuzeigen. Der Cursor befindet sich rechts unterhalb des Symbols.
3. Geben Sie die definierende Gleichung für jedes Argument ein, dann drücken Sie ▶ oder ◀ (=), um = zu tippen, und (SPC), um das Trennzeichen zwischen jede Gleichung zu tippen.
4. Drücken Sie ▶, um die Funktion zu beenden.

Die | (wobei) Funktion ersetzt Werte für Namen in Ausdrücken. Sie wird unter "Der | (Wobei) Funktion verwenden" auf Seite 22-28 beschrieben.



Implizite Klammern steuern

Implizite Klammern werden jedesmal eingestellt, wenn Sie den EquationWriter anstellen. Das heißt, daß Argumente für [÷], [√x] und [y^x] normalerweise in "unsichtbare" Klammern eingeschlossen werden, so daß nur [▶] (oder [▼]) das Argument beendet.

Wenn Sie implizite Klammern abstellen, wird das Argument beendet, wenn Sie die nächste Funktion eingeben. Drücken von [▶] beendet das Argument nicht.

Wie man implizite Klammern an- und abstellt:

16

- Drücken Sie [↰][{}]. Eine Meldung zeigt kurz den aktuellen Status.

Ohne implizite Klammern lassen sich beispielsweise Polynome bequem eingeben, wobei die Exponenten durch Drücken der Taste für die Funktion, die den nächsten Term beginnt, abgeschlossen werden.

Verlassen und wiederaufrufen des EquationWriters schaltet die impliziten Klammern an. Wenn Sie implizite Klammern nach der Eingabe von [÷], [√x], oder [y^x], aber vor der Eingabe des Arguments, abstellen, werden implizite Klammern bei den Argumenten *nicht* verwendet.

Das zweite Beispiel unten zeigt das Abstellen impliziter Klammern.

Beispiele zum EquationWriter

Am Ende eines jeden Beispiels, anstatt [ENTER] zu drücken, um die Gleichung in den Stack zu schreiben, können Sie [↱][CLR] drücken, um das Display für das nächste Beispiel freizumachen. (Wenn Sie [↱][CLR] drücken, ignorieren Sie die [↰][EQUATION] Instruktion am Anfang eines jeden neuen Beispiels.)

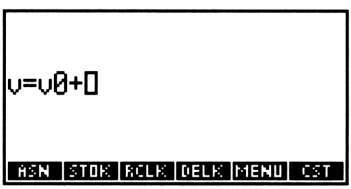
Falls Sie einen Fehler machen, wenn Sie eine Gleichung eingeben, drücken Sie [◀], um zu dem Fehler mit der Rückschrittaste zurückzukehren, oder drücken Sie [↱][CLR], und fangen Sie von vorne an. Beachten Sie, daß es im HP 48 einige Sekunden dauern könnte, bis die Gleichung wieder angezeigt wird, nachdem Sie [◀] einige Male gedrückt haben. In "In der Befehlszeile editieren" auf Seite 16-18 werden Sie lernen, wie man eine Gleichung in der Befehlszeile bearbeitet.

Beispiel: Geben Sie die folgende Gleichung ein:

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a\ dt$$

Stellen Sie den EquationWriter an, und tippen Sie die Gleichung bis zum $\int$ Zeichen. (Nachdem Sie [↰] [EQUATION] drücken, können Sie den Alpha-Eingabemodus für Kleinbuchstaben verriegeln, indem Sie [α] [↰] [α] drücken.)

[↰] [EQUATION]
v [↰] [=] v0 [+]



16

Geben Sie das Integralzeichen ein.

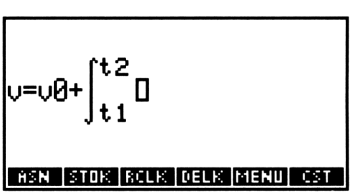
[↱] [∫]

Tippen Sie die untere Grenze ein, und bewegen Sie den Cursor zur oberen Grenze.

t1 [▶]

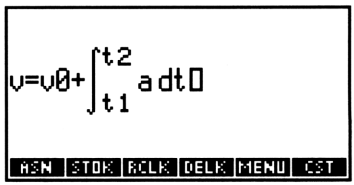
Tippen Sie die obere Grenze ein, und bewegen Sie den Cursor zum Anfang des Integranden.

t2 [▶]



Tippen Sie den Integranden und die Integrationsvariable ein.

a ▶ t



Schreiben Sie die Gleichung in den Stack.

ENTER

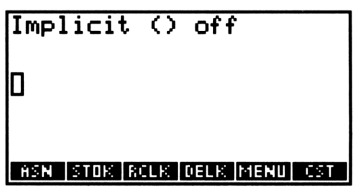
16

Beispiel: Geben Sie den Ausdruck $X^3 + 2X^2 - \frac{1}{X}$ ein, zuerst mit und dann ohne implizite Klammern.

↰ EQUATION X y^x 3 ▶ +
2X y^x 2 ▶ −
1 ÷ X

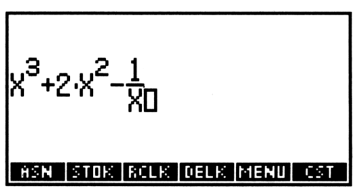
Klären Sie das Display, und stellen Sie implizite Klammern ab.

↱ CLR
↰ {}



Geben Sie den Ausdruck wieder ein.

X y^x 3 + 2X y^x 2 − 1 ÷ X



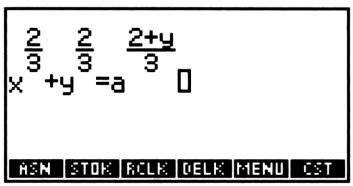
Drücken Sie ↰ {} ENTER, um implizite Klammern anzustellen und den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Beispiel: Geben Sie die folgende Gleichung ein.

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2+y}{3}}$$

Geben Sie die Gleichung ein. (Nachdem Sie [↰][EQUATION] drücken, können Sie den Alpha-Eingabemodus für Kleinbuchstaben aktivieren, indem Sie [α][↰][α] drücken.)

[↰][EQUATION]
[α][↰][α]
x [y^x] 2 [÷] 3 [▶] [▶] [+]
y [y^x] 2 [÷] 3 [▶] [▶] [↰] [=]
a [y^x] [▲] 2 [+] y [▶] 3
[▶] [▶]

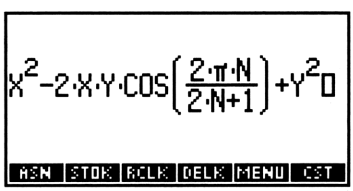


Drücken Sie [ENTER], um die Gleichung in den Stack zu schreiben.

Beispiel: Geben Sie die folgende Gleichung ein:

$$X^2 - 2XY\cos\frac{2\pi N}{2N+1} + Y^2$$

[↰][EQUATION]
X [y^x] 2 [▶] [−]
2X [×] Y [COS]
2 [↰] [π] [×] N [÷]
2N [+] 1 [▶] [▶]
[+] Y [y^x] 2 [▶]

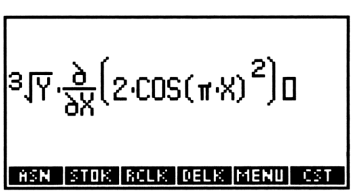


Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Beispiel: Geben Sie den Ausdruck ein.

$$\sqrt[3]{Y}\,\frac{d}{dX}2\cos^2(\pi X)$$

[↰][EQUATION]
[↱][$\sqrt[x]{y}$] 3 [▶] Y [▶]
[↱][∂] X [▶]
2 [COS] [↰] [π] [×] X [▶]
[y^x] 2 [▶] [▶]

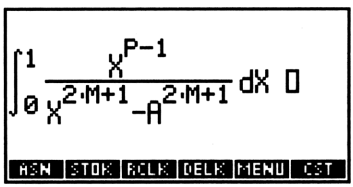


Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Beispiel: Geben Sie den Ausdruck ein.

$$\int_0^1 \frac{X^{P-1}}{X^{2M+1} - A^{2M+1}} dx$$

(←) (EQUATION)
(→) (∫) 0 (▶) 1 (▶)
X (y^x) P (−) 1 (▶) (÷)
X (y^x) 2M (+) 1 (▶)
(−) A (y^x) 2M (+) 1 (▶) (▶)
(▶) X (▶)



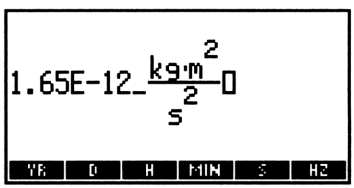
16

Drücken Sie (ENTER), um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Beispiel: Geben Sie den Ausdruck ein.

$$1,65 \times 10^{-12} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

(←) (EQUATION)
1.65 (EEX) (+/−) 12 (→) (_)
(←) (UNITS) MASS KG (×)
(←) (UNITS) AREA M^2 (▶) (÷)
(←) (UNITS) TIME S (y^x) 2
(▶) (▶)



Drücken Sie (ENTER), um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Gleichungen bearbeiten (editieren)

Es stehen Ihnen zur Bearbeitung von Gleichungen im EquationWriter mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- Bearbeitung mit der Rückschrittaste.
- Bearbeitung in der Befehlszeile.
- Einfügen eines Objektes vom Stack in die Gleichung.
- Ersetzen eines Teilausdrucks mit einem algebraischen Objekt in den Stack.

Mit der Rückschrittaste editieren

Wenn Sie einen Fehler bei der Eingabe eines Ausdrucks in den EquationWriter machen, können Sie Zeichen mit Hilfe der Rückschrittaste bis zum Fehler löschen und ihn dann verbessern.

Wie man editiert, indem man die Rückschrittaste benutzt:

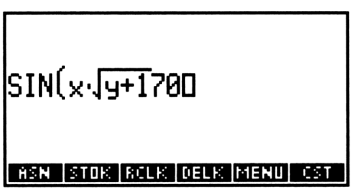
- Drücken Sie ◀, bis Sie den Fehler löschen.
- Vollenden Sie den Ausdruck richtig.

Beachten Sie jedoch, daß Zurückgehen in bestimmten Situationen sehr langsam sein kann. Es wird gewöhnlich nur zur Verbesserung von falsch getippten Zeichen oder Ziffern verwendet. Für umfangreichere Veränderungen verwenden Sie die Bearbeitung in der Befehlszeile, was im nächsten Thema beschrieben wird.

Beispiel: Tippen Sie folgenden Ausdruck ein: $\sin(x + \sqrt{y + 180} + z)$.

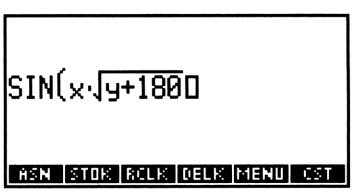
Aktivieren Sie den EquationWriter, und beginnen Sie den Ausdruck. "Absichtlich" tippen Sie 170 anstatt 180.

↩ EQUATION
SIN x +
√x y + 170



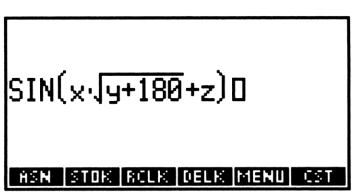
Gehen Sie mit der Rückschrittaste zu 70 zurück, tippen Sie die richtige Zahl ein, and beenden Sie den Teilausdruck.

◀ ◀ 80 ▶



Beenden Sie den Ausdruck.

+ z ▶



Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

In der Befehlszeile editieren

Sie können eine ganze Gleichung oder einen Teil davon in der Befehlszeile überarbeiten und sie dann in der geänderten Form in den EquationWriter geben.

Wie man eine ganze Gleichung bearbeitet:

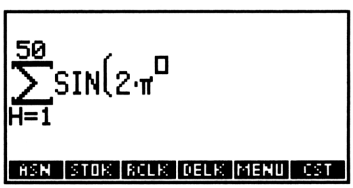
1. Wenn die Gleichung mit einem unvollendeten Teilausdruck endet, vervollständigen Sie diese.
2. Drücken Sie [↰][EDIT].
3. Verändern Sie die Gleichung in der Befehlszeile.
4. Drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen aufzubewahren (oder drücken Sie [ATTN], diese auszulöschen), und schalten Sie in den EquationWriter zurück.

Beispiel: Tippen Sie den Ausdruck:

$$\sum_{i=1}^{50} \sin(2\pi^i)$$

Stellen Sie den EquationWriter an, und tippen Sie den Ausdruck. "Absichtlich" nennen Sie den Reihenindex H anstatt I.

[↰][EQUATION]
[↱][Σ]
H [▶] 1 [▶] 50 [▶]
[SIN] 2 [↰][π] [y^x]

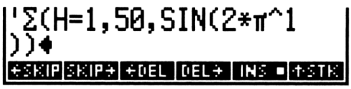


Nehmen Sie an, daß es Ihnen an dieser Stelle auffällt, daß Sie H in I verändern müssen. Versuchen Sie die Bearbeitung in der Befehlszeile.

[↰][EDIT]

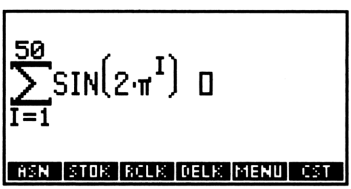
Der EquationWriter zeigt kurz die Meldung `Incomplete Subexpression` (unvollständiger Teilausdruck) und läßt den Cursor am Ende der Gleichung stehen. Vervollständigen Sie den Ausdruck, und beginnen Sie dann die Bearbeitung in der Befehlszeile.

I ▶ ↰ (EDIT)



Wechseln Sie H in I um, und geben Sie den Ausdruck in den EquationWriter. (Der HP 48 benötigt einige Sekunden für die Ausgabe des Ausdrucks in den EquationWriter.)

▲ ▶ (DEL) I
(ENTER)



Drücken Sie wieder (ENTER), um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Wie man einen Teilausdruck einer Gleichung bearbeitet:

1. Wenn die Gleichung mit einem unvollständigen Teilausdruck endet, vervollständigen Sie ihn.
2. Drücken Sie ◀, um die Auswahlumgebung zu aktivieren.
3. Drücken Sie ▲ ▼ ◀ ▶, um den Auswahlcursor auf die *Hauptfunktion* des Teilausdrucks zu setzen, den Sie bearbeiten wollen. (Lesen Sie dazu weiter unten.)
4. Optional: Drücken Sie EXPR zu irgendeiner Zeit, um den entsprechenden Teilausdruck anzuzeigen. Ein Licht zur Hervorhebung geht an oder aus.
5. Drücken Sie EDIT , um den aktuellen Teilausdruck in die Befehlszeile zu schreiben.
6. Bearbeiten Sie den Teilausdruck in der Befehlszeile.
7. Drücken Sie (ENTER), um den veränderten Teilausdruck in die Gleichung zu schreiben, (oder drücken Sie (ATTN), ihn zu löschen).
8. Drücken Sie EXIT , um die Auswahlumgebung abzustellen. (Wenn EXIT nicht angezeigt ist, drücken Sie ⊖, um ins Auswahlmenü umzuschalten.)

Die *Auswahlumgebung* ist ein besonderer Teil im EquationWriter, der speziell dazu dient, Teilausdrücke in die Gleichung einzuschreiben.

Ein *Teilausdruck* besteht aus einer Funktion und ihrem Argument. Die Funktion, die den Teilausdruck definiert, heißt *Hauptfunktion* dieses Teilausdrucks. Zum Beispiel, in dem Ausdruck `'A+B*C/D'` ist für den Teilausdruck `'B*C'` das `*` die Hauptfunktion. Der Teilausdruck `'B*C/D'` hat `/` als Hauptfunktion, und die Hauptfunktion für den Teilausdruck `'A+B*C/D'` ist das `+`. (Tatsächlich können Sie ein einzelnes Objekt, einen Namen zum Beispiel, als einen Teilausdruck bestimmen.)

Außerdem können Sie die Auswahlumgebung dazu verwenden, einen Teilausdruck mit Hilfe des Anwendungsprogrammes Rules umzustellen. Lesen Sie dazu "Das RULES Menü für Umwandlungen verwenden" auf Seite 22-12.

16

Beispiel: Tippen Sie den Ausdruck:

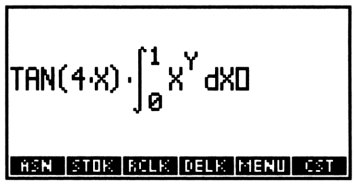
$$\tan\frac{4}{x}\int_0^1 x^y\,dx$$

Aktivieren Sie den EquationWriter, und beginnen Sie den Ausdruck. Im Argument für TAN drücken Sie absichtlich [×] anstatt [÷].

[←] [EQUATION]
[TAN] 4 [×] X [▶]
[→] [∫] 0 [▶] 1 [▶]

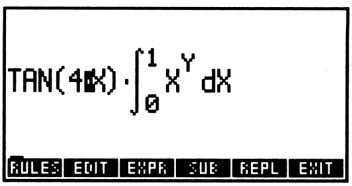
An dieser Stelle fällt es Ihnen auf, daß Sie einen Fehler gemacht haben. Aber Sie müssen die restlichen Argumente des Teilausdrucks für das Integral noch eingeben, bevor Sie die Auswahlumgebung aktivieren können.

X [y^x] Y [▶] [▶] X



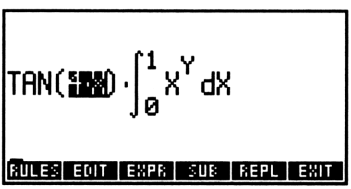
Jetzt aktivieren Sie die Auswahlumgebung. Dann bewegen Sie den Cursor auf den falschen ▪.

◀
◀ (wie verlangt)



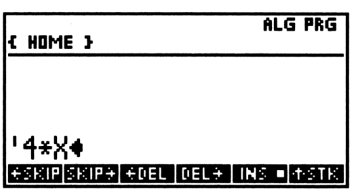
Optional: Betonen Sie den entsprechenden Teilausdruck für ▪.

EXPR



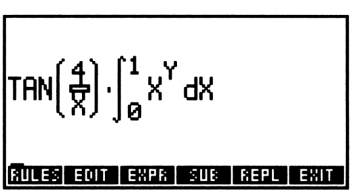
Schreiben Sie den Teilausdruck in die Befehlszeile zur Bearbeitung ein.

EDIT



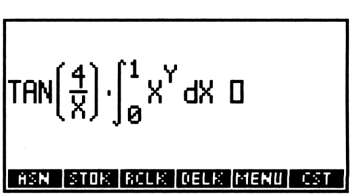
Ersetzen Sie * mit /, und geben Sie den Wechsel ein. (Der HP 48 wird einige Sekunden brauchen, bevor er den Ausdruck in den EquationWriter ausgibt.)

◀ ◀ ÷
ENTER −



Schalten Sie die Auswahlumgebung ab. Nach einigen Sekunden erscheint der normale Cursor am Ende der Gleichung, und das letzte Menü wird wieder angezeigt.

EXIT



16

Drücken Sie [ENTER], um den Ausdruck in den Stack einzugeben.

Ein Objekt aus dem Stack einfügen

Der EquationWriter erlaubt es Ihnen, ein Objekt aus dem Stack in eine Gleichung, die Sie eingeben, hinzuzufügen. Das Objekt kann eines der folgenden sein: ein Name, eine reelle Zahl , eine komplexe Zahl , ein algebraisches Objekt oder eine Zeichenkette.

Wie man ein Objekt von 1 in eine Gleichung hinzufügt:

16

- Drücken Sie [→][RCL].

Das Objekt wird aus dem Stack gelöscht, und bei der Cursorposition eingefügt. Die Begrenzungszeichen für Namen, algebraische Objekte und Zeichenketten werden automatisch entfernt.

Beispiel: Geben Sie den Ausdruck ein.

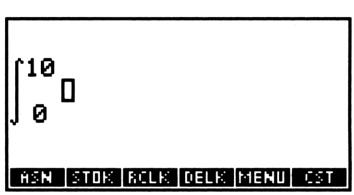
$$\int_0^{10} x^2 - y\ dx + \frac{x^2 - y}{2}$$

Geben Sie den Ausdruck `'X^2-Y;'` in die Befehlszeile ein, und duplizieren Sie diesen.

[']X [y^x]2[−]Y [ENTER][ENTER]

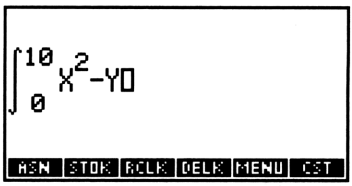
Stellen Sie den EquationWriter an, und tippen Sie Integralzeichen und die Integrationsgrenzen ein.

[←][EQUATION]
[→][∫]0[▶]10[▶]



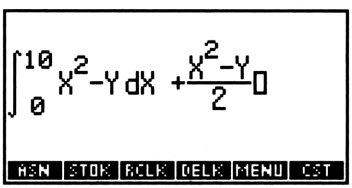
Setzen Sie den Integranden in den Ausdruck ein.

(→)(RCL)



Vervollständigen Sie den Teilausdruck. Dann tippen Sie den Rest des Ausdrucks, und setzen Sie das zweite Term aus dem Stack ein.

(▶) X (▶)
(+)
(▲)(→)(RCL)(▶) 2 (▶)



Drücken Sie (ENTER), um den Ausdruck in den Stack zu schreiben.

Einen Teilausdruck mit einem algebraischen Objekt ersetzen

Der EquationWriter erlaubt Ihnen, einen Teilausdruck oder ein einzelnes Objekt in einer Gleichung zu ersetzen. Es wird mit einem algebraischen Objekt aus dem Stack ersetzt.

Wie man einen Teilausdruck mit einem algebraischen Objekt aus Ebene 1 ersetzt:

1. Wenn die Gleichung mit einem unvollständigen Teilausdruck endet, vervollständigen Sie diesen.
2. Drücken Sie (◀), um die Auswahlumgebung zu aktivieren.
3. Drücken Sie (▲)(▼)(◀)(▶), um den Auswahlcursor auf die *Hauptfunktion* für den Teilausdruck zu bewegen, den Sie ersetzen wollen. (Lesen Sie dazu "In der Befehlszeile editieren" auf Seite 16-18.)
4. Optional: Drücken Sie EXPR zu irgendeiner Zeit, um den entsprechenden Teilausdruck anzuzeigen. Ein Betonungsslicht stellt sich an und aus.

5. Drücken Sie REPL.
6. Drücken Sie EXIT, um aus der Auswahlumgebung auszuschalten. Das algebraische Objekt wird aus dem Stack gelöscht.

Objekte mit dem EquationWriter anschauen und editieren

Sie können den EquationWriter dazu verwenden, algebraische oder Einheiten- Objekte in ihrem EquationWriter-Format zu besichtigen und zu bearbeiten.

Wie man ein existierendes algebraisches Objekt oder Objekt mit Einheit im EquationWriter besichtigt:

1. Besichtigen Sie das Objekt:
   - Wenn das Objekt in Ebene 1 ist, drücken Sie ▼.
   - Wenn das Objekt in einer Variablen gespeichert ist, geben Sie den Variablennamen in Ebene 1 ein, und drücken Sie ↱▼.
2. Drücken Sie ATTN ATTN, um in den Stack zurückzukehren.

Beachten Sie, daß der HP 48 im EquationWriter einige Sekunden braucht, Objekte anzuzeigen, was von der Länge oder der Verflechtung der algebraischen oder Einheiten-Ojekte abhängt.

Wie man ein Objekt bearbeitet, das Sie mit dem EquationWriter besichtigen:

1. Stellen Sie einen der drei EquationWriter-Modi ein: den Roll-, den Auswahl- oder den Eingabemodus. Lesen Sie dazu "Wie der EquationWriter aufgebaut ist" auf Seite 16-2.
2. Drücken Sie ENTER, um die Veränderungen aufzubewahren (oder drücken Sie ATTN, diese zu löschen), und kehren Sie in den Stack zurück.

17

HP Solve

Mit dem Gleichungslöser HP Solve können Sie Gleichungen mit reellen Werten mit einer beliebigen Anzahl von Variablen numerisch lösen. Er ist eine geeignete Alternative zur symbolischen Mathematik und Programmierung, wenn Sie Resultate mit reellen numerischen Resultaten wollen.

Um eine Gleichung nach numerischen Antworten von Hand zu lösen, könnten sie sehr wohl den folgenden Vorgang anwenden:

1. Schreiben Sie die Gleichung, die Sie lösen wollen, auf.
2. Falls möglich, verarbeiten Sie die Gleichung so, daß Sie diese nach der unbekannten Variablen lösen können.
3. Ersetzen Sie die gegebenen Variablen mit bekannten Werten.
4. Berechnen Sie den Wert der unbekannten Variablen.

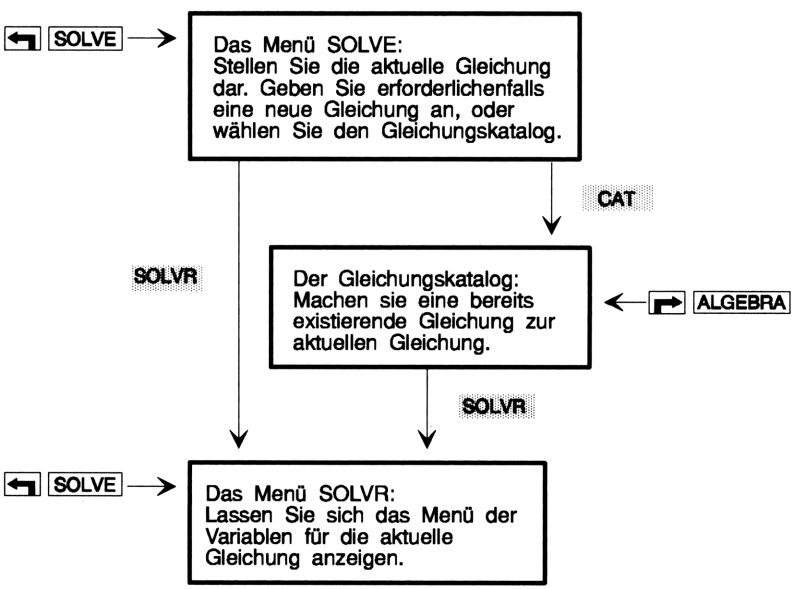
Wenn Sie den HP Solve verwenden, dann gehen Sie ähnlich vor. *Allerdings* brauchen Sie den zweiten Schritt nicht auszuführen, und das vereinfacht den ganzen Vorgang. Zusätzlich können Sie Schritte 3 und 4 so oft wiederholen, wie Sie wollen, indem Sie die Werte einer oder mehrerer Variablen ändern oder die Gleichung nach einer anderen Variablen auflösen.

Die Struktur des HP Solve

HP Solve besteht aus zwei Menüs (dem SOLVE Menü und dem SOLVR Menü) und der reservierten Variablen *EQ* mit der *aktuellen Gleichung*. Das ist die Gleichung, die gelöst werden soll.

- Das SOLVE Menü erlaubt Ihnen, die aktuelle Gleichung anzuschauen oder eine neue aktuelle Gleichung zu bestimmen. Das SOLVE Menü erlaubt Ihnen auch, den *Gleichungenkatalog* aufzurufen, damit Sie existierende Gleichungen wählen und bearbeiten können.

- Das SOLVR Menü zeigt die Variablen der aktuellen Gleichung. Es erlaubt Ihnen, diese zu speichern, nach ihnen aufzulösen und den numerischen Wert einer jeden Variablen in der Gleichung anzuschauen.



Gleichungen, Ausdrücke und Programme verwenden

HP Solve kann den numerischen Wert einer Variablen in Gleichungen, Ausdrücken oder Programmen ermitteln:

- **Gleichung.** Eine Gleichung ist ein algebraisches Objekt mit = (zum Beispiel `'A+B=C'`). Ein Ergebnis ist ein Wert der unbekannten Variablen, bei der beide Seiten den gleichen Zahlenwert annehmen.
- **Ausdruck.** Ein Ausdruck ist ein algebraisches Objekt ohne = (zum Beispiel `'A+B+C'`). Ein Ergebnis ist die *Nullstelle* des Ausdrucks, welche ein Wert der Unbekannten ist, wo der Ausdruck den Wert 0 annimmt.
- **Programm.** Ein Programm, das gelöst werden soll, muß eine reelle Zahl ausgeben. Eine Lösung ist ein Wert der Unbekannten, für die das Programm 0 ausgibt.

In dem gesamten Kapitel bezieht sich der Ausdruck "Gleichung" auf alle Objekte, die zur Erzeugung eines SOLVR Menüs verwendet werden: Ausdrücke, Programme und Listen von Gleichungen, Ausdrücken und Programmen.

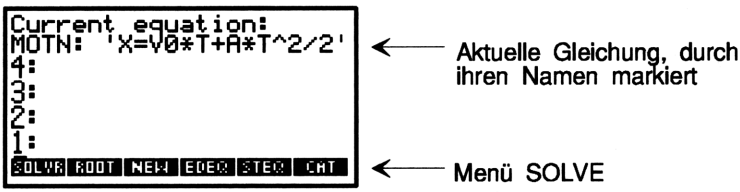
Die aktuelle Gleichung bestimmen

Die *aktuelle Gleichung* ist die Gleichung, die Sie zuletzt gelöst oder geplottet haben. Sie wird in einer reservierten Variablen *EQ* gespeichert. Sie wechseln die aktuelle Gleichung jedesmal, wenn Sie eine andere Gleichung lösen oder plotten. (Wie man die aktuelle Gleichung *löst* lesen Sie in "Die aktuelle Gleichung lösen" auf Seite 17-12.)

Wie man nach der aktuellen Gleichung fragt:

- Drücken Sie [←] [SOLVE].

Eine zweizeilige Statusmeldung gibt Ihnen die aktuelle Gleichung und deren Namen. Falls keine aktuelle Gleichung vorhanden ist, erhalten Sie Instruktionen zur Eingabe einer neuen Gleichung. Außerdem wird das SOLVE Menü angezeigt.



Eine neue aktuelle Gleichung eingeben

Verwenden Sie entweder NEW oder STEQ zur Eingabe einer neuen aktuellen Gleichung. NEW hilft Ihnen bei der Eingabe und Benennung einer neuen aktuellen Gleichung durch entsprechende Hinweise. STEQ ist nützlich, um eine Gleichung in der Variablen *EQ* zu speichern, ohne daß sie einen Namen erhält. Benannte Gleichungen werden in einer Variablen gespeichert, damit Sie diese später wieder verwenden können. Unbenannte Gleichungen gehen verloren, wenn Sie die aktuelle Gleichung ändern.

Wie man eine neue aktuelle Gleichung eingibt und benennt:

1. Geben Sie die Gleichung in Ebene 1 ein. Entweder können Sie diese in die Befehlszeile eintippen, oder Sie verwenden den EquationWriter.
2. Drücken Sie [←] [SOLVE] NEW.
3. Ohne [α] zu drücken, tippen Sie einen Namen für die Gleichung, und dann drücken Sie [ENTER].

Die Gleichung wird in einer von Ihnen benannten Variablen gespeichert. Die Variable wird mit dem von Ihnen gegebenen Namen in *EQ* gespeichert.

Wenn die "Gleichung" ein Programm oder eine Liste ist, fügt NEW automatisch .EQ dem Variablenamen hinzu (oder ,EQ wenn das Dezimalzeichen ein "," ist). Dies zeigt an, daß die Variable ein Objekt zum Lösen oder Plotten enthält.

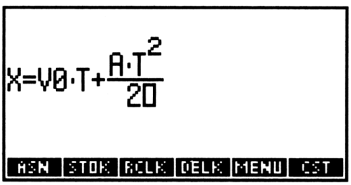
Beispiel: Verwenden Sie NEW, um die folgende Bewegungsgleichung eines sich beschleunigenden Körpers einzugeben und zu benennen:

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

(Diese Gleichung setzt voraus, daß die Variablen X, $V0$, T und A nicht in dem aktuellen Verzeichnis existieren.)

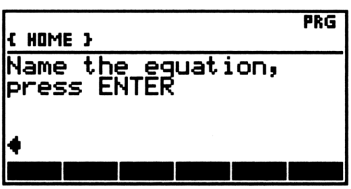
Geben Sie die Gleichung mit Hilfe des EquationWriters ein.

[→] [CLR]
[←] [EQUATION]
X [←] [=] V0 [×] T
[+] [▲] A [×] T [y^x] 2 [▶]
[▶] 2



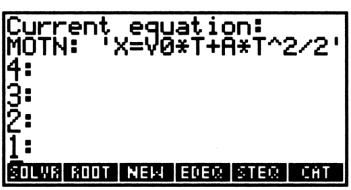
Speichern Sie die Gleichung als die aktuelle Gleichung.

[ENTER]
[←] [SOLVE] NEW



Wenn Sie dazu aufgefordert werden, benennen Sie die Gleichung MOTN. Drücken Sie nicht [α], weil NEW automatisch den Alphaeingabemodus festsetzt.

MOTN [ENTER]



Diese Gleichung wird in dem Beispiel auf Seite 17-14 gelöst.

Wie man eine aktuelle Gleichung ohne Namen eingibt:

1. Bestimmen Sie die Gleichung in Ebene 1:
   - Wenn es sich um eine neue Gleichung handelt, geben Sie diese in Ebene 1 ein.
   - Wenn es sich um eine in einer Variablen gespeicherten Gleichung handelt, geben Sie den Variablennamen ein. (Drücken Sie [']), und dann drücken Sie die Menütaste der Variablen oder tippen deren Namen.)
2. Drücken Sie [←] [SOLVE] STEQ (der STEQ Befehl).

Der STEQ Befehl speichert die Gleichung oder deren Namen in *EQ*. Beachten Sie, daß eine unbenannte Gleichung in *EQ* verloren geht, wenn Sie das nächste Mal eine neue Gleichung in *EQ* speichern.

Beispiel: Geben Sie die folgende Gleichung der Schallgeschwindigkeit in Gasen ein, und dann speichern Sie diese in der Variablen *VSOUND*. Verwenden Sie STEQ, um diese Gleichung zur aktuellen Gleichung zu machen.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Aktivieren Sie den EquationWriter, und tippen Sie die Gleichung. (Um γ zu tippen, drücken Sie [α] [→] G.)

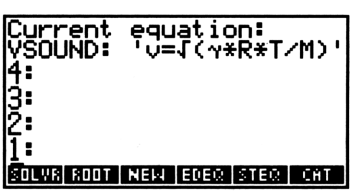
[←] [EQUATION]
v [←] [=] [√x]
γ [×] R [×] T [÷] M

Speichern Sie die Gleichung in *VSOUND*.

[ENTER]
[']VSOUND [STO]

Verwenden Sie STEQ, um *VSOUND* zur aktuellen Gleichung zu machen.

[VAR] ['] VSOU
[←] [SOLVE] STEQ



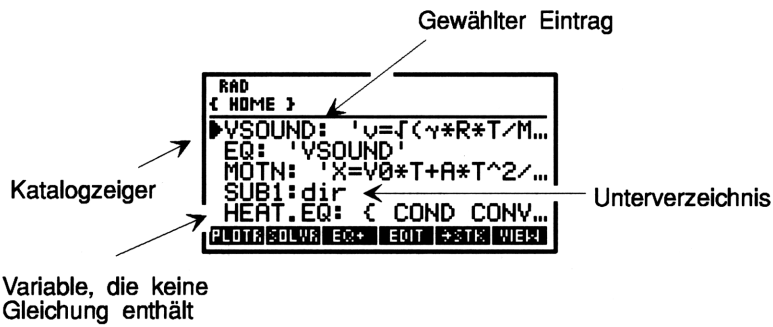
Eine existierende Gleichung wieder verwenden

Der Gleichungskatalog zeigt eine Auflistung aller benannten Gleichungen im aktuellen Verzeichnis. Er ist eine spezielle Umgebung zur Bearbeitung existierender Gleichungen. Die Stackanzeige wird ersetzt mit der Gleichungsliste, und die Tastatur wird umdefiniert, um spezielle Operationen auszuführen. Mit diesen Operationen können Sie aktuelle Gleichungen wählen oder bereits vorhandene

Gleichungen kombinieren, bearbeiten, umsortieren oder löschen. Der Gleichungskatalog enthält alle benannten algebraischen Objekte, alle Variablennamen, die mit *EQ* enden und alle Unterverzeichnisse im aktuellen Verzeichnis.

Wie man den Gleichungskatalog aktiviert:

- Drücken Sie [←] [SOLVE] CAT.
  oder
- Drücken Sie [←] [PLOT] CAT.
  oder
- Drücken Sie [→] [ALGEBRA].



Wie man mit einer Gleichung im Gleichungskatalog arbeitet:

1. Drücken Sie [▲] und [▼], um den Zeiger zu der von Ihnen gewünschten Eintragung in der Liste zu bewegen.
2. Führen Sie die folgenden Operationen durch:
   - Machen Sie die Gleichung zur aktuellen Gleichung, und fangen Sie an, die Gleichung mit Hilfe von HP Solve zu lösen, indem Sie SOLVR drücken.
   - Die Gleichung anzuschauen, drücken Sie *und halten Sie gedrückt* VIEW. Dann lassen Sie los, um das Anschauen zu beenden.

Wie man den Gleichungskatalog verläßt:

- Drücken Sie SOLVR, um die aktuelle Gleichung zu verändern und zu verlassen, und um die Auflösung der Gleichung mit Hilfe von HP Solve zu beginnen.
- Drücken Sie [ATTN], um die aktuelle Gleichung ohne Veränderungen zu verlassen.

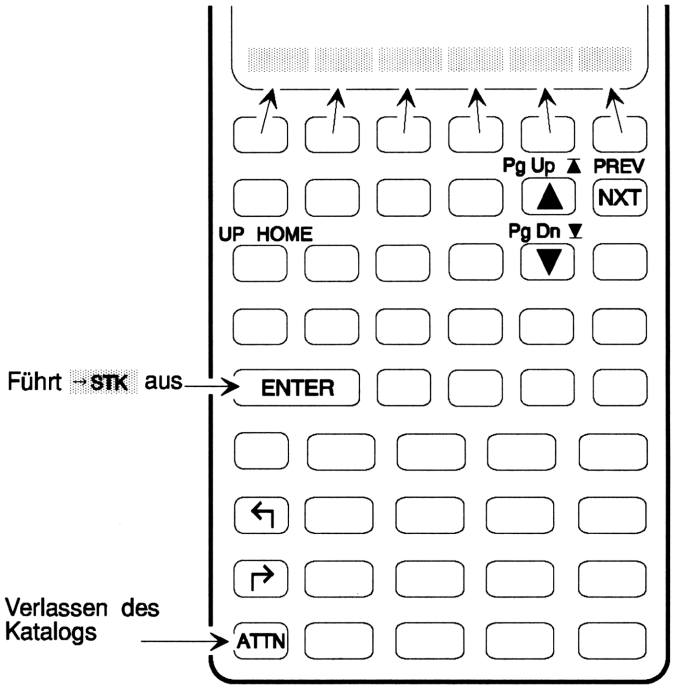
In der nachfolgenden Tabelle wird eine vollständige Auflistung aller Operationen in der Gleichungskatalog-Umgebung angegeben. Die Operationen bearbeiten die gewählte Eintragung. Der Gleichungskatalog wird von HP Solve- und den Plot-Anwendungsprogrammen (in Kapitel 18 beschrieben) benutzt.

Operationen im Gleichungskatalog

Taste	Beschreibung
PLOTR	Macht den gewählten Eintrag zur aktuellen Gleichung und zeigt das PLOTR Menü an.
SOLVR	Macht den gewählten Eintrag zur aktuellen Gleichung und zeigt das Menü mit deren Variablen an.
EQ+	Fügt den gewählten Eintrag einer Liste von Gleichungen hinzu oder erzeugt eine solche (Lesen Sie dazu "Zwei oder mehrere Gleichungen lösen" auf Seite 17-28.) ([↰] EQ+ entfernt die letzte Eintragung aus der Liste.)
EDIT	Schreibt den gewählten Eintrag zur Bearbeitung in die Befehlszeile. Drücken Sie [ENTER], um die Veränderungen aufzubewahren, oder drücken Sie [ATTN], diese zu löschen.
→STK	Kopiert den gewählten Eintrag in den Stack.
VIEW	Löscht das Display und zeigt *nur* den gewählten Eintrag ohne seinen Namen an, bis die Taste losgelassen wird. Wenn der gewählte Eintrag ein Verzeichnis ist, schaltet VIEW in das Verzeichnis um.
ORDER	Macht den gewählten Eintrag den ersten im Katalog. Wenn Sie eine Liste mit *n* Gleichungen mit EQ+ erzeugen, macht ORDER diese Gleichungen zu den ersten *n* Eintragungen im Katalog.

Operationen im Gleichungskatalog (fortgesetzt)

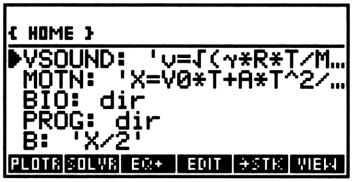
Taste	Beschreibung
PURG	Löscht den gewählten Eintrag aus dem Katalog (und aus dem aktuellen Verzeichnis).
FAST	Das Aktivieren von FAST■ zeigt die Namen im Katalog (und in Statusmeldungen) ohne deren Inhalt an. (Durch FAST■ wird das Flag −59 gesetzt. Das gilt auch umgekehrt.) FAST■ ist nützlich, wenn der Katalog viele lange Gleichungen enthält, da das Anzeigen solcher Gleichungen sehr zeitraubend ist.
▲	Bewegt den Katalogzeiger eine Ebene nach oben. Wenn Sie zuvor ↰ drücken, wird der Katalogzeiger eine Seite nach oben bewegt (↰ PgUp in der nachstehenden Tastaturabbildung). Wenn Sie zuerst ↱ drücken, wird der Katalogzeiger an den Anfang des Katalogs gesetzt, (↱ ⤒ in der nachstehenden Tastaturabbildung).
▼	Bewegt den Katalogzeiger eine Ebene nach unten. Wenn Sie zuvor ↰ drücken, wird der Katalogzeiger eine Seite nach unten bewegt, (↰ PgDn in der nachstehenden Tastaturabbildung). Wenn Sie zuerst ↱ drücken, wird der Katalogzeiger an das Ende des Katalogs gesetzt, (↱ ⤓ in der nachstehenden Tastaturabbildung).
ATTN	Verläßt den Gleichungskatalog.
ENTER	Führt →STK aus (kopiert die gewählte *Gleichung* in den Stack). Wenn der gewählte Eintrag ein *Verzeichnis* ist, schaltet der Gleichungskatalog in das Verzeichnis um.
↰ UP	Schaltet in den Gleichungskatalog des übergeordneten Verzeichnisses um.
↱ HOME	Schaltet in den Gleichungskatalog des *HOME*-Verzeichnisses um.



Beispiel: Verwenden Sie den Gleichungskatalog, und wählen Sie *MOTN* (von dem Beispiel auf Seite 17-4) als aktuelle Gleichung. Dann beginnen Sie, diese zu lösen (mit der Darstellung Ihres Menüs der Variablen).

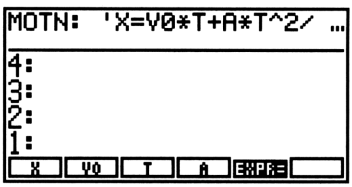
Aktivieren Sie den Gleichungskatalog.

(←) (SOLVE) CAT



Bewegen Sie den Zeiger zu *MOTN*. Dann machen Sie diese zur aktuellen Gleichung, und lassen Sie sich deren Menü von Variablen anzeigen.

(▼) (wenn nötig)
SOLVR



Beachten Sie, daß der gewählte Eintrag nicht zur aktuellen Gleichung wird, bis Sie SOLVR (oder PLOTR) drücken.

Zusammenfassung der Operationen im SOLVE Menü

Das SOLVE Menü

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(←)(SOLVE):		
SOLVR		Wählt das Menü der Variablen der aktuellen Gleichung.
ROOT	ROOT	Löst eine Gleichung (in Ebene 3) nach der Unbekannten (in Ebene 2), indem die Näherungswerte in Ebene 1 verwendet werden. ROOT ist hauptsächlich nützlich mit Programmen.
NEW		Entnimmt die Gleichung aus Ebene 1, fordert zur Eingabe eines Variablennamens auf, speichert die Gleichung in dieser Variablen und macht die Gleichung in dieser Variablen zur aktuellen Gleichung.

Das SOLVE Menü (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
EDEQ		Schreibt die aktuelle Gleichung zur Bearbeitung in die Befehlszeile. Drücken Sie (ENTER), um die überarbeitete Fassung zur aktuellen Gleichung zu machen und diese in die Variable zurückzuspeichern. (ATTN) löscht die Veränderungen.
STEQ	STEQ	Speichert die Gleichung in Ebene 1 als aktuelle Gleichung.
(→) STEQ	RCEQ	Legt die aktuelle Gleichung in Ebene 1 ab.
CAT		Aktiviert den Gleichungskatalog.
(←)(REVIEW)		Zeigt die Statusmeldung der "aktuellen Gleichung" wieder an.

17

Die aktuelle Gleichung lösen

Wenn Sie die aktuelle Gleichung lösen, speichern Sie Werte von bekannten Variablen und lösen nach Werten der unbekannten Variablen. Normalerweiser machen Sie dies mit Hilfe des SOLVR Menüs, dem Menü der Variablen der aktuellen Gleichung.

Wie man mit der Lösung der aktuellen Gleichung anfängt:

- Drücken Sie SOLVR im SOLVE Menü oder Gleichungskatalog.
  oder
- Drücken Sie (→)(SOLVE) zu irgendeiner Zeit.

Im Gleichungskatalog setzt SOLVR die aktuelle Gleichung auch zur gewählten Gleichung in die Liste.

Wenn Sie anfangen, die Gleichung zu lösen, aktivieren Sie das SOLVR Menü. Das ist das Menü der Variablen für die in *EQ* gespeicherte aktuelle Gleichung. Das SOLVR Menü enthält:

- Eine "weiße" Menütaste für jede Variable in der aktuellen Gleichung.
- Die EXPR= Menütaste, die später in diesem Abschnitt beschrieben wird.

Die Menüfelder der Variablen haben schwarze Buchstaben auf weißem Hintergrund. Dies deutet an, daß die Menüoperationen für die Variablentasten im HP Solve SOLVR Menü anders sind als im VAR Menü (oder CST Menü).

Eine Lösung finden

Wenn Sie die aktuelle Gleichung lösen, sieht sich HP Solve nur nach einer Lösung um. Könnte die Gleichung mehr als eine Lösung haben, dann lesen Sie "Andere Lösungen finden" auf Seite 17-17.

Wie man die aktuelle Gleichung löst:

1. Für jede Variable mit einem bekannten Wert, geben Sie den Wert ein, und drücken Sie die Variablentaste im SOLVR Menü.
2. Optional: Für die unbekannte Variable geben Sie einen "Näherungswert" ein, und dann drücken Sie die Variablentaste im SOLVR Menü.
3. Drücken Sie ↶ und die Variablentaste der Unbekannten im SOLVR Menü, um nach ihrem Wert zu lösen.

Existiert eine Variable nicht, wird sie erzeugt, wenn Sie einen bekannten Wert speichern oder nach ihrem Wert lösen. Sie brauchen keinen Wert für eine Variable einzugeben, wenn diese schon den gewünschten Wert enthält.

Wenn Sie einen "Näherungswert" für eine Variable eingeben wollen, lesen Sie "Andere Lösungen finden" auf Seite 17-17.

Wenn Sie die Gleichung lösen, erhalten Sie eine Meldung, die das Ergebnis des Vorgangs beschreibt. Lesen Sie "Die Lösung prüfen" auf Seite 17-16 und "Resultate interpretieren" auf Seite 17-19.

Wie man den Wert einer Variablen aufruft:

- Drücken Sie ↷ und die Variablentaste im SOLVR Menü.

Wie man Variablenwerte prüft:

1. Drücken Sie [←] [REVIEW].
2. Drücken Sie [ATTN], um in die Stackanzeige zurückzukehren.

Beispiel: Nehmen Sie an, daß die aktuelle Gleichung die Bewegungsgleichung (*MOTN* eines sich beschleunigendes Körpers ist. Berechnen Sie den Weg (x), den ein Körper in 4 Sekunden (t) zurücklegt, wenn seine Anfangsgeschwindigkeit (v_0) 2 m/s beträgt und er mit 3 m/s^2 (a) beschleunigt wird. (Diese Gleichung hat eigentlich zwei Lösungen für x. Wie man die zweite Lösung findet, lesen Sie dazu "Andere Lösungen finden" auf Seite 17-17.)

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen X, $V0$, T, und A nicht im aktuellen Verzeichnis existieren.)

Falls notwendig, aktivieren Sie das SOLVR Menü. Dann speichern Sie 4 in T. (T: 4 am oberen Rand des Displays bedeutet, daß 4 in T gespeichert wurde.)

[→] [SOLVE] (wenn nötig)
4 [T]

```
T: 4
```

Dann speichern Sie 2 in $V0$ und 3 in A.

2 [V0]
3 [A]

```
A: 3
```

Lösen Sie nach x auf. Beachten Sie, daß die numerische Lösung mit dem Variablennamen markiert ist. Die Meldung ZERO im Statusgebiet bedeutet, daß eine Lösung gefunden wurde.

[←] [X]

```
Zero
4:
3:
2:
1:                X: 32
X | V0 | T | A | EXPR=
```

Wenn das Objekt tatsächlich mit derselben Anfangsgeschwindigkeit und in derselben Zeit 40 Meter gefallen wäre, was war seine Beschleunigung? Speichern Sie die neuen Werte, und lösen Sie nach a.

40 [X]
[←] [A]

```
2:                X: 32
1:                 A: 4
X | V0 | T | A | EXPR=
```

Beachten Sie, daß die Lösung von X der vorhergehenden Berechnung sich in Ebene 2 befindet. Das ist *nicht* der aktuelle Wert von X. Prüfen Sie die aktuellen Werte.

(←)(REVIEW)

```
MOTN:  'X=V0*T+A*T^2/ ...
X:  40
V0:  2
T:  4
A:  4

 X  V0  T  A  EXPR=
```

Drücken Sie (ATTN), um in den Stack umzuschalten.

Beispiel: Die Gleichung für einen einfachen Stromkreis lautet $V = IR$, wobei V die Spannung, I der Strom und R der Widerstand in diesem Stromkreis ist. Aktivieren Sie HP Solve, um den Wert von I zu finden, wenn V 10 Volt und R 20 Ohm ist.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen V, I, und R nicht im aktuellen Verzeichnis existieren.)

Aktivieren Sie HP Solve, und geben Sie dann die Gleichung ein. Gebrauchen Sie NEW, um die Gleichung *ELEC* zu nennen und sie zur aktuellen Gleichung zu machen.

(→)(CLR)
(←)(SOLVE)
(')V (←)(=)I (×)R
NEW ELEC (ENTER)

```
Current equation:
ELEC:  'V=I*R'
4:
3:
2:
1:
SOLVR ROOT NEW EDEQ STEQ CAT
```

Lassen Sie sich das Menü mit den Variablen der aktuellen Gleichung anzeigen.

SOLVR

```
ELEC:  'V=I*R'
4:
3:
2:
1:
 V  I  R  EXPR=
```

Geben Sie die bekannten Werte ein, und lösen Sie nach der Unbekannten auf. Die Meldung Zero in den Statuszeilen besagt, daß eine Nullstelle gefunden wurde.

10 [V]
20 [R]
[←] [I]

```
Zero
4:
3:
2:
1:                    I: .5
 V   I   R  EXPR=
```

Wenn bei dem berechneten Wert für I der Widerstand $R = 30$ Ohm ist, wie groß ist dann V? Speichern Sie den neuen Wert für R, und lösen Sie nach V auf.

17

30 [R]
[←] [V]

```
Zero
4:
3:
2:                    I: .5
1:                    V: 15
 V   I   R  EXPR=
```

Prüfen Sie dann die Werte aller Variablen.

[←] [REVIEW]

```
ELEC: 'V=I*R'
V: 15
I: .5
R: 30

 V   I   R  EXPR=
```

Drücken Sie [ATTN], um in die Stackanzeige zurückzukehren.

Die Lösung prüfen

Nachdem Sie eine Lösung für die Gleichung gefunden haben, können Sie die Lösung überprüfen, indem Sie herausfinden, wie nahe die beiden ermittelten Ergebnisse beieinander liegen, das heißt, wie nahe das Ergebnis einem wahren Ergebnis , einer *Nullstelle*, ist.

Wie man prüft, ob das Ergebnis ein echtes Ergebnis für die Gleichung ist:

- Drücken Sie EXPR=.

EXPR= gibt einen oder zwei Werte aus, abhängig von der Art der aktuellen Gleichung:

- Bei einer Gleichung gibt EXPR= zwei Werte aus. Das sind die numerischen Werte der linken und rechten Seiten der Gleichung. Die Werte sind mit LINKS und RECHTS markiert.
- Bei einem Ausdruck oder Programm gibt EXPR= einen Wert aus. Das ist der numerische Wert für den Ausdruck oder das Programm. Er ist EXPR markiert.

Für einen Ausdruck gilt: Je näher das durch EXPR= ermittelte Ergebnis bei Null liegt, desto wahrscheinlicher ist es, daß HP Solve eine Nullstelle gefunden hat. Für eine Gleichung gilt: Je näher die beiden durch EXPR= ermittelten Ergebnisse beieinander liegen, desto wahrscheinlicher ist es, daß HP Solve eine Nullstelle gefunden hat. Weitere Informationen finden Sie in "Resultate interpretieren" auf Seite 17-19.

Beispiel: Es sei vorausgesetzt, daß *ELEK* immer noch aktuelle Gleichung ist. Aktivieren Sie EXPR=, um die beiden Seiten der Gleichung auszuwerten.

Aktivieren Sie direkt das SOLVR Menü, und werten Sie die Gleichung aus.

(→) (SOLVE)
EXPR=

Die linke und die rechte Seite der Gleichung ergeben jeweils genau 15. Dadurch wird angezeigt, daß HP Solve eine Nullstelle gefunden hat.

Andere Lösungen finden

Wenn Sie mit HP Solve nach einer Variablen lösen, findet dieser nur ein Ergebnis, selbst wenn andere Ergebnisse existieren. Wenn Sie schon ein Ergebnis für Ihre Gleichung gefunden haben, und Sie wollen ein anderes finden, verwenden Sie dazu Näherungswerte, um den Lösungsalgorithmus in eine andere Lösungsrichtung zu schicken. Lesen Sie dazu "Näherungswerte verwenden" weiter unten.

Ein visuellerer Vorgang, Lösungen zu finden, ist das Plot Anwendungsprogramm. Lesen Sie dazu "Zwischen HP Solve oder Plot wählen" auf Seite 17-23.

Näherungswerte verwenden

Sie können ein oder zwei Näherungswerte für die unbekannte Variable eingeben, bevor Sie nach dieser lösen. Gute Näherungswerte helfen auf zweierlei Weise:

- Wenn es mehr als eine Lösung gibt, kontrollieren die Näherungswerte, welche Lösung gefunden wird.
- Gute Näherungswerte verkürzen Zeit, die zur Ermittlung einer Lösung benötigt wird.

Wie man Näherungswerte für eine Variable abspeichert:

- Zum Abspeichern einer Näherung, geben Sie den Wert ein, und drücken Sie die nicht umgeschaltete Menütaste.
- Zwei oder mehr Näherungswerte zum Eingrenzen einer gewünschten Lösung in geschweifte Klammern (mit { } Begrenzungszeichen) müssen zuerst in einer Liste abgespeichert werden. Dann drücken Sie die nicht umgeschaltete Menütaste.

Um herauszufinden, wie Näherungswerte das Ergebnis beeinflussen, lesen Sie dazu "Wie der Lösungsalgorithmus anfängliche Näherungswerte verwendet" auf Seite 17-34.

Beispiel: Speichern Sie die Näherungswerte 0 und 10 für die Variable *V*. Drücken Sie [←] [{}] 0 [SPC] 10 [ENTER] [V], um die Liste zu erzeugen, und speichern Sie diese in *V*.

Zusammenfassung der Operationen des SOLVR Menüs

Normalerweise enthält das SOLVR Menü ein Feld für jede globale Variable in der aktuellen Gleichung und das EXPR= Feld. Dieses Menü kann benutzerdefniert werden. Lesen Sie dazu "Das SOLVR Menü benutzerdefinieren" auf Seite 17-26.

Wie man das SOLVR Menü verwendet:

- Um einen Wert in einer Variablen zu speichern, geben Sie den neuen Wert in den Stack ein, und dann drücken Sie ihre Menütaste.
- Um nach dem Wert einer Variablen zu lösen, drücken Sie [←] und ihre Menütaste.
- Um den Wert einer Variablen aufzurufen, drücken Sie [→] und ihre Menütaste.

- Um einen Variablennamen einzutippen, wenn die Befehlszeile im algebraischen oder Programm-Eingabemodus ist, drücken Sie die Menütaste.
- Um den "Wert" der Gleichung zu berechnen, drücken Sie EXPR=.
- Um die Werte der Variablen zu überprüfen, drücken Sie ↰ REVIEW. (Drücken Sie ATTN, um in die Stackanzeige umzuschalten.)

Das SOLVR Menü bleibt unverändert, bis eine neue aktuelle Gleichung bestimmt ist.

Der Katalog der Werte zeigt alle Namen und Werte der Variablen auf der aktuellen Seite des SOLVR Menüs. Der nächste Tastendruck, den Sie machen, unterbricht die Überprüfung und zeigt den Stack wieder an. Dann führt er den Tastendruck selbst aus.

Resultate interpretieren

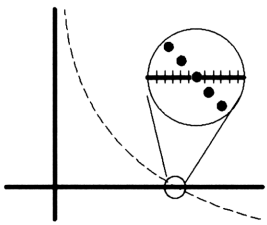
HP Solve gibt eine Meldung aus, die den Vorgang des Lösungsalgorithmus beschreibt. Sie können diese Meldung und andere Informationen verwenden, um zu bestimmen, ob die Lösung eine Nullstelle Ihrer Gleichung ist.

Die Meldung hängt von dem *Wert der Gleichung* ab. Der Wert ist der Unterschied zwischen den linken und rechten Seiten bei Gleichungen oder der Wert herausgegeben von einem Ausdruck oder Programm.

Wenn eine Lösung gefunden wurde

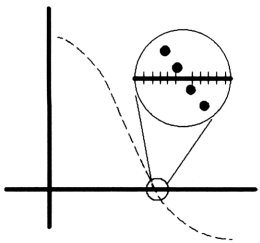
Wurde eine Nullstelle gefunden, gibt HP Solve eine Meldung aus, die diese beschreibt:

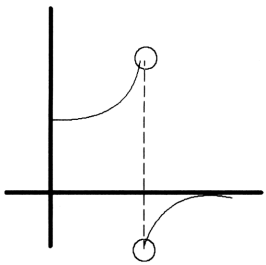
`Zero` HP Solve hat einen Punkt gefunden, an dem der Wert der Gleichung 0 ist (innerhalb der 12-stelligen Genauigkeit des Taschenrechners).

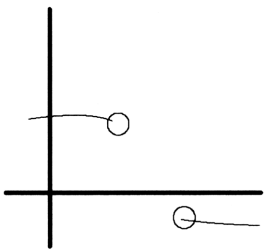


`Sign Reversal` HP Solve hat zwei Punkte gefunden, an denen der Wert der Gleichung entgegengesetzte Vorzeichen hat, aber ein Punkt kann nicht dazwischen gefunden werden, wo der Wert = 0 ist. Die Gründe hierfür könnten sein:

- Die beiden Punkte sind benachbart (sie unterscheiden sich um 1 an der zwölften Stelle).
- Die Gleichung hat keine reellen Werte zwischen den beiden Punkten. HP Solve gibt den Punkt aus, der am nächsten bei 0 liegt. Wenn der Wert der Gleichung eine stetige reelle Funktion ist, hat HP Solve an diesem Punkt die beste Annäherung der eigentlichen Nullstelle ausgegeben.



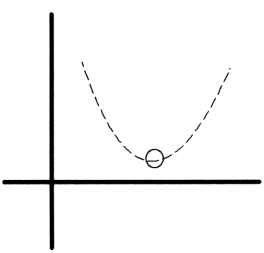




Extremum

Es ist einer der folgenden Fälle eingetreten:

- HP Solve hat einen Punkt gefunden, an dem der Wert der Gleichung sich einem lokalen Minimum (bei positiven Werten) oder Maximum (bei negativen Werten) nähert. Der Punkt könnte an der Nullstelle sein oder nicht.
- HP Solve hat die Suche bei ±9.99999999999E499, der größten bzw. kleinsten Nummer im Zahlenbereich des Taschenrechners, beendet.



Wenn Sie weitere Informationen benötigen, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Werten Sie die Gleichung mit EXPR= aus. Je näher die Lösung bei 0 liegt (im Falle von Ausdrücken oder Programmen), oder je näher die beiden Lösungen beieinander liegen (im Falle von Gleichungen), desto wahrscheinlicher ist es, daß HP Solve eine Nullstelle gefunden hat. Sie müssen dies unter Berücksichtigung der Ergebnisse selbst beurteilen.
- Plotten Sie den Ausdruck oder die Gleichung für den angegebenen Wertebereich. Das Plot-Anwendungsprogramm zeigt alle lokalen Minima, Maxima oder Sprungstellen an.

- Überprüfen Sie die Systemflags, die mathematische Fehler feststellen (Lesen Sie dazu Anhang E). Zum Beispiel zeigt das Flag −25 an, ob eine Bereichsüberschreitung stattgefunden hat.

Wenn keine Lösung gefunden wurde

Wenn HP Solve kein Resultat ausgeben kann, gibt eine Meldung die Gründe dafür an:

Bad Guess(es)	Ein oder mehrere Anfangsnäherungswerte liegen außerhalb des Bereichs der Gleichung, oder Einheiten der unbekannten Variablen stimmen nicht mit Einheiten anderer Variablen überein, (lesen Sie dazu "HP Solve für Objekte mit Einheiten verwenden" auf Seite 17-24). Als die Gleichung ausgewertet wurde, wurde also darum keine reelle Zahl ausgegeben, oder ein Fehler wurde erzeugt.
Constant?	Der Wert der Gleichung ergibt denselben Wert für jeden untersuchten Punkt.

Zwischen HP Solve oder Plot wählen

HP Solve und Plot erlauben beide, Lösungen für eine Gleichung zu finden.

Mit Plot ermitteln Sie Lösungen einer Gleichung, indem Sie direkt mit einer grafischen Darstellung der Gleichung arbeiten. Diese Fähigkeit ist von großem Wert, wenn Sie nicht wissen, wie die Gleichung innerhalb eines bestimmten Wertebereiches aussieht. Genauer ausgedrückt, Gleichungen können mehrere Lösungen und lokale Minima und Maxima haben.

Mit HP Solve verwenden Sie numerische Näherungswerte, um den Lösungsalgorithmus in die gewünschte Region der Gleichung zu steuern. Plot erlaubt Ihnen, die Gleichung grafisch darzustellen und dann den Spezialcursor für Grafiken direkt in die Region der Gleichung zu bewegen, wo die gewünschte Lösung sich befindet. (Für weitere Informationen dazu, lesen Sie "Funktionenanalyse" auf Seite 18-28.)

Vorteile von HP Solve	Vorteile von Plot
■ Sie können Werte für bekannte Variablen einfach abspeichern und dann nach der Unbekannten lösen, und Sie können die Variable, die die Unbekannte sein soll, leicht ändern. ■ Sie können die Werte der Variablen in der Gleichung jederzeit anschauen. ■ Sie können Einheitenobjekte verwenden, die automatische Einheitenumrechnungen verlangen.	■ Sie können sehen, ob eine Gleichung mehrere Lösungen oder lokale Extrema hat. ■ Sie können die Anwendung direkt durch einfaches Bewegen des Cursors auf eine bestimmte Lösung lenken. Dies ist leichter, als numerische Näherungswerte eingeben zu müssen.

HP Solve für Objekte mit Einheiten verwenden

Die aktuelle Gleichung und alle ihre Variablen könnten Einheitenobjekte enthalten. Das SOLVR Menü verarbeitet Einheitenobjekte automatisch.

Wie man Einheiten mit dem SOLVR Menü verwendet:

- Um einen Wert *mit Einheiten* in einer Variablen zu speichern, geben Sie das Einheitenobjekt ein, und dann drücken Sie die Variablenmenütaste.
- Den Wert einer Variablen zu ändern *und ihre alten Einheiten beizubehalten*, geben Sie nur die Zahl ein, und dann drücken Sie die Menütaste der Variablen.
- Um nach der Variablen zu lösen:
  1. Geben Sie einen oder mehrere Näherungswerte *mit den gewünschten Einheiten* ein, und dann drücken Sie die Menütaste der Variablen.
  2. Drücken Sie [↶] und die Menütaste der Variablen, um die Lösung zu finden.

Beachten Sie die folgenden Richtlinien:

- Vor dem Auflösen vergewissern Sie sich, daß alle Variablen einen Satz von Einheiten enthalten, die übereinstimmen *einschließlich der unbekannten Variablen*. Zum Beispiel ist die Gleichung 'Y=X/T' und Sie speicherten 2_m in X und 3_s in T, dann müssen Sie einen Näherungswert für Y mit den Dimensionen *Länge/Zeit* eingeben. Die Lösung wird automatisch in die im Näherungswert bestimmten Einheiten umgerechnet. Geben Sie einen Näherungswert von 1_m/s ein, wird die Lösung Einheiten von m/s haben.

- Wenn Sie eine Liste von zwei oder drei Näherungswerten eingeben, muß einer der Näherungswerte entsprechende Einheiten haben. (Wenn mehr als ein Näherungswert Einheiten hat, werden nur die Einheiten des letzten Näherungswertes und nur die numerischen Teile der andren Näherungswerte verwendet.)

- Wenn in Gleichungen, die Sie lösen, *Temperaturunterschiede* verwendet oder berechnet werden (und nicht eigentliche *Temperaturen*), verwenden Sie K oder °R (aber nicht °C oder °F). Zum Zwecke der *Temperaturumrechnungen* verwenden Sie das UNITS Katalogmenü.

Hinweis

Weil das SOLVR Menü Ihnen erlaubt, den numerischen Teil eines Einheitenobjekts ohne Einfluß auf die Einheit zu ändern, müssen Sie die Variablen mit den Einheitenobjekten löschen , bevor Sie diese in Gleichungen, die nur Zahlen verlangen, anwenden.

Beispiel: Verwenden Sie die Gleichung $C = Q/V$, um die Kapazitanz C zu berechnen, wenn $Q = 8,9 \times 10^{-6}$ Coulomb und $V = 57$ Volt.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen C, Q und V im aktuellen Verzeichnis nicht existieren.)

Geben Sie den Namen der Gleichung ein, und dann aktivieren Sie das SOLVR Menü.

(→) (CLR)
(←) (SOLVE)
(') C (←) (=) Q (÷) V NEW
CAP (ENTER)
SOLVR

```
CAP: 'C=Q/V'
4:
3:
2:
1:
 C  Q  V  EXPR=
```

Geben Sie die bekannten Werte ein, und dann speichern Sie diese ab.

(←) (UNITS) (NXT) ELEC
57 V
8.9 (EEX) 6 (+/–) C
(→) (SOLVE) Q
V

```
V: 57_V
```

Speichern Sie einen Näherungswert in Farad, und dann lösen Sie nach der Unbekannten.

(→) (LAST MENU) 1 F
(→) (LAST MENU) C
(←) C

```
Zero
3:
2:
1: C: 1.56140350877E-7
   _F
 C  Q  V  EXPR=
```

Jetzt ändern Sie das Problem: Lösen Sie nach V in Millivolt nach $C = 22$ Picofarad und $Q = 1,7 \times 10^{-10}$ Coulomb. Speichern Sie den neuen Wert von Q. Sie brauchen ihn nicht der Einheit hinzuzufügen. Speichern Sie C mit ihrer neuen Einheit.

1.7 [EEX] 10 [+/-] [Q]
22 [→] [_] pF [ENTER] [C]

```
C: 22_pF
```

Speichern Sie einen Näherungswert für V in Millivolt, und lösen Sie nach der Unbekannten.

1 [→] [_] mV [ENTER] [V]
[←] [V]

```
Zero
4:
3:
2: C: 1.56140350877E-…
1: V: 7727.27272726_mV
 C   Q   V  EXPR
```

17

Das SOLVR Menü benutzerdefinieren

Sie können das SOLVR Menü Ihren Wünschen anpassen, damit Sie Gleichungen bestimmen und lösen *und* andere Taschenrechneroperationen durchführen können, ohne das SOLVR Menü zu verlassen. Die folgenden Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

- Bestimmung der zu lösenden Gleichung.
- Definierung der im Menü erscheinenden Variablen der Gleichung und deren Anordnung.
- Einschließen anderer Objekte im Menü, die ausgeführt werden können.

Wie man ein benutzerdefiniertes SOLVR Menü erzeugt:

1. Geben Sie eine *SOLVR-Liste* (mit { } Begrenzungszeichen) in Ebene 1 ein. (Der Inhalt der Liste wird unten beschrieben.)
2. Drücken Sie [←] [SOLVE] [NEW], dann geben Sie den Namen ein, und endlich drücken Sie [ENTER].

Die Gleichung in der Liste wird die aktuelle Gleichung. Die Syntax der *SOLVR-Liste* ist

{ *Gleichung* { *Tastendefinitionen* } }

wobei

Gleichung	Bestimmt die Gleichung. Es kann eine Gleichung oder ein Ausdruck (mit ' Begrenzungszeichen), ein Objekt eines Programmes (mit « » Begrenzungszeichen) oder der Name einer Gleichung, eines Ausdrucks oder Programmes sein.
Tastendefinitionen	Bestimmt die Menütasten. Jede Eingabe definiert eine Taste. Jeder Eintrag kann entweder ein Variablenname (mit SOLVR Verhalten) oder ein anderer Objekttyp (mit CST Verhalten) sein. (Um ein Programm einzuschließen, das ausgeführt werden kann, geben Sie entweder seinen *Namen* in die Tastendefinition als eine Unterliste von der Form { "*Feld*" « *Name* » }, oder geben Sie das Programmobjekt selber in die Tastendefinition ein.)

Das CST Verhalten verschiedener Objekttypen in der Tastendefinitionsliste wird unter "Benutzermenüs aufstellen" auf Seite 15-1 beschrieben.

Wie man ein benutzerdefiniertes SOLVR Menü im Gleichungskatalog aufnimmt:

- Geben Sie die Solver-Liste ein, und verwenden Sie NEW, um ihr einen Namen zu geben.
  oder
- Speichern Sie die Solver-Liste in einer Variablen, deren Name mit EQ endet.

Der Gleichungskatalog nimmt alle algebraischen Objekte und alle Variablen mit Namen, die auf EQ enden, auf. NEW fügt automatisch .EQ dem Namen bei, wenn das Objekt in Ebene 1 eine Liste oder ein Programm ist.

Beispiel: Die Gleichung $I = 2\pi^2 f^2 \rho v a^2$ berechnet die Intensität einer Schallwelle. Nehmen Sie an, Sie müßten immer den Wert für ρ berechnen und hätten ihn in der entsprechenden Variablen gespeichert, *bevor* Sie diese Gleichung benutzten und wollten daher ρ nicht im SOLVR Menü haben.

Die Solver-Liste

```
{ 'I=2*π^2*f^2*ρ*v*a^2' { I f v a } }
```

erzeugt, wenn sie in *EQ* gespeichert wird, folgendes SOLVR Menü für die Gleichung:

```
[ I ] [ F ] [ V ] [ A ] EXPR= [      ]
```


und läßt ρ aus dem Menü. Um diese Solver-Liste in den Gleichungskatalog aufzunehmen, speichern Sie diese in einer Variablen, die auf EQ endet, z.B. *I.EQ*.

Beispiel: Nehmen Sie an, Sie wollten den IP Befehl im SOLVR Menü verfügbar haben, damit Sie numerische Werte in den Variablen im SOLVR Menü speichern können. Die folgende Solver-Liste erweitert die Solver-Liste aus dem vorigen Beispiel um zwei zusätzliche Tasten: eine unbelegte Taste und eine Taste, die IP (Integer Part) ausführt.

```
{ 'I=2*π^2*f^2*ρ*v*a^2' { I f v a { } IP } }
```

Diese Liste erzeugt, wenn sie in *EQ* gespeichert wird, ein Menü mit Variablen und Funktionen:

```
[ I ] [ F ] [ V ] [ A ] [      ] IP
```

Zwei oder mehrere Gleichungen lösen

Es könnte sein, daß Sie öfter mit zwei oder mehreren zusammenhängenden Gleichungen arbeiten, zum Beispiel mit Gleichungen mit gemeinsamen Variablen. Indem Sie mehrere Gleichungen in einer Liste aufnehmen, können Sie bekannte und errechnete Werte unter diesen Gleichungen teilen und leicht die Gleichung wechseln, die Sie lösen.

Wie man eine Liste mit zwei oder mehreren Gleichungen erzeugt:

1. Drücken Sie [↰][SOLVE] CAT oder [↱][ALGEBRA], um den Gleichungskatalog zu aktivieren.
2. Drücken Sie [▼] und [▲], um den Zeiger auf eine Gleichung zu bewegen, die Sie aufnehmen wollen.
3. Drücken Sie EQ+, um die Gleichung der Liste beizufügen. (Falls notwendig, drücken Sie [↰] EQ+, um die letzte Eingabe von der Liste zu löschen.)
4. Wiederholen Sie Schritte 2 und 3 für jede Gleichung, die Sie aufnehmen wollen.
5. Drücken Sie SOLVR, um den Lösungsprozess der ersten Gleichung auf der Liste zu beginnen.

Jedesmal, wenn Sie EQ+ drücken, erscheint eine Liste mit den gewählten Gleichungen in den Statuszeilen, wo sie ergänzt wird.

Wenn Sie SOLVR drücken, wird die Liste in *EQ* gespeichert, und das SOLVR Menü für die erste Gleichung auf der Liste wird mit einer weiteren Taste angezeigt NXEQ.

Wenn die aktuelle Gleichung eine Liste von Gleichungen ist, werden die Gleichungen "verbunden". Man kann leicht mit dem SOLVR Menü von einer Gleichung in die andere umstellen.

Wie man anfängt, die nächste Gleichung zu lösen:

- Drücken Sie NXEQ.

Der Gleichungsname rotiert auf der Liste. Dabei gelangt jeweils der zweite Name an den Anfang der Liste, so daß die Variablen für diese Gleichung auf dem SOLVR Menü erscheinen.

Beispiel: Erzeugen Sie die beiden Gleichungen: 'L=√(R^2+H^2)' und 'V=π*R^2*H/3'. Verwenden Sie NEW, um sie *LCONE* bzw, *VCONE* zu nennen, und sie im Gleichungskatalog zu speichern. Dann geben Sie die beiden Gleichungen in eine Liste ein, und finden Sie den Radius eines senkrechten Kreiskegels, dessen Höhe 10 Meter und dessen Neigungsebene eine Höhe von 25 Metern hat. Ermitteln Sie dann sein Volumen.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen *L*, *R*, *H*, und *V* nicht in dem aktuellen Verzeichnis existieren. Falls Sie *V* in dem Stromkreis Beispiel auf Seite 17-15 gebrauchten, und Sie jetzt in demselben Verzeichnis sind, müssen Sie *V* löschen.)

Geben Sie die erste Gleichung ein, und speichern Sie diese.

(↱)(CLR)
(↰)(EQUATION)
L (↰)(=)(√x)(↰)(()
R (y^x) 2 (▶) (+) H (y^x) 2 (ENTER)
(↰)(SOLVE) NEW LCONE (ENTER)

```
Current equation:
LCONE: 'L=√(R^2+H^2)'
4:
3:
2:
1:
SOLVR ROOT NEW EQEQ STEQ CAT
```

Geben Sie die zweite Gleichung ein, und speichern Sie diese.

(↰)(EQUATION)
V (↰)(=)(↰)(π)(×)
R (y^x) 2 (▶) (×) H (÷) 3
(ENTER)
NEW VCONE (ENTER)

```
Current equation:
VCONE: 'V=π*R^2*H/3'
4:
3:
2:
1:
SOLVR ROOT NEW EQEQ STEQ CAT
```

17

Geben Sie die beiden Gleichungen auf eine Liste, und beginnen Sie, *VCONE* zu lösen. Drücken Sie (▲) oder (▼) wie notwendig, um den Cursor auf die Gleichung *VCONE* zu setzen.

CAT
((▲) oder (▼), und wenn nötig)
EQ+ .

```
{ VCONE }
▶VCONE: 'V=π*R^2*H/3'
 LCONE: 'L=√(R^2+H^2)'
 CAP: 'C=Q/V'
 ELEC: 'V=I*R'
 VSOUND: 'v=√(γ*R*T/M…
PLOTR SOLVR EQ+ EDIT +STK VIEW
```

Bewegen Sie den Cursor auf *LCONE*, und führen Sie EQ+ aus.

(▼) EQ+

```
{ VCONE LCONE }
 VCONE: 'V=π*R^2*H/3'
▶LCONE: 'L=√(R^2+H^2)'
 CAP: 'C=Q/V'
 ELEC: 'V=I*R'
 VSOUND: 'v=√(γ*R*T/M…
PLOTR SOLVR EQ+ EDIT +STK VIEW
```

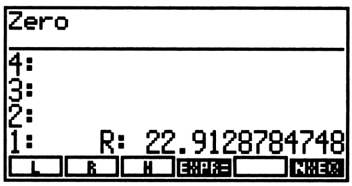
Beginnen Sie, die verbundenen Gleichungen zu lösen.

SOLVR

```
VCONE: 'V=π*R^2*H/3' '
4:
3:
2:
1:
V R H EXPR= NXEQ
```

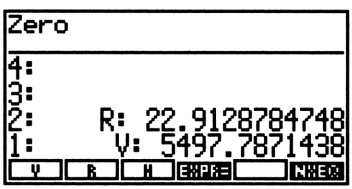
Lassen Sie sich das Menü der Variablen für *LCONE* anzeigen. Dann geben Sie die Werte für die bekannten Variablen ein, und beginnen Sie, nach dem unbekannten Radius zu lösen.

NXEQ 10 H
25 L
← R



Schalten Sie zu dem Menü der Variablen für *VCONE* um. Sie können gleich nach dem Volumen auflösen, da der Radius und die Höhe bereits in den entsprechenden Variablen abgespeichert sind.

NXEQ ← V



Einfach eine Liste von Gleichungen in *EQ* zu speichern, benennt die Liste nicht. Wenn Sie der Liste keinen Namen geben, geht diese später verloren, wenn Sie *EQ* ändern. NEW fügt .EQ zu dem Namen, damit die Liste im Gleichungskatalog aufgenommen wird.

Wie man eine aktuelle Liste von Gleichungen in EQ benennt:

1. Drücken Sie ← (SOLVE) → STEQ (der RCEQ Befehl), um die Liste in Ebene 1 aufzurufen.
2. Drücken Sie NEW, um die Liste zu benennen.

Wie man eine Liste von Gleichungen erzeugt und benennt:

1. Drücken Sie ← (SOLVE) CAT oder → (ALGEBRA), um den Gleichungskatalog zu aktivieren.
2. Verwenden Sie EQ+, um die gewünschten Gleichungen der Liste beizufügen.
3. Drücken Sie →STK, um die Liste in den Stack zu kopieren.
4. Drücken Sie (ATTN), um den Gleichungskatalog zu verlassen.
5. Drücken Sie ← (SOLVE) NEW, um die Liste zu benennen.

Die Lösung eines Programmes finden

HP Solve akzeptiert ein Programm als aktuelle Gleichung. Der Gebrauch eines Programmes als aktuelle Gleichung ist nützlich, wenn das Verhältnis zwischen Variablen nicht symbolisch ausgedrückt werden kann. Das Ergebnis ist ein Wert der unbekannten Variablen, für die das Programm den Wert Null ausgibt.

Wie man ein Programm für HP Solve herstellt:

- Das Programm kann nicht aus dem Stack nehmen.
- Das Programm kann nur eine Lösung ausgeben.

17

Beispiel: Der Befehl UTPC (*X^2-Verteilung*) im MTH PROB Menü berechnet die Wahrscheinlichkeit mit der eine X^2-Zufallsvariable n Freiheitsgraden größer als χ ist. Die Beziehung ist wie folgt:

$$UTP = \mathrm{UTPC}(n, \chi^2)$$

wobei *UTP* die unbekannte Variable ist.

Der UTPC Befehl kann jedoch nicht in eine symbolische Gleichung eingebaut werden. Aber die Beziehung kann als ein Ausdruck neu geschrieben werden, der = 0 sein sollte:

$$UTP - \mathrm{UTPC}(n, \chi^2)$$

Das folgende Programm berechnet den Wert des Ausdrucks:

```
« UTP N CHI2 UTPC - »
```

Verwenden Sie dieses Programm, um die Wahrscheinlichkeit (*UTP*) mit *CHI2* = 6,2 und $N = 5$ zu berechnen. Dann berechnen Sie χ^2 bei einem Signifikanzniveau von 0,1 (*UTP* = 0,1) bei 5 Freiheitsgraden.

Geben Sie das Programm ein.

[→] [CLR]
[←] [« »] UTP N CHI2
[MTH] PROB [NXT] UTPC [−]
[ENTER]

Benennen Sie das Programm, und machen Sie es zur aktuellen Gleichung. Beachten Sie, daß NEW Sie automatisch mit .EQ auffordert, da das Objekt ein Programm ist.

(←) (SOLVE) NEW
CHI (ENTER)

```
Current equation:
CHI.EQ: « UTP N CHI2 …
4:
3:
2:
1:
SOLVR ROOT NEW EQEQ STEQ CAT
```

Lassen Sie sich das SOLVR Menü anzeigen, und speichern Sie die bekannten Werte. Berechnen Sie dann die Wahrscheinlichkeit.

SOLVR
5 N
6.2 CHI2
(←) UTP

```
Zero
4:
3:
2:
1:  UTP: .287241683426
UTP N CHI2 EXPR=
```

Speichern Sie jetzt die Signifikanz in der Variablen *UTP*, und lösen Sie nach *CHI2*.

.1 UTP
(←) CHI2

```
Zero
4:
3:
2:  UTP: .287241683426
1: CHI2: 9.23635689977
UTP N CHI2 EXPR=
```

Wie HP Solve funktioniert

Durch Drücken einer links umgeschalteten Menütaste im SOLVR Menü wird der numerische *Lösungsalgorithmus* aktiviert, der schrittweise nach einer Lösung sucht. Er beginnt mit den von Ihnen in der Variablen gespeicherten Näherungswerten oder denen, die der Taschenrechner selbst vorgibt, und erzeugt dann Paare von Zwischennäherungen, bis er eine Lösung gefunden hat. Der HP 48 zeigt während dieser Zeit `Solving for ...` an.

Bei der Suche nach einer Lösung versucht der Lösungsalgorithmus einen Wert für die Unbekannte zu finden, bei dem der Wert des

Ausdrucks = 0 wird. (Gleichungen werden intern als Ausdrücke der Form '*linke Seite–rechte Seite*' behandelt.) Zunächst wird nach zwei Punkten gesucht, an denen der Wert des Ausdrucks entgegengesetzte Vorzeichen besitzt. Wird ein Vorzeichenwechsel ermittelt, versucht der Lösungsalgorithmus den Suchbereich so weit einzuengen, bis er einen Punkt findet, an dem der Wert des Ausdrucks 0 ist.

Wie der Lösungsalgorithmus anfängliche Näherungswerte verwendet

Sie können einen, zwei oder drei Werte als Näherungen angeben, wobei zwei oder drei Werte als Liste eingegeben werden müssen.

- **Ein Wert**. Die Zahl wird in zwei Werte umgewandelt, indem die Zahl kopiert und einem der Werte eine kleine Abweichung hinzuaddiert wird.
- **Zwei Werte**. Die Zahlen bezeichnen einen Bereich, in dem die Suche begonnen wird. Wenn die beiden Näherungen Werte mit entgegengesetzten Vorzeichen für den Ausdruck liefern, wird eine Nullstelle zwischen den beiden Zahlen normalerweise schnell ermittelt. Wenn die beiden Näherungen Werte gleichen Vorzeichens liefern, dauert die Suche grundsätzlich länger.
- **Drei Werte**. Die erste Zahl sollte Ihre bestmögliche Näherung für das Ergebnis sein. Die zweite und dritte Zahl werden wie die beiden Werte im vorhergehenden Absatz verwendet.

Den Lösungsalgorithmus unterbrechen

Wie man den Lösungsalgorithmus unterbricht:

- Drücken Sie (ATTN).

HP Solve gibt eine Liste mit drei Werten aus: mit dem besten bis dahin gefundenen Wert und zwei weiteren Werten, die den untersuchten Bereich angeben.

Wie man mit dem Lösungsalgorithmus weitermacht:

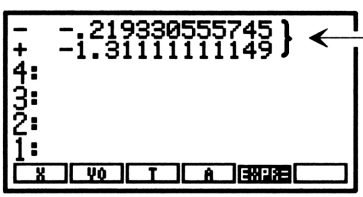
1. Schreiben Sie eine Liste mit 3 Werten in Ebene 1:
   - Um da wiederanzufangen, wo unterbrochen wurde, verwenden Sie die Liste, die vom Lösungsalgorithmus hinterlassen wurde.

- Um in einem anderen Bereich neu zu beginnen, geben Sie eine andere Liste ein.

2. Drücken Sie die Menütaste der unbekannten Variablen, um die Liste zu speichern.
3. Drücken Sie [←] und die Menütaste für die unbekannte Variable.

Zwischennäherungen darstellen

Während der HP 48 die Meldung `Solving for` anzeigt, können Sie durch Drücken irgendeiner Taste außer [ATTN] Paare von Zwischennäherungen sowie das Vorzeichen der Werte des Ausdrucks für jede Näherung anzeigen lassen. Wenn der Ausdruck nahe der Näherung nicht definiert ist, wird ? angezeigt.



Zwischennäherungen

Die Zwischennäherungen können Ihnen Informationen über den Stand der Suche liefern: ob der Lösungsalgorithmus ein Vorzeichenwechsel ermittelt hat (die Näherungen haben verschiedene Vorzeichen), ob er auf ein lokales Minimum oder Maximum zusteuert (die Näherungen haben das gleiche Vorzeichen) oder ob überhaupt keine Fortschritte zu verzeichnen sind. Im letzteren Fall sollen Sie den Lösungsalgorithmus unterbrechen und mit einer anderen Anfangsnäherung neu beginnen lassen.

Das Variablenmenü aufstellen

Das Menü der Variablen enthält ein Feld für jede Variable in der aktuellen Gleichung. Wenn diese Variable nicht bereits existiert, wird sie erzeugt und ins aktuelle Verzeichnis aufgenommen, sobald Sie einen Wert darin speichern.

Wenn eine Variable der aktuellen Gleichung ein algebraisches Objekt enthält (oder einen Namen oder Programm), wird die Variable selbst

nicht ins Variablenmenü aufgenommen, sondern stattdessen werden die Variablen in algebraischen Objekten verwendet.

Lautet zum Beispiel die aktuelle Gleichung `'A=B+C'` und enthält B den Ausdruck `'D+TAN(E)'`, dann ist das Variablenmenü wie folgt:

A	D	E	C	EXPR=	

Beachten Sie, daß bei Gleichungen, die einen *wobei*-Satz (sehen Sie dazu "Die | (Wobei) Funktion verwenden" auf Seite 22-28) oder ein Integral, eine Summe oder eine Ableitung enthalten, auch eine *Platzhalter*-Variable im SOLVR Menü erscheint. Zum Beispiel enthät das SOLVR Menü für die Gleichung

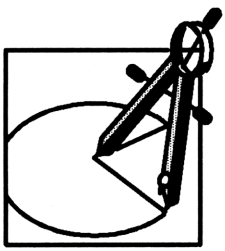
17

$$A + B - \int_0^1 2X dX = 0$$

eine Taste benannt [X]. Jedoch können Sie *nicht* nach dieser Platzhaltervariablen lösen.

18

Grafische Darstellungen und Funktionsanalyse



Mit dem Anwendungsprogramm PLOT können Sie eine oder mehrere Funktionen in verschiedenen Formaten grafisch darstellen, Nullstellen und andere Parameter berechnen, statistische Daten in verschiedenen Formaten grafisch darstellen und grafische Darstellungen mit zusätzlichen Elementen verfeinern.

Um eine mathematische Funktion von Hand zu plotten, gehen Sie im allgemeinen folgendermaßen vor:

1. Sie schreiben die Funktion, die dargestellt werden soll, auf.
2. Sie wählen die unabhängige Variable, zum Beispiel x, für die Funktion. Dann legen Sie den Bereich der x-Werte und die Zahl der Punkte (in gleichmäßigen Abständen), die dargestellt werden sollen, fest. Anhand dieser Informationen plotten Sie eine entsprechend eingeteilte x-Achse. Dann plotten Sie die y-Achse entsprechend Ihrer Abschätzung der Funktionswerte innerhalb des zu untersuchenden Bereichs.
3. Für jeden Wert von x berechnen Sie den Funktionswert $f(x)$ und plotten den dazugehörigen Punkt $(x, f(x))$.
4. Sie verbinden die Punkte durch eine abgerundete Kurve.

Wenn Sie PLOT verwenden, folgen Sie einem ähnlichen Prozess, wie Sie in diesem Kapitel sehen werden.

Dieses Kapitel behandelt grafische Darstellungen und die Analyse mathematischer Funktionen. Es behandelt, wie Sie die aktuelle Gleichung und die Diagrammparameter bestimmen und die Funktionendiagramme analysieren können. (Alle Beispiele in diesem Kapitel verwenden den FUNCTION Plottyp.)

Kapitel 19, "Zusätzliches über Plotten und Grafikobjekte," erweitert diese Begriffe, indem zusätzliche Informationen über Plotten und grafische Objekte beschrieben werden.

Die Struktur von PLOT

Sie können PLOT verwenden, um Funktionen ausgedrückt durch Gleichungen (oder Ausdrücke oder Programme) grafisch darzustellen. PLOT enthält spezielle Datenelemente, die den Schritten der o.g. Vorgehensweise entsprechen:

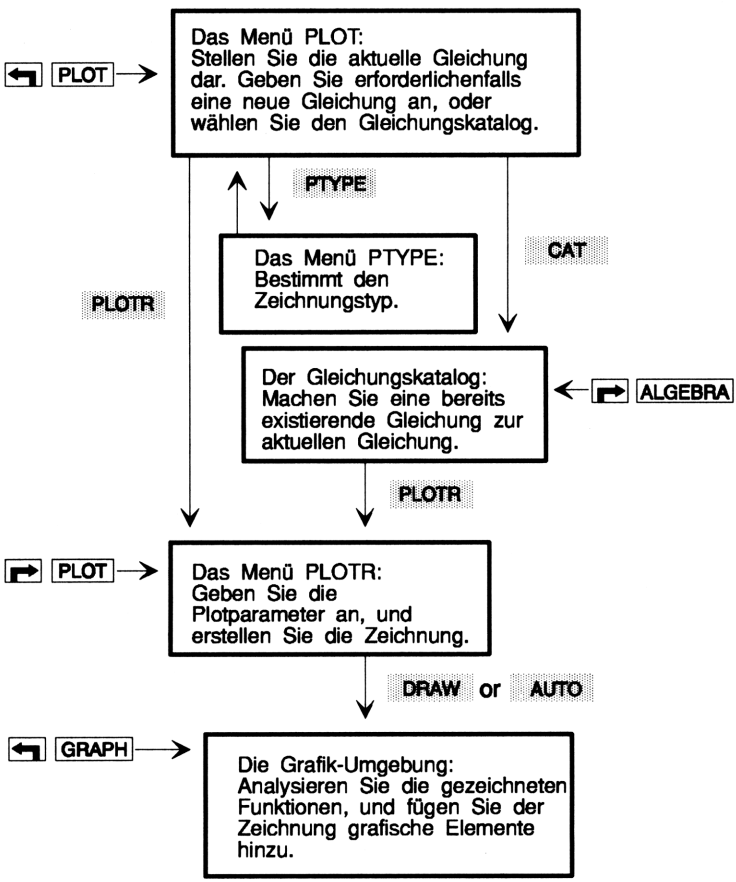
- Die reservierte Variable *EQ* enthält die Gleichung, die Sie darstellen wollen. Die Gleichung in *EQ* wird ***aktuelle Gleichung*** genannt. Beachten Sie, daß *EQ* auch von HP Solve verwendet wird, und zwar zum Erzeugen des SOLVR Menüs.
- Die reservierte Variable *PPAR* enthält Angaben über die unabhängige Variable, die Anzeige- und Plotbereiche, die Zahl der Punkte innerhalb des Plotbereichs sowie über die Achsen.
- Ein Teil des Speichers im HP 48, genannt *PICT* entspricht dem Blatt Papier, auf dem der Graph gezeichnet wird.

Diese Datenelemente sind in zwei Menüs und einer speziellen Umgebung zusammengefaßt:

- Das PLOT Menü dient zum Auswählen und Bearbeiten der aktuellen Gleichung. Das PLOT Menü wird auch dazu verwendet, den *Plottyp* anzugeben, der bestimmet, wie der HP 48 die Gleichung interpretiert. Zum Beispiel kann eine Gleichung einen Kegelschnitt darstellen. In diesem Falle ist CONIC der geeignete Plottyp.
- Das PLOTR Menü dient zur Festlegung des Inhalts von *PPAR* und zum Plotten des Diagramms.
- Die *Grafikumgebung* dient zur Darstellung des Graphen, zur Analyse des mathematischen Verhaltens des Graphen und zum Hinzufügen grafischer Elemente.

Halten Sie bitte generell folgende Schritte ein, wenn Sie eine Gleichung grafisch darstellen wollen:

1. Speichern Sie die Gleichung mit dem PLOT Menü in *EQ*, und, falls notwendig, geben Sie den Plottyp an.
2. Verwenden Sie das PLOTR Menü, geeignete Plotparameter festzulegen.
3. Plotten Sie den Graphen.
4. Verwenden Sie die Operationen in der Grafikumgebung, um Daten von dem Graphen zu erhalten oder grafische Elemente hinzuzufügen.



In der Grafikumgebung zeigt das Display den Inhalt von *PICT*, und die Tastatur wird umdefiniert, um grafische Operationen durchzuführen. Wenn der HP 48 eine Grafik fertiggestellt hat, schaltet er automatisch in die Grafikumgebung um. Wenn Sie zum Stackdisplay zurückschalten, bleibt *PICT* erhalten. Sie können jederzeit in Grafikumgebung umschalten, um *PICT* darzustellen.

In der Grafikumgebung haben Sie keinen Zugriff auf den Stack. Funktionsanalytische Operationen in der Grafikumgebung geben jedoch ihre Lösungen in den Stack aus. Zusätzlich können alle Teile von *PICT* in den Stack als sogenannte *Grafikobjekte* kopiert werden. Befehle im PRG DSPL Menü erlauben Ihnen, mit Grafikobjekten in dem Stack zu arbeiten und diese dann in *PICT* zurückzugeben.

Gleichungen, Ausdrücke und Programme verwenden

Der HP 48 kann Gleichungen, Ausdrücke oder Programme grafisch darstellen:

- **Gleichung.** Eine Gleichung ist ein algebraisches Objekt mit einem = (zum Beispiel `'A+B=C'`).
- **Ausdruck.** Ein Ausdruck ist ein algebraisches Objekt ohne ein = (zum Beispiel `'A+B+C'`).
- **Programm.** Ein Programm, das grafisch dargestellt werden soll, muß eine reelle Zahl ausgeben.

In diesem Kapitel bezieht sich der Begriff "Gleichung" - falls nicht anders angegeben - auf alle Objekte, aus denen Diagramme erzeugt werden: Gleichungen, Ausdrücke, Programme, und Listen von Gleichungen, Ausdrücken, und Programmen.

Sie können auch statistische Daten grafisch darstellen. Lesen Sie dazu "Statistische Daten grafisch darstellen" auf Seite 21-15.

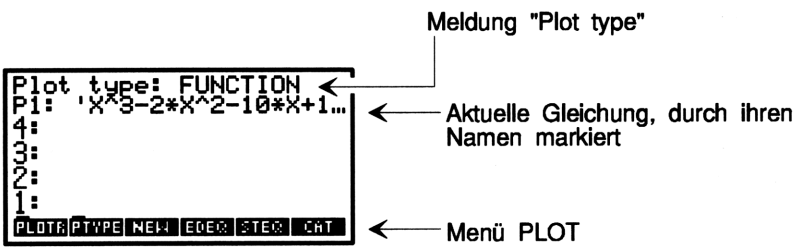
Die aktuelle Gleichung und den Plottypen bestimmen

Die *aktuelle Gleichung* ist die Gleichung, die Sie zuletzt gelöst oder grafisch dargestellt haben. Sie wird in der reservierten Variablen *EQ* gespeichert. Die aktuelle Gleichung wird jedesmal geändert, wenn Sie eine andere Gleichung lösen oder plotten.

Wie man nach der aktuellen Gleichung und dem Plottypen fragt:

- Drücken Sie (↰)(PLOT).

Eine zweizeilige Statusmeldung zeigt Ihnen die aktuelle Gleichung und den Plottypen an. Falls keine aktuelle Gleichung vorhanden ist, erhalten Sie Instruktionen, eine neue Gleichung einzugeben. Außerdem wird das PLOT Menü angezeigt.



Die aktuelle Gleichung und den Plottypen umwandeln

Wie man die aktuelle Gleichung bestimmen und den Gleichungskatalog anwenden kann, wird genauer unter "Die aktuelle Gleichung bestimmen" auf Seite 17-3 beschrieben. Nur gewisse Instruktionen werden hier wiedergegeben.

Wie man eine neue aktuelle Gleichung eingibt und benennt:

1. Geben Sie die Gleichung in Ebene 1 ein. Sie können diese in der Befehlszeile eintippen oder den EquationWriter verwenden.
2. Drücken Sie (↰)(PLOT) NEW.
3. Ohne (α) zu drücken, tippen Sie den Namen für die Gleichung ein, und drücken Sie (ENTER).

Wie man den Plottypen ändert:

1. Drücken Sie [↰][PLOT]
2. Drücken Sie PTYPE.
3. Drücken Sie eine Menütaste, um einen der acht Plottypen zu wählen.

Sie können auch den Plottypen während der nächsten Phase ändern wenn Sie die Plotparameter mit dem PLOTR Menü festsetzen.

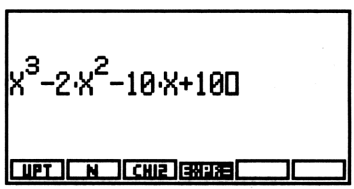
Wie man eine Gleichung vom Gleichungskatalog wählt und plottet:

1. Drücken Sie [↰][PLOT] CAT.
2. Drücken Sie [▲] und [▼], um den Zeiger auf die gewünschte Eintragung auf der Liste zu bewegen.
3. Um die Gleichung zur aktuellen Gleichung zu machen (und anzufangen, das Diagramm aufzusetzen und zu zeichnen), drücken Sie PLOTR.

Beispiel: Bestimmen Sie als aktuelle Gleichung den Ausdruck $x^3 - 2x^2 - 10x + 10$ und den Plottyp als FUNCTION.

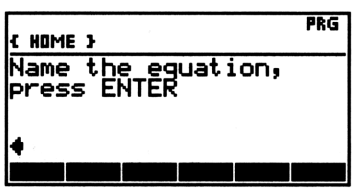
Geben Sie den Ausdruck mit dem EquationWriter ein.

[↱][CLR]
[↰][EQUATION] X [y^x] 3 [▶] [−]
2X [y^x] 2 [▶] [−]
10X [+] 10



Speichern Sie die Gleichung als aktuelle Gleichung.

[ENTER]
[↰][PLOT] NEW



Der HP 48 fordert Sie auf, den Variablenamen einzugeben, und er aktiviert die Alphatastatur. Geben Sie den Namen *P1* ein. Dann stellen Sie den Plottyp FUNCTION ein, falls notwendig.

P1 (ENTER)
(PTYPE FUNC falls notwendig)

Zusammenfassung der Operationen des PLOT Menüs

Das PLOT Menü

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(←)(PLOT):		
PLOTR		Aktiviert das PLOTR Menü zum Festlegen der Plotparameter in *PPAR* und zum Plotten des Graphen.
PTYPE		Zeigt das PTYPE Menü zur Angabe des Plottypen an.
NEW		Entnimmt eine Gleichung aus Ebene 1, fordert zur Eingabe eines Variablennamens auf, speichert die Gleichung in dieser Variablen und macht die Gleichung in dieser Variablen zur aktuellen Gleichung.

Das PLOT Menü (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
EDEQ		Schreibt die aktuelle Gleichung in die Befehlszeile zur Bearbeitung. Drücken Sie [ENTER] um die Veränderungen in der Variablen zu speichern und die veränderte Version zur aktuellen Gleichung zu machen, oder drücken Sie [ATTN], um die Änderungen auszulöschen.
STEQ	STEQ	Speichert die Ebene 1 Gleichung als aktuelle Gleichung.
[→] STEQ	RCEQ	Ruft die aktuelle Gleichung in die Ebene 1 zurück.
CAT		Aktiviert den Gleichungskatalog.
[←] [REVIEW]		Zeigt die Statusmeldung "aktuelle Gleichung" an.

18

Die Plotparameter bestimmen und den Graphen plotten

Wenn Sie die aktuelle Gleichung plotten, setzen Sie zunächst den Graphen auf, indem Sie die unabhängige Variable und die Skalierung festsetzen, und dann zeichnen Sie den Graphen. Normalerweise verwenden Sie dazu das PLOTR Menü.

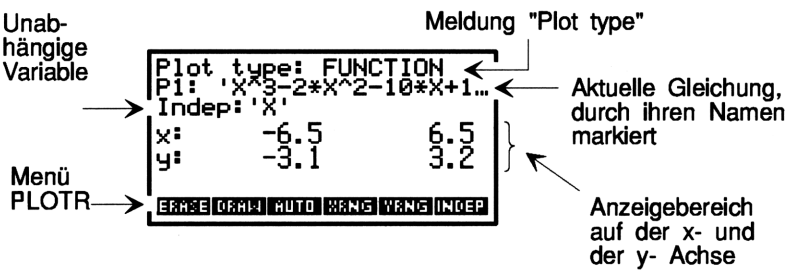
Wie man anfängt, den Graphen aufzusetzen:

- Drücken Sie PLOTR im PLOT Menü oder im Gleichungskatalog.
  oder
- Drücken Sie [→] [PLOT] zu irgendeiner Zeit.

Im Gleichungskatalog bestimmt PLOTR auch als aktuelle Gleichung die gewählte Gleichung auf der Liste.

Die PLOTR Menüanzeige stellt auch eine Statusmeldung mit den folgenden Angaben dar:

- Den *Plottypen* (beschrieben unter "Plottypen wählen" auf Seite 19-13).
- Die aktuellen Plotdaten entweder als *aktuelle Gleichung* oder als *aktuelle statistische Daten*, wenn es die gibt.
- Die *unabhängige* Variable und, falls bestimmt, den *Anzeigebereich* (erläutert unter "Plotbereiche anstatt Anzeigebereiche verwenden" auf Seite 19-2).
- Den *Anzeigebereich* in horizontaler und vertikaler Richtung. In dieser Meldung bedeutet x immer die horizontale Richtung und y immer die vertikale.



Unabhängige Variablen bestimmen

Bei den Plottypen FUNCTION, POLAR, und PARAMETRIC brauchen Sie nur den Namen *unabhängige* Variable zu bestimmen. Wenn die aktuelle unabhängige Variable nicht die ist, welche Sie benötigen, ändern Sie diese. Die unabhängige Variable in der Grundeinstellung ist *X*.

Wie man die unabhängige Variable ändert:

1. Geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
2. Drücken Sie INDEP im PLOTR Menü.

Die Aufgabe der unabhängigen Variablen beim Erstellen von Funktionendiagrammen wird genauer unter "Wie DRAW Punkte zeichnet" auf Seite 18-19 erläutert.

Beispiel: Wenn Sie folgende Gleichung 'S=4*T^2+6' plotten wollen, müssen Sie die neue unabhängige Variable *T* bestimmen. Im PLOTR Menü drücken Sie [']T INDEP.

Die Anzeigenbereiche oder die Skalierung festsetzen

Sie können die Bereiche der Werte dargestellt im Anzeigebereich auf zweierlei Weisen definieren:

- **Angabe des Anzeigebereichs.** Dieses erlaubt Ihnen, gleich die Extremwerte des grafischen Darstellungbereichs festzusetzen.
- **Angabe der Skalierung und des Mittelpunktes.** Dieses erlaubt Ihnen, direkt die Abstände festzusetzen, die den Werten auf den Achsen entsprechen und den Koordinaten im Mittelpunkt des Graphen.

Unabhängig davon, welche Methode Sie verwenden, werden Ihre Daten in der PLOTR Menüanzeige als Anzeigenbereiche dargestellt, und sie werden *PPAR* als Anzeigenbereiche gespeichert.

Wie man einen oder beide Bereiche festsetzt:

- Um den horizontalen Bereich zu ändern, geben Sie die zwei Extremwerte für die x-Achse ein (drücken Sie [SPC] oder [ENTER], um die Zahlen voneinander zu trennen), und dann drücken Sie XRNG im PLOTR Menü.
- Um den vertikalen Bereich zu ändern, geben Sie die zwei Extremwerte für die y-Achse ein (drücken Sie [SPC] oder [ENTER], um die Zahlen zu trennen), und dann drücken Sie YRNG im PLOTR Menü.

Die horizontalen und vertikalen Anzeigenbereiche sind Bereiche von Werten, die in dem Bereich des Graphen *PICT* dargestellt werden. Falls die aktuellen Anzeigenbereiche nicht die von Ihnen benötigten sind, ändern Sie diese. In der Grundeinstellung reicht der Anzeigenbereich entlang der x-Achse von −6,5 bis zu 6,5 Einheiten, und entlang der y-Achse von −3,1 bis 3,2 Einheiten.

Möglicherweise brauchen Sie den vertikalen Anzeigenbereich nicht anzugeben, nämlich dann, wenn der y-Achsenanzeigenbereich durch automatische Skalierung für Sie berechnet wird (Verwendung des AUTO Befehls wird später erläutert).

Beispiel: Legen Sie den Anzeigenbereich entlang der x-Achse von -10 bis 40 Einheiten fest. Im PLOTR Menü, drücken Sie 10 [+/-] [SPC] 40 XRNG.

Wie man Skalierung und Mittelpunkt angibt:

- Um die Skalierung festzusetzen, geben Sie die x-Achsenabstände ein, drücken Sie [SPC] oder [ENTER]. Dann geben Sie die y-Achsenabstände ein, und danach drücken Sie SCALE im PLOTR Menü.
- Um den Mittelpunkt zu bestimmen, geben Sie die (x,y) Koordinaten als komplexe Zahl ein (drücken Sie [←][( )] x [SPC] y), und dann drücken Sie CENT im PLOTR Menü.

18

Die Skalierung der x- und y-Achsen stellt die Anzahl der Einheiten pro Skalenteil auf beiden Achsen dar. Verwenden Sie SCALE, wenn die Skalenteile auf den Achsen aussagekräftige Werte (z.B. numerische Werte) darstellen sollen, oder wenn Sie die gleiche Skalierung für beide Achsen wollen. Die Grundeinstellung der Skalierung für x und y sind 1 und 1.

Der Mittelpunkt der Anzeige wird durch die komplexe Zahl bestimmmt, die seine Koordinaten darstellt. Sie können CENTR verwenden, wenn Sie eine bestimmte Gegend des Graphen sehen wollen. Die Grundeinstellung des Mittelpunktes ist (0,0).

Beispiel: Lassen Sie jeden Skalenteil auf der x-Achse 2 Einheiten und auf der y-Achse 5 Einheiten darstellen. Lassen Sie die Koordinaten (40,50) im Mittelpunkt des Displays liegen. Drücken Sie 2 [SPC] 5 SCALE und [←][( )] 40 [SPC] 50 CENT.

Die Plotparameter verändern

Sie können alle Plotparameter außer dem Plottypen zu ihren Grundeinstellungswerten neu festsetzen. (Das löscht auch den Plotbereich *PICT* und stellt seine Grundeinstellungsgröße wieder her.)

Wie man Plotparameter neu setzt:

- Drücken Sie RESET im PLOTR Menü.

Den Graphen plotten

Nachdem Sie die Plotparameter gesetzt haben, können Sie mit dem Zeichnen des Graphen beginnen. Sie können ihn auf zweierlei Weisen zeichnen:

- **Automatische Skalierung der y-Achse.** Dies erlaubt Ihnen, einen Graphen zu erstellen, wenn Sie sich über den geeigneten Anzeigenbereich der y-Achse nicht sicher sind. Der vertikale Anzeigenbereich wird durch Berechnung von Punkten eines geeigneten Anzeigenbereichs entlang der x-Achse.
- **Bestimmung der y-Achse.** Dies erlaubt Ihnen, den vertikalen Bereich oder die von Ihnen bestimmte Skalierung beizubehalten.

Wie man einen Graphen mit automatischer Skalierung zeichnet:

- Drücken Sie AUTO im PLOTR Menü.

Bei Funktionengraphen wertet AUTO die Gleichung bei 40 Werten mit gleichen Abständen im Bereich der unabhängige Variablen aus, berechnet den vertikalen Anzeigebereich, und zeichnet den Graphen (mit Hilfe von DRAW). AUTO löscht auch den vorigen Graphen in *PICT*.

Wie man einen Graphen mit bestimmtem Bereich zeichnet:

- Optional: Um den existierenden Graphen zu löschen, drücken Sie ERASE im PLOTR Menü.
- Drücken Sie DRAW im PLOTR Menü.

DRAW ist schneller als AUTO, weil es nicht die Gleichung abtastet.

Beispiel: Plotten mit AUTO. Plotten Sie die vorige Gleichung *P1* mit automatischer Skalierung und den Plotparametern in der Grundeinstellung. (Die unabhängige Variable ist X, welches der Grundeinstellungsname ist.)

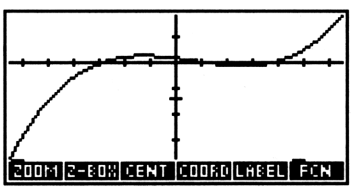
Lassen Sie sich das PLOT Menü anzeigen, und vergewissern Sie sich, daß Sie die Gleichung *P1* verwenden.

(↰)(PLOT) PLOTR

```
Plot type: FUNCTION
P1: 'X^3-2*X^2-10*X+1…
Indep: 'T'
x:        27        53
y:      34.5        66
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Setzen Sie die Plotparameter zurück, und zeichnen Sie einen Graphen mit den Grundeinstellungsplotparametern.

(NXT) RESET (*nicht* RES)
(↰)(PREV) AUTO



18

Drücken Sie (ATTN), um in den Stackdisplay umzuschalten.

Beispiel: Mit AUTO plotten. Verwenden Sie automatische Skalierung, um folgende Gleichung zu plotten:

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1$$

Tippen Sie die Gleichung mit Hilfe des EquationWriters ein. Nennen Sie diese *P2*.

(↰)(EQUATION)
X (÷) X (y^x) 2 (▶)
(−) 6 (▶) (−) 1
(ENTER)
(↰)(PLOT)
NEW P2 (ENTER)

```
Plot type: FUNCTION
P2: 'X/(X^2-6)-1'
4:
3:
2:
1:
PLOTR PTYPE NEW EDEQ STEQ CAT
```

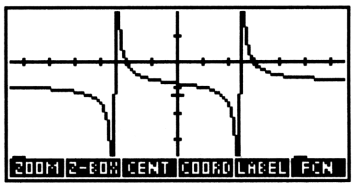
Wählen Sie das PLOTR Menü, und setzen Sie die Plotparameter zurück.

PLOTR (NXT) RESET

```
Plot type: FUNCTION
P2: 'X/(X^2-6)-1'
Indep: 'X'
x:      -6.5       6.5
y:      -3.1       3.2
DEPN PTYPE RES CENT SCALE RESET
```

Zeichnen Sie den Graphen mit Hilfe von automatischer Skalierung (Die vertikalen Linien im Plot stellen die Verbindung der Punkte an Sprungstellen der Funktion dar. Sehen Sie dazu das nächste Thema: "Wählen zwischen durchgehenden und nicht durchgehenden Diagrammen.")

(↰)(PREV) AUTO



18 Drücken Sie (↰)(REVIEW), um die PLOTR Menü Statusmeldung zur Ansicht des neu berechneten y-Achsenanzeigenbereichs zu prüfen. (Halten Sie die (REVIEW) Taste unten, um die Meldung in der Anzeige festzuhalten).

(↰)(REVIEW) (gedrückt halten)

```
Plot type: FUNCTION
P2: 'X/(X^2-6)-1'
Indep: 'X'
x:      -6.5        6.5
y:-5.447368 2.4210526
ZOOM Z-BOX CENT COORD LABEL FCN
```

Drücken Sie (ATTN), um in den Stackdisplay zurückzuschalten.

Beispiel: Mit DRAW und Bereichen plotten. Plotten Sie die Gleichung $y = \sin(x)$. Verwenden Sie ein Anzeigenbereich von -5 bis 5 entlang der x-Achse und von $-1{,}1$ bis $1{,}1$ entlang der y-Achse.

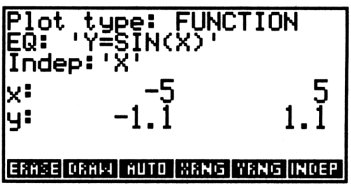
Wählen Sie den Radiantmodus, tippen Sie die Gleichung ein, und speichern Sie diese direkt in EQ, ohne ihr einen Namen zu geben.

((↰)(RAD) falls notwendig)
(') Y (↰)(=) (SIN) X
(↰)(PLOT) STEQ
PLOTR

```
Plot type: FUNCTION
EQ: 'Y=SIN(X)'
Indep: 'X'
x:      -6.5        6.5
y:-5.447368 2.4210526
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

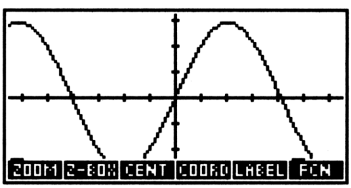
Setzen Sie die Anzeigenbereiche fest.

5 [+/–] [SPC] 5 XRNG
1.1 [+/–] [SPC] 1.1 YRNG



Löschen Sie *PICT*, und zeichnen Sie den Graphen.

ERASE DRAW

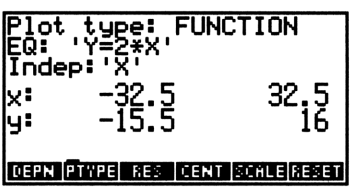


Drücken Sie [ATTN] [↰] [RAD], um in den Stackdisplay zurückzuschalten, und wählen Sie den DEG-Modus.

Beispiel: Mit DRAW und Skalierung plotten. Plotten Sie die Gleichung $y = 2x$. Damit die Steigung (2) richtig "aussieht", stellen Sie die gleiche Skalierung für beide Achsen ein, und setzen Sie den Koordinatenursprung (0,0) in die Mitte der Anzeige.

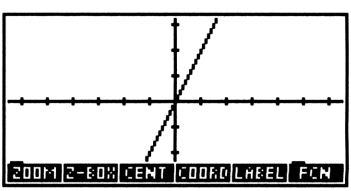
Geben Sie die Gleichung ein, und speichern Sie diese ohne Benennung direkt in *EQ*. Wählen Sie das PLOTR Menü, und bestimmen Sie Mittelpunkt und Skalierung. Für die Skalierung verwenden Sie 5 Einheiten pro Skalenteil. (Beachten Sie, wie die Anzeigenbereiche neu berechnet werden, nachdem Sie SCALE ausgeführt haben.)

[']Y [↰][=] 2 [×] X
[↰][PLOT] STEQ
PLOTR [NXT]
[↰][()] 0 [SPC] 0 CENT
5 [SPC] 5 SCALE



Zeichnen Sie den Graphen.

[↰][PREV] ERASE DRAW



Drücken Sie [ATTN], um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Zwischen durchgehenden und nicht durchgehenden Diagrammen wählen

Zuerst verbindet DRAW die nach und nach berechneten Punkte mit geraden Linienstücken. Die Verbindungen werden ohne Rücksicht auf die relative Lage der gezeichneten Punkte hergestellt. Dies kann grafisch unerwünscht sein wie beispielsweise bei einer Funktion mit einer Sprungstelle. (Bei einem der vorhergehenden Beispiele in diesem Abschnitt wird eine Funktion mit mehreren Sprungstellen grafisch dargestellt, und jeder Punkt wird verbunden.)

Wie man die "durchgehende" Darstellung abschaltet:

1. Drücken Sie [←][MODES] [NXT].
2. Drücken Sie CNC■ oder CNCT.

Die durchgehende Darstellung wird nicht durch Plotparameter gesteuert sondern durch ein Systemflag, dem Flag −31, das anfänglich nicht gesetzt ist. CNC■ zeigt an, daß Punkte im Diagramm durchgehend sind (das Flag −31 nicht gesetzt). CNCT zeigt an, daß Punkte im Diagramm nicht durchgehend sind (das Flag −31 ist gesetzt).

Zusammenfassung der Grundoperationen beim PLOTR Menü

Das PLOTR Menü enthält die grundsätzlichen Befehle, die Plotparameter zu setzen und das Diagramm zu zeichnen. Andere PLOTR Menü Operationen werden unter "Grafische Darstellungen verfeinern" auf Seite 19-1 beschrieben.

Das PLOTR Menü: Operationen grafischer Darstellungen

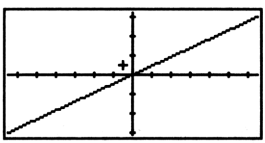
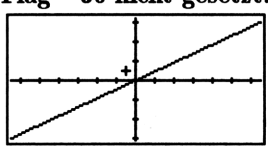
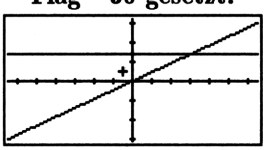
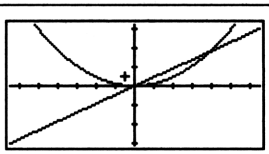
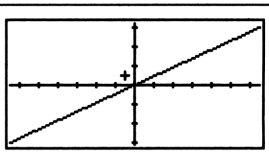
Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(↰)(PLOT) PLOTR oder (↱)(ALGEBRA) PLOTR:		
ERASE	ERASE	Löscht *PICT*, wobei ein leeres *PICT* der gleichen Größe bestenbleibt.
DRAW	DRAW	Zeichnet den Graphen mit den angegebenen Bereichen für die x- und die y-Achsen. DRAW löscht *PICT* nicht: Das Diagramm über den vorherigen Inhalt von *PICT* gezeichnet. Wenn DRAW aus einem Programm heraus ausgeführt wird, sind die Achsen nicht im Graphen enthalten. ((↰) DRAW führt STEQ aus. (↱) DRAW führt RCEQ aus.)
AUTO	AUTO	Zeichnet den Graphen mit dem angegebenen Bereich für die x-Achse, und skaliert die y-Achse automatisch. Alle vorherigen Diagramme in *PICT* werden gelöscht. Wenn AUTO aus einem Programm heraus ausgeführt wird, skaliert es nur die y-Achse automatisch. Es zeichnet den Graphen nicht.
XRNG	XRNG	Legt den Anzeigenbereich auf der horizontalen Achse durch zwei reelle Argumente fest: $x_{\min}$ und $x_{\max}$. ((↱) XRNG zeigt den aktuellen Anzeigenbereich der X-Achse an.)
YRNG	YRNG	Legt den Anzeigenbereich auf der vertikalen Achse durch zwei reelle Argumente fest: $y_{\min}$ und $y_{\max}$. ((↱) YRNG zeigt den aktuellen Anzeigenbereich der y-Achse an.

Das PLOTR Menü: Operationen grafischer Darstellungen (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
INDEP	INDEP	Macht den Namen in Ebene 1 zur unabhängigen Variablen. Mit INDEP kann auch der Plotbereich für die unabhängige Variable festgelegt werden (lesen Sie dazu "Plotbereich anstatt Anzeigebereiche verwenden" auf Seite 19-2). (→ INDEP ruft die aktuelle unabhängige Variable und deren Plotbereich, wenn festgelegt, auf.)
PTYPE		Aktiviert das PTYPE Menü zum Ändern des Plottyps.
CENT	CENTR	Nimmt eine komplexe Zahl (x,y) und macht diese zu den Mittelpunktkoordinaten des Displays. (→ CENT zeigt die aktuelle Mittelpunktkoordinaten an.)
SCALE	SCALE	Verwendet zwei reelle Argumente. Das erste Argument legt die Einteilung der x-Achse in Einheiten pro 10 Pixeln fest. Das zweite legt die Einteilung der y-Achse fest. (→ SCALE zeigt die x- und y-Einteilungen an.)
RESET		Setzt alle Plotparameter außer dem Plottyp auf ihre Grundeinstellung zurück und löscht *PICT*, wobei dieses auf seine ursprüngliche Größe (131 Pixel breit und 64 Pixel hoch) zurückgesetzt wird.
← REVIEW		Zeigt die Plotparameter wieder an.

Wie DRAW Punkte zeichnet

In diesem Abschnitt ist es notwendig, wieder zwischen Gleichungen, Ausdrücken und Programmen normale Unterschiede zu machen. Bei Funktionendiagrammen behandelt DRAW Ausdrücke und Programme auf dieselbe Art. Aber es plottet Gleichungen ihrer Struktur entsprechend, und setzt das Flag auf −30, wie unten gezeigt.

Inhalt von EQ	Beispiel	Grafische Darstellung
'*Ausdruck*'	'3*X'	
'*Name=Ausdruck*'	'Y=3*X'	**Flag −30 nicht gesetzt:**  **Flag −30 gesetzt:** 
'*Ausdruck=Ausdruck*'	'X^2=3*X'	
« *Programm* »	« 3 X * »	

DRAW wertet jeden Ausdruck, den es plottet, für eine Reihe von Werten der unabhängigen Variablen entlang des x-Achsenbereichs aus. Dies erzeugt eine Reihe von Punkten $(x, f(x))$. Die Anzahl der Werte der unabhängigen Variablen, für die der Ausdruck ausgewertet wird, hängt von dem *Auflösungsvermögen* (besprochen in "Die Auflösung festlegen" auf Seite 19-4) ab.

Bei Funktionendiagrammen wird die bestimmte aktuelle *abhängige* Variable ignoriert. Koordinaten der Plotpunkte werden einfach durch Auswertung der aktuellen Gleichung für eine Serie von Werten der unabhängigen Variablen erzeugt.

Zwei oder mehrere Gleichungen plotten

Sie können zwei oder mehr Gleichungen mit nur einem Befehl DRAW oder AUTO plotten lassen, indem Sie die Gleichungen auf eine Liste setzen.

Wie man eine Liste von zwei oder mehr Gleichungen erzeugt:

1. Drücken Sie ↰ (PLOT) CAT oder ↱ (ALGEBRA), um in den Gleichungskatalog umzuschalten.
2. Drücken Sie ▼ und ▲, um den Zeiger auf eine Gleichung zu bewegen, die Sie mit einschließen wollen.
3. Drücken Sie EQ+, um die Gleichung der Liste hinzuzufügen. (Falls notwendig, drücken Sie ↰ EQ+, um die letzte Eintragung von der Liste zu löschen.)
4. Wiederholen Sie Schritte 2 und 3 für jede Gleichung, die Sie mit einschließen wollen.
5. Drücken Sie PLOTR, um das Ansetzen für das Diagramm der Gleichungen zu beginnen.

Jedesmal, wenn Sie EQ+ drücken, wird eine Liste mit den gewählten Gleichungen in den Statuszeilen angezeigt und ergänzt. Wenn Sie PLOTR drücken, wird die unbenannte Liste in *EQ* gespeichert.

Wie man eine Liste von Gleichungen plottet:

1. Setzen Sie die Plotparameter mit dem PLOTR Menü fest.
2. Zeichnen Sie das Diagramm:

- Um automatische Skalierung auf der Basis der ersten Gleichung zu verwenden, drücken Sie AUTO.
- Um die bestimmte Skalierung zu verwenden, drücken Sie DRAW.

Einfach eine Liste von Gleichungen in *EQ* zu speichern, benennt die Liste nicht. Wenn Sie die Liste nicht benennen, geht die Liste später verloren, wenn Sie *EQ* ändern. NEW fügt .EQ dem Namen hinzu, damit die Liste im Equationkatalog mit eingeschlossen wird.

Wie man eine Liste von Gleichungen, die sich in EQ befindet, benennt:

1. Drücken Sie ◀ (PLOT) ▶ STEQ (der RCEQ Befehl), um die Liste in Ebene 1 aufzurufen.
2. Drücken Sie NEW, um die Liste zu benennen.

Wie man eine Liste von Gleichungen erzeugt und benennt:

1. Drücken Sie ◀ (PLOT) CAT oder ▶ (ALGEBRA), um den Gleichungskatalog zu aktivieren.
2. Verwenden Sie EQ+, um die gewünschten Gleichungen der Liste hinzuzufügen.
3. Drücken Sie →STK, um die Liste in den Stack zu kopieren.
4. Drücken Sie (ATTN), um aus dem Gleichungskatalog umzuschalten.
5. Drücken Sie ◀ (PLOT) NEW, um die Liste zu benennen.

In der Grafikumgebung arbeiten

Nachdem Sie DRAW oder AUTO ausgeführt haben, schaltet der HP 48 in die *Grafikumgebung* um. Das Display zeigt *PICT* und das GRAPHICS Menü an.

Die Grafikumgebung, wie der Gleichungskatalog, ist eine spezielle Umgebung, in der die Tastatur umdefiniert und auf spezifische Operationen begrenzt wird. Sie haben nur auf das GRAPHICS Menü und seine Untermenüs Zugriff.

Wie man die Grafikumgebung aktiviert:

- Drücken Sie DRAW oder AUTO im PLOTR Menü, um ein Diagramm zu plotten und den Graphen anzuschauen.
  oder
- Drücken Sie [↰][GRAPH] (der GRAPH Befehl) zu irgendeiner Zeit.
  oder
- Drücken Sie [◀], wenn keine Befehlszeile vorhanden ist.

Wie man aus der Grafikumgebung umschaltet:

- Drücken Sie [ATTN].

18 Wenn Sie aus der Grafikumgebung ausschalten, bleibt *PICT* bestehen. Sie können zu irgendeiner Zeit [↰][GRAPH] drücken, um in Grafikumgebung zurückzuschalten und *PICT* anzuschauen.

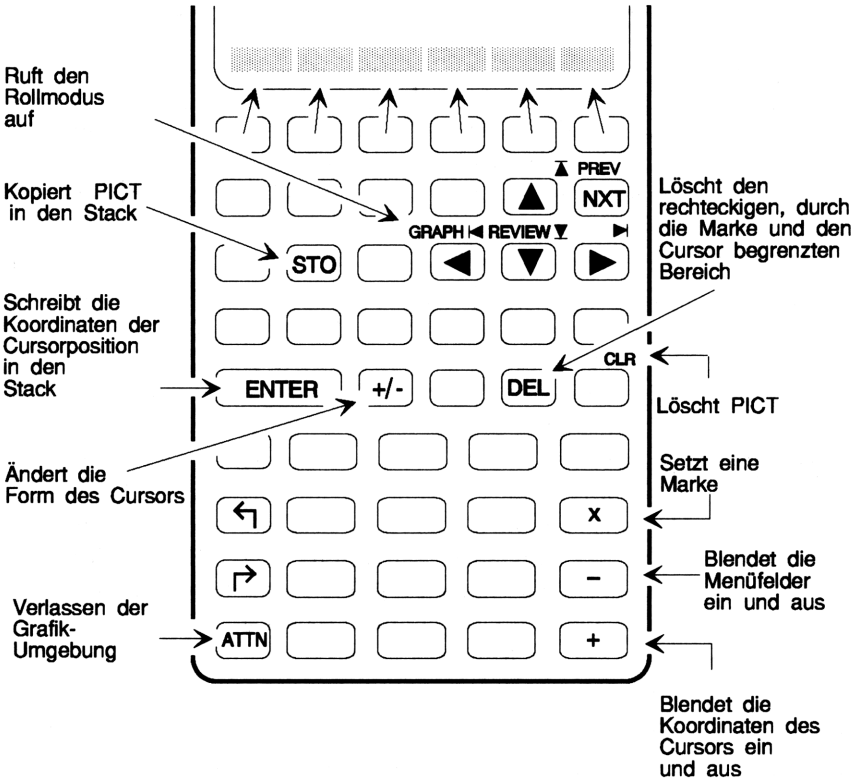
Grundsätzliche Operationen in der Grafikumgebung

Taste	Beschreibung
COORD	Zeigt die Koordinaten der Cursorposition an, wobei die Menüfelder überschrieben werden. Drücken Sie irgendeine Menütaste, um die Menüfelder wieder anzuzeigen.
LABEL	Fügt *PICT* Achsenkennzeichnungen hinzu.
MARK	Setzt die Marke. Ist keine Marke vorhanden, wird die Marke beim Cursor erzeugt. Ist die Marke an einer anderen Stelle vorhanden, wird sie auf die Cursorposition bewegt. Steht die Marke auf der Cursorposition , wird sie gelöscht. (Alle Operationen, die eine Marke benötigen, erzeugen diese an der Cursorposition, wenn sie noch nicht vorhanden ist.)
+/−	Schaltet die Cursorstellung um. In der Grundeinstellung (+/−) ist der Cursor immer dunkel. In der anderen Einstellung (+/−■) ist der Cursor dunkel auf hellem Hintergrund und hell auf dunklem Hintergrund.

Grundsätzliche Operationen in der Grafikumgebung (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
KEYS	Löscht die GRAPHICS Menütasten, wodurch mehr von dem Graphen gezeigt wird. Drücken Sie [−] oder irgendeine Menütaste, wird das GRAPHICS Menü wieder angezeigt.
[▲] [▼] [◀] [▶]	Bewegt den Grafikcursor in die angegebene Richtung. Wird vorher [↱] gedrückt, wird der Cursor an den Rand des Displays bewegt. Ist der Cursor am Rand des Displays *und* ist *PICT* größer als das Display, wird der Cursor durch Drücken von [↱] an den Rand von *PICT* bewegt.
[↰] [GRAPH]	Aktiviert den Rollmodus. Im Rollmodus werden die Menütasten gelöscht, und wenn *PICT* größer als das Display ist, wird das Displayfenster über *PICT* durch Drücken der Cursortasten in die angegebene Richtung gerollt. Drücken Sie [↰] [GRAPH] wieder, um in die normale Grafikumgebung zurückzuschalten.
[ENTER]	Schreibt die Koordinaten der Cursorposition in den Stack.
[×]	Setzt die Marke (wie MARK).
[+]	Schaltet die Cursor-Koordinaten ein und aus.
[−]	Schaltet die Menütasten ein und aus.
[+/−]	Schaltet die Cursor-Darstellung um (wie +/−).
[STO]	Kopiert *PICT* in den Stack.
[↰] [REVIEW]	Zeigt zeitweilig die PLOTR Menü Statusmeldung. Wenn Sie die [REVIEW]-Taste gedrückt halten, bleibt die Statusmeldung, bis Sie loslassen.
[↱] [CLR]	Löscht *PICT*.
[ATTN]	Sie verlassen die Grafikumgebung.

18



Mit dem Graphen arbeiten

Sie können die folgenden Arten von Operationen in der Grafikumgebung durchführen:

- *Zoomen*, d.h. einen Bereich der Zeichnung vergrößern oder verkleinern. Sehen Sie dazu das nächste Thema unten.
- *Funktionsanalyse*: Gewinnung mathematischer Daten von dem Graphen. Lesen Sie dazu "Funktionenanalyse" auf Seite 18-28.
- Hinzufügen grafischer Elemente zu dem Diagramm. Sehen Sie dazu "Grafische Elemente zu PICT hinzufügen" auf Seite 19-24.)

Zoomoperationen verwenden

Mit den Zoomoperationen der Grafikumgebung können Sie einen bestimmten Bereich des Diagramms genauer betrachten (indem Sie vergrößern) oder mehr davon als zu diesem Zeitpunkt angezeigt wird sehen (indem Sie verkleinern).

Wie man einen anderen Bereich ohne neue Skalierung plottet:

1. Drücken Sie ▲ ▼ ◀ ▶, um den Cursor auf den Punkt zu bewegen, den sie im Mittelpunkt des Displays haben wollen.
2. Drücken Sie CENT.

Wie man vergrößert, indem man die Achsen neu skaliert:

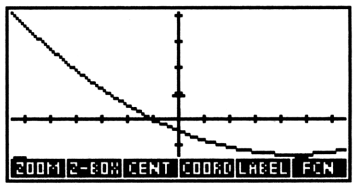
1. Drücken Sie ZOOM im GRAPHICS Menü.
2. Bestimmen Sie die Skalierung:
   - Um die x-Achse neu und dabei automatisch die y-Achse zu skalieren, drücken Sie XAUTO, geben Sie dann den x Zoomfaktoren ein, und drücken Sie ENTER.
   - Um nur die x-Achse neu zu skalieren, drücken Sie X, dann geben Sie den x Zoomfaktoren ein, und drücken Sie ENTER.
   - Um nur die y-Achse neu zu skalieren, drücken Sie Y, dann geben Sie den y Zoomfaktoren ein, und drücken Sie ENTER.
   - Um die x- und y-Achsen neu zu skalieren, drücken Sie XY, dann geben Sie einen Zoomfaktoren für beide Achsen ein, und drücken Sie ENTER.
3. Drücken Sie EXIT, um in das GRAPHICS Menü zurückzuschalten.

Ein Zoomfaktor von 2 verkleinert und zeigt die Achse verdopppelt. Ein Zoomfaktor von o,5 vergrößert und zeigt die halbe Achse. Der Punkt in der Mitte des Displays bleibt in der Mitte.

Beispiel: Identifizieren Sie die Anzahl der x-Achsenschnittpunkte des Ausdrucks $x^2 - 9x - 10$.

Speichern Sie den Ausdruck in EQ, und setzten Sie dann die Plotparameter zurück, und zeichnen Sie den Graphen mit Hilfe automatischer Skalierung.

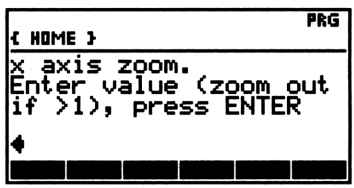
[ ] X [y^x] 2 [−] 9 [×] X [−] 10
[↶] [PLOT] STEQ PLOTR
[NXT] RESET
[NXT] [NXT] AUTO



Der Ausdruck hat einen zweiten x-Achsenschnittpunkt außerhalb des Anzeigenbereiches. Zoomen Sie entlang der x-Achse.

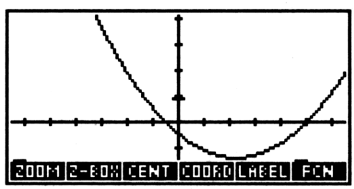
18

ZOOM X



Verkleinern Sie um den Faktor 2. Beachten Sie den zweiten x-Achsenschnittpunkt.

2 [ENTER]



Drücken Sie [ATTN], um zum Stackdisplay zurückzuschalten.

Wie man in einem gewissen Gebiet vergrößert:

1. Drücken Sie [▲] [▼] [◀] [▶], um den Cursor auf eine Ecke des gewünschten Bereichs zu bewegen.
2. Drücken Sie Z-BOX (oder MARK oder [×]) um die Position zu markieren.
3. Bewegen Sie den Cursor:
   - Um einen x-y Bereich zu vergrößern, bewegen Sie den Cursor in die Ecke, die diagonal dem gewünschten Bereich gegenüberliegt.
   - Um die aktuelle y-Achsenskalierung beizubehalten, bewegen Sie den Cursor horizontal zum anderen Ende des x Bereichs.

- Um die aktuelle x-Achsenskalierung beizubehalten, bewegen Sie den Cursor senkrecht zum anderen Ende des y Bereichs.

4. Drücken Sie Z-BOX.

Wie man einen besonderen Bereich mit automatischer Skalierung vergrößert:

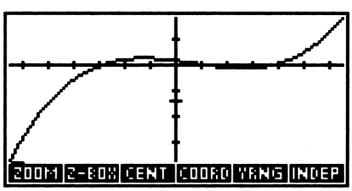
1. Drücken Sie ▲ ▼ ◀ ▶, um den Cursor auf ein Ende des gewünschten x Bereichs zu bewegen (die senkrechte Position wird ignoriert).
2. Drücken Sie Z-BOX (oder MARK oder ⊠), um die Position zu markieren.
3. Bewegen Sie den Cursor zum anderen Ende des x Bereichs.
4. Drücken Sie ↰ Z-BOX.

Das zweite Beispiel im nächsten Abschnitt verwendet Z-BOX mit automatischer Skalierung, um die Nullstellen der Gleichung zu identifizieren.

Beispiel: Plotten Sie die vorhergehende Gleichung *P1* mit Hilfe von automatischer Skalierung und den Plotparametern der Grundeinstellung. Dann vergrößern Sie einen Bereich, um das Verhalten in der Nähe des Ausgangspunktes zu zeigen.

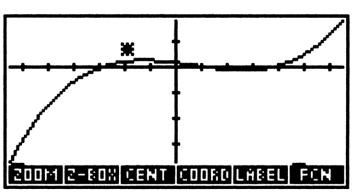
Wählen Sie *P1* aus dem Gleichungskatalog, und plotten Sie diese.

↱ ALGEBRA (▼ falls notwendig)
PLOTR
NXT RESET ↰ PREV AUTO



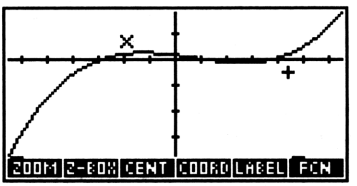
Verwenden Sie die Cursortasten, um den Cursor in die obere linke Position zu bewegen, wie unten gezeigt, und markieren Sie den Punkt.

▲ ◀ (wie nötig)
⊠



Jetzt bewegen Sie den Cursor zu der unteren rechten Position.

▶ ▼ (wie nötig)



Vergrößern Sie den Bereich.

Z-BOX

18

Drücken Sie (ATTN), um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Funktionenanalyse

Mit dem GRAPHICS FCN Menü können Sie das mathematische Verhalten gezeichneter Funktionen untersuchen, indem Sie mit dem Grafik-Cursor einfach den gewünschten Bereich oder Punkt auf dem Graphen anzeigen, und dann die gewünschte Berechnung aus dem Menü ausführen. Sie können folgendes berechnen: Funktionswerte, Steigungen, Flächeninhalte unter Kurven, Nullstellen, Extrema und andere kritische Punkte, und Schnittpunkte zweier Kurven. Sie können auch die Ableitung einer geplotteten Funktion darstellen lassen.

Um eine Funktionenanalyse durchzuführen, muß der aktuelle Plottyp FUNCTION sein. Außerdem muß *EQ* eine Gleichung, einen Ausdruck oder eine Liste von Gleichungen oder Ausdrücken enthalten. Es kann kein Programm enthalten.

Wie man die grafisch dargestellte Funktion analysiert:

1. Drücken Sie FCN im GRAPHICS Menü.
2. Drücken Sie ▲ ▼ ◀ ▶, um den Cursor auf den Punkt zu bewegen, den Sie analysieren wollen. (Bei gewissen Operationen muß der Cursor nur *in der Nähe* des Punktes sein.)

3. Drücken Sie die Menütaste für die Funktionsanalysenoperation, die Sie wollen. Sehen Sie dazu die Tabelle unten.
4. Drücken Sie EXIT, um in das GRAPHICS Menü zurückzuschalten.

Wenn Sie eine Funktionsanalysenoperation durchführen, macht der HP 48 folgendes:

- Bewegt den Cursor zu dem entsprechenden Punkt der Funktionskurve (falls der sich im Display befindet).
- Zeigt eine Meldung in der unteren linken Ecke des Displays mit der Lösung an.
- Gibt die Lösung an den Stack als ein markiertes Objekt aus.

Das GRAPHICS FCN Menü

Taste	Beschreibung
... FCN	(im GRAPHICS Menü):
ROOT	**Nullstelle.** Bewegt den Cursor zu einer Nullstelle (Schnittstelle der Funktion und der x-Achse) und zeigt den Wert der Nullstelle an. Wenn die Nullstelle nicht im Displayfenster ist, zeigt er kurz die Meldung OFF SCREEN an, bevor er den Wert der Nullstelle anzeigt.
ISECT	**Schnittstelle.** Wenn nur eine Funktion grafisch dargestellt wird, bewegt sich der Cursor zu einer Nullstelle (genau wie ROOT). Wenn zwei oder mehr Funktionen grafisch dargestellt werden, bewegt sich der Cursor zu der nächsten Schnittstelle der beiden Funktionen, und zeigt die (x,y) Koordinaten. Wenn die nächste Schnittstelle nicht im Displayfenster ist, wird kurz die Meldung OFF SCREEN angezeigt, bevor die Koordinaten der Schnittstelle angezeigt werden.
SLOPE	**Steigung.** Berechnet und zeigt die Steigung der Funktion beim x-Wert des Cursors an und bewegt den Cursor auf den Punkt der Funktion, wo die Steigung berechnet wurde.

Das GRAPHICS FCN Menü (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
AREA	**Bereich.** Berechnet und zeigt den Flächeninhalt unter der Kurve zwischen zwei x-Werten an, die von Marke und Cursor definiert werden. (Bevor Sie diese Operation ausführen, drücken Sie [×], um ein Ende des x Abschnittes zu markieren, und dann bewegen Sie den Cursor ans andere Ende.)
EXTR	**Extrema.** Bewegt den Cursor auf ein Extremum (lokales Minimum oder Maximum) oder einen anderen kritischen Punkt und zeigt die (x,y) Koordinaten an. Wenn sich das nächste Extremum oder der Wendepunkt nicht innerhalb des Anzeigefensters befindet, wird kurz die Meldung OFF SCREEN angezeigt, bevor der Wert angezeigt wird.
EXIT	**Exit.** Dient zum Verlassen des GRAPHICS FCN Menü zurück zum GRAPHICS Hauptmenü.
F(X)	**Funktionenwert.** Zeigt den Funktionenwert für den aktuellen x-Wert des Cursors an, und bewegt den Cursor auf den Punkt des Funktionengraphen.
F'	**Abgeleiteter Graph.** Plottet die erste Ableitung der Funktion und zeichnet die Stammfunktion neu. Fügt dem Inhalt von *EQ* den Ausdruck, der die erste Ableitung definiert, hinzu. (Ist *EQ* eine Liste, wird der Ausdruck F' am Anfang der Liste hinzugefügt. Ist *EQ* keine Liste, erzeugt F' eine solche und fügt den Ausdruck am Anfang der Liste hinzu.)
NXEQ	**Nächste Gleichung.** Rotiert die Liste in *EQ*, und zeigt die Gleichung an, die sich jetzt am Anfang der Liste befindet. (Die zweite Gleichung wird an den Anfang der Liste und die erste Gleichung an deren Ende rotiert.)

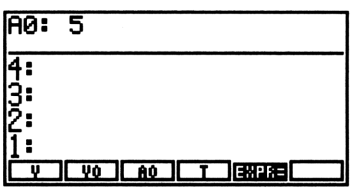
Wenn Sie zwei oder mehr Gleichungen grafisch dargestellt haben, indem Sie eine Liste in *EQ* speicherten, (lesen Sie dazu "Zwei oder mehrere Gleichungen plotten" auf Seite 18-20), wird bei den Funktionsanalysenoperationen die erste Gleichung auf der Liste verwendet, außer wenn es anders bestimmt wird. Drücken Sie NXEQ im FCN Menü, um die Gleichungen innerhalb der Liste zu rotieren.

Beispiel: Eine Gleichung für die gleichmäßige Beschleunigung lautet: $v = v_0 + a_0 t$.

Ermitteln Sie bei einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 10$ und einer gleichmäßigen Beschleunigung von $a_0 = 5$ die Geschwingkeit bei $t = 2$, und finden Sie den zurückgelegten Weg x zwischen $t = 0$ und $t = 10$. (Der zurückgelegte Weg ist gleich der Fläche unterhalb der Kurve, die die Geschwindigkeit über der Zeit darstellt.)

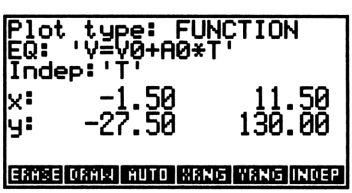
Geben Sie die Gleichung ein, und speichern Sie diese in *EQ*, ohne sie zu benennen. Aktivieren Sie das SOLVE Menü, weil Sie leicht die Werte für v_0 und a_0 mit dem SOLVR Menü speichern können.

[']V [←][=] V0 [+] A0 [×] T
[←][SOLVE] STEQ
SOLVR 10 V0 5 A0



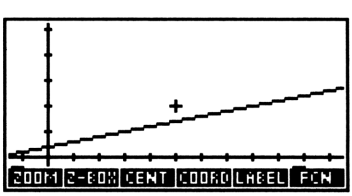
Stellen Sie den Anzeigemodus auf 2 Festkommastellen ein, so daß Koordinaten und Lösungen aus der Funktionsanalyse in der Grafikumgebung leicht ablesbar sind. Dann aktivieren Sie das PLOTR Menü. Legen Sie, damit Sie ganzzahlige Werte für die Skalenteile der x- und der y-Achse erhalten, die Skalierung mit SCALE auf 1 Einheit pro Skalenteil für die x-Achse und auf 25 Einheiten für die y-Achse fest. Hierdurch werden genaue Berechnungen ermöglicht. Verwenden Sie CENT, um den Mittelpunkt des Diagramms bei (5,50) zu bestimmen. Zum Schluß bestimmen Sie T als die unabhängige Variable.

[←][MODES] 2 FIX
[→][PLOT] [NXT]
1 [SPC] 25 SCALE
[←][()] 5 [SPC] 50 CENT
[←][PREV] ['] T INDEP



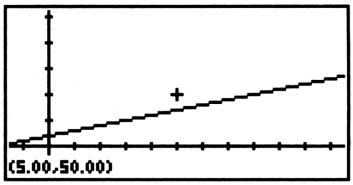
Löschen Sie *PICT*, und dann zeichnen Sie den Graphen.

ERASE DRAW



Prüfen Sie die Koordinaten des Grafik-Cursors. Die x-Koordinate (der Wert von T) ist 5.

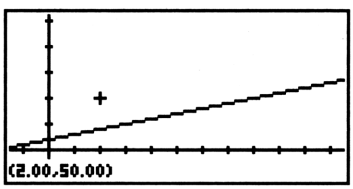
COORD (or ⊕)



Halten Sie ◀ gedrückt, bis die x-Koordinate genau 2,00 beträgt. (Der Cursor bewegt sich langsam, wenn Koordinaten angezeigt werden.)

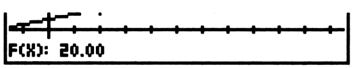
18

◀ (gedrückt halten)



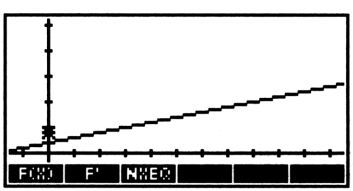
Drücken Sie irgendeine Menütaste (oder ⊕ oder ⊖), um die Menüfelder wieder anzuzeigen. Dann finden Sie den Wert der Funktion bei $T = 2$. Die Geschwindigkeit beträgt dort 20.

⊕
FCN NXT F(X)



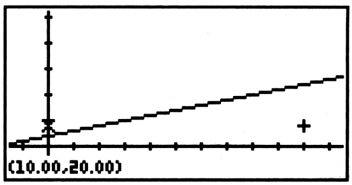
Berechnen Sie nun den zurückgelegten Weg zwischen $T = 0$ und $T = 10$. Rufen Sie zuerst die Menüfelder wieder auf. Dann bewegen Sie den Cursor auf die y-Achse ($T = 0$), und setzen Sie eine Marke.

⊕
gedrückt halten ◀
⊗



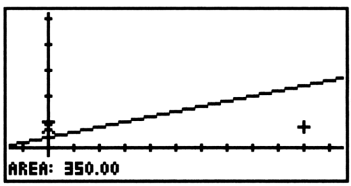
Lassen Sie sich die Koordinaten des Cursor wieder anzeigen, bewegen Sie den Cursor an den rechten Rand des Displays, dann zurück, bis die x-Koordinate 10 ist.

[+]
[↱][▶]
dann [◀] gedrückt halten



Lassen Sie sich die Menüfelder wieder anzeigen, und berechnen Sie dann den Flächeninhalt, d.h. den zurückgelegten Weg.

[+] [NXT] AREA



Schalten Sie in den Stack zurück, und beachten Sie, daß der Funktionswert und der Flächeninhalt an den Stack als markierte Objekte ausgegeben worden sind.

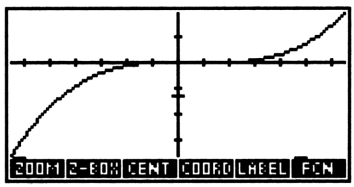
[ATTN] [ATTN]

Beispiel: Für den Ausdruck $x^3 - 2x^2 - x + 2$ finden Sie folgendes:

- Die Anzahl der reellen Nullstellen.
- Den Wert der am weitesten links liegenden Nullstelle.
- Die Steigung des Ausdrucks bei der am weitesten links liegenden Nullstelle.
- Den Wert des Ausdrucks an der y-Achse bei $x = 0$.
- Die Koordinaten des lokalen Minimums.

Geben Sie den Ausdruck ein, und speichern Sie ihn in *EQ*. Setzen Sie die Plotparameter zurück, und plotten Sie dann den Graphen mit Hilfe von automatischer Skalierung für die *y*-Achse.

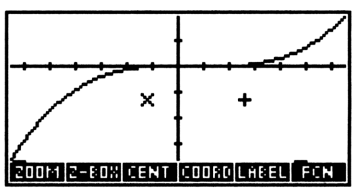
[ ] X [y^x] 3 [−] 2 [×] X [y^x] 2
[−] X [+] 2
[↶] [PLOT] STEQ
PLOTR [NXT] RESET
[↶] [PREV] AUTO



Der interessante Bereich muß vergrößert werden: Setzen Sie also die Marke und den Cursor wie angegeben.

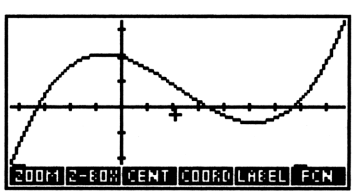
18

[◀] (gedrückt halten)
[×]
[▶] (gedrückt halten)



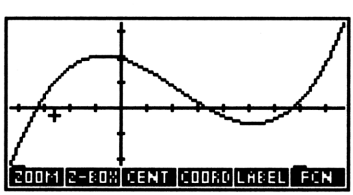
Vergrößern Sie nun das Rechteck, wobei die *y*-Achse automatisch skaliert werden soll. Jetzt können Sie sehen, daß es drei reelle Nullstellen in diesem Bereich gibt.

[↶] Z-BOX



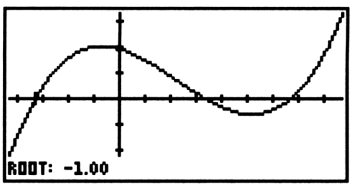
Bewegen Sie den Cursor in die Nähe der äußersten linken Nullstelle.

[◀] (gedrückt halten)



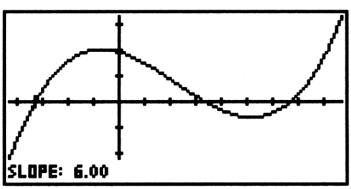
Finden Sie den Wert der Nullstelle. Der Cursor bewegt sich auf die Nullstelle, und deren Wert wird in der unteren linken Ecke angezeigt.

FCN ROOT



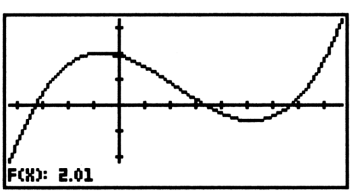
Berechnen Sie die Steigung der Funktion an der Nullstelle. (Drücken Sie irgendeine Taste, um die Menüfelder wieder anzuzeigen.) Der Wert für die Steigung, den Sie erhalten, kann leicht von dem im nachstehenden Bild abweichen, abhängig von den genauen Koordinaten des rechteckigen Bereiches, den Sie mit ↩ Z-BOX definiert haben.

− SLOPE



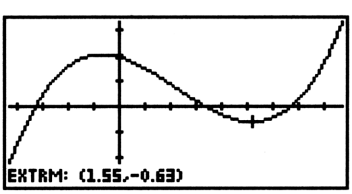
Bewegen Sie den Cursor auf die y-Achse ($x = 0$), und finden Sie den Wert der Funktion. Der Cursor bewegt sich auf den entsprechenden Punkt der Funktion.

+
▶ (gedrückt halten)
NXT F(X).



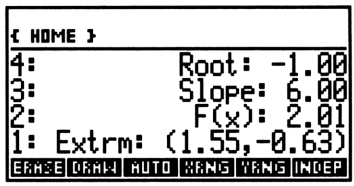
Bewegen Sie den Cursor auf einen Punkt der x-Achse in der Nähe des Minimums, und finden Sie die Koordinaten des lokalen Minimums.

+
▶ (gedrückt halten)
NXT EXTR



Verlassen Sie die Grafikumgebung, und beachten Sie, daß die Lösungen in den Stack als markierte Objekte ausgegeben worden sind.

(ATTN) (ATTN)

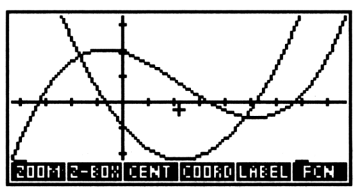


Beispiel: Für den Ausdruck im vorigen Beispiel plotten Sie die Ableitung des Ausdrucks, und finden Sie die Koordinaten für den positiven x-Wert, wo die Ableitung und der ursprünglich Ausdruck gleich sind.

18

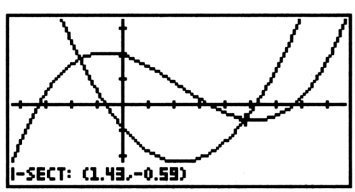
Schalten Sie in die Grafikumgebung zurück, und plotten Sie die Ableitung.

(↶) (GRAPH) FCN (NXT) F'



Bewegen Sie den Cursor in die Nähe des positiven Schnittpunktes, und finden Sie diesen Schnittpunkt.

(▶) (gedrückt halten)
FCN ISECT



Drücken Sie (ATTN) (ATTN) (↶) (MODES) STD, um in das Stackdisplay und Standardanzeigemodus zurückzukehren.

Weiteres über die Funktionenanalyse

Schwierige Diagramme analysieren

Alle vorhergehenden Beispiele der Funktionenanalyse erzeugten Diagramme, worin der Koordinatenursprung im Display sichtbar war, wodurch Sie eine sofortige Orientierung hatten. Es kann jedoch sein, daß eine oder beide Achsen nicht sichtbar sind, was von dem Ausdruck und den aktuellen Anzeigenbereichen abhängt. Bei solchen Fällen können Sie [←] [REVIEW] drücken, um festzustellen, auf welchen Teil des Graphen sie sehen.

Nehmen Sie beispielsweise an, daß Sie einen Graphen mit Hilfe automatischer Skalierung plotteten und keine x-Achse hätten. Wenn Sie [←] [REVIEW] drücken und einen y-Achsenanzeigenbereich zwischen 230 und 410 sehen, wissen Sie, daß der Teil des Graphen, der in dem Augenblick sichtbar ist, oberhalb der x-Achse liegt.

Verwenden Sie die folgenden Ideen zur Analyse solcher Funktionen:

- Wenn Sie die grobe Form der Funktion und deren Verhältnis zu den Achsen besser verstehen wollen, können Sie verkleinern und dadurch mehr von der Funktion sehen. XAUTO ist besonders für solche Fälle nützlich.
- Wenn Sie ein besonderes Merkmal der Funktion, wie eine Nullstelle oder ein Extremum, sehen möchten, können Sie die entsprechende Operation im GRAPHICS FCN Menü ausführen, damit die Koordinaten dieses Merkmals in den Stack geschrieben werden. Verlassen Sie dann die Grafikumgebung, und führen Sie CENT des PLOTR Menüs aus, um dieses Merkmal beim erneuten Plotten des Graphen sichtbar zu machen. Eine Analyse der Form der Funktion an diesem Merkmal kann eine Vorstellung von der relativen Lage der anderen Merkmale der Kurve geben. Oft sind dann weitere Zoomoperationen erforderlich.

Arbeitsweise der Operationen zur Funktionsanalyse

Die Operationen im GRAPHICS FCN Menü sind mit Befehlen verknüpft, die außerhalb der Grafikumgebung ausführbar sind. (In diesem Abschnitt gilt wieder die normale Unterscheidung zwischen Ausdrücken und Gleichungen.)

ROOT Führt ROOT aus (den numerischen Lösungsalgorithmus von HP Solve), um einen Schnittpunkt mit der x-Achse zu finden. Gibt es mehrere Nullstellen (Schnittpunkte), wird normalerweise diejenige ermittelt, die der aktuellen Cursorposition am nächsten liegt. Bei einer Gleichung wird eine Nullstelle auf der rechten Seite der Gleichung ermittelt.

ISECT Führt ROOT aus. Bei einem einzelnen Ausdruck oder einer Gleichung, deren linke Seite nicht geplottet wurde (Flag −30 zurückgesetzt), wirkt ISECT genau wie ROOT. Bei einer Gleichung, bei der beide Seiten geplottet wurden (Flag −30 gesetzt), ermittelt es den nächstgelegenen Schnittpunkt beider Seiten. Bei zwei Ausdrücken ermittelt es die den nächstgelegenen Schnittpunkt der Ausdrücke. Bei zwei Gleichungen ermittelt es den nächstgelegenen Schnittpunkt der rechten Seiten.

SLOPE Führt ∂ aus (differenziert) und wertet dann den ermittelten Ausdruck am x-Wert des Cursors aus.

AREA Führt $\int$ aus (integriert), wobei die durch die Marke und den Cursor definierten x-Werte als Grenzen dienen.

EXTR Führt ∂ aus und ermittelt den dem Cursor nächstgelegenen x-Wert, der den entstandenen Ausdruck zu Null werden läßt.

F(X) Wertet den Ausdruck am durch den Cursor markierten x-Wert aus.

F' Führt ∂ aus und schreibt den enstandenen Ausdruck mit dem ursprünglich Ausdruck in eine Liste in EQ, und plottet dann die Liste.

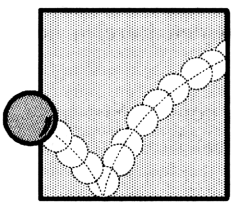
Zusammenfassung der Zoom- und Funktionenanalysenoperationen

Zoom- und Funktionsoperationen in der Grafikumgebung

Taste	Beschreibung
ZOOM	Zeigt das GRAPHICS ZOOM Menü an, mit dem Sie das Diagramm neu skalieren und zentrieren können. (Lesen Sie dazu "Zoomoperationen verwenden" auf Seite 18-25.)
Z-BOX	Zeichnet den Graphen neu, wobei das Rechteck, dessen gegenüberliegende Ecken durch die Marke und den Cursor definiert sind, das Display ausfüllt. (↩ Z-BOX Zeichnet den Graphen neu, wobei der durch die Marke und den Cursor definierte Bereich für x das Display ausfüllt, und die y-Achse *automatisch skaliert* wird.)
CENT	Zeichnet den Graphen mit der aktuellen Cursorposition im Mittelpunkt des Display neu.
COORD	Zeigt die Koordinaten der Cursorposition an, wobei die Menüfelder überschrieben werden. Durch Drücken irgendeiner Menütaste werden die Menüfelder wieder angezeigt.
FCN	Zeigt das GRAPHICS FCN Menü zur Analyse der Diagramme von Funktionen an. (Lesen Sie dazu "Funktionenanalyse" auf Seite 18-28.)

19

Zusätzliches über Plotten und Grafikobjekte



Im vorhergehenden Kapitel wurden die Grundlagen der grafischen Darstellung mathematischer Funktionen beschrieben: nur der Plottyp FUNCTION wurde in allen Beispielen verwendet, und eine begrenzte Anzahl der Plotparameter wurde beschrieben. Dieses Kapitel baut auf den in Kapitel 18 behandelten Konzepten auf und beschreibt folgende Operationen:

- Bestimmen spezieller Zusatzoperationen für grafische Darstellungen.
- Arbeiten mit Plotkoordinaten.
- Abändern der Größe von *PICT*.
- Zeichnen der Plottypen CONIC, POLAR, PARAMETRIC, TRUTH und statistischer Plottypen.
- Grafische Darstellung von Programmen und benutzerdefinierter Funktionen.
- Grafische Darstellung mit Einheiten.
- Hinzufügen grafischer Elemente zu *PICT*.
- Arbeiten mit Grafikobjekten im Stack

Grafische Darstellungen verfeinern

Sie können Ihre grafischen Darstellungen verfeinern, indem Sie den Standardtyp der grafischen Darstellung verändern:

- Grafische Darstellung eines bestimmten Gebietes eines Anzeigenbereichs.
- Bestimmen spezieller Achsenfelder.
- Bestimmen einer anderen Abtastfrequenz.

Plotbereiche anstatt Anzeigebereiche verwenden

Der *Plotbereich* ist der Bereich der unabhängigen Variablen, über dem die aktuelle Gleichung ausgewertet wird. Wenn Sie den Plotbereich nicht bestimmen, verwendet der HP 48 den x-Achsenanzeigebereich (bestimmt durch XRNG) als den Plotbereich. Jedoch können Sie einen anderen Plotbereich bestimmen als den x-Achsenanzeigebereich:

- Für POLAR und PARAMETRIC grafische Darstellungen ist die unabhängige Variable nicht von der x-Achsenvariablen abhängig. Sie können also den Plotbereich bestimmen und somit den Bereich der unabhängigen Variablen steuern.

- Für TRUTH und CONIC grafische Darstellungen können Sie die Zeit der grafischen Darstellung verkürzen, indem Sie Plotbereiche bestimmen, die kürzer als die x- und y-Achsenanzeigebereiche sind. Diese Plottypen verlangen, daß Sie die *abhängige* Variable bestimmen. Damit können Sie den grafische Darstellungsbereich anders als den y-Achsenanzeigebereich bestimmen.

Wie man einen Plotbereich für eine Variable bestimmt:

1. Geben Sie den Plotbereich ein:
   - Um nur den Bereich zu bestimmen, geben Sie die zwei Begrenzungen für den Bereich ein (drücken Sie [SPC] oder [ENTER], um die Zahlen zu trennen).
   - Um den Variablennamen *und* seinen Plotbereich zu bestimmen, geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) mit dem Variablennamen und den zwei Begrenzungen für den Bereich ein, und drücken Sie [ENTER].
2. Bestimmen des Plotbereichs:
   - Um den Plotbereich für die unabhängige Variable oder die x-Achsenvariable zu bestimmen, drücken Sie INDEP im PLOTR Menü.
   - Um den Plotbereich für die abhängige Variable zu bestimmen, drücken Sie DEPN im PLOTR Menü.

Wenn Sie INDEP und DEPND mit einer Liste verwenden, um entweder die unabhängige oder die abhängige Variable und deren Plotbereich zu bestimmern, hat die Liste folgendes Format:

{ *Name niedrige obere* }

Beispiel: Bestimmen Sie den Plotbereich der unabhängigen Variablen auf 0 bis +10. Drücken Sie 0 (SPC) 10 INDEP.

Beispiel: Bestimmen Sie, daß die unabhängige Variable T sei und ihr Plotbereich sei von 0 bis +10. Drücken Sie (↰)({}) T (▶) 0 (SPC) 10 (ENTER) INDEP.

Achsen und Beschriftungen bestimmen

Wenn die Achsen sich im Plotbereich befinden, zeichnen AUTO und DRAW sie automatisch mit mit Skalenteilen im Abstand von 10 Pixel. Die Achsen schneiden sich normalerweise bei (0,0).

Sie können die Koordinaten des Schnittpunktes ändern. Sie können die Achsenbeschriftungen und ihre Endwerte angeben. Sie können auch Achsenbeschriftungen bestimmen, die anders als die Namen der unabhängigen und abhängigen Variablen sind.

Wie man den Schnittpunkt oder die Achsenbenennung bestimmt:

1. Geben Sie die folgende Information ein:
   - Um den Schnittpunkt zu bestimmen, geben Sie die (x,y) Koordinaten als komplexe Zahl ein.
   - Um Achsenbeschriftungen zu bestimmen, geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) mit einer Zeichenkette für die x-Achsen- und einer Zeichenkette für die y-Achsenbeschriftung ein, und drücken Sie (ENTER).
2. Drücken Sie AXES im PLOTR Menü.

Sie können beides, Schnittpunkt und Beschriftung, mit einer Liste der folgenden Form bestimmen:

{ (*x*, *y*) "*x-Beschriftung*" "*y-Beschriftung*" }

Wie man die Achsen mit den aktuellen AXES-Daten beschriftet:

- Drücken Sie LABEL im PLOTR Menü.

LABEL zeigt in *PICT* die Namen der unabhängigen und abhängigen Variablen (außer wenn Sie die Beschriftungen bestimmt haben) und die Koordinaten der Endpunkte der Achsen (im aktuellen Anzeigeformat) an.

Beispiel: Geben Sie die Beschriftung X2 der horizontalen Achse und F(X2) der vertikalen Achse (egal wie die Namen der unabhängigen

und abhängigen Variablen sind), und dann benennen Sie die Achsen. (Die AXES-Liste ist { "X2" "F(X2)" }.) Drücken Sie [←][{}] [→][" "] X2 [▶] [→][" "] F(X2) [ENTER] AXES LABEL.

Die Auflösung festlegen

Sie können den Abstand zwischen Werten der unabhängigen Variablen, die zum Erzeugen des Diagramms verwendet wird, bestimmen. Eine größere Auflösung gibt schnellere grafische Darstellungen, aber die Genauigkeit der Verbindungslinie der Punkte wird verschlechtert.

Wie man die Auflösung ändert:

- Um benutzerdefinierte Einheiten einzugeben, geben Sie eine Zahl für die Auflösung ein, und dann drücken Sie RES im PLOTR Menü.
- Um Pixel einzugeben, geben Sie eine Binärzahl (mit # Begrenzungszeichen) für die Zahl der Pixel ein, und dann drücken Sie RES im PLOTR Menü.
- Um die Grundeinstellung der Auflösung wiederherzustellen, geben Sie 0 (oder # 0) ein, und dann drücken Sie RES im PLOTR Menü.

Für alle Plottypen verwendet RES ein Argument mit reellen Zahlen, um den Abstand der benutzerdefinierten Einheiten zu definieren. Bei den Plottypen FUNCTION, CONIC und TRUTH können Sie den Abstand der Pixel bestimmen, indem Sie ein Argument mit einer Binärzahl verwenden. (Bei POLAR und PARAMETRIC Plottypen kann man ein Argument mit einer Binärzahl nicht anwenden.) Der Auflösungsabstand wird auch dazu verwendet, bestimmte statistische grafische Darstellungen zu machen. Die Grundeinstellungen der Abstände für die verschiedenen Plottypen werden unten aufgeführt.

Grundeinstellung der Abstände für Auflösungen

Plottyp	Grundeinstellung des Abstandes
Gleichung:	
FUNCTION	1 Pixel (1 Punkt wird in jeder Pixelspalte gezeichnet)
CONIC	1 Pixel (1 Punkt wird in jeder Pixelspalte gezeichnet)
TRUTH	1 Pixel (1 Punkt wird in jeder Pixelspalte gezeichnet)
POLAR	2°, 2 Gon, oder $\pi/90$ Radiant
PARAMETRIC	(Bereich der unabhängigen Variablen in benutzerdefinierten Einheiten)/130
Statistische Daten:	
BAR	10 Pixel (Betimmt die Breite der BAR Balken)
HISTOGRAM	10 Pixel (Bestimmt die Breite der BAR Rechtecke)
SCATTER	(nicht anwendbar)

Zusammenfassung der Verfeinerungen des Plottens bei PLOTR Menüoperationen

Die folgenden Befehle erlauben Ihnen, die Möglichkeiten der grafischen Darstellungen im PLOTR Menü zu ergänzen und zu verfeinern:

Die PLOTR Menü-Verfeinerungen der grafischen Darstellungen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(↰)(PLOT) PLOTR oder (↱)(ALGEBRA) PLOTR:		
INDEP	INDEP	Macht den Namen in Ebene 1 zur unabhängigen Variablen. INDEP kann auch den *Plotbereich* für die unabhängige Variable bestimmen. ((↱) INDEP gibt die aktuelle unabhängige Variable und ihren Plotbereich, falls bestimmt, heraus.)
DEPN	DEPND	Macht den Namen in Ebene 1 zur abhängigen Variablen (bei den Plottypen CONIC und TRUTH). DEPND kann auch den Plotbereich für die abhängige Variable bestimmen. ((↱) DEPN gibt die aktuelle abhängige Variable und deren Plotbereich, falls bestimmt, heraus.)
RES	RES	Stellt die *Auflösung* ein. ((↱) RES gibt die aktuelle Auflösung aus.)
AXES	AXES	Legt den Koordinatenursprung gemäß eines komplexen Arguments in Ebene 1 fest. Mit AXES können auch Achsenbeschriftungen angegeben werden, die anders als INDEP und DEPND sind. ((↱) AXES gibt den aktuellen Schnittpunkt der Achsen aus.)

Die PLOTR Menü-Verfeinerungen der grafischen Darstellungen (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
DRAX	DRAX	Fügt Achsen in *PICT* hinzu. (Nicht erforderlich, wenn DRAW oder AUTO von der Tastatur aus ausgeführt wird.)
LABEL	LABEL	Erzeugt in *PICT* Achsenbeschriftungen.
*H	*H	Multipliziert den vertikalen Maßstab mit dem Argument *n* in Ebene 1. (*Vergrößert* falls $n<1$.)
*W	*W	Multipliziert den horizontalen Maßstab mit dem Argument *n* in Ebene 1. (*Vergrößert* falls $n<1$.)
PDIM	PDIM	Ändert die Größe von *PICT*. (→ PDIM gibt die Größe von *PICT* aus.)
← REVIEW		Zeigt die Plotparameter wieder an.

19

Die PPAR Variable verstehen

Der HP 48 verwendet eine eingebaute Plotparameter-Variable namens *PPAR*, um die grafischen Darstellungsparameter zu speichern. Normalerweise kontrollieren Sie die Plotparameter mit Befehlen im PLOTR Menü. Weil *PPAR* eine Variable ist, können Sie eine andere *PPAR* in jedem Verzeichnis haben. *PPAR* enthält eine Liste mit den folgenden Objekten:

{ (x_{min}, y_{min}) (x_{max}, y_{max}) *indep res Achsen ptype depend* }

Inhalt der PPAR Liste

Element	Beschreibung	Grund-einstellung
$(x_{\min}, y_{\min})$	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten in der unteren linken Ecke im Anzeigebereich angibt.	(−6,5;−3,1)
$(x_{\max}, y_{\max})$	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten in der oberen rechten Ecke im Anzeigebereich angibt.	(6,5;3,2)
indep	Unabhängige Variable: Der Name der Variablen oder eine Liste mit dem Namen und zwei reellen Zahlen (der horizontale Plotbereich).	*X*
res	Auflösung. Bei Gleichungen eine reelle Zahl oder Binärzahl, die den Abstand zwischen gezeichneten Punkten darstellt. Bei statistischen Daten ist die Bedeutung unterschiedlich.	0 (Zahl der in jeder Pixelspalte gezeichneten Punkte)
Achsen	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten des Schnittpunktes der Achsen oder eine Liste mit dem Koordinatenursprung und den Beschriftungen (Zeichenfolgen) für beide Achsen angibt.	(0,0)
ptype	Befehl, der den Namen des Plottyps angibt.	FUNCTION
depend	Abhängige Variable: Der Name der Variablen oder eine Liste mit dem Namen und zwei reellen Zahlen (der vertikale Plotbereich).	*Y*

Wie man PPAR in die Grundeinstellung umschaltet:

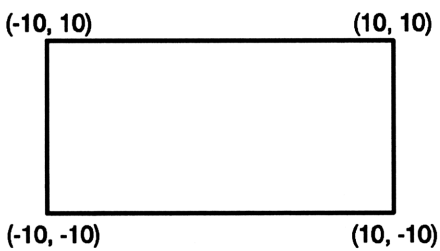
- Drücken Sie RESET im PLOTR Menü.

Die RESET Operation setzt alle Parameter in *PPAR* in die Grundeinstellung außer den Plottypen, und es löscht *PICT* und stellt es in seine Grundeintellung ein.

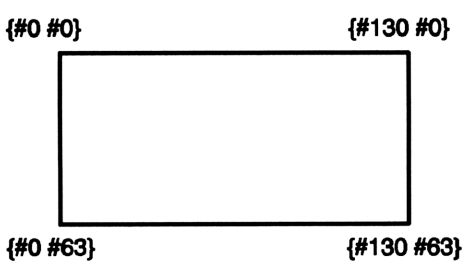
Die Plotkoordinaten verwenden

Die Größe von *PICT* (oder irgendeines grafischen Objektes im Stack) oder die Position eines Punktes darin werden in Form horizontaler und vertikaler Koordinaten angegeben. Es gibt zwei Systeme von Einheiten für die Koordinaten:

- **Benutzerdefinierte Einheitenkoordinaten.** (Oder einfach "Einheiten".) Dargestellt durch eine komplexe Zahl, die die horizontalen und vertikalen Koordinaten angibt. Sie werden entsprechend den ersten beiden Parametern in *PPAR* interpretiert: (x_{min}, y_{min}) und (x_{max}, y_{max}). Wenn zum Beispiel (x_{min}, y_{min}) ist (−10, −10) und (x_{max}, y_{max}) ist (10, 10) eingestellt ist, geben die Koordinaten (−10, 10) das obere linke Pixel des Grafikobjekts an. (Grafische Objekte im Stack haben keine benutzerdefinierte Einheitenkoordinaten.)



- **Pixel Koordinaten.** Sie werden durch eine Liste mit zwei ganzzahligen Binärwerten dargestellt: die horizontalen und die vertikalen Pixel-Zahlen. Zum Beispiel stellt {#0 #0} den oberen linken Pixel dar.



Wie man eine Koordinate in einen anderen Typ umändert:

- Um benutzerdefinierte Einheiten in Pixel umzuändern, geben Sie die komplexe Zahl (*x*, *y*) ein, und drücken Sie [PRG] DSPL [NXT] C→PX.
- Um Pixel in benutzerdefinierte Einheiten umzuändern, geben Sie die Liste { #n_x #n_y } ein, und drücken Sie [PRG] DSPL [NXT] PX→C.

Die Umwandlung verwendet die aktuellen Parameter in *PPAR*.

Befehle zur Umwandlung von Koordinaten

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[PRG] DSPL (page 2):		
PX→C	PX→C	Wandelt Pixelkoordinaten in benutzerdefinierte Einheitenkoordinaten um. Verwendet als Argument die Liste { #n_x #n_y } aus Ebene 1 und gibt (*x*, *y*) aus.
C→PX	C→PX	Wandelt benutzerdefinierte Einheitenkoordinaten in Pixelkoordinaten um. Entnimmt (*x*, *y*) aus Ebene 1 und gibt { #n_x #n_y } aus.

Die Größe von PICT ändern

Sie können *PICT* größer als die Grundeinstellung (131 mal 64 Pixel) machen. Dabei können Sie entweder die gleichen Skalierungsfaktoren *x* und *y* auf die neue Größe angewendet beibehalten, oder Sie können die gleichen *x* und *y* Anzeigebereiche für die neue Größe beibehalten.

Wie man die Größe von PICT ändert:

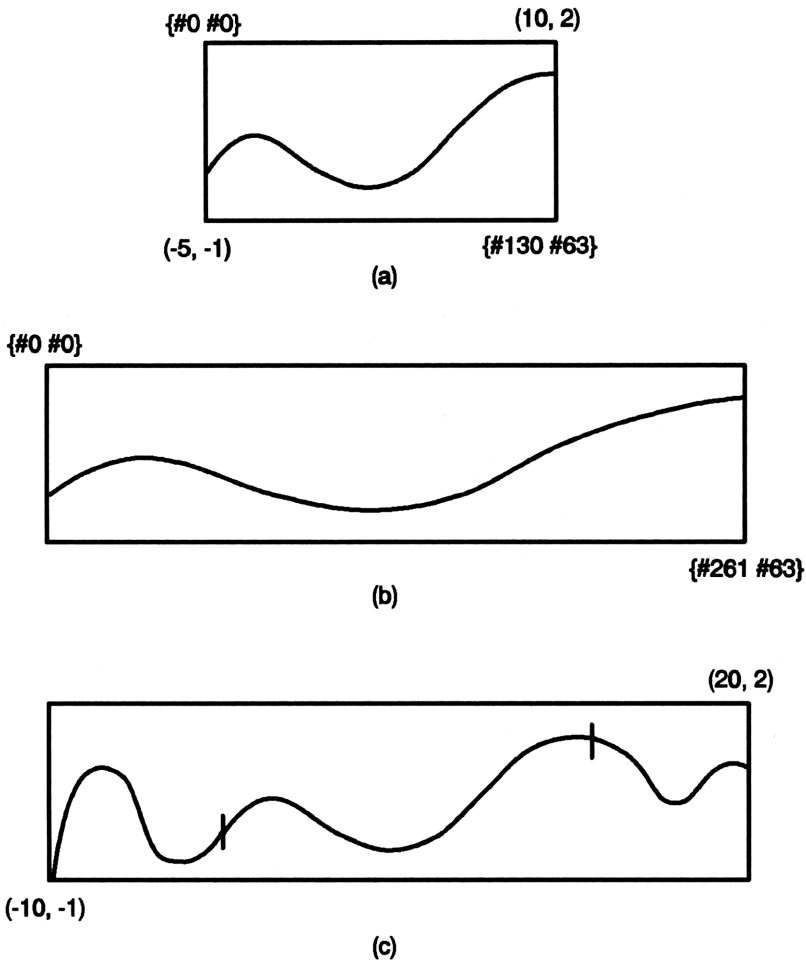
- Um die gleiche Skalierung beizubehalten, geben Sie zwei komplexe Zahlen (mit ( ) Begrenzungszeichen) ein, die die Koordinaten der diagonal entgegengelegenen Ecken in benutzerdefinierten Einheiten bestimmen, und dann drücken Sie PDIM im PLOTR Menü.
- Um die gleichen Anzeigebereiche beizubehalten, geben Sie zwei ganzzahlige Binärwerte (mit # Begrenzungszeichen) ein, die die horizontalen und vertikalen Größen in Pixel bestimmen, und dann drücken Sie PDIM im PLOTR Menü.

Die Lösung des PDIM Befehls (*PICT Dimension*) hängt von dem Typ der Koordinaten, entweder benutzerdefinierte Einheiten oder Pixel, ab, obwohl beide Formate die Größe von *PICT* ändern.

Beispiel: Nehmen Sie an, daß *PICT* im Moment die Größe der Grundeinstellung (#131 breit mal #64 hoch in Pixeleinheiten) hat, und daß der aktuelle x-Achsenanzeigebereich -5 bis 10 und der y-Achsenanzeigebereich -1 bis 2 ist. Nehmen Sie außerdem an, daß *PICT* den unten in (a) dargestellten Graphen enthält.

Um den x-Bereich von *PICT* in der horizontalen Richtung zu verdoppeln bei derselben Skalierung (Einheiten pro Pixel), geben Sie (-10,-1) und (20,2) ein, und dann drücken Sie PDIM. (*PICT* wird #261 breit mal #64 hoch in Pixeleinheiten.) Wenn Sie den Graphen neu zeichnen, ist die Wirkung, daß Sie dem Graphen an beiden Enden mehr Punkte hinzufügen wie in Figur (c) gezeigt wird.

Um die Größe von *PICT* in horizontaler Richtung mit denselben Anzeigebereichen zu verdoppeln, geben Sie #262 und #64 ein, und drücken Sie PDIM. (Die Skalierung der x-Achse in Einheiten pro Pixel wird halbiert.) Wenn Sie den Graphen neu zeichnen, ist die Wirkung, daß der Graph in die "Länge gezogen" wird wie in Figur (b) gezeigt.



Ändern der Größe von PICT

Plottypen wählen

Durch den Plottyp wird angegeben, wie der HP 48 die aktuelle Gleichung (oder die aktuellen statistischen Daten für statistische Plottypen) interpretiert. Die PLOT Menü-Statusmeldung zeigt den aktuellen Plottyp an.

Sie können acht verschiedene Plottypen wählen:

- **Gleichungen.** FUNCTION, CONIC, POLAR, PARAMETRIC und TRUTH.
- **Statistische Daten.** SCATTER, HISTOGRAM, und BAR. (Sehen Sie dazu "Statistische Daten grafisch darstellen" auf Seite 19-23.)

Wie man den aktuellen Plottypen prüft:

- Drücken Sie ◀ PLOT.

Wie man den Plottypen ändert:

1. Drücken Sie PTYPE im PLOT oder im PLOTR Menü.
2. Drücken Sie eine Menütaste, um einen der acht Plottypen zu wählen.

Das PTYPE Menü

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
... PTYPE (im PLOTR Menü):		
		Gleichung.
FUNC	FUNCTION	Plottet Gleichungen, die nur einen $f(x)$ Wert für jeden Wert von x liefern.
CONIC	CONIC	Plottet Kegelschnitte: Kreise, Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln.
POLAR	POLAR	Plottet Ausdrücke, die einen Radius für jeden Wert des angegebenen polaren Winkels liefern.
PARA	PARAMETRIC	Plottet Gleichungen, die eine komplexe Lösung für jeden Wert der angegebenen unabhängigen Variablen liefern.
TRUTH	TRUTH	Plottet Ausdrücke, die den Wert "wahr" (1) oder "falsch" (0) für jedes Paar von x und y Werten liefern wie beispielsweise bei Gleichungen mit Vergleichsfunktionen.
		Statistische Daten.
BAR	BAR	Plottet ein Balkendiagramm mit den Daten aus einer angebenen Spalte (XCOL) der statistischen Matrix.
HIST	HISTOGRAM	Plottet ein Verteilungshistogramm mit den Daten aus einer angegebenen Spalte (YCOL) der statistischen Matrix.
SCATT	SCATTER	Plottet Punkte aus zwei Spalten (XCOL und YCOL) der statistischen Matrix.

Der Plottyp FUNCTION

FUNCTION ist der Plottyp der Grundeinstellung. Alle Beispiele in Kapitel 18 verwendeten den FUNCTION Plottyp.

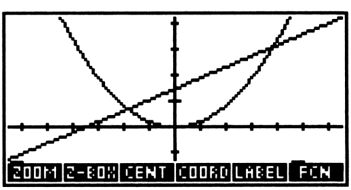
Der FUNCTION Plottyp

Form der aktuellen Gleichung	Beispiel	gezeichnete Punkte
$f(x)$	$x^3 - 5x^2 + 20$	$(x, f(x))$
$y = f(x)$	$y = x^2 + x + 4$	Flag −30 rückgesetzt: $(x, f(x))$ Flag −30 gesetzt: $(x, f(x))$ und (x, y)
$f(x) = g(x)$	$x^2 = 2x + 7$	$(x, f(x))$ und $(x, g(x))$

Beispiel: Plotten Sie die Gleichung $x^2 = 2x + 7$.

Stellen Sie den Plottyp FUNCTION ein, setzen Sie die Standardparameter zur grafischen Darstellung, und plotten Sie einen Graphen mit automatischer Skalierung. (Die x-Werte, bei denen die zwei Linien sich schneiden, sind Nullstellen der Gleichung.)

(↰)(PLOT)
(') X (y^x) 2
(↰)(=) 2 (×) X (+) 7 STEQ
PTYPE FUNC
PLOTR (NXT) RESET
(NXT) (NXT) AUTO



Drücken Sie (ATTN), um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Der Plottyp CONIC

Die Gleichung für einen Kegelschnitt ist für x und y zweiten Grades oder niedriger. Zum Beispiel sind die folgenden Gleichungen alle gültige Gleichungen für grafische Darstellungen von Kegelschnitten:

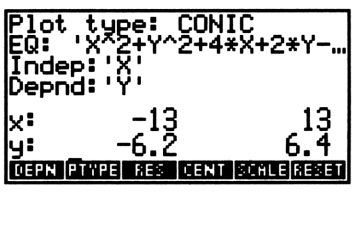
$$x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0 \quad \text{(Kreis)}$$
$$5x^2 + 3y^2 - 18 = 0 \quad \text{(Ellipse)}$$
$$x^2 - 4x + 3y + 2 = 0 \quad \text{(Parabel)}$$
$$2x^2 - 3y^2 + 3y - 5 = 0 \quad \text{(Hyperbel)}$$

19 Beachten Sie, daß die durch DEPND angegebene Variable *verwendet* wird, wenn der Plottyp CONIC ist. Beachten Sie auch, daß automatische Skalierung bei Kegelschnitten nicht angebracht ist. Sie können stattdessen CENT und SCALE verwenden.

Beispiel: Plotten Sie den Kegelschnitt folgender Gleichung: $x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0$.

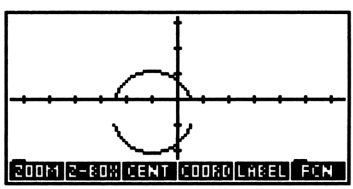
Stellen Sie den Plottyp auf CONIC ein, dann bestimmen Sie die Plotparameter, und endlich verwenden Sie CENT und SCALE, um einen "runden" Kreis zu zeichnen.

(↶)(PLOT)
(') X (y^x) 2 (+)
Y (y^x) 2 (+) 4 (×) X
(+) 2 (×) Y (−) 5 (↶)(=) 0
STEQ PTYPE CONIC
PLOTR (') X INDEP
(NXT) (') Y DEPN
(↶)(()) 0 (SPC) 0 CENT
2 (SPC) 2 SCALE



Plotten Sie den Kegelschnitt.

(↶)(PREV)
ERASE DRAW

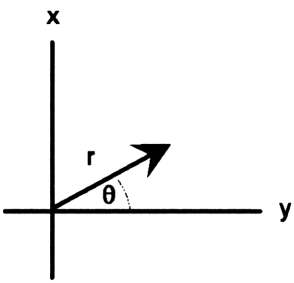


Drücken Sie (ATTN), um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Beim Plottyp CONIC zeichnet der HP 48 die beiden Äste des Kegelschnittes getrennt. Dadurch können in zusammengesetzten Graphen ein oder zwei Sprungstellen auftreten, wie im obigen Beispiel. Die Angabe einer feineren Auflösung (Verkleinern des Abstandes zwischen den gezeichneten Punkten) kann zum Beseitigen solcher Sprungstellen beitragen (lesen Sie dazu "Die Auflösung festlegen" auf Seite 19-4).

Der Plottyp POLAR

Bei polaren grafischen Darstellungen ist der polare Winkel die unabhängige Variable: θ in dieser Illustration.



Der POLAR Plottyp

Form der aktuellen Gleichung	Beispiel	gezeichnete Punkte
$f(\theta)$	$\cos\theta + \sin\theta$	$(f(\theta), \angle\theta)$
$r = f(\theta)$	$r = 2\cos\theta$	$(f(\theta), \angle\theta)$
$\theta = konstant$	$\theta = 0.2\pi$	radiale Linie
$f(\theta) = g(\theta)$	$4\sin\theta = r^2$	$(f(\theta), \angle\theta)$ und $(g(\theta), \angle\theta)$

Falls Sie es nicht anders angeben, werden die grafischen Darstellungen für einen vollen Umlauf der unabhängigen Variablen θ (0 bis 360 Grad, 2π Radiant, oder 400 Gon, je nach eingestelltem Winkelmodus)

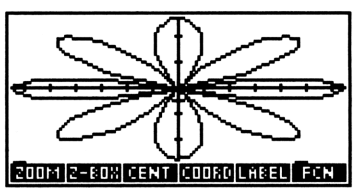
erstellt. Sehen Sie dazu "Plotbereiche anstatt Anzeigebereiche verwenden" auf Seite 19-2.

Wenn Sie automatische Skalierung verwenden, berechnet der HP 48 einen geeigneten x- und y-Achsenanzeigebereich auf der Grundlage des θ-Bereichs, beachten Sie jedoch, daß die entstehenden x- und y-Achsenmaßstäbe verschieden sein können.

Beispiel: Plotten Sie die polare Gleichung $r = 2\cos(4\theta)$ für Werte von θ im Bereich der Grundeinstellung 0° bis 360°. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der DEG Modus aktiviert ist.)

Speichern Sie die Gleichung in *POL*. (Zum Eintippen von θ müssen Sie [α] [→] F) drücken. Wählen Sie den POLAR Plottyp. Geben Sie θ als unabhängige Variable ein. Plotten Sie dann das Diagramm mit Hilfe von automatischer Skalierung.

[←] [RAD] (falls notwendig)
[←] [PLOT]
['] R [←] [=] 2 [×] [COS] 4 [×] θ
NEW POL [ENTER]
PTYPE POLAR
PLOTR ['] θ INDEP
AUTO



Drücken Sie [ATTN], um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

In diesem Beispiel erzeugt automatische Skalierung verschiedene x- und y-Achsenmaßstäbe, wobei die Zeichnung senkrecht gestaucht wird.

Der Plottyp PARAMETRIC

In parametrischen Gleichungen werden zwei abhängige Variablen (meist x und y), dargestellt über der horizontalen und der vertikalen Achse, als Funktionen einer unabhängigen Variablen (meist t) dargestellt.

Ein Beispiel: Die folgenden parametrischen Gleichungen definieren x und y auf der Grundlage unabhängigen Variablen t:

$$x = t^2 - t \qquad \text{und} \qquad y = t^3 - 3t$$

Um die parametrische Gleichung zu zeichnen, muß die Gleichung oder das Programm eine komplexe Lösung mit den Koordinaten (x,y) herausgeben. Sie müssen auch den Plotbereich für die unabhängige Variable angeben. Er hängt nicht mit dem x-Achsenanzeigebereich zusammen. Sehen Sie dazu "Plotbereiche anstatt Anzeigebereiche verwenden" auf Seite 19-2.

Um die obigen Gleichungen zu zeichnen, können Sie diese als einen Ausdruck schreiben, der die komplexe Lösung $x + yi$ ausgibt:

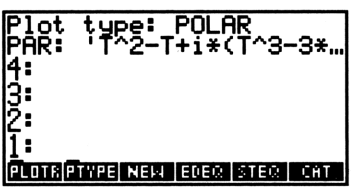
```
'T^2-T+i*(T^3-3*T)'
```

Verwenden Sie automatische Skalierung, berechnet der HP 48 einen geeigneten x- und y-Achsenanzeigebereich auf der Grundlage des Plotbereichs der unabhängigen Variablen.

Beispiel: Plotten Sie die obigen Gleichungen für Werte von t in dem Bereich -3 bis $+3$.

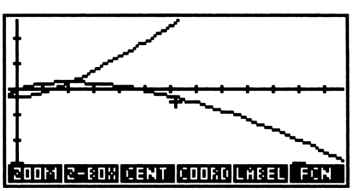
Speichern Sie den obigen Ausdruck in *PAR*. (Zum Eintippen der komplexen Zahl i, drücken Sie [α] [←] I.)

[']T [y^x] 2 [−] T [+]
i [×] [←] [()] T [y^x] 3
[−] 3 [×] T
[←] [PLOT] NEW
PAR [ENTER]



Stellen Sie den Plottyp PARAMETRIC ein. Bestimmen Sie die unabhängige Variable und ihren Plotbereich, und dann zeichnen Sie den Graphen mit Hilfe von automatischer Skalierung.

PTYPE PARA
PLOTR [←] [{}] T [SPC] 3 [+/−] [SPC]
3 [ENTER] INDEP
AUTO



Drücken Sie [ATTN], um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Der Plottyp TRUTH (Vergleichsausdruck)

Bei grafischen Darstellungen des Plottypen TRUTH werden Ausdrücke ausgewertet, die "wahr" (jede reelle Zahl ungleich Null) oder falsch (0) Lösungen herausgibt. Bei den Koordinaten für jedes Pixel wird das Pixel *eingeschaltet* wenn "wahr" und bleibt *abgeschaltet* wenn "falsch".

Die von Ihnen bestimmte Variable beim Gebrauch von DEPND definiert die (unabhängige) Variable für die vertikale Achse.

Falls nicht anders bestimmt, wird jedes Pixel im Display ausgewertet. Sie können den Vorgang des Zeichnens verschnellern, indem Sie einen kleineren x und y grafischen Darstellungsbereich bestimmen. Sehen Sie dazu "Plotbereiche anstatt Anzeigenbereiche verwenden" auf Seite 19-2.

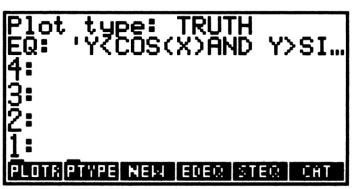
Beispiel: Stellen Sie die Wahrheitswerte des folgenden Ausdrucks dar:

'Y<COS(X) UND Y>SIN(X)'

Legen Sie den x-Achsenanzeigebereich auf $-\pi$ bis $\pi/2$ Radiant und den y-Achsenanzeigebereich auf $-1{,}5$ bis $1{,}5$. Um die grafische Darstellungszeit zu verringern, bestimmen Sie kleinere Plotbereiche.

Wählen Sie den Radiantmodus, und speichern Sie den Ausdruck in *EQ*. (Zum Eintippen von <, drücken Sie [α] [←] 2. Zum Eintippen von >, drücken Sie [α] [→] 2.) Stellen Sie den Plottypen TRUTH ein.

[←] [RAD] (falls notwendig)
[↑] Y < [COS] X [▶]
[PRG] TEST UND
Y > [SIN] X
[←] [PLOT] STEQ
PTYPE TRUTH



Bestimmen Sie die Anzeigebereiche. Verwenden Sie −1,5 bis 1,5 für den y-Achsenbereich. Bestimmen Sie die horizontalen und vertikalen Variablen, und begrenzen Sie deren Plotbereiche: von −2,4 bis 0,85 für X und von −1,1 bis 1,2 für Y.

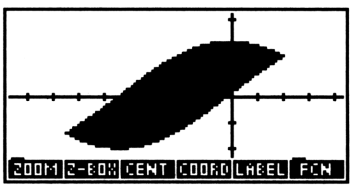
PLOTR
[←] [π] [+/−] [→] [→NUM]
[ENTER] 2 [÷] [+/−] XRNG
1.5 [+/−] [SPC] 1.5 YRNG
[←] [{}] X [SPC] 2.4 [+/−] [SPC] .85
[ENTER] INDEP
[←] [{}] Y [SPC] 1.1 [+/−] [SPC] 1.2
[ENTER] [NXT] DEPN

```
Plot type: TRUTH
EQ: 'Y<COS(X)AND Y>SI…
Indep:{ X -2.4 .85 }
Depnd:{ Y -1.1 1.2 }
x:-3.141592 1.5707963
y:     -1.5       1.5
DEPN PTYPE RES CENT SCALE RESET
```

19

Zeichnen Sie den Graphen. (Das dauert mehrere Minuten.)

[←] [PREV] ERASE DRAW



Drücken Sie [ATTN] [←] [RAD], um in das Stackdisplay und DEG Modus zurückzukehren.

Programme und benutzerdefinierte Funktionen grafisch darstellen

Sie können mehr als nur Ausdrücke und Gleichungen plotten. Sie können auch Programme plotten. Und Ihre Ausdrücke, Gleichungen und Programme können benutzerdefinierte Funktionen einschließen.

Sie können ein Programm plotten, wenn es nichts dem Stack entnimmt und die unabhängige Variable in dem Programm verwendet, und wenn es außerdem genau eine unmarkierte Zahl in den Stack ausgibt:

- **Reelles Ergebnis:.** Gleichbedeutend mit den Ausdrücken $f(x)$ (Typ FUNCTION) und $r(\theta)$ (Typ POLAR). Ein Beispiel: Das Programm

```
« IF 'X<10'
  THEN '3*X^3-45*X^2+350' ELSE 1000 END»
```

plottet

$$f(x) = \begin{cases} 3x^3 - 45x^2 + 350 & \text{if } x < 10 \\ 1000 & \text{if } x \geq 10 \end{cases}$$

- **Komplexes Ergebnis:.** Gleichbedeutend mit $(x(t), y(t))$ (Typ PARAMETRIC).

Ein Beispiel: Das Programm

```
« 't^2-2' →NUM 't^3-2t+1' →NUM R→C »
```

plottet die parametrischen Gleichungen

$$x = t^2 - 2 \qquad \text{und} \qquad y = t^3 - 2t + 1$$

Um ein Programm zu plotten, speichern Sie das Programm oder seinen Namen in *EQ*. Beachten Sie, daß Sie nicht die Operationen im GRAPHICS FCN Menü bei grafischen Darstellungen von Programmen verwenden können.

Um eine benutzerdefinierte Funktion zu plotten, schließen Sie diese in einen Ausdruck, eine Gleichung oder ein Programm ein. Wenn Sie zum Beispiel die *COT* (Cotangens) benutzerdefinierte Funktion erzeugt haben, können Sie den Ausdruck `'COT(X)'` plotten, wobei X die unabhängige Variable ist.

Objekte mit Einheiten grafisch darstellen

Sie können Gleichungen mit Objekten mit Einheiten unter den folgenden Voraussetzungen plotten:

- Wenn die unabhängige Variable Einheiten benötigt, damit *EQ* korrekt ausgewertet werden kann, müssen Sie ein Einheitenobjekt in der unabhängigen Variablen speichern, *bevor* Sie mit der grafischen Darstellung beginnen. (Der numerische Teil des Einheitenobjekts, das Sie speichern, wird während der grafischen Darstellung ignoriert.)

- Falls das Auswerten von *EQ* ein Einheitenobjekt liefert, wird nur der skalierte Teil des Einheitenobjektes für die grafische Darstellung verwendet.

Beachten Sie, daß *keine* automatischen Umrechnungen der gezeichneten Werte stattfinden. Wenn die gewünschten Einheiten für die x- oder y-Achse in m (Meter) sind, werden die Werte *nicht* in Meter umgerechnet, wenn der Wert Einheiten in ft (Fuß) hat.

Statistische Daten grafisch darstellen

Sie können zwei Anwendungsprogramme verwenden, um statistische Daten grafisch darzustellen Daten, die Sie in der statistischen Variablen ΣDAT) angesammelt haben:

- **Das Anwendungsprogramm STATISTIK.** Dieses ist die einfachste Weise, statistische Daten zu plotten. Es wird in "Zusammenfassung der STAT Menü Operationen bei der Dateneingabe" auf Seite 21-15 erläutert.
- **Das Anwendungsprogramm PLOT.** Dieses erlaubt Ihnen größere Kontrolle über die Plotparameter. Es wird unten erklärt.

Statistische Daten werden grafisch ähnlich wie mathematische Daten dargestellt, mit folgenden Besonderheiten:

- Die Daten werden aus der reservierten Variablen ΣDAT statt aus *EQ* bezogen.
- Statt unabhängige und abhängige Variablen in *PPAR* zu bestimmen, müssen Sie analoge *Spalten* der statistischen Daten in der reservierten Variablen ΣPAR angeben.
- Der Plottyp wird als BAR, HISTOGRAM oder SCATTER bestimmt.

Wie man statistische Daten mit PLOT grafisch darstellt:

1. Stellen Sie den Plottypen auf BAR, HISTOGRAM oder SCATTER ein.
2. Bestimmen Sie die geeigneten Plotparameter. (Drücken Sie [→][STAT], um die XCOL und YCOL Befehle zur Bestimmung von x und y Spalten von ΣDAT zu finden.)

3. Drücken Sie DRAW oder AUTO, um den Graphen zu plotten.

Wenn Sie einen statistischen Plottyp in dem Anwendungsprogramm PLOT bestimmen:

- Die Statusmeldung im PLOT Menü ändert sich, um Ihnen den Inhalt von ΣDAT zu zeigen und nicht den von EQ. Die Daten zur Darstellung kommen aus ΣDAT.
- Die Statusmeldung im PLOTR Menü ändert sich, um Ihnen den Inhalt von ΣDAT zu zeigen. Die Spalten in ΣDAT entsprechen denen der x- und y-Achsen und dem augenblicklich bestimmten statistischen Modell.
- Die unabhängigen und abhängigen Variablen entsprechen den *Spaltenzahlen*, die in ΣPAR bestimmt sind, aber nicht denen als Variablennamen bestimmt in $PPAR$.

Das Anwendungsprogramm PLOT erlaubt Ihnen, die Plotparameter für statistische, grafische Darstellungen zu bestimmen, was Sie in dem Anwendungsprogramm STATISTIK nicht können, wie zum Beispiel:

- RES erlaubt Ihnen, die Zahl der Klassen in einem Histogramm anzugeben.
- CENTR und SCALE erlauben Ihnen, bei Streudiagrammen Anzeigebereiche anzugeben, die größer als der Bereich der gezeichneten Punkte sind.
- AXES erlaubt Ihnen, Achsenbeschriftungen für beide Achsen eines Balkendiagramms anzugeben.

Grafische Elemente zu PICT hinzufügen

Sie können grafische Elemente zu *PICT* hinzugeben, indem Sie interaktive Operationen in der grafischen Umgebung und Befehle verwenden.

In der grafischen Umgebung Elemente hinzufügen

Wie man grafische Elemente interaktiv hinzufügt:

1. Sehen Sie sich die grafische Umgebung an.
2. Verwenden Sie das GRAPHICS Menü, um das Element hinzuzufügen:
   - Bei Elementen, die eine Marke benötigen, bewegen Sie den Cursor auf den ersten Punkt, drücken Sie (x) oder MARK, um ihn zu markieren. Dann bewegen Sie den Cursor auf den zweiten Punkt. Drücken Sie danach die Menütaste für diese Operation.
   - Bei anderen Elementen, drücken Sie die Menütaste für die Operation.

Operationen mit grafischen Elementen in der grafischen Umgebung

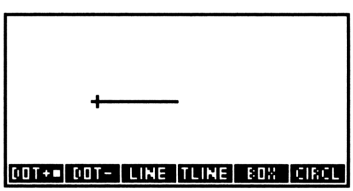
Taste	Beschreibung
DOT+	Stellt das direkte Zeichnen von Linien an und aus. Ist es angestellt, werden Pixel unterhalb des Cursors angestellt, wenn Sie den über das Display bewegen. So lange diese Operation aktiviert ist, wird ein DOT+■ angezeigt.
DOT-	Stellt das direkte Löschen von Linien an und aus. Ist es angestellt, werden Pixel unterhalb des Cursors abgestellt, wenn Sie den Cursor über das Display bewegen. Während diese Operation aktiviert ist, wird ein DOT-■ angezeigt.
LINE	Zieht eine Gerade zwischen der Marke und dem Cursor und bewegt die Marke zu dem Cursor.

Operationen mit grafischen Elementen in der grafischen Umgebung (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
TLINE	Schaltet Pixel an und aus entlang einer Linie zwischen der der Marke und dem Cursor. Die Marke wird nicht zum Cursor bewegt.
BOX	Zeichnet ein Rechteck mit der Marke und dem Cursor als diagonal gegenüberliegende Ecken.
CIRCL	Zeichnet einen Kreis mit der Marke als Mittelpunkt und einem Radius, der von der Marke und dem Cursor definiert wird.
MARK	Setzt die Marke. Ist keine Marke vorhanden, wird die Marke beim Cursor erzeugt. Ist eine Marke an einer anderen Stelle vorhanden, wird diese zur Cursorposition bewegt. Steht die Marke auf der Cursorposition, wird sie gelöscht. (Alle Operationen, die eine Marke verlangen, erzeugen eine solche bei der Cursorposition, falls sie nicht vorhanden ist.)
DEL	Löscht einen rechteckigen Bereich, dessen gegenüberliegende Ecken von der Marke und dem Cursor definiert werden.
↱ CLR	Löscht *PICT*.
⊠	Setzt die Marke (wie MARK).
DEL	Löscht ein Rechteck wie DEL.

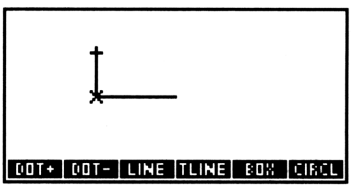
Beispiel: Löschen Sie *PICT*, und dann verwenden Sie DOT+, um eine horizontale Linie vom Mittelpunkt bis halbwegs zum linken Rand zu ziehen.

↱ PLOT ERASE
◀ NXT DOT+
◀ (gedrückt halten)



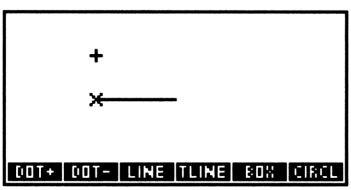
Stellen Sie das direkte Linienzeichnen ab. Dann verwenden Sie TLINE, um eine vertikale Linie von der aktuellen Cursorposition halbwegs zu dem oberen Rand zu ziehen. (Das erste TLINE setzt nur die Marke.)

DOT+■
TLINE
(▲) (gedrückt halten)
TLINE



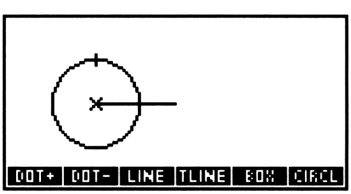
Entfernen Sie die Linie wieder.

TLINE



Zeichnen Sie einen Kreis mit Hilfe der bestehenden Marke und der aktuellen Cursorposition.

CIRCL



Drücken Sie (ATTN), um in das Stackdisplay zurückzuschalten.

Elemente mit Hilfe von Befehlen hinzufügen

Sie können Befehle verwenden, um grafische Elemente zu *PICT* hinzuzufügen: entweder von der Tastatur oder innerhalb von Programmen.

Wie man grafische Elemente mit Hilfe von Befehlen hinzufügt:

1. Geben Sie die Koordinaten oder andere Argumente wie vom Befehl verlangt ein.
2. Drücken Sie die Menütaste für den Befehl.

Sie können Koordinatenargumente entweder in der Form benutzerdefinierter Einheiten ⟨x, y⟩ oder in Pixelform ⟨ #n_x #n_y ⟩ eingeben.

Befehle für grafische Elemente

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(PRG) DSPL (Seiten 1 und 2):		
LINE	LINE	Zeichnet eine Linie in *PICT* zwischen den Koordinaten in Ebenen 2 und 1.
TLINE	TLINE	Wie LINE, jedoch werden die Pixel entlang der Linie umgeschaltet, bei LINE hingegen auf jeden Fall eingeschaltet.
BOX	BOX	Zeichnet in *PICT* ein Rechteck. Die Argumente sind die Koordinaten der gegenüberliegenden Ecken.
ARC	ARC	Zeichnet in *PICT* einen Bogen gegen den Uhrzeigersinn. Benötigt die Koordinaten des Mittelpunktes in Ebene 4, den Radius in Ebene 3, den Anfangswinkel θ_1 in Ebene 2 und den Endwinkel θ_2 in Ebene 1. (Die Koordinaten und der Radius müssen beide benutzerdefinierte Einheiten oder Pixel verwenden.)
PIXON	PIXON	Schaltet das in Ebene 1 angegebene Pixel in *PICT* ein.
PIXOF	PIXOFF	Schaltet das in Ebene 1 angegebene Pixel in *PICT* ab.
PIX?	PIX?	Gibt 1 aus, wenn das in Ebene 1 bestimmte Pixel an ist und gibt 0 aus, wenn das Pixel aus ist.

Befehle für grafische Elemente (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
PX→C	PX→C	Wandelt eine Pixelkoordinate { #n_x #n_y } in eine benutzerdefinierte Einheitenkoordinate ⟨x, y⟩ um.
C→PX	C→PX	Wandelt benutzerdefinierte Einheitenkoordinaten ⟨x, y⟩ in Pixelkoordinaten { #n_x #n_y } um.

Mit Grafikobjekten im Stack arbeiten

Sie können Grafikobjekte in den Stack schreiben und sie in Variablen speichern. Das ist genau so wie mit andren Objektentypen. Im Stack werden Grafikobjekte wie folgt angezeigt:

Graphic n × m,

wobei n und m Breite und Höhe in Pixel sind.

Wenn Sie ein Grafikobjekt aus dem Stack in die Befehlszeile schreiben, wird es wie folgt angezeigt:

GROB n m h,

wobei GROB das Begrenzungszeichen ist und n und m Breite und Höhe in Pixel sind. h ist das Pixelmuster dargestellt als eine Folge von Hexadezimalziffern (0–9 und A–F).

Sie können mit grafischen Elementen arbeiten, indem Sie die Operationen in der grafischen Umgebung und Befehle verwenden.

Stackoperationen in der grafischen Umgebung verwenden

Die folgenden Operationen in der grafischen Umgebung entnehmen dem Stack ein grafisches Objekt, und sie geben ein grafisches Objekt in den Stack aus. Diese Operationen können nicht programmiert werden.

Stackoperationen in der Graphikumgebung

Taste	Beschreibung
REPL	Überlagert *PICT* durch das Grafikobjekt aus Ebene 1. Die obere linke Ecke des Grafikobjektes wird auf die Cursorposition gesetzt.
SUB	Legt ein rechteckiges Grafikobjekt im Stack ab, dessen gegenüberliegenden Ecken durch die Marke und den Cursor definiert werden.
STO	Kopiert *PICT* in den Stack als ein Graphikobjekt.

19

Stackbefehle für Grafikobjekte verwenden

Sie können Befehle entweder von der Tastatur aus oder in Programmen verwenden, um mit Grafikobjekten zu arbeiten und das Display zu kontrollieren.

Wie man mit Grafikobjekten im Stack arbeitet:

1. Rufen Sie das Grafikobjekt auf, oder geben Sie andere Argumente wie vom Befehl verlangt ein.
2. Drücken Sie die Menütaste für den Befehl.

Sie können Koordinatenargumente entweder in der Form benutzerdefinierter Einheiten ⟨x, y⟩ oder Pixelform ⟨ #n_x #n_y ⟩ eingeben.

Befehle für Grafikobjekte

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
PRG DSPL:		
PVIEW	PVIEW	(*PICT* Anzeige.) Zeigt *PICT* mit der angebenen Koordinate (Ebene 1) in der oberen linken Ecke des Grafikdisplays an. Ist das Argument eine leere Liste, wird *PICT* zentriert im Display bei aktiviertem Rollmodus angezeigt.

Befehle für Grafikobjekte (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
SIZE	SIZE	Gibt die Breite (Ebene 2) und Höhe (Ebene 1) des Grafikobjektes aus Ebene 1 in Pixel aus.
→GRO	→GROB	(In ein Grafikobjekt.) Wandelt ein Objekt (Ebene 2) in ein Graphikobjekt mit Hilfe von einer reellen Zahl n (0 bis 3 aus Ebene 1) um, womit die Zeichengöße bestimmt wird. Das resultierende Graphikobjekt ist eine Zeichenkette von kleinen (n=1), mittleren (n=2) oder großen (n=3) Zeichen. Für n=0 ist die Zeichengröße die gleiche wie für n=3, außer daß bei algebraischen und Einheiten- Objekten das resultierende Grafikobjekt das Bild des EquationWriters ist.
BLAN	BLANK	Erzeugt im Stack ein leeres Grafikobjekt der Größe $\#n_x$ (in Ebene 2) mal $\#n_y$ (in Ebene 1).
GOR	GOR	(Grafikobjekt OR.) Überlagert das Ebene 1 Grafikobjekt auf das Ebene 3 Grafikobjekt. Die obere linke Ecke des Grafikobjektes in Ebene 1 wird auf die in Ebene 2 angegebenen Koordinaten gesetzt.
GXOR	GXOR	(Grafikobjekt XOR.) Genau wie GOR, jedoch erscheint das in Ebene 1 gelegene Grafikobjekt normal auf einem hellen Hintergrund und als Kehrwert auf einem dunklen Hintergrund.

Befehle für Grafikobjekte (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
REPL	REPL	(Ersetzen.) Genau wie GOR, jedoch das in Ebene 1 gelegene Grafikobjekt *überschreibt* das in Ebene 3 gelegene Grafikobjekt, wo das Ebene 1 Grafikobjekt existiert.
SUB	SUB	(Unterreihe.) Trennt einen Teil eines Grafikobjekt heraus und legt es im Stack ab. Es benötigt drei Argumente: Ein Grafikobjekt (Ebene 3) und zwei Koordinaten (Ebenen 2 und 1), die die diagonal gegenüberliegenden Ecken des herauszutrennenden Rechtecks definieren.
→LCD	→LCD	(Stack zu LCD.) Zeigt das Grafikobjekt von Ebene 1 im *Stackdisplay* an mit dem oberen linken Pixel in der oberen linken Ecke des Display. Es überschreibt das ganze Display mit Ausnahme der Menüfelder.
LCD→	LCD→	(LCD zum Stack) Legt ein Grafikobjekt in Ebene 1 ab, welches das aktuelle Stackdisplay darstellt.
FREEZ	FREEZE	"Friert" bis zu drei Bereiche des Displays "ein", so daß sie nicht verändert werden, bis daß eine Taste betätigt wird. (Sehen Sie dazu "DISP FREEZE HALT...CONT zum Zwecke der Eingabe verwenden" auf Seite 29-4.) Wird in Programmen zusammen mit PVIEW verwendet, damit *PICT* im Stackdisplay bestehen bleibt, bis eine Taste betätigt wird.
TEXT	TEXT	Zeigt das Stackdisplay an.

Beispiel: Programm *PIE* auf Seite 31-45 verwendet ARC und LINE, um ein Tortendiagramm zu zeichnen. *PICT* wird dann in den Stack zurückgerufen, und GOR wird dann benutzt, um eine Benennung jedem Sektor des Tortendiagrammes hinzuzufügen.

Beispiel: Programm *WALK* auf Seite 31-54 verwendet ein benutzergeschriebenes grafisches Bild in einem Programm, und es belebt das Bild, indem es GXOR in einer Schleifenstruktur verwendet.

Stackbefehle mit PICT verwenden

Der Name PICT kann einigen der Befehle für Grafikobjekte als Argument dienen, wie oben beschrieben. Ein Beispiel: Der SUB Befehl akzeptiert *PICT* als ein Argument, was Ihnen erlaubt, einen Bereich von *PICT* zu definieren, der als Grafikobjekt in den Stack gelesen werden soll. Dies ist das stackbezogene Äquivalent der SUB - Operation in der Grafikumgebung.

Wie man den Namen PICT in den Stack schreibt:

- Drücken Sie (PRG) DSPL PICT.

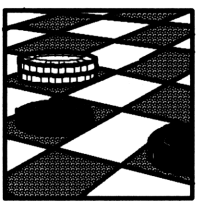
Der PICT Befehl schreibt den Namen PICT in den Stack, damit Sie zu dem *PICT* Grafikobjekt genau so Zugriff haben, als wäre es in einer Variablen gespeichert.

Wie man mit PICT im Stack arbeitet:

- Um das *PICT* Grafikobjekt in den Stack aufzurufen, drücken Sie (PRG) DSPL PICT (→)(RCL).
- Um das Grafikobjekt in Ebene 1 als das *PICT*-Grafikobjekt zu speichern, drücken Sie (PRG) DSPL PICT (STO).
- Um den Inhalt von *PICT* zu löschen, drücken Sie (PRG) DSPL PICT (←)(PURGE).

20

Felder



Der HP 48 besitzt umfassende Fähigkeiten zum Eingeben und Bearbeiten von Feldern. *Felder* sind Objekte, die sowohl Vektoren als auch Matrizen darstellen können. Ein *Vektor* ist ein eindimensionales Feld. Eine *Matrix* ist ein zweidimensionales Feld.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- Eingeben und Bearbeiten von Feldern mit dem MatrixWriter.
- Eingebung von Feldern über die Befehlszeile.
- Ausführen arithmetischer Operationen mit Feldern.
- Arbeiten mit komplexen Feldern.

Vektoren mit zwei oder drei Elementen sind in der Technik besonders nützlich. Diese werden in Kapitel 12 "Vektoren" behandelt.

Felder anzeigen

Eine Matrix erscheint im Stack wie Zahlen innerhalb von geschachtelten `[ ]` Begrenzungszeichen. Eckige Klammern `[ ]` als Begrenzungszeichen umschließen die gesamte Matrix, und zusätzliche Klammern umschließen jede Zeile der Matrix. Zum Beispiel ist hier eine 3 × 3 Matrix, wie sie im Stack erscheint:

```
[[ 1 2 3 ]
 [ 3 4 5 ]
 [ 7 8 9 ]]
```

Ein Vektor (oder Spaltenvektor, das mathematische Äquivalent zur einspaltigen Matrix) erscheint im Stack wie Zahlen innerhalb einer Ebene von eckigen Klammern `[ ]` als Begrenzungszeichen. Zum Beispiel ist hier ein vierelementiger Vektor, wie er im Stack erscheint:

```
[ 1 2 3 4 ]
```

Der nicht so oft verwendete Zeilenvektor (eine *einzeilige* Matrix) wird im Stack wie Zahlen innerhalb von *zwei* Paaren eckiger Klammern `[ ]` als Begrenzungszeichen dargestellt. Zum Beispiel `[[ 1 2 3 4 ]]` erscheint im Stack wie ein vierelementiger Zeilenvektor.

Der aktuelle Koordinaten- und der Winkelmodus bestimmen, wie 2-dimensionale und 3-dimensionale Vektoren dargestellt werden. Lesen Sie dazu "2D und 3D Vektoren darstellen" auf Seite 12-1.

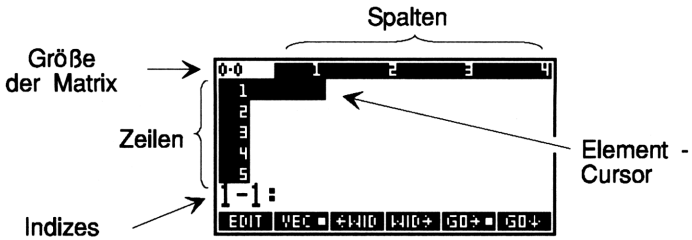
Felder eingeben

Felder können auf zwei Weisen, wie in diesem Kapitel beschrieben, eingegeben werden:

- **Mit Hilfe des MatrixWriters.** Eine visuelle Methode zur Eingabe, Besichtigung und Bearbeitung der Elemente der Felder.
- **Mit Hilfe der Befehlszeile.** Die Hauptmethode zur Eingabe von Objekten.

Den MatrixWriter verwenden

Das MatrixWriter Anwendungsprogramm ist eine spezielle Umgebung zur Eingabe, zur Anschauung und zur Bearbeitung von Feldern. Das Display zeigt die Elemente der Felder in einzelnen Zellen, die in Zeilen und Spalten arrangiert sind.



Wie man eine Matrix mit dem MatrixWriter eingibt:

1. Drücken Sie (→)(MATRIX), um sich das Bild und das Menü des MatrixWriters zeigen zu lassen.
2. Für jede Zahl in der ersten Zeile geben Sie die Zahl ein, und drücken Sie (ENTER).
3. Drücken Sie (▼), um das Ende der ersten Zeile zu markieren.
4. Für jede Zahl in der restlichen Matrix geben Sie die Zahl ein, und drücken Sie (ENTER).
5. Nachdem Sie alle Zahlen in der Matrix eingegeben haben, drücken Sie (ENTER), um die Matrix in den Stack zu schreiben.

Während Sie die Zahl eingeben, wird die Zellenkoordinate von der Befehlszeile ersetzt. Wenn Sie (ENTER) drücken, um den Wert der Zelle zu speichern, bewegt sich normalerweise der Cursor vorwärts zur nächsten Zelle.

Drücken Sie (▼) am Ende der ersten Zeile, wird die Zahl der Spalten in der Matrix gesetzt, und der Cursor bewegt sich an den Anfang der nächsten Zeile. Sie brauchen nicht wieder (▼) zu drücken; denn der Cursor bewegt sich automatisch zu jeder neuen Zeile.

Ist die angegebene Zahl breiter als die Zellenbreite, deutet eine Ellipse "mehr nach rechts" an (wie in 1,2...). Die Grundeinstellung der Zellenbreite ist vier Zeichen.

Beachten Sie das zweimalige Anwenden von (ENTER): Während Sie die Befehlszeile zur Dateneingabe verwenden, gibt (ENTER) die Daten in eine Zelle ein. Wenn eine Zellenkoordinate angezeigt wird, gibt (ENTER) die gesamte Matrix in den Stack ein.

Wie man einen Vektor mit dem MatrixWriter eingibt:

1. Drücken Sie [↱][MATRIX], um sich das Bild und das Menü des MatrixWriters zeigen zu lassen.
2. Für jede Zahl im Vektor geben Sie eine Zahl ein, und drücken Sie [ENTER].
3. Nachdem Sie alle Zahlen im Vektor eingegeben haben, drücken Sie [ENTER], um den Vektor in den Stack einzuschreiben.

Für einen Vektor verwenden Sie normalerweise nur die erste Zeile der Daten, und so brauchen Sie nicht [▼] zu drücken.

Wie man mehr Flexibilität bei der Dateneingabe hat:

- Um Zahlen in mehr als eine Zelle auf einmal eingeben zu können, drücken Sie [SPC] um die Zahlen zu trennen, und dann drücken Sie [ENTER], um sie alle auf einmal einzugeben.
- Um die Elemente in der Befehlszeile bei der Eingabe zu berechnen, geben Sie die Argumente ein, und dann drücken Sie die notwendigen Befehlstasten (drücken Sie auch [SPC], um die Argumente zu trennen), und danach drücken Sie [ENTER], um den Wert zu berechnen und in eine Zelle abzulegen. Die Befehle werden nicht ausgeführt, bis Sie [ENTER] drücken.
- Um die angezeigten Zellen enger oder breiter zu machen, drücken Sie ←WID oder WID→.

Beispiel: Um $2,2^4$ in eine Zelle einzugeben, drücken Sie 2,2 [SPC] 4 [y^x] [ENTER].

Beispiel: Geben Sie die Matrix

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

ein.

Schalten Sie den MatrixWriter an.

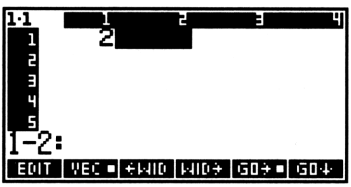
[↱][MATRIX]

Tippen Sie das erste Element (Zelle 1-1) ein.

2

Geben Sie den Wert in die Zelle ein.

(ENTER)

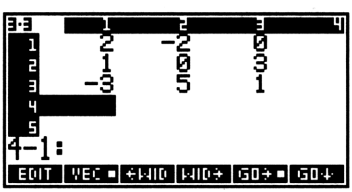


Geben Sie den Rest der ersten Zeile ein.

2 (+/–) (SPC) 0 (ENTER)

Verwenden Sie (▼), um die erste Zeile zu beenden. Danach geben Sie den Rest der Matrix ein.

(▼)
1 (SPC) 0 (SPC) 3 (SPC)
3 (+/–) (SPC) 5 (SPC) 1 (ENTER)



Geben Sie die Matrix in den Stack ein. (Diese Matrix wird in einem späteren Beispiel verwendet.)

(ENTER)

20

Die Befehlszeile verwenden

Wie man eine Matrix mit Hilfe der Befehlszeile eingibt:

1. Drücken Sie [←][[] und [←][[], um die Begrenzungszeichen für die Matrix und die erste Zeile einzugeben.
2. Tippen Sie die erste Zeile ein. Drücken Sie [SPC], um die Elemente zu trennen.
3. Drücken Sie [▶], um den Cursor an dem] Zeilenbegrenzungszeichen vorbeizubewegen.
4. Optional: Drücken Sie [→][↵] (Schreibkopfrücklauf), um eine neue Zeile im Display zu beginnen.
5. Tippen Sie den Rest der Matrix ein. Sie brauchen keine [ ] Begrenzungszeichen für die nachfolgenden Zeilen; denn die werden später automatisch hinzugefügt.
6. Drücken Sie [ENTER].

20

Wie man einen Vektor mit Hilfe der Befehlszeile eingibt:

1. Drücken Sie [←][[], um die Begrenzungszeichen für den Vektor einzutippen.
2. Tippen Sie die Elemente des Vektor ein. Drücken Sie [SPC], um die Elemente zu trennen.
3. Drücken Sie [ENTER].

Beispiel: Verwenden Sie die Befehlszeile, um die Matrix einzugeben:

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

Tippen Sie die Begrenzungszeichen und die erste Zeile ein.

[←][[] [←][[] 2 [SPC] 2 [SPC] 1

```
[[2 2 1◆]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Bewegen Sie den Cursor an dem ersten] vorbei, und tippen Sie die restlichen Werte ein.

[▶] [→][↵] 1 [SPC] 0 [SPC] 4
[→][↵] 3 [SPC] 5 [SPC] 2

```
[[2 2 1]
1 0 4
3 5 2◆
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Geben Sie die Matrix in den Stack ein.

(ENTER)

```
1: [[ 2 2 1 ]
    [ 1 0 4 ]
    [ 3 5 2 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Felder anschauen und bearbeiten

Wie man ein Feld mit dem MatrixWriter anschaut:

1. Anschauung des Feldes:
   - Ist das Feld in Ebene 1, drücken Sie (▼).
   - Ist das Feld in einer Variablen gespeichert, geben Sie den Variablennamen in Ebene 1 ein, und drücken Sie (↱)(▼).
2. Drücken Sie (ATTN), um in den Stack zurückzuschalten.

Wie man das angeschaute Feld mit dem MatrixWriter editiert:

1. Drücken Sie (◀)(▶)(▲)(▼), um den Cursor zu bewegen. (Verwenden Sie dabei (↱), um den Cursor ans ferne Ende zu bewegen.)
2. Verwenden Sie die unten aufgelisteten Operationen, um Zellen hinzuzufügen oder zu editieren.
3. Drücken Sie (ENTER), um die Veränderungen zu speichern (oder drücken Sie (ATTN), um sie zu löschen) und in den Stack zurückzukehren.

Wie man ein Feld mit Hilfe der Befehlszeile anschaut oder editiert:

1. Das Feld anschauen:
   - Ist das Feld in Ebene 1, drücken Sie (↰)(EDIT).
   - Ist das Feld in einer Variablen gespeichert, legen Sie den Variablennamen in Ebene 1 ab, und drücken Sie (↱)(VISIT).
2. Optional: Machen Sie Änderungen.
3. Drücken Sie (ENTER), um irgendwelche Änderungen zu speichern (oder drücken Sie (ATTN), diese zu löschen) und in den Stack zurückzukehren.

Operationen in der Umgebung des MatrixWriters

Taste	Beschreibung
EDIT	Schreibt den Inhalt der aktuellen Zelle zur Bearbeitung in die Eingabezeile. (Drücken Sie [←][EDIT], um das EDIT Menü zu erhalten.) Drücken Sie [ENTER], Veränderungen zu speichern oder [ATTN], diese zu löschen.
VEC	Schaltet für einzeilige Felder zwischen Vektoren- und Matrizeneingabe hin und her. Wenn diese Taste "an" (VEC■) ist, werden einzeilige Felder als Vektoren in die Befehlszeile eingegeben (Beispiel: [1 2 3]). Wenn sie "aus" (VEC) ist, werden einzeilige Felder als Matrizen eingeben. (Beispiel: [[1 2 3]]).
←WID	Macht alle Zellen schmaler, damit noch eine Spalte erscheint.
WID→	Macht alle Zellen breiter, damit eine Zeile weniger erscheint.
GO→	Stellt den Eingabemodus auf links-nach-rechts ein. Der Zellcursor bewegt sich zur nächsten *Spalte* nach der Dateneingabe.
GO↓	Stellt den Eingabemodus zur Eingabe von oben nach unten ein. Der Zellcursor bewegt sich zur nächsten *Zeile* nach der Dateneingabe.
+ROW	Fügt an der aktuellen Cursorposition eine Zeile mit Nullen ein. (Sehen Sie unten, wie man eine Zeile am unteren Rand einfügt.)
-ROW	Löscht die aktuelle Zeile.
+COL	Fügt eine Spalte mit Nullen an der aktuellen Cursorposition ein. (Sehen Sie unten, wie man eine Spalte ganz am rechten Rand einfügt.)
-COL	Löscht die aktuelle Spalte.
→STK	Kopiert die aktuelle Zelle in Ebene 1 des Stacks.
↑STK	Aktiviert den Interaktiven Stack.

Wenn die beiden GO→ und GO↓ "aus" sind (keine ■ in keinem der Menüfelder), bewegt sich der Cursor nicht vorwärts nach der Dateneingabe.

Um eine Spalte rechts von der letzten Spalte hinzuzufügen, bewegen Sie den Cursor zu der Spalte, und geben Sie einen Wert ein. Der Rest der Spalte wird mit Nullen gefüllt. Verwenden Sie einen ähnlichen Vorgang, um eine Zeile am unteren Rand hinzuzufügen.

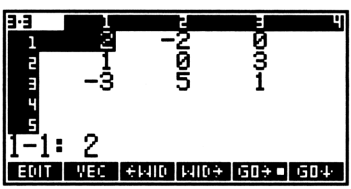
Beispiel: Ändern Sie die Matrix, die im vorletzten Beispiel eingegeben wurde:

$$\text{von} \quad \begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{in} \quad \begin{bmatrix} 2 & -2 & 4 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 3.1 \\ -3 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

um.

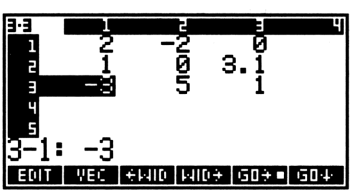
Ist die Matrix im Stack, bringen Sie diese in Ebene 1. Sonst geben Sie diese in Ebene 1 ein. Dann schauen Sie sich die Matrix in der MatrixWriter-Umgebung an. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß GO→■ aktiviert ist.)

◀ (oder geben Sie die Matrix ein)
▼



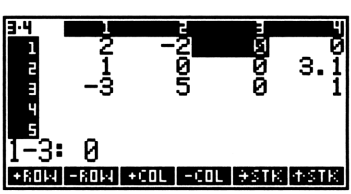
Editieren Sie Element 2-3:

▼ ▶ ▶
EDIT ▶ .1 ENTER



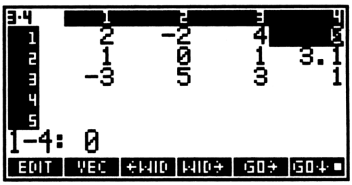
Fügen Sie eine neue Spalte vor Spalte 3 ein, und bewegen sie den Elementcursor in der neuen Spalte ganz nach oben.

▶ ▶ NXT +COL ▲ ▲



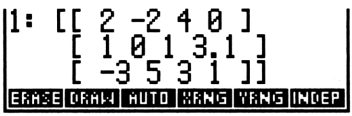
Setzen Sie den Eingabemodus zur Eingabe von oben nach unten ein. Geben Sie die Werte in die neue Spalte ein.

(NXT) GO↓
4 (SPC) 1 (SPC) 3 (ENTER)



Gehen Sie wieder in den Eingabemodus zur Eingabe von links nach rechts zurück, und dann geben Sie die editierte Matrix ein.

GO→ (ENTER)



20

Arithmetik mit Feldern

Sie können Felder im Stack ablegen und mathematische Operationen an diesen Feldern durchführen. Die folgenden Tabellen fassen die Hauptoperationen zusammen, die Sie verwenden können. Andere Operationen werden unter "Weitere Befehle für Matrizen" auf Seite 20-18 aufgelistet.

Arithmetische Operationen für Vektoren

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
⊞ ⊟	+ −	**Addition und Subtraktion.** Addiert oder subtrahiert zwei Vektoren, die die gleiche Anzahl von Elementen haben. Wenn einer der beiden Vektoren komplexe Elemente enthält, wird der resultierende Vektor komplex.
⊠ ÷	*/	**Multiplikation und Division.** Multipliziert oder dividiert einen Vektor durch eine reelle oder komplexe Zahl.
(MTH) VECTR:		
DOT	DOT	**DOT Produkt.** Gibt das DOT Produkt zweier Vektoren mit der gleichen Anzahl von Elementen aus.
CROSS	CROSS	**CROSS Produkt.** Gibt das CROSS (Kreuz) Produkt zweier Vektoren mit der gleichen Anzahl von Elementen aus.
ABS	ABS	**Länge.** Gibt die Länge oder Größe eines Vektors aus. (Auch im MTH PARTS Menü.)

Beispiele für die Verwendung von DOT, CROSS und ABS mit Vektoren finden Sie im Abschnitt "Mit 2D und 3D Vektoren berechnen" auf Seite 12-8.

Arithmetik mit Matrizen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[1/x]	INV	**Kehrwert.** Berechnet den Kehrwert einer quadratischen Matrix.
[+] [−]	+ −	**Addition und Subtraktion.** Addiert oder subtrahiert zwei Matrizen, die die gleichen Dimensionen haben.
[×] [÷]	* /	**Skalarmultiplikation und -division.** Multipliziert oder dividiert jedes Element im Feld mit oder durch eine reelle oder komplexe Zahl. Für die Division muß der Skalar in Ebene 1 sein.
[×]	*	**Matrix-Multiplikation.** Gibt das Produkt zweier Felder aus. Die Anzahl der Spalten der Matrix in Ebene 2 muß der Anzahl der Zeilen der Matrix in Ebene 1 gleich sein.

Beispiel: Berechnen Sie den Kehrwert der Matrix:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$$

Geben Sie die Matrix mit Hilfe der Befehlszeile ein.

[←][[] [←][[] 1 [SPC] 2
[▶] 1 [SPC] 4 [ENTER]

```
1: [[ 1 2 ]
    [ 1 4 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Berechnen Sie den Kehrwert.

[1/x]

```
1: [[ 2 -1 ]
    [ -.5 .5 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Beispiel: Berechnen Sie das Produkt der Matrix:

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Geben Sie die erste Matrix ein.

(→) (MATRIX)
2 (SPC) 2 (ENTER) (▼)
4 (SPC) 1 (SPC) 2 (SPC) 3 (ENTER)
(ENTER)

```
1: [[ 2 2 ]
    [ 4 1 ]
    [ 2 3 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Geben Sie die zweite Matrix ein.

(→) (MATRIX)
2 (SPC) 2 (SPC) 1 (SPC) 4 (ENTER) (▼)
3 (SPC) 4 (SPC) 2 (SPC) 1 (ENTER)
(ENTER)

```
2: [[ 2 2 ]  [ 4 1 ] ...
1: [[ 2 2 1 4 ]
    [ 3 4 2 1 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Multiplizieren Sie die Matrizen.

(×)

```
1: [[ 10 12 6 10 ]
    [ 11 12 6 17 ]
    [ 13 16 8 11 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Arithmetik mit einer Matrix und einem Vektor

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(×)	*	**Matrix mal Vektor Multiplikation.** Die Anzahl der Spalten der Matrix (Ebene 2) muß der Anzahl der Elemente des Vektoren (Ebene 1) gleich sein. (Der Vektor wird wie ein Spaltenvektor behandelt.)
(÷)	/	**Vektor durch Matrix Division.** Die Anzahl der Elemente im Vektor **y** (Ebene 2) muß der Anzahl der Spalten der Quadratmatrix **X** (Ebene 1) gleich sein. Gibt das Produkt $\mathbf{X}^{-1}\mathbf{y}$ aus, das oft gebraucht wird, um ein System von linearen Gleichungen zu lösen.

Beispiel: Berechnen Sie das Produkt:

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Geben Sie die Matrix ein.

(→)(MATRIX)
2 (SPC) 1 (SPC) 3 (ENTER) (▼)
4 (SPC) 2 (SPC) 2 (ENTER)
(ENTER)

```
1: [[ 2 1 3 ]
    [ 4 2 2 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

20 Geben Sie die 1×3 Matrix als Vektor ein, dann führen Sie die Multiplikation durch.

(←)([]) 3 (SPC) 1 (SPC) 1 (×)

```
1:                [ 10 16 ]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Wie man ein lineares Gleichungssystem löst:

1. Geben Sie den n-Zielvektoren ein (die Konstanten).
2. Geben Sie die $n \times n$-Koeffizientenmatrix ein.
3. Drücken Sie (÷), um den n-Elementenvektoren der Variablenwerte zu erhalten.

Das lineare Gleichungssystem $\mathbf{y} = \mathbf{Ax}$ muß aus n Gleichungen und n Variablen bestehen. Die Lösung wird wie $\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{y}$ berechnet.

Beispiel: Lösen Sie das folgende System dreier linearer, unabhängiger Gleichungen mit drei Variablen:

$$\begin{aligned} 3x + y + 2z &= 13 \\ x + y - 8z &= -1 \\ -x + 2y + 5z &= 13 \end{aligned}$$

Geben Sie den Zielvektoren ein.

(→)(MATRIX) 13 (SPC) 1 (+/–) (SPC) 13
(ENTER) (ENTER)

```
1:                [ 13 -1 13 ]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Geben Sie die Koeffizientenmatrix ein.

(→) (MATRIX)
3 (SPC) 1 (SPC) 2 (ENTER) (▼)
1 (SPC) 1 (SPC) 8 (+/–) (SPC)
1 (+/–) (SPC) 2 (SPC) 5 (ENTER)
(ENTER)

```
2:          [ 13 -1 13 ]
1: [[ 3 1 2 ]
    [ 1 1 -8 ]
    [ -1 2 5 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

"Dividieren" Sie den Vektor durch die Matrix.

(÷)

```
1:          [ 2 5 1 ]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Die Werte, welche die Gleichungen erfüllen, sind $x = 2$, $y = 5$ und $z = 1$.

Arithmetik mit komplexen Feldern

Felder können reelle Zahlen oder komplexe Zahlen enthalten, aber andere Objektentypen sind nicht erlaubt. Ein *komplexes Feld* ist ein Vektor oder eine Matrix, das ein oder mehrere komplexe Zahlenelemente enthält.

Sie können komplexe Felder für die arithmetischen Operationen verwenden, die in dem vorherigen Abschnitt beschrieben sind. Ist eines der Argumente ein komplexes Feld, ist die Lösung ein komplexes Feld. Zum Beispiel addieren Sie eine reelle Matrix und eine komplexe Matrix, ist die Lösung eine komplexe Matrix.

Sie können irgendeinen Befehl verwenden, der reelle Felder verarbeitet, um komplexe Felder zu bearbeiten. Nur die vom Koordinatenmodus (V→, →V2 und →V3) abhängigen Befehle sind davon ausgenommen. Außerdem funktionieren die unten aufgelisteten Befehle bei komplexen Feldern.

Befehle zur Verarbeitung komplexer Felder

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[+/–]	NEG	Gibt ein Feld aus, in dem jedes Element des Argumentfeldes negiert ist.
[PRG] OBJ (Seite 2):		
R→C	R→C	Setzt zwei Felder in einem komplexen Feld zusammen. Das Feld in Ebene 2 wird der reelle Teil, und das Feld in Ebene 1 wird der imaginäre Teil.
C→R	C→R	Gibt in Ebenen 2 und 1 zwei Felder mit reellen und imaginären Teilen eines komplexen Feldes aus.
[MTH] PARTS:		
CONJ	CONJ	Liefert das konjugierte komplexe Feld eines komplexen Feldes wobei jedes Element konjugiert ist.
RE	RE	Liefert ein reelles Feld mit den reellen Teilen eines komplexen Feldes.
IM	IM	Liefert ein reelles Feld mit den Imaginärteilen eines komplexen Feldes.

Beispiel: Berechnen Sie den konjugierten Teil der folgenden Matrix:

$$\begin{bmatrix} 1+3i & i \\ 3 & 2-4i \end{bmatrix}$$

Aktivieren Sie den MatrixWriter, und geben Sie die komplexen Zahlen ein.

[→] [MATRIX]
[←] [( )] 1 [SPC] 3 [ENTER]
[←] [( )] 0 [SPC] 1 [ENTER] [▼]
3 [ENTER]
[←] [( )] 2 [SPC] 4 [+/–] [ENTER]

Verbreitern Sie die Spalten,um den ganzen Eintrag sehen zu können.

WID→ WID→

```
2-2                1                2
 1        (1,3)            (0,1)
 2        (3,0)           (2,-4)
 3
 4
 5
3-1:
EDIT | VEC■ | ←WID | WID→ | GO←■ | GO→
```

Legen Sie die Matrix in den Stack ab.

(ENTER)

```
1: [[ (1,3) (0,1) ]
    [ (3,0) (2,-4) ]]
ERASE | DRAW | AUTO | XRNG | YRNG | INDEP
```

Berechnen Sie die Konjugierte.

(MTH) PARTS CONJ

```
1: [[ (1,-3) (0,-1) ]
    [ (3,0) (2,4) ]]
ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

20

Arithmetik mit algebraischer Syntax

Sie können Berechnungen mit Feldelementen mit Hilfe der algebraischen Syntax durchführen. Das Feld muß durch einen Namen im symbolischen Ausdruck oder der Gleichung vertreten sein.

Wie man ein Feldelement in einen symbolischen Ausdruck eingibt:

1. Innnerhalb des Ausdruckes geben Sie den Feldnamen ein, und drücken Sie (↰)(()).
2. Geben Sie die Subskripte für das Element ein:
   - Für einen Vektor geben Sie ein Subskript ein.
   - Für eine Matrix geben Sie zwei Subskripte getrennt durch (↰)(,) ein.

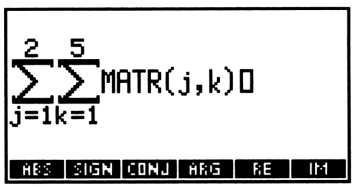
Beispiel: Geben Sie einen symbolischen Ausdruck für die Summe aller Elemente eines 4-elementigen Vektors, der in der Variablen *VECT* gespeichert ist, ein.

(') (→)(Σ) j (↰)(=) 1 (↰)(,) 4 (↰)(,) VECT (↰)(()) j (ENTER).

```
1:   'Σ(j=1,4,VECT(j))'
ABS | SIGN | CONJ | ARG | RE | IM
```

Beispiel: Geben Sie einen symbolischen Ausdruck für die Summe aller Elemente 2 × 5 Matrix ein, die *MATR* gespeichert ist.

(←) (EQUATION)
(→) (Σ) j (▶) 1 (▶) 2 (▶)
(→) (Σ) k (▶) 1 (▶) 5 (▶)
MATR (←) (()) j (←) (,) k (▶)



Drücken Sie (ENTER), um den Ausdruck im Stack abzulegen.

20

Weitere Befehle für Matrizen

Weitere Befehle zur Erzeugung und Verarbeitung von Matrizen und zum Zugriff einzelner Elemente (→ARRY, GET, GETI, OBJ→, PUT und PUTI) werden unter "Befehle die Objekte verarbeiten" auf Seite 4-12 beschrieben.

Die folgenden Befehle führen andere Matrixoperationen durch. Sie sind im MTH MATR Menü ((MTH) MATR).

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
ABS Frobenius (Euklidische) Norm; Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der absoluten Werte der Elemente.	1: [[2 2] [2 2]]	1: 4
CNRM Spalten-Norm. Maximalwert (über alle Spalten) der Summen der absoluten Werte aller Elemente in einer Spalte.	1: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 18

Befehl/Beschreibung	Beispiel	
	Eingabe	Ausgabe
CON Konstante. Liefert ein reelles oder komplexes Konstantenfeld mit den Dimensionen, die durch eine Liste $\{n\}$ oder $\{n\ m\}$ oder durch ein existierendes Feld bestimmt sind.	2: { 2 3 } 1: 7 2: [[1 2 3] [4 5 6]] 1: 7	1: [[7 7 7] [7 7 7]] 1: [[7 7 7] [7 7 7]]
DET Determinante. Liefert die Determinante einer quadratischen Matrix.	1: [[1 2] [3 4]]	1: -2
IDN Identität. Liefert eine $n \times n$ (in Ebene 1) Identitätsmatrix, oder ersetzt die Elemente der Matrix in Ebene 1.	1: 2 1: [[1 2] [3 4]]	1: [[1 0] [0 1]] 1: [[1 0] [0 1]]
RDM Neudimension. Dimensioniert ein Feld neu. Die neuen Dimensionen sind in einer Liste in Ebene 1. Elemente verbleiben in der gleichen Reihenfolge wie im ursprünglichen Feld.	2: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]] 1: { 3 2 }	1: [[1 2] [3 4] [5 6]]
RNRM Zeilen-Norm. Maximalwert (über alle Zeilen) der Summen der absoluten Werte aller Elemente in einer Zeile.	1: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 24
TRN Transponieren. Transponiert das Argument. Eine $n \times m$ Matrix wird durch eine $m \times n$ Matrix ersetzt. (Komplexe Eingaben werden konjugiert.)	1: [[1 2 3] [4 5 6]]	1: [[1 4] [2 5] [3 6]]

CON, IDN, RDM und TRN können mit Namen statt Feldern als Argumente arbeiten. Ein Beispiel: Durch Auswerten der Folge 'A1' 7 CON wird das in *A1* gespeicherte Feld mit einem Konstantenfeld gleicher Dimensionen ersetzt.

Fortgeschrittene Themen im Zusammenhang mit Matrizen

20

Wie man die Genauigkeit der Lösungen von Gleichungssystemen verbessert:

Bedingt durch unvermeidbare Rundungsfehler während der Berechnung, ist eine berechnete numerische Lösung **Z** normalerweise etwas verkehrt. In den meisten Fällen belaufen sich diese Fehler auf weniger als eins an der 12ten Stelle eines jeden Elementes von **A** und **B**.

Wenn eine noch größere Genauigkeit erwünscht ist, kann die berechnete Lösung **Z** gewöhnlich durch *schrittweise Näherung* (auch bekannt als *Rest-Berichtigung*) verbessert werden. Schrittweise Näherung bedeutet das Berechnen von Lösungen für ein Gleichungssystem und anschließendes Verbessern der Genauigkeit, wobei der Rest der Lösung zur Veränderung dieser Lösung verwendet wird.

Wie man schrittweise Verbesserung anwendet:

1. Verwenden Sie ÷, um eine Lösung des ursprünglichen Systems $\mathbf{AX} = \mathbf{B}$ zu errechnen. (Nennen Sie die Lösung **Z**, eine Annäherung zu **X**, um $\mathbf{E} = \mathbf{X} - \mathbf{Z}$ ungenau.)
2. Rufen Sie **B**, **A** und **Z** in der Reihenfolge in den Stack, und dann verwenden Sie RSD (MTH MATR Menü), um den Restbetrag **R** als $\mathbf{B} - \mathbf{AZ}$ zu errechnen.
3. Verwenden Sie ÷, um $\mathbf{AE} = \mathbf{R}$ nach **E** zu lösen. (Nennen Sie die Lösung **F**, eine Näherung zu **E**.)
4. Verwenden Sie +, um $\mathbf{F} + \mathbf{Z}$ zu errechnen, eine neue Näherung zu **X**.

Damit $\mathbf{F} + \mathbf{Z}$ eine bessere Näherung zu **X** als **Z** ist, muß der Rest $\mathbf{R} = \mathbf{B} - \mathbf{AZ}$ auf die erweiterte Genauigkeit errechnet werden. Die

Funktion RSD führt dies durch. Sie können den Verfeinerungsprozess wiederholen, aber der größte Teil der Verbesserung geschieht bei der ersten Verfeinerung.

Beispiel: Dieses Benutzerprogramm löst eine Matrizengleichung einschließlich einer Verfeinerung mit RSD:

```
« → B A « B A / B A 3 PICK RSD A / + » »
```

Dieses Programm entnimmt zwei Felder **B** und **A** aus dem Stack (wie /), und liefert in den Stack das Lösungsfeld **Z**, das eine verfeinerte Näherung zu der Lösung **X** gegenüber der durch / errechneten Lösung sein wird.

Wie man singularische Matrizen erzeugt:

Eine singularische Matrix ist eine Quadratmatrix ohne Umkehrwert. Normalerweise erhalten Sie eine Fehlermeldung, wenn Sie [1/x] verwenden, um den Umkehrwert einer singularischen Matrix zu finden. Sie erhalten auch eine Fehlermeldung, wenn Sie [÷] verwenden, um ein lineares Gleichungssystem zu lösen, das eine singularische Matrix als Koeffizienten hat.

Wegen unvermeidbarer Rundungsfehler könnte eine berechnete Matrix singularisch sein, obwohl das *theoretische* Resultat ohne diese Fehler wahrscheinlich *nicht* singularisch gewesen wäre. Wenn Sie das Flag −22 setzen (Unendliche Resultatsausnahme), werden Sie keine Fehlermeldung erhalten, wenn Sie [1/x] oder [÷] mit einer singularischen Matrix verwenden. Der HP 48 verändert die singularische Matrix um einen Betrag, der gewöhnlicherweise im Vergleich mit dem Rundungsfehler sehr gering ist. Das berechnete Resultat entspricht dem Resultat für eine singularische Matrix, das der ursprünglichen singularischen Matrix sehr nahe ist.

Über- und unterbestimmte Gleichungssysteme

Ein unterbestimmtes lineares Gleichungssystem enthält mehr Variablen als Gleichungen, und das Koeffizientenfeld hat weniger Zeilen als Spalten. Das folgende Programm löst ein unterdefiniertes System $\mathbf{AX} = \mathbf{B}$ mit Hilfe der Moore-Penrose Technik: $\mathbf{X} = \mathbf{A}^T(\mathbf{AA}^T)^{-1}\mathbf{B}$. Das Programm verlangt als Eingabe den Vektor **B** in Ebene 2 und die Matrix **A** in Ebene 1.

```
« → B A
  « A TRN
    B A A TRN * / *
  »
»
```

Ein überdefiniertes System enthält weniger Variablen als Gleichungen. Das nächste Programm löst ein überdefiniertes System mit der Methode der kleinsten Quadrate: $\mathbf{X} = (\mathbf{A}^T\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^T\mathbf{B}$. Wie im vorigen Programm muß die Eingabe **B** in Ebene 2 und **A** in Ebene 1 sein.

```
« → B A
  « A TRN B *
    A TRN A * /
  »
»
```

21

Statistik

Mit dem Anwendungsprogramm STATISTIK können Sie statistische Berechnungen für unabhängige und verbundene Stichproben berechnen. Außerdem erlaubt es Ihnen, Streudiagramme, Balkendiagramme und Häufigkeitshistogramme zu zeichnen.

Dieses Kapitel zeigt Ihnen, wie Sie folgendes berechnen können:

- Summen, Mittelwerte, Maxima und Minima.
- Standardabweichungen und Kovarianz bei Stichproben.
- Korrelationskoeffizienten.
- Kurvenermittlung mit vier Modellen: Linear sowie Logarithmus-, Exponential- und Potenzfunktionen).
- Summenstatistik.
- Wahrscheinlichkeitsverteilungen bei verschiedenen statistischen Tests.

Drücken Sie [↰] [STAT], um sich die erste Seite des STAT Menüs zeigen zu lassen. Falls es *aktuelle statistische Daten* gibt, zeigt eine Meldung in dem Display die letzten eingegebenen Werte.

Statistische Daten organisieren

Statistische Daten werden für den HP 48 in der Form einer Matrix organisiert. Die Matrix enthält eine Zeile für jeden *Datenpunkt* and eine Spalte für jede *Variable*, die an dem Punkt gemessen wurde.

	$\mathbf{var_1}$	$\mathbf{var_2}$	...	$\mathbf{var}_m$
$\mathbf{Punkt_1}$	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
$\mathbf{Punkt_2}$	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
$\mathbf{Punkt}_n$	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}

Die aktuelle statistische Matrix aufsetzen

Das Anwendungsprogramm STATISTIK verwendet die Daten, die in der *aktuellen statistischen Matrix* gespeichert sind. Es ist in der reservierten Variablen ΣDAT gespeichert. Sie ändern die aktuelle statistische Matrix jedesmal, wenn Sie mit einem anderen Satz von Daten arbeiten. (Weil ΣDAT eine Variable ist, können Sie eine andere aktuelle statistische Matrix für jedes Verzeichnis im Speicher haben.)

Statistische Daten eingeben

Sie können jeden Punkt der statistischen Daten einzeln eingeben, oder Sie können eine komplette Matrix der Daten erzeugen und sie zur aktuellen statistischen Matrix machen.

Wie man die aktuelle statistische Matrix löscht:

- Drücken Sie ◀ STAT CLΣ.

Wie man statistische Daten mit nur einer Variablen eingibt:

1. Drücken Sie ◀ STAT.
2. Drücken Sie CLΣ, um die vorigen Daten zu löschen.
3. Für jeden Punkt geben Sie den Wert ein, und drücken Sie Σ+.

Wie man statistische Daten mit mehreren Variablen eingibt:

1. Drücken Sie (↰)(STAT).
2. Drücken Sie CLΣ, um die vorigen Daten zu löschen.
3. Für den *ersten Punkt* erzeugen Sie einen Vektor (mit [ ] Begrenzungszeichen) mit allen Variablenwerten für den Punkt. (Drücken Sie (SPC), um die Werte in dem Vektor zu trennen.)
4. Drücken Sie Σ+, um den Punkt einzugeben.
5. Für jeden verbleibenden Punkt geben Sie die Variablenwerte ein, und drücken Sie Σ+. Sie können Werte für jeden Punkt als einzelne Zahlen *oder* als Vektor eingeben.

Der erste Punkt definiert die Zahl der Variablen. Alle anderen Daten müssen die gleiche Zahl von Variablen haben.

Wie man eine Matrix erzeugt und sie zur aktuellen statistischen Matrix macht:

1. Erzeugen Sie die Matrix, und legen Sie diese in Ebene 1 ab. Sie können dazu beispielsweise den MatrixWriter verwenden.
2. Drücken Sie (↰)(STAT).
3. Speichern Sie die Matrix:
   - Um eine Kopie einer Matrix für zukünftigen Gebrauch zu speichern, drücken Sie NEW, und tippen Sie dafür einen Namen ein, ohne (α) zu drücken, aber dann drücken Sie (ENTER).
   - Um die Kopie nicht zu speichern, drücken Sie STEQ.

Die Matrix selber wird in einer benannten Variablen gespeichert, und der Variablenname wird in ΣDAT gespeichert. (Falls Sie keinen Namen eingeben, wird die Matrix selber in ΣDAT gespeichert.)

Beispiel: In der folgenden Tabelle wird der Verbraucher-Preisindex (VPI), der Hersteller-Preisindex (HPI) und die Arbeitslosenquote (AQ) für die Vereinigten Staaten über einen Zeiraum von 5 Jahren angegeben. Geben Sie die Daten ein.

Year	CPI	PPI	UR
1	9,1	9,2	8,5
2	5,8	4,6	7,7
3	6,5	6,1	7,0
4	7,6	7,8	6,0
5	11,5	19,3	5,8

Stellen Sie den 2 FIX Displaymodus ein, und aktivieren Sie das Anwendungsprogramm STATISTIK, und löschen Sie alle vorigen statistischen Daten.

(↰)(MODES) 2 FIX
(↰)(STAT) CLΣ

```
No current data. Enter
data point, press Σ+
```

Geben Sie die Daten für Jahr 1 ein. Beachten Sie, daß Sie den ersten Datenpunkt als Vektor eingeben.

(↰)([]) 9.1 (SPC) 9.2 (SPC) 8.5

```
[9.1 9.2 8.5◆
Σ+ | CLΣ | NEW | EDITΣ | STOΣ | CAT
```

Geben Sie die Daten in die statistische Matrix ein.

21

Σ+

```
ΣDAT(1)=[ 9.10 9.20 8…
ΣDAT(2)=
```

Geben Sie die restlichen Daten ein. Nach der ersten Zeile können Sie eine Zeile als einfache Zahlen eingeben.

5.8 (SPC) 4.6 (SPC) 7.7 Σ+
6.5 (SPC) 6.1 (SPC) 7 Σ+
7.6 (SPC) 7.8 (SPC) 6 Σ+
11.5 (SPC) 19.3 (SPC) 5.8 Σ+

```
ΣDAT(5)=[ 11.50 19.30…
ΣDAT(6)=
```

Statistische Daten bearbeiten

Wie man den letzten Datenpunkt revidiert:

1. Drücken Sie (↰) Σ+ (der Σ− Befehl) im STAT Menü, um den letzten Datenpunkt zu löschen.
2. Optional: Um den gelöschten Datenpunkt zu revidieren und neu einzugeben, drücken Sie (↰)(EDIT), um die Änderungen vorzunehmen, und dann drücken Sie (ENTER). Danach drücken Sie Σ+.

Der Σ− Befehl entfernt den letzten Datenpunkt aus ΣDAT so wie bei der letzten Σ+ Operation. Der gelöschte Datenpunkt wird in die Ebene 1 zurückgegeben.

Wie man irgendeinen Datenpunkt editiert:

1. Drücken Sie EDITΣ im STAT Menü, um die MatrixWriter Umgebung zu aktivieren.
2. Editieren Sie irgendeinen der Datenpunkte.

3. Drücken Sie (ENTER), um die Änderungen zu speichern (oder drücken Sie (ATTN), diese zu löschen).

Zusammenfassung der STAT Menü Operationen bei der Dateneingabe

Die erste Seite im STAT Menü enthält Tasten zur Eingabe und Verarbeitung der Daten. Die anderen Seiten, wie in diesem ganzen Kapitel überall beschrieben, enthalten Befehle für Berechnungen und grafische Darstellungen.

Die Dateneingabe-Operationen beim STAT Menü

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(↰)(STAT):		
Σ+	Σ+	Gibt Daten aus dem Stack in die aktuelle statistische Matrix.
(↰) Σ+	Σ−	Löscht den letzten Datenpunkt aus der statistischen Matrix, und gibt ihn in den Stack zurück.
CLΣ	CLΣ	Löscht die aktuelle statistische Matrix.
NEW		Nimmt eine Matrix aus Ebene 1, fordert zur Eingabe eines Variablennamen auf, speichert die Matrix in der Variablen, und macht diese Matrix die aktuelle statistische Matrix.
EDITΣ		Legt die aktuelle statistische Matrix in der MatrixWriter Umgebung zur Bearbeitung ab. Drücken Sie (ENTER), um die Änderungen zu speichern, oder drücken Sie (ATTN), diese zu löschen.
STOΣ	STOΣ	Speichert die Matrix oder den Namen in Ebene 1 als aktuelle statistische Matrix.

Die Dateneingabe-Operationen beim STAT Menü (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(→) STOΣ	RCLΣ	Ruft die aktuelle statistische Matrix in die Ebene 1 zurück.
CAT		Zeigt den Katalog der Matrizen und die Unterverzeichnisse im aktuellen Verzeichnis an.
(←) (REVIEW)		Zeigt die Statusmeldung im Zusammenhang mit den zuletzt einegegebenen Daten erneut an.

21

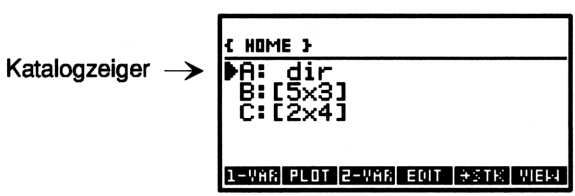
Den Katalog STAT verwenden

Der Katalog STAT ermöglicht es Ihnen irgendeine bestehende Matrix zur aktuellen Matrix zu bestimmen. Es ist eine spezielle Umgebung, in der die Tastatur neu definiert und auf bestimmte Operationen begrenzt wird.

Wie man eine Matrix aus dem Katalog STAT wählt:

1. Drücken Sie (←)(STAT) CAT.
2. Drücken Sie (▲) and (▼), um den Zeiger auf die gewünschte Eingabe auf der Liste zu bewegen.
3. Um die Matrix zur aktuellen Matrix zu machen, drücken Sie 1-VAR, 2-VAR, oder PLOT. Sehen Sie dazu die Tabelle unten.

Der Katalog STAT listet alle Variablen im aktuellen Verzeichnis, die Matrizen enthalten, und alle Unterverzeichnisse im aktuellen Verzeichnis.



Wie man den Katalog STAT verläßt, ohne eine Matrix zu wählen:

- Drücken Sie (ATTN).

Sie können die folgenden Operationen dazu verwenden, die von Ihnen gewählten Eingaben zu verarbeiten.

Operationen im Katalog STAT

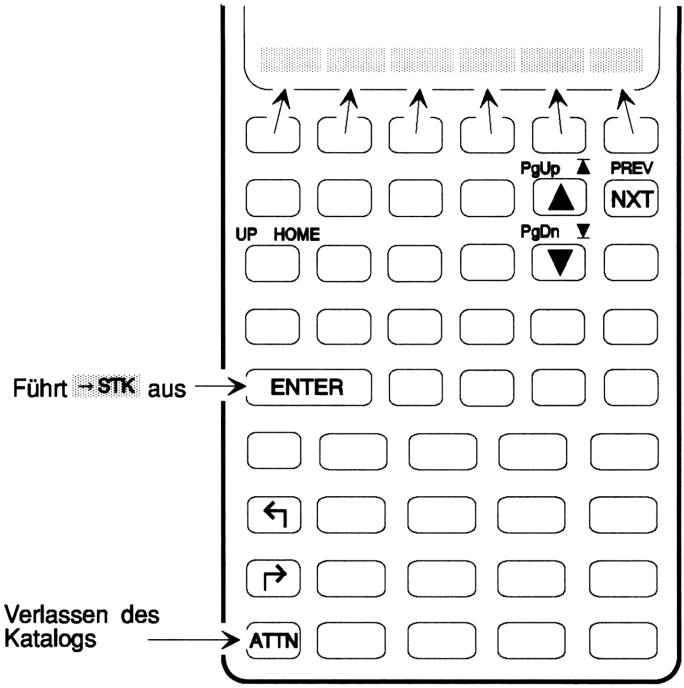
Taste	Beschreibung
1-VAR	Macht die gewählte Eingabe zur aktuellen statistischen Matrix, verläßt den Katalog, und zeigt Seite 2 des STAT Menüs (zur Berechnung unabhängiger Stichproben) an.
PLOT	Macht die gewählte Eingabe zur aktuellen statistischen Matrix, verläßt den Katalog, und zeigt Seite 3 des STAT Menüs (für grafische Darstellungen) an.
2-VAR	Macht die gewählte Eingabe zur aktuellen statistischen Matrix, verläßt den Katalog, und zeigt Seite 4 des STAT Menüs (zur Berechnung von verbundenen Stichproben) an.
EDIT	Schreibt die gewählte Eingabe in die MatrixWriter Umgebung zur Bearbeitung. Drücken Sie (ENTER), um die Änderungen festzuhalten, oder drücken Sie (ATTN), um sie zu löschen.
→STK	Kopiert die Matrix in den Stack.
VIEW	Zeigt Ihnen den Inhalt der Eingabe. Wenn die Eingabe ein Unterverzeichnis ist, wird in das Unterverzeichnis umgeschaltet.
ORDER	Setzt die gewählte Matrix an den Anfang des Katalogs.

Operationen im Katalog STAT (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
PURG	Löscht die Eingabe (und die dazugehörende Variable).
NXT	Wählt die nächste Seite mit Operationen im Katalog STAT.
◀ PREV	Wählt die vorhergehende Seite mit Operationen im Katalog STAT.
▲	Bewegt den Katalogzeiger eine Ebene nach oben. Wird vorher ◀ gedrückt, bewegt sich der Katalogzeiger eine Seite nach oben (◀ PgUp in der folgenden Illustration). Wird vorher ▶ gedrückt, bewegt sich der Katalogzeiger an den Anfang des Katalogs. (▶ ⏫ in der Illustration).
▼	Bewegt den Katalogzeiger eine Ebene nach unten. Wenn vorher ◀ gedrückt wird, bewegt sich der Katalogzeiger eine Seite nach unten (◀ PgDn in der folgenden Illustration). Wenn vorher ▶ gedrückt wird, bewegt sich der Katalogzeiger an das Ende des Katalogs (▶ ⏬ in der Illustration).
ENTER	Führt →STK aus (kopiert die Matrix in den Stack). Wenn die Eingabe ein Unterverzeichnis ist, wird in das Unterverzeichnis zum freien Zugriff auf die dortigen Matrizen umgeschaltet.
◀ UP	Schaltet in das übergeordnete Verzeichnis um.
▶ HOME	Schaltet in das *HOME*-Verzeichnis um.
ATTN	Dient zum Verlassen des Katalogs.

21

Die neu definierte Tastatur sieht wie folgt aus:



21

Statistische Berechnungen bei unabhängigen Stichproben

Wenn Sie Kenngrößen von statistischen Daten von *Stichproben* berechnen, so ist das Statistik mit Stichproben. Wenn Ihre Daten jedoch *Grundgesamtheiten* einschließen, dann führen Sie statistische Berechnungen mit der Grundgesamtheit aus.

Statistik mit Stichproben

Verwenden Sie Befehle auf Seite 2 des STAT Menüs, um Statistik mit unabhängigen Stichproben zu berechnen. Jeder Befehl gibt einen Vektor mit m Zahlen aus, wobei m die Zahl der Spalten in der Matrix ist. (Ist $m=1$, wobei jeder Datenpunkt nur aus einer Zahl besteht, geben die Befehle eine Zahl aus.) Ein Beispiel: Wenn eine dreispaltige Matrix in ΣDAT ist, gibt MEAN einen dreielementigen Vektor mit dem Mittelwert jeder Spalte aus.

Das STAT Menü: Befehle für die Statistik mit unahängigen Stichproben

21

Taste	Progam-mierbarer Befehl	Beschreibung
↰ STAT (Seite 2):		
TOT	TOT	Summe.
MEAN	MEAN	Mittelwert (Durchschnitt).
SDEV	SDEV	Standardabweichung.
MAXΣ	MAXΣ	Maximalwert.
MINΣ	MINΣ	Minimalwert.
BINS	BINS	Berechnet Häufigkeiten unter Anwendung der Spalte mit unabhängigen Variablen (XCOL) von ΣDAT. Entnimmt als Argumente den minimalen x-Wert (Ebene 3), die Breite jeder einzelnen Klasse in benutzerdefinierten Einheiten (Ebene 2), und die Zahl der Klassen n (Ebene 1). Gibt eine "Klassen"- Matrix und einen Vektor mit den Häufigkeiten außerhalb des angegebenen Bereichs aus. Mehr darüber weiter unten.
	VAR	Abweichung. (Befehl muß eingetippt werden.)

Die Ausgabe von BINS ist eine $n \times 1$ "Klassen" -Matrix und ein zweielementiger "Überlauf" Vektor:

Ebene 2: [[n_1] [n_2] ... [n_n]]
Ebene 1: [n_{low} n_{high}]

Beispiel: Für die VPI Daten aus dem vorhergehenden Beispiel berechnen Sie Mittelwerte, Standardabweichung und Summen für VPI, HPI und AQ Daten.

(NXT) (falls notwendig)
MEAN
SDEV
TOT

```
3:  [ 8.10 9.40 7.00 ]
2:  [ 2.27 5.80 1.14 ]
1: [ 40.50 47.00 35.00
   ]
TOT MEAN SDEV MAXΣ MINΣ BINS
```

21

Statistik mit Grundgesamtheiten

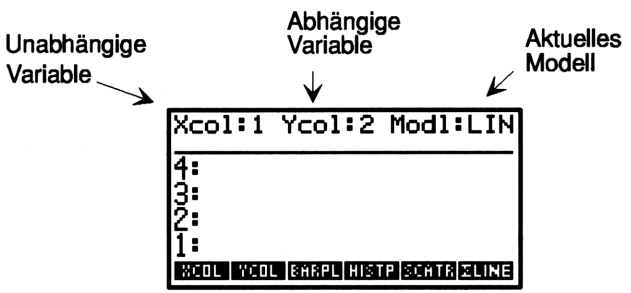
Wenn Sie die Standardabweichung oder Kovarianz Ihrer Daten mit SDEV oder COV berechnen, so werden Kenngrößen für Daten von *Stichproben* der Grundgesamtheit berechnet. Wenn die Daten jedoch die *Grundgesamtheit* darstellen, dann wird mit dem Resultat Statistik der Grundgesamtheit berechnet.

Wie man die Standardabweichung oder Kovarianz der Grundgesamtheit berechnet:

1. Drücken Sie MEAN, um den Mittelwert der Daten zu berechnen.
2. Drücken Sie Σ+, um den Mittelwertdatenpunkt zu ΣDAT hinzuzufügen.
3. Drücken Sie SDEV oder COV, um die statistischen Kenngrößen der Statistiken für die Grundgesamtheit zu berechnen.
4. Drücken Sie (↶) Σ+, um den Mittelwertdatenpunkt aus ΣDAT (der $\Sigma-$ Befehl) zu entfernen.

Statistik mit verbundenen Stichproben

Verwenden Sie Befehle auf Seiten 3 and 4 von STAT für die Statistik mit verbundenen Stichproben. Wenn diese Seiten des STAT Menüs angezeigt sind, erscheinen in der Statusmeldung am oberen Rand des Displays die Spaltenangaben für die unabhängigen (x) und abhängigen (y) Variablen sowie das aktuelle Modell.



21

Wie man Statistiken mit verbundenen Stichproben berechnet:

1. Geben Sie die Spaltennummer für die unabhängige Variable ein, und drücken Sie XCOL.
2. Geben Sie die Spaltennummer für die abhängige Variable ein, und drücken Sie YCOL.
3. Drücken Sie MODL, und dann drücken Sie die Menütaste für das gewünschte statistische Modell.
4. Verwenden Sie Befehle von Seite 4 des STAT Menüs, um Kenngrößen für die Statistik mit verbundenen Stichproben zu berechnen. Sehen Sie dazu die Auflistung weiter unten. Um Vorhersagewerte zu berechnen, drücken Sie zuerst LR, und dann verwenden Sie PREDX oder PREDY.

Sie können eins von vier statistischen Modellen wählen: LIN (LINFIT: linear), LOG (LOGFIT: logarithmisch), EXP (EXPFIT: exponental) oder PWR (PWRFIT: Potenz). Drücken Sie BEST (BESTFIT), wählt der HP 48 das Modell für das die Korrelation den größten absoluten Wert hat, oder, falls die Daten irgendwo einen Negativ- oder Nullwert haben, wird LINFIT gewählt.

Sie können auch SCATR drücken, um ein Streudiagramm der Daten zu zeichnen. Sehen Sie dazu den nächsten Abschnitt.

Das STAT Menü: Befehle für die Statistik mit verbundenen Stichproben

Taste	Progam-mierbarer Befehl	Beschreibung
[↰] [STAT] (Seiten 3 and 4):		
XCOL	XCOL	Nimmt eine Spaltennummer als Argument, und die Spalte wird die unabhängige Variable. ([↱] XCOL gibt die XCOL Spaltennummer in Ebene 1 ein.)
YCOL	YCOL	Nimmt eine Spaltennummer als Argument, und die Spalte wird die abhängige Variable. ([↱] YCOL gibt die YCOL Spaltennummer in Ebene 1 ein.)
ΣLINE	ΣLINE	Liefert einen Ausdruck, der für das aktuelle Modell die am besten angepaßte Kurve darstellt.
LR	LR	Berechnet für das aktuelle Modell die lineare Regression für die gewählte unabhängige und die abhängige Variable und gibt den Schnittpunkt mit der Ordinate (Ebene 2) und die Steigung (Ebene 1) aus. Es speichert auch die Ordinaten- und Steigungswerte in *ΣPAR*.
PREDX	PREDX	Nimmt als Argument einen Wert für die abhängige Variable, und berechnet einen Vorhersagewert für die unabhängige Variable. (Sie müssen LR vor PREDX durchführen.)
PREDY	PREDY	Nimmt als Argument einen Wert für die unabhängige Variable, und berechnet einen Vorhersagewert für die abhängige Variable. (Sie müssen LR vor PREDY durchführen.)

Das STAT Menü: Befehle für die Statistik mit verbundenen Stichproben (fortgesetzt)

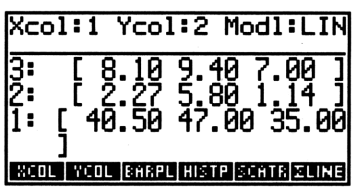
Taste	Progammierbarer Befehl	Beschreibung
CORR	CORR	Korrelation (berechnet entsprechend dem aktuellen Modell).
COV	COV	Empirische Kovarianz (berechnet entsprechend dem aktuellen Modell).
MODL		Zeigt das Menü für die Auswahl eines Modells an: linear, exponental, Potenz oder logarithmisch. Die Auswahl wird in ΣPAR gespeichert.

Wenn Sie diese Operationen durchführen, wird die Statusmeldung (x, y und Modell) gelöscht. Drücken Sie [↶][REVIEW], um diese wieder anzuzeigen.

Beispiel: Mit den VPI Daten der vorhergehenden Beispiele in diesem Kapitel berechnen Sie die Korrelation und die Kovarianz zwischen VPI und HPI.

Vergewissern Sie sich, daß Spalten 1 und 2 die x- und y- Variablen sind.

[NXT] (falls notwendig)
1 XCOL 2 YCOL (falls notwendig)



Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten und die Kovarianz.

[NXT] CORR
COV

Beispiel: Mit den VPI Daten der vorhergehenden Beispiele in diesem Kapitel berechnen Sie den HPI-Wert für einen VPI-Wert von 8,5. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß die x Spalte auf 1 und die y Spalte auf 2 gesetzt sind.)

Vergewissern Sie sich, daß das statistische Modell linear ist. Dann berechnen Sie die Statistiken der linearen Regression.

(NXT) (falls notwendig)
MODL LIN (falls notwendig)
LR

```
2:    Intercept: -10.43
1:          Slope: 2.45
LR PREDX PREDY CORR COV MODL
```

Jetzt berechnen Sie den HPI (y) Vorhersagewert.

8.5 PREDY

```
1:                10.38
LR PREDX PREDY CORR COV MODL
```

21

Statistische Daten grafisch darstellen

Sie können statistische Daten grafisch auf drei Weisen darstellen:

- **Streudiagramm.** Die Werte zweier Variablen werden für jeden Datenpunkt durch einen Punkt in der x-y-Ebene angegeben.
- **Balkendiagramm.** Der Wert einer Variablen bei jedem folgenden Datenpunkt wird durch einen vertikalen Balken dargestellt.
- **Histogramm.** Die Anzahl, wie oft der Wert einer Variablen innerhalb eines bestimmten Bereichs vorkommt, was man *Klassen* nennt, wird durch einen vertikalen Balken dargestellt.

Das Anwendungsprogramm STATISTIK hat Befehle, die erlauben, statistische Daten verhältnismäßig einfach grafisch darzustellen. Für größere Kontrolle beim Plotten erlaubt Ihnen das Anwendungsprogramm PLOT, weitere Parameter für die grafische Darstellung statistischer Daten. Lesen Sie dazu "Statistische Daten grafisch darstellen" auf Seite 19-23.

Streudiagramme zeichnen

Ein Streudiagramm zeigt das Verhältnis zwischen zwei Variablen, indem es einen Punkt für jedes x-y-Koordinatenpaar zeichnet. Bei Variablen, für die eine statistische Korrelation besteht, sollten die Punkte sich entlang der Kurve, die das statistische Modell darstellt, anhäufen.

Wie man ein Streudiagramm zeichnet:

1. Geben Sie die Spaltennummer für die x-Achsenvariable ein, und drücken Sie XCOL im STAT Menü.
2. Geben Sie die Spaltennummer für die y-Achsenvariable ein, und drücken Sie YCOL im STAT Menü.
3. Drücken Sie SCATR im STAT Menü.
4. Optional: Drücken Sie FCN, um die Kurve für das aktuelle statistische Modell zu zeichnen.
5. Drücken Sie (ATTN), um in das Anwendungsprogramm STATISTIK zurückzuschalten.

21

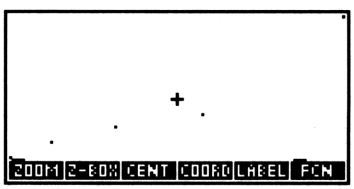
Wie man das statistische Modell ändert:

1. Drücken Sie MODL im STAT Menü.
2. Drücken Sie die Menütaste für das gewünschte Modell.

Beispiel: Mit den VPI Daten der vorhergehenden Beispiele in diesem Kapitel zeichnen Sie ein Streudiagramm von HPI verglichen mit VPI, und dann plotten Sie das statistische Modell. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß Sie schon die x Spalte auf 1 und die y Spalte auf 2 gesetzt haben und das Modell linear ist.)

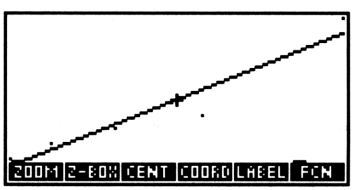
Plotten Sie ein Streudiagramm der Daten.

(↰)(PREV) (falls notwendig)
SCATR



Zeichnen Sie die beste gerade Linie für die Daten.

FCN



Drücken Sie (ATTN) (↰)(MODES) STD, um den Anzeigemodus in die Grundeinstellung zurückzuschalten.

Balkendiagramme zeichnen

Ein Balkendiagramm zeigt die Werte einer Variablen in der Reihenfolge, in der sie in der statistischen Matrix erscheinen.

Wie man ein Balkendiagramm zeichnet:

1. Geben Sie die Spaltennummer, die Sie plotten wollen, ein, und drücken Sie XCOL im STAT Menü.
2. Drücken Sie BARPL im STAT Menü.
3. Drücken Sie (ATTN), um in das Anwendungsprogramm STATISTIK zurückzukehren.

BARPLOT plottet ein Balkendiagramm der angegebenen Spalte in ΣDAT. Wenn Sie keine Spalte angeben, wird die erste Spalte in ΣDAT verwendet. Daten können positiv oder negativ sein, was bedeutet, daß Balken sowohl über wie auch unter der x-Achse sein können.

Beispiel: Die Unterlagen einer Tankstelle zeigen folgenden Zusammenhang zwischen der monatlichen, prozentualen Änderung der Benzinpreise und der verkauften Menge über einen Zeitraum von vier Monaten:

Monat	Preis (Änder. %)	Verkauf (Änder. %)
1	+3,5	−1,2
2	+9,3	−2,6
3	−6,5	+6,1
4	+2,0	−0,4

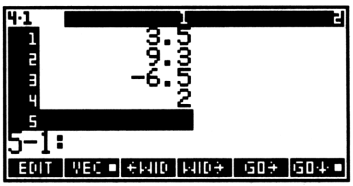
Geben Sie die Preis- und die Verkaufsdaten mit dem MatrixWriter ein, und dann zeichnen Sie Balkendiagramme für die prozentuale Preisänderung und die prozentuale Umsatzänderung.

Aktivieren Sie den MatrixWriter.

(→)(MATRIX)

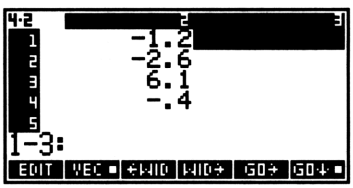
Geben Sie die Preisdaten (vertikaler Eingabemodus) ein.

GO↓ 3.5 (SPC) 9.3 (SPC)
6.5 (+/–) (SPC) 2 (ENTER)



Geben Sie die Verkaufsdaten ein.

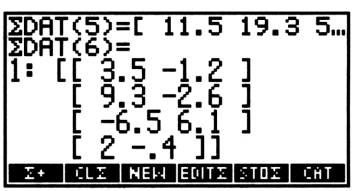
(▶) 1.2 (+/–) (SPC) 2.6 (+/–) (SPC)
6.1 (SPC) .4 (+/–) (ENTER)



21

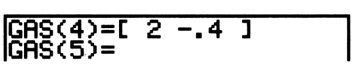
Geben Sie die Matrix in den Stack ein, und beginnen Sie das Anwendungsprogramm STATISTIK.

GO→ (ENTER)
(↰) (STAT)



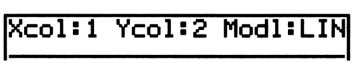
Benennen Sie die Matrix, und machen Sie diese zur aktuellen Matrix.

NEW GAS (ENTER)



Wählen Sie die Spalte für die prozentualen Preisänderungen (die erste Spalte in der statistischen Matrix).

(NXT) (NXT) 1 XCOL

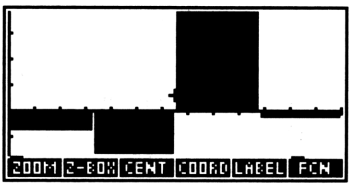


Zeichnen Sie das Balkendiagramm für die prozentualen Preisänderungen.

BARPL

Wählen Sie die Spalte für die prozentualen Umsatzänderungen (die zweite Spalte in der Matrix), und zeichnen Sie ein Balkendiagramm dafür.

(ATTN) 2 XCOL BARPL



Drücken Sie (ATTN), um in das Anwendungsprogramm STATISTIK zurückzukehren.

Histogramme zeichnen

Ein Histogramm teilt den Bereich der Werte einer Variablen in eine Anzahl von *Klassen* ein und zeigt bei jeder Klasse die Anzahl der Datenpunkte für die Variablenwerte, die innerhalb einer Klasse liegen. HISTPLOT zeigt die *relative Häufigkeit* an. Der maximale y- Wert ist die Gesamtzahl der Datenpunkte.

Wie man ein Histogramm zeichnet:

1. Geben Sie die Spaltennummer ein, die Sie plotten wollen, und drücken Sie XCOL im STAT Menü.
2. Drücken Sie HISTP im STAT Menü.
3. Drücken Sie (ATTN), um in das Anwendungsprogramm STATISTIK zurückzukehren.

HISTPLOT verwendet automatisch 13 Klassen. Um die Anzahl der Klassen zu ändern, geben Sie die Zahl ein, und drücken Sie RES im PLOTR Menü ((↱)(PLOT)). Um die Grundeinstellungszahl der Klassen zu verwenden, drücken Sie 0 RES.

Wie man ein Histogramm mit angegebenen Klassen zeichnet:

1. Optional: Wenn die statistischen Daten nicht benannt sind, drücken Sie (↱) STOΣ NEW, und geben Sie einen Namen ein, und danach drücken Sie (ENTER).
2. Geben Sie die Spaltennummer ein, die Sie plotten wollen, und drücken Sie XCOL im STAT Menü.
3. Geben Sie den minimalen x-Wert ein, um den unteren Raum des Bereichs zu verwenden, und dann drücken Sie (ENTER).

4. Geben Sie die Breite einer jeden Klasse ein (positive reelle Zahl), und drücken Sie [ENTER].
5. Geben Sie die Zahl der von Ihnen gewünschten Klassen ein, und drücken Sie [ENTER].
6. Drücken Sie BINS im STAT Menü.
7. Drücken Sie [←] (oder [↰][DROP]), um die Daten außerhalb des Bereichs auszuschalten.
8. Drücken Sie STOΣ, um die Häufigkeitsdaten als die aktuellen statistischen Daten zu speichern.
9. Drücken Sie BARPL, um die Häufigkeitsdaten zu plotten.
10. Drücken Sie [ATTN], um in das Anwendungsprogramm STATISTIK zurückzukehren.

Beachten Sie, daß die ursprüngliche Matrix während dieses Vorganges ersetzt wird. Sie können die Häufigkeitsdaten prüfen, bevor Sie diese speichern und plotten. Wenn es nicht das ist, was Sie wollen, können Sie wieder von vorne anfangen. Die von BARPL geplottete y-Achse des "Histogramms" ist nach der maximalen Häufigkeit skaliert und nicht auf die Zahl der ursprünglichen Datenpunkte.

Befehle für grafische Darstellung zusammenfassen

Verwenden Sie Befehle auf Seite 3 des STAT Menüs, um Statistiken mit unabhängigen und verbundenen Stichproben grafisch darzustellen. Wenn diese Seite des STAT Menüs angezeigt ist, gibt die Statusmeldung oben im Display die Spaltenbezeichnungen für die unabhängige (x) und die abhängige (y) Variable und das aktuelle Modell an.

Befehle zur grafischen Darstellung im STAT Menü

Taste	Progammierbarer Befehl	Beschreibung
[↰] [STAT] (Seite 3):		
XCOL	XCOL	Nimmt eine Spaltennummer als Argument und bestimmt die Spalte als die unabhängige Variable.
YCOL	YCOL	Nimmt eine Spaltennummer als Argument und bestimmt die Spalte als die abhängige Variable.
BARPL	BARPLOT	Zeichnet ein Balkendiagramm mit der x-Spalte. Automatische Skalierung.
HISTP	HISTPLOT	Zeichnet ein Häufigkeitshistogramm mit der x-Spalte. Automatische Skalierung.
SCATR	SCATRPLOT	Plottet die (x,y) Punkte mit den bestimmten x- und y-Spalten, und zeichnet, wenn verlangt, die beste Linie mit dem aktuellen Modell. Automatische Skalierung.

Wenn Sie einige dieser Operationen durchführen, wird die Statusmeldung (x, y und Modell) gelöscht. Drücken Sie [↰] [REVIEW], um die Statusinformation zu sehen. Halten Sie [REVIEW] gedrückt, um den Status länger im Display zu halten.

Statistik mit Summen

Verwenden Sie die Befehle auf Seite 5 des STAT Menüs, um Statistik mit Summen durchzuführen. Verwenden Sie XCOL und YCOL (auf Seite 3 des STAT Menüs), um x und y zu bestimmen.

Befehle der Statistik mit Summen

Taste	Progam-mierbarer Befehl	Beschreibung
(↰)(STAT) (Seite 5):		
ΣX	ΣX	Liefert die Summe der Einträge in die x (unabhängige) Spalte von ΣDAT.
ΣY	ΣY	Liefert die Summe der Einträge in die y (abhängige) Spalte von ΣDAT.
ΣX^2	ΣX^2	Liefert die Summe der Quadrate der x-Spalteneinträge von ΣDAT.
ΣY^2	ΣY^2	Liefert die Summe der Quadrate der y-Spalteneinträge von ΣDAT.
ΣX*Y	ΣX*Y	Liefert die Summe der Produkte der entsprechenden x und y Spalten von ΣDAT.
NΣ	NΣ	Liefert die Zahl der Zeilen in ΣDAT.

21

Teststatistik

Verwenden Sie die Befehle im PROB (Wahrscheinlichkeit) Menü ((MTH) PROB) zur Berechnung von Kombinationen, Permutationen, Fakultäten, Zufallszahlen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen für verschiedene Tests in der Statistik. Berechnungen in der Teststatistik werden mit von Ihnen im Stack eingegebenen Werten durchgeführt. Statistische Daten in ΣDAT gespeichert werden *nicht* verwendet.

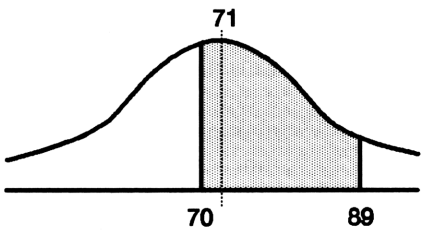
Nur Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden hier behandelt. Weitere Themen werden in "Arithmetik und Grundrechenarten" auf Seite 9-13 beschrieben.

Befehle der Teststatistik

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(MTH) PROB (Seite 2):		
UTPC	UTPC	**(Upper-tail chi-Quadrat Verteilung.** Entnimmt die Freiheitsgrade aus Ebene 2 und eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und gibt die Wahrscheinlichkeit aus, mit der χ^2 verteilte Zufallsvariable größer als x ist.
UTPF	UTPF	**Upper-tail f Verteilung.** Entnimmt die Freiheitsgrade für den Zähler aus Ebene 3 und für den Nenner aus Ebene 2 und eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Snedecor's F-verteilte Zufallsvariable größer als x ist.
UTPN	UTPN	**Upper-tail normale Verteilung.** Entnimmt den Mittelwert aus Ebene 3, die Varianz aus Ebene 2, und eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine normalverteilte Zufallsvariable größer ist als x.
UTPT	UTPT	**Upper-tail t-Verteilung.** Entnimmt die Freiheitsgrade aus Ebene 2 und eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit aus, mit der eine Studentsche t-verteilte Zufallsvariable größer ist als x.

Beachten Sie, daß die Freiheitsgrade als Argument für diese Befehle zwischen 0 und 499 sein müssen. Außerdem werden in den Berechnungen die Freiheitsgrade auf die nächstgelegene ganze Zahl gerundet.

Beispiel: Die Punktzahlen bei einer Abschlußprüfung ergeben annähernd eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 71 und einer Standardabweichung von 11. Wie groß ist der Prozentsatz an Schülern, die eine Punktzahl zwischen 70 und 89 erhielten?



Berechnen Sie zunächst die Wahrscheinlichkeit, daß ein zufällig ausgewählter Schüler eine Punktzahl größer als 70 hat. (Die Standardabweichung wird quadriert, damit man die Varianz erhält.)

(MTH) PROB (NXT)
71 (ENTER)
11 (↰)(x^2)
70 UTPN

```
1:          .536217586697
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Führen Sie jetzt die gleiche Berechnung für die Punktzahl 89 durch.

(↱) (LAST ARG) (←)
89 UTPN

```
2:          .536217586697
1:          .050881752476
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Subtrahieren Sie die beiden Werte. Ungefähr 49% der Schüler erhielten eine Punktzahl zwischen 70 und 89.

(−)

```
1:          .485335834221
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Statistik-Parametervariablen verstehen

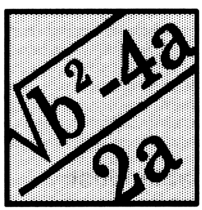
Der HP 48 verwendet eine eingebaute Statistik-Parametervariable namens ΣPAR, um darin Statistikparameter zu speichern. Normalerweise kontrollieren Sie die Parameter, indem Sie die XCOL, YCOL, LR und MODL Befehle im STAT Menü verwenden. Weil ΣPAR eine Variable ist, können Sie eine andere ΣPAR in jedem Verzeichnis haben. ΣPAR enthält eine Auflistung der folgenden Objekte:

{ *unabhägige-col abhängige-col Ordinate Steigung Modell* }

Der Inhalt in der Grundeinstellung ist wie folgt: { 1 2 0 0 LINFIT }.

22

Algebra



Dieses Kapitel zeigt Ihnen, wie Sie einen symbolischen Ausdruck oder eine symbolische Gleichung ähnlich wie auf einem Stück Papier verarbeiten können. Sie können symbolisch nach einer Variablen lösen, und Sie können einen Ausdruck oder eine Gleichung vereinfachen und umstellen.

In diesem wird der Begriff *algebraisches Objekt* in der Bedeutung von symbolischen Ausdrücken oder Gleichungen gebraucht. Die Begriffe *Ausdruck* und *Gleichung* werden nur dann verwendet, wenn die Unterscheidung zwischen diesen beiden Formen algebraischer Objekte wesentlich ist.

Symbolische Lösungen

Ein allgemeines Ziel der algebraischen Bearbeitung von Ausdrücken oder Gleichungen ist es, symbolisch nach einer Variablen "aufzulösen", d.h. eine Variable durch die anderen Variablen und Zahlen des Ausdrucks oder der Gleichung auszudrücken. Sie können auch mit den folgenden Befehlen symbolisch auflösen:

- **ISOL.** Löst nach einer Variablen, die nur einmal in irgendeinem Typ von Ausdrücken oder Gleichungen vorkommt.
- **QUAD.** Löst nach einer Variablen, die in quadratischen Ausdrücken oder Gleichungen vorkommen.

Vergleich der Befehle für Symbolische Lösungen

ISOL Befehl	QUAD Befehl
Variable kommt nur einmal vor.	Variable kann öfters vorkommen, und dabei sind keine Umstellungen erforderlich.
Die Ordnung der Variablen kann jeden Grades sein.	Für eine genaue Lösung darf die Variable nicht höher als zweiten Grades sein.
Die Variable kann das Argument einer nicht-linearen Funktion (wie SIN) sein.	

22

Eine einzelne Variable isolieren

Wie man nach einer nur einmal vorkommenden Variablen löst:

1. Geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein.
2. Geben Sie Namen der Variablen (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
3. Drücken Sie ◀ (ALGEBRA) ISOL.

Der ISOL Befehl isoliert eine Variable, die nur an einer Stelle in einem algebraischen Objekt vorkommt, und er liefert eine Gleichung, die eine symbolische Lösung des algebraischen Objektes in folgender Form darstellt:

'*Variable*=*Ausdruck*'

Wenn das algebraische Objekt ein Ausdruck ist (es hat kein =), dann wird der Ausdruck wie eine Gleichung der folgenden Form behandelt: '*Ausdruck*=0'.

Die zu isolierende Variable kann ein Argument einer Funktion sein, aber *nur wenn der HP 48 einen Kehrwert für die Funktion hat.* Funktionen, für die der HP 48 Kehrwerte hat, werden in diesem Handbuch *analytische* Funktionen genannt. Beispielsweise können Sie *X* in einem algebraischen Objekt mit TAN(X) oder LN(X) isolieren, weil TAN und LN Kehrwerte (ATAN und EXP) haben. Jedoch können Sie *X* in einem algebraischen Objekt mit IP (X) nicht isolieren. Der Index der Operationen in Anhang G identifiziert alle HP 48 analytische Funktionen.

Gibt es mehr als eine Lösung für das algebraische Objekt, schließt ISOL eine "s" (sign) Variable ein, um eine allgemeine Lösung zu

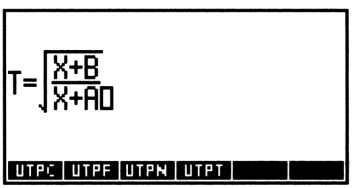
liefern. Sehen Sie dazu “Allgemein- und Haupt-Lösungen erzielen” auf Seite 22-6.

Beispiel: Verwenden ISOL, um A in der folgenden Gleichung zu isolieren:

$$T = \sqrt{\frac{X+B}{X+A}}$$

Tippen Sie die Gleichung ein.

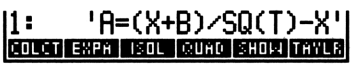
(←)(EQUATION) T (←)(=)
(√x)(▲) X (+) B (▶)
X (+) A



22

Geben Sie die Gleichung ein. Dann geben Sie den Namen der Variablen ein, und isolieren Sie diese.

(ENTER)
(') A (ENTER)
(←)(ALGEBRA) ISOL



Beispiel: Geben Sie den Ausdruck `'A*(B+2*X)-C'` und die Variable `'X'` ein, und dann drücken Sie ISOL um X zu isolieren. Folgendes wird geliefert: `'X=(C/A-B)/2'`.

Quadratische Gleichungen lösen

Wie man nach einer Variablen in einer quadratischen Gleichung löst:

1. Geben Sie die quadratische Gleichung oder den quadratischen Ausdruck in den Stack ein.
2. Geben Sie den Namen der Variablen (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
3. Drücken Sie (←)(ALGEBRA) QUAD.

Der QUAD Befehl löst jedes beliebiges algebraisches Objekt, das hinsichtlich der unbekannten Variablen höchstens zweiten Grades ist. Der Befehl wurde nach seiner Fähigkeit zum Lösen algebraischer Objekte zweiten Grades (quadratisch) benannt. Aber Sie können

QUAD auch zur Lösung von (linearen) algebraischen Objekten ersten Grades verwenden. Es liefert eine Gleichung der folgenden Form:

' *Variable=Ausdruck* '

Wenn Sie eine Gleichung eingeben, deren Variable, wonach gelöst werden soll, die *nicht* ersten oder zweiten Grades ist, wandelt QUAD die Gleichung in ein *Näherungspolynom* zweiten Grades um und löst dann diese quadratisch Gleichung.

Enthält das algebraische Objekt andere Variablen, dürfen diese nicht im aktuellen Verzeichnis vorkommen, wenn Sie diese Variablen in der Lösung als formale (symbolische) Variablen mit eingeschlossen haben wollen. Wenn sie im aktuellen Verzeichnis vorkommen, wertet QUAD sie aus.

Wenn das algebraische Objekt ein Ausdruck ist, wird der Ausdruck wie eine Gleichung der folgenden Form behandelt: '*Ausdruck*=0'.

Wenn es mehr als eine Lösung für das algebraische Objekt gibt, schließt QUAD "s" (Sign) und "n" (Integer) Variablen ein, um eine allgemeine Lösung zu liefern. Sehen Sie dazu "Allgemein- und Haupt-Lösungen erzielen" auf Seite 22-6.

Beispiel: Quadratischer Ausdruck. Lösen Sie nach x in dem Ausdruck $x^2 - x - 6$.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis vorkommt und daß Sie [']X [←][PURGE] drücken können).

Geben Sie den Ausdruck und den Namen der Variablen ein.

['] X [y^x] 2 [−] X [−] 6 [ENTER]
['] X [ENTER]

```
2:                 'X^2-X-6'
1:                       'X'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Lösen Sie nach der Variablen.

[←][ALGEBRA] QUAD

```
1:            'X=(1+s1*5)/2'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Die Lösung enthält die Variable *s1*, die ein arbiträres + oder − Zeichen darstellt. Kopieren Sie den Ausdruck. Dann werten Sie ihn nach *s1* = 1 aus. (Um *s1* einzutippen, drücken Sie [α] [←] S1.)

[ENTER]
1 ['] s1 [STO]
[EVAL]

```
1:                     'X=3'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Jetzt werten Sie den Ausdruck nach $s1 = -1$ aus.

1 [+/-] [']s1 [STO]
[←][SWAP]
[EVAL]

```
2:                    'X=3'
1:                   'X=-2'
COLCT EXPAN ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Beispiel: Quadratische Gleichungen mit anderen Variablen. Lösen Sie nach x in der Gleichung $2x^2 - 4x + c = 0$.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen X und C nicht im aktuellen Verzeichnis vorkommen und Sie [←][{}] X [SPC] C [ENTER] [←][PURGE] drücken können.)

Geben Sie die Gleichung und den Variablennamen X ein.

[']2 [×] X [y^x] 2
[−] 4 [×] X [+] C [←][=] 0
[ENTER] ['] X [ENTER]

```
2:        '2*X^2-4*X+C=0'
1:                     'X'
COLCT EXPAN ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Lösen Sie nach der Variablen mit C auf.

[←][ALGEBRA] QUAD

```
1: 'X=(4+s1*√(16-8*C))
   /4'
COLCT EXPAN ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Kopieren Sie den Ausdruck. Lösen Sie nach $c = 3$ auf. Die Lösungen sind $1 \pm 0{,}7071i$.

[ENTER]
3 [']C [STO]
1 [']s1 [STO] [EVAL]
1 [+/-] [']s1 [STO]
[←][SWAP] [EVAL]

```
2: 'X=(1,.70710678118…
1: 'X=
   (1,-.707106781188)'
COLCT EXPAN ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Beispiel: Lineare Gleichung (ersten Grades). Verwenden Sie QUAD, um nach x (was zweimal vorkommt) in der folgenden Gleichung zu lösen: $3(x + 2) = 5(x - 6)$.

Tippen Sie die Gleichung ein.

[']3 [×] [←][()] X [+] 2 [▶]
[←][=] 5 [×] [←][()] X [−] 6
[ENTER]

```
1:    '3*(X+2)=5*(X-6)'
COLCT EXPAN ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Lösen Sie nach x.

[ ] X
[←] [ALGEBRA] QUAD

```
1:                    'X=18'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Allgemein- und Haupt-Lösungen erzielen

HP 48 Funktionen liefern immer ein Resultat: die*Hauptlösung*. Beispielsweise liefert $\sqrt{4}$ immer +2, und ASIN(0,5) liefert immer 30 Grad oder 0,524 Radiant.

22

Wenn Sie jedoch ein algebraisches Objekt nach einer Variablen lösen, könnte es mehr als eine Lösung geben, und Sie wollen vielleicht wissen, welche die sind. Darum liefern die ISOL und QUAD Befehle normalerweise eine *allgemeine* Lösung. Eine allgemeine Lösungen stellt die mehrfachen Lösungen dar, indem spezielle Variablen verwendet werden, die mehrfache Werte annehmen können:

- *s1* steht für ein arbiträres + or − Zeichen (+1 or −1). Weitere arbitäre Zeichen im Result werden durch *s2*, *s3*, ... angegeben.
- *n1* für eine arbiträre Ganzzahl: 0, ±1, ±2, ... Weitere arbiträre Ganzzahlen sind durch *n2*, *n3*, ... angegeben.

Wie man Allgemein- und Haupt-Lösungen bestimmt:

- Um allgemeine Lösungen zu erhalten, drücken Sie 1 [+/−] [→] [MODES] [NXT] CF.
- Um Hauptlösungen zu erhalten, drücken Sie 1 [+/−] [→] [MODES] [NXT] SF.

Das Systemflag −1 steuert den Typ der Lösung, der von ISOL und QUAD geliefert wird. Wenn Sie Hauptlösungen bestimmen, werden immer arbiträre Zeichen als +1 und arbiträre Ganzzahlen als 0 gewählt.

Beispiel: Verwenden Sie ISOL, um x in der folgenden Gleichung zu isolieren: $y = \sin x^2$. Finden Sie sowohl die Haupt- wie die allgemeine Lösung.

Zuerst geben Sie die Gleichung ein. Dann kopieren Sie diese. Aktivieren Sie den Winkelmodus RAD, und setzen Sie das Flag −1. Dann geben Sie die zu isolierende Variable ein, und fordern Sie die Hauptlösung.

[']Y [←][=] [SIN] X [y^x] 2
[ENTER] [ENTER]
[←][RAD] (falls notwendig)
1 [+/−] [→][MODES] [NXT] SF
[']X [←][ALGEBRA] ISOL

```
1:          'X=√ASIN(Y)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Setzen Sie das Flag −1 zurück. Dann rufen Sie die Kopie der ursprünglichen Gleichung aus Ebene 1 auf, geben Sie den Variablennamen ein, und fordern Sie die allgemeine Lösung. Das Resultat enthält das arbiträre Zeichen *s1* und die arbiträre Ganzzahl *n1*.

1 [+/−] [→][MODES] [NXT] CF
[←][SWAP]
[']X [←][ALGEBRA] ISOL

```
1: 'X=s1*√(ASIN(Y)*(-1
   )^n1+π*n1)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Drücken Sie [←][RAD], um in den DEG Modus zurückzukehren.

Verdeckte Variablen anzeigen

Es kann vorkommen, daß Sie nach einer Variablen auflösen möchten, die in einer anderen Variablen gespeichert ist. Um dies zu erreichen, müssen Sie das algebraische Objekt so umwandeln, daß die verdeckte Variable sichtbar wird.

Es könnte auch vorkommen, daß Sie die Auswertung verschnellern wollten, und Sie erreichen das, indem Sie ein algebraisches Objekt so umwandeln, daß alle Variablen ausgewertet werden *außer* solchen, die Sie bestimmen.

Wie man ein algebraisches Objekt zur teilweisen Auswertung umwandelt:

- Um eine verdeckte Variable zu zeigen, geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein, geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][ALGEBRA] SHOW.

- Um alle Variablen außer einigen bestimmten auszuwerten, geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein, und geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) mit den Variablennamen ein, die als Namen bleiben sollen, und drücken Sie ◀ (ALGEBRA) SHOW.

Beispiel: Sie wollen 'A*B' nach X lösen, wobei A 'X+1' enthält. Geben Sie den Ausdruck 'A*B' und die Variable 'X' in den Stack ein, und drücken Sie SHOW. Sie erhalten '(X+1)*B', was Sie nach X lösen können.

Beispiel: Sie wollen die TRUTH grafische Darstellung von 'X-Y+2*C>3*D' zeichnen, wobei C 7 und D 5 enthält. Um Zeit zu sparen, werten Sie alle Variablen außer X und Y aus. Geben Sie den Ausdruck 'X-Y+2*C>3*D' und die Liste { X Y } in den Stack ein, und drücken Sie SHOW. Sie erhalten 'X-Y+14>15', was Sie plotten können.

Zusammenfassung der Befehle für symbolische Lösungen

Operationen für symbolische Lösungen im ALGEBRA Menü

Tasten	Progam-mierbarer Befehl	Beschreibung
◀ (ALGEBRA):		
ISOL	ISOL	Isoliert für ein algebraisches Objekt in Ebene 2 das erste Auftreten der Variablen in Ebene 1.
QUAD	QUAD	Löst die quadratische Gleichung in Ebene 2 nach der bestimmten Variablen in Ebene 1 auf.
SHOW	SHOW	Löst in dem algebraischen Objekt in Ebene 2 alle impliziten Bezüge auf die in Ebene 1 angegebene Variable auf. Es wertet für eine Liste in Ebene 1 alle Variablen in dem algebraische Objekt in Ebene 2 , die nicht auf der Liste sind, aus.

Terme neuordnen

Manchmal können Sie algebraische Objekte vereinfachen, indem Sie Teilausdrücke erweitern oder ähnliche Terme zusammenfassen. Wenn beispielsweise eine Variable mehr als einmal in einem algebraischen Objekt vorkommt, können Sie vielleicht so vereinfachen, daß die Variable nur einmal vorkommt, damit Sie dann ISOL verwenden können, um nach der Variablen zu lösen.

Ein *Teilausdruck* besteht aus einer Funktion und ihren Argumenten. Die Funktion, die einen Teilausdruck definiert, wird *Hauptfunktion* dieses Teilausdruckes genannt. Es ist die Funktion, die zuletzt durchgeführt wird. Ein Beispiel: In dem Ausdruck `'A+B*C/D'` ist für den Teilausdruck `'B*C'` das `*` die Hauptfunktion. Die Hauptfunktion für `'B*C/D'` ist `/`, und die Hauptfunktion für `'A+B*C/D'` ist `+`.

Ähnliche Terme zusammenfassen

Wie man ähnliche Terme in einem algebraischen Objekt zusammenfaßt:

- Geben Sie das algebraische Objekt ein, und drücken Sie ↰ (ALGEBRA) COLCT.

COLCT vereinfacht ein algebraisches Objekt folgenderweise:

- Wertet numerische Teilausdrücke aus. Ein Beispiel: `'1+2+LOG(10)'` COLCT liefert 4.
- Faßt numerische Terme zusammen: Ein Beispiel: `'1+X+2'` COLCT liefert `'3+X'`.
- Ordnet Faktoren (Argumente von *) und faßt ähnliche Faktoren zusammen. Ein Beispiel: `'X^Z*Y*X^T*Y'` COLCT liefert `'X^(T+Z)*Y^2'`.
- Ordnet Summanden (Argumente von + oder −), und faßt ähnliche Terme, die nur im Koeffizienten verschieden sind, zusammen. Ein Beispiel: `'X+X+Y+3*X'` COLCT liefert `'5*X+Y'`.

COLCT wirkt auf die beiden Seiten einer Gleichung getrennt, so daß gleiche Terme auf verschiedenen Seiten der Gleichung nicht zusammengefaßt werden.

Erweitern von Produkten und Potenzen

Wie man Produkte und Potenzen in einem algebraischen Objekt erweitert:

- Geben Sie das algebraische Objekt ein, und drücken Sie (↰)(ALGEBRA) EXPA.

EXPAN schreibt ein algebraisches Objekt folgendermaßen neu:

- Führt Multiplikation und Division gemäß dem Distributivgesetzes vor Addition durch. Ein Beispiel: 'A*(B+C)' EXPA liefert 'A*B+A*C'.

22

- Erweitert Potenzen deren Exponenten Summen sind. Ein Beispiel: 'A^(B+C)' EXPA liefert 'A^B*A^C'.
- Erweitert Potenzen mit ganzzahligen positiven Exponenten. Ein Beispiel: 'X^5' EXPA liefert 'X*X^4', und '(X+Y)^2' EXPA liefert 'X^2+2*X*Y+Y^2'.

EXPAN führt nicht alle möglichen Erweiterungen an einem algebraischen Objekt in einem Durchgang aus. EXPAN arbeitet sich vielmehr an der Hierarchie der Teilausdrücke entlang, wobei es auf jeder Ebene der Hierarchie stoppt, wenn es einen Teilausdruck findet, der erweiterbar ist. Zunächst wird der Teilausdruck auf der höchsten Ebene (das ist das algebraische Objekt selbst) untersucht. Wenn dieses erweiterbar ist, erweitert EXPAN es und stoppt. Oder sonst untersucht EXPAN alle Teilausdrücke der zweiten Ebene. Dieser Prozess wird durch die Hierarchie hindurch immer solange fortgesetzt, bis eine Erweiterung auf irgendeiner Ebene vorkommt. Dann werden keine unteren Ebenen mehr untersucht.

Beispiel: Erweitern Sie den Ausdruck 'A^(B*(C^2+D))'.

Geben Sie den Ausdruck.

(') A (y^x) (↰)(()) B (×) (↰)(()) C (y^x) 2 (+) D (ENTER)

```
1:      'A^(B*(C^2+D))'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Erweitern Sie den Ausdruck. Die erste Erweiterung kommt auf der zweiten Ebene vor: der Teilausdruck B*(C^2+D) wird erweitert.

(↰)(ALGEBRA) EXPA

```
1:      'A^(B*C^2+B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Erweitern Sie den Ausdruck noch einmal. Die Hauptfunktion (das linke ^) wird erweitert.

EXPA

```
1: 'A^(B*C^2)*A^(B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Erweitern Sie den Ausdruck wieder. Die erste Erweiterung kommt auf der dritten Ebene vor: der Teilausdruck C^2 wird erweitert.

EXPA

```
1: 'A^(B*(C*C))*A^(B*D
   )'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Drückten Sie EXPA, keine andere Erweiterung würde vorkommen. Fassen Sie ähnliche Terme zusammen.

COLCT

```
1:      'A^(B*C^2+B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

22

Beispiel: Das *EXCO* Programm auf Seite 31-24 erweitert und faßt ein algebraisches Objekt vollständig zusammen.

Zusammenfassung der Befehle zum Zusammenfassen und Erweitern

Operationen des Zusammenfassens und Erweiterns im ALGEBRA Menü

Tasten	Progam-mierbarer Befehl	Beschreibung
↰ ALGEBRA:		
COLCT	COLCT	Vereinfacht das algebraische Objekt in Ebene 1 durch Zusammenfassung von ähnlichen Termen.
EXPA	EXPAN	Schreibt das algebraische Objekt in Ebene 1 neu durch Erweitern der Teilausdrücke mit Produkten und Potenzen.

Das RULES Menü für Umwandlungen verwenden

Sie können ein algebraisches Objekt schrittweise so umformen, daß Sie das Resultat in der von Ihnen gewünschten Form erhalten. Die RULES Umformungen sind algebraische Operationen, die weniger breit angelegt sind als EXPAN und COLCT. Mit RULES können Sie den Weg einer algebraischen Umformung steuern.

Wie man ein ein algebraisches Objekt in bestimmten Schritten umformt:

1. Geben Sie das algebraische Objekt in den EquationWriter ein:
   - Um ein neues algebraisches Objekt einzugeben, drücken Sie [←] [EQUATION], und tippen Sie es ein.
   - Um ein algebraisches Objekt in Ebene 1 zu verwenden, drücken Sie [▼].
   - Um ein in einer Variablen gespeichertes algebraisches Objekt zu verwenden, geben Sie den Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [→] [▼].
2. Aktivieren Sie die *Auswahlumgebung*:
   - Aus dem Eingabemodus drücken Sie [◀].
   - Aus dem Rollmodus drücken Sie [←] [GRAPH] [◀].
3. Drücken Sie [▲] [▼] [◀] [▶], um den Auswahlcursor auf die *Hauptfunktion* des von Ihnen gewünschten Teilausdrucks, den Sie umformen wollen. (Sehen Sie weiter unten.)
4. Optional: Drücken Sie EXPR zu irgendeiner Zeit, um den angegebenen Teilausdruck zu zeigen: eine Hervorhebungsleuchte geht an oder aus.
5. Drücken Sie RULES, um das RULES Menü zu aktivieren. (Sie können [−] drücken, um ins Auswahlmenü zurückzukehren.)
6. Drücken Sie die für die von Ihnen gewünschte Umformung notwendige Menütaste. (Oder bewegen Sie einfach den Cursor, um *keine* Umformung durchzuführen.)
7. Wiederholen Sie Schritt 6 für jede von Ihnen gewünschte Umformung. (Wenn Sie den Cursor bewegen, müssen Sie zu Schritt 3 zurückgehen.)
8. Drücken Sie [ENTER], um das umgeformte algebraische Objekt festzuhalten (oder drücken Sie [ATTN], es nicht festzuhalten).

In diesem Abschnitt wird die Definition von *Teilausdruck* des vorhergenden Abschittes erweitert, um einzelne Objekte

einzuschließen. Ein Beispiel: Sie können einen Namen als Teilausdruck bestimmen.

Nachdem Sie die *Auswahlumgebung* aktiviert haben, bewegen Sie den Auswahlcursor. Es bestimmt sowohl ein Objekt in dem algebraischen Objekt wie seinen entsprechenden Teilausdruck.

Operationen in der Auswahlumgebung

Taste	Beschreibung
RULES	Aktiviert ein Menü mit für den angegebenen Teilausdruck relevanten Umformungen.
EDIT	Schreibt den angegebenen Teilausdruck in die Befehlszeile zur Bearbeitung. (Lesen Sie dazu "In der Befehlszeile editieren" auf Seite 16-18.)
EXPR	Hebt den angegebenen Teilausdruck hervor.
SUB	Schreibt den angegebenen Teilausdruck in Ebene 1 des Stacks.
REPL	Ersetzt den angegebenen Teilausdruck mit dem algebraischen Objekt in Ebene 1 des Stacks. (Sehen Sie dazu "Einen Teilausdruck mit einem algebraischen Objekt ersetzen" auf Seite 16-23.)
EXIT	Die Auswahlumgebung wird verlassen, und der Eingabemodus-Cursor wird ans Ende der Gleichung gesetzt.
▲ ▼ ◀ ▶	Bewegt den Auswahlcursor zum nächsten Objekt in der angegebenen Richtung. Wenn vorher ↱ gedrückt wird, bewegt sich der Auswahlcursor in der angegebenen Richtung des am weitesten entfernten Objektes.
+/–	Hebt den angegebenen Teilausdruck hervor (genau wie EXPR), aber es bleibt auch aktiv, wenn das RULES Menü angezeigt ist.

Das RULES Menü kann Umformungen ermöglichen, die bei dem angegebenen Teilausdruck nicht durchführbar sind. Solche Menütasten "piepsen." Nachdem Sie eine Umformung durchgeführt haben, hebt der Auswahlcursor das neue Hauptobjekt hervor. Wenn Sie einen der folgenden Tasten drücken, wird das RULES Menü abgeschaltet: ◀

[▶] [▲] [▼], [−] (um ins Auswahlmenü zurückzukehren), [ENTER] oder [ATTN].

Die Tabellen auf den nächsten Seiten beschreiben die RULES Umformungen und zeigen Beispiele. Jedoch zeigen die Tabellen *nicht* Muster, auf die Umformungen angewendet werden können.

Hinweis

Die folgenden Tabellen enthalten Umformungsbeispiele der folgenden Form:

vorher → *nachher*

Die "vorher" und "nachher" algebraischen Objekte werden in ihrer *Befehlszeilenform* angezeigt, obwohl Sie RULES Umformungen in der *Equation Writerumgebung* ausführen. Wenn Sie ein Beispiel versuchsweise durchführen wollen, drücken Sie [ENTER], um den neuen Ausdruck in der Befehlszeilenform zu sehen.

Das RULES Menü: Universelle Umformungen

Taste	Beschreibung
DNEG	Doppelte Verneinung. A → --A
DINV	Doppelte Inversion. A → INV(INV(A))
*1	Multiplikation mit 1. A → A*1 A+B/1 → A+B
^1	In die erste Potenz erheben. A → A^1
/1	Division durch 1. A → A/1 A+B*1 → A+B

Das RULES Menü: Universelle Umformungen (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
+1-1	1 addieren und 1 subtrahieren. A → A+1-1
COLCT	Zusammenfassen. Führt eine begrenzte Form des COLCT Befehls im ALGEBRA Menü durch. Funktioniert nur bei dem Teilausdruck, der durch ein angegebenes Objekt definiert ist, und es liefert den Koeffizienten der zusammengefaßten Terme als Summen oder Unterschiede. (2+3)*X → 5*X 2*X+3*X → (2+3)*X

Das RULES Menü: Terme bewegen

Taste	Beschreibung
←T	Term nach links bewegt. Bewegt den nächsten rechten Nachbar von der angegebenen Funktion herüber zum nächsten Nachbar links von der Funktion. A+B+(C+D) → A+C+(B+D) A+B+(C+D) → A+B+(D+C) A+(B+C)*1+D → A+D+(B+C)*1 A*B=C*D → A*B/C=D
T→	Term nach rechts bewegt. Bewegt den nächsten linken Nachbar von der angegebenen Funktion herüber zum nächsten Nachbar rechts von der Funktion. A+B=(D+E) → A=-B+(D+E) A*B=(X+Y) → A=INV(B)*(X+Y)

←T und T→ werden verwendet, um einen *Term* über seinen "nächsten Nachbarn" nach links oder rechts zu bewegen. Ein Term ist ein Argument von + or − (ein Summand), ein Argument von * oder / (ein Faktor), oder ein Argument von =. Außerdem ignorieren diese beiden Operationen alle Klammern. Sie können Sie auf Klammern aufmerksam machen, indem Sie *1 ausführen, um den parenthetischen Teilausdruck zu einem Term zu machen.

Das RULES Menü: Einklammern und Klammern erweitern

Taste	Beschreibung
(( ))	Nachbarn einklammern. Klammert die nächsten Nachbarn + oder *. Hat keine Wirkung, wenn die angegebene Funktion die erste (oder einzige) Funktion im Ausdruck ist, weil diese Klammern schon vorhanden, aber verdeckt, sind. A+B+C+D → A+(B+C)+D
(←	Erweitern des Teilausdruckes nach links. Erweitert den Teilausdruck verbunden mit der angegebenen Funktion, um das nächste linke Term einzuschließen. Beachten Sie, ein zusammengehörendes Klammernpaar könnte verlorengehen. A+B+(C+D)+E → A+(B+C+D)+E
→)	Erweitern des Teilausdruckes nach rechts. Erweitert den Teilausdruck verbunden mit der angegebenen Funktion, um das nächste rechte Term einzuschließen. A+(B+C)+D+E → A+(B+C+D)+E

Das RULES Menü: Vertauschung, Verbindung und Verteilung

Taste	Beschreibung
← →	Vertauschung. Vertauscht die Argumente der angegebenen Funktion. A+B → B+A INV(A)*B → B/A
←A	Links verbinden. A+(B+C) → A+B+C A*(B/C) → A*B/C A^(B*C) → A^B^C
A→	Rechts verbinden. (A+B)+C → A+(B+C) (A*B)/C → A*(B/C) (A^B)^C → A^(B*C)

Das RULES Menü: Vertauschung, Verbindung und Verteilung (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
→( )	Vorzeichen-Funktion verteilen. -(A+B) → -A-B INV(A/B) → INV(A)*B IM(A*B) → RE(A)*IM(B)+IM(A)*RE(B)
←D	Links verteilen. (A+B)*C → A*C+B*C (A/B)^C → A^C/B^C
D→	Rechts verteilen. A*(B+C) → A*B+A*C A^(B-C) → A^B/A^C LN(A*B) → LN(A)+LN(B)
←M	Faktoren links zusammenfassen. Faßt Argumente von +, −, *, und / zusammen, wenn die Argumente einen gemeinsamen Faktor oder eine gemeinsame einwertige Funktion EXP, ALOG, LN oder LOG haben. Bei gemeinsamen Faktoren gibt ← an, daß mit den Faktoren auf der linken Seite zusammengefaßt werden soll. Auch werden Summen zusammengefaßt, bei denen nur ein Argument ein Produkt ist. (A*B)+(A*C) → A*(B+C) EXP(A)*EXP(B) → EXP(A+B) A+A*B → A*(1+B)
M→	Faktoren rechts zusammenfassen. Faßt Argumente von +, −, *, und / zusammen, wenn die Argumente einen gemeinsamen Faktor haben. → gibt an, daß mit den Faktoren auf der rechten Seite zusammengefaßt werden soll. Auch werden Summen zusammengefaßt, wo nur ein Argument ein Produkt ist. (A*C)+(B*C) → (A+B)*C A*B+1*B → (A+1)*B

22

Das RULES Menü: Vertauschung, Verbindung und Verteilung (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
-()	Doppelt negieren und ausmultiplizieren. Gleichbedeutend mit DNEG und dem danach folgenden →() an der resultierenden inneren Negation. A+B → -(-A-B) LOG(INV(A)) → -LOG(A)
1/()	Doppelt invertieren und ausmultiplizieren. Gleichbedeutend mit DINV und dem danach folgenden →() an der resultierenden inneren Inversion. A*B → INV(INV(A)/B) EXP(A) → INV(EXP(-A))

22

Das RULES Menü: Umformen von Potenzen

Taste	Beschreibung
L*	Den Logarithmus einer Potenz durch das Produkt mit einem Logarithmus ersetzen. LOG(A^B) → LOG(A)*B
L()	Ein Produkt mit einem Logarithmus durch den Logarithmus einer Potenz ersetzen. LN(A)*B → LN(A^B)
E^	Ein Produkt von Potenzen durch die Potenz einer Potenz ersetzen. ALOG(A*B) → ALOG(A)^B
E()	Die Potenz einer Potenz durch das Produkt aus Potenzen ersetzen. EXP(A)^B → EXP(A*B)
→TRG	Ersetzen exponentaler durch trigonometrische Funktionen. (Dieses Beispiel setzt RAD Modus voraus.) EXP(A) → COS(A/i)+SIN(A/i)*i

Das RULES Menü: Addition von Brüchen

Taste	Beschreibung
AF	Brüche addieren. Faßt Terme über einem gemeinsamen Nenner zusammen. (Wenn die beiden Brüchen schon einen gemeinsamen Nenner haben, gebrauchen Sie M→ .) A+(B/C) → (A*C+B)/C (A/B)-C → (A-B*C)/B

Das RULES Menü: Erweitern von trigonometrischen Funktionen

Taste	Beschreibung
→DEF	Erweitern trigonometrischer Definition. Ersetzt trigonometrische und hyperbolische Funktionen sowie deren Umkehrfunktionen durch ihre Definitionen in EXP und LN. (Diese Beispiele setzten den RAD Modus voraus.) COS(X) → (EXP(X*i)+EXP(-(X*i)))/2 ASINH(U) → -LN(√(1+U^2)-U)
TRG*	Erweitern zum Produkt trigonometrischer Funktionen. Erweitert trigonometrische Funktionen von Summen und Unterschieden. SIN(X+Y) → SIN(X)*COS(Y)+COS(X)*SIN(Y)

Das RULES Menü: Automatische Ausführung mehrfacher Umformungen

Taste	Beschreibung
↱ D→	Mehrfache Ausmultiplikation rechts.
↱ ←D	Mehrfache Ausmultiplikation links. (A+B+C)*D → A*D+B*D+C*D
↱ A→	Mehrfache Verbindung rechts.
↱ ←A	Mehrfache Verbindung links. A+(B+(C+D)) → A+B+C+D
↱ M→	Mehrfache Faktorenzusammenfassung rechts. A*B+C*B+D*B → (A+C+D)*B

Das RULES Menü: Automatische Ausführung mehrfacher Umformungen (fortgesetzt)

Taste	Beschreibung
↱ ←M	Mehrfache Faktorenzusammenfassung links.
↱ T→	Mehrfache Termverschiebung rechts. A+B+C+D=E → B+C+D=E−A
↱ ←T	Mehrfache Termverschiebung links.
↱ →)	Mehrfache Teilausdruckerweiterung rechts. A+(B+C)+D+E → A+(B+C+D+E)
↱ (←	Mehrfache Teilausdruckerweiterung links.

22

Wenn Sie vor den oben genannten Umformungstasten zuerst ↱ drücken, hat das zur Folge, daß die Umformung wiederholt durchgeführt wird, bis keine weiteren Änderungen mehr vorkommen.

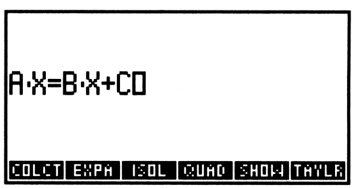
Beispiel: Lösen Sie nach der Variablen x in der folgenden Gleichung:

$$ax = bx + c$$

Formen Sie die Gleichung so um, daß x nur einmal vorkommt, und dann gebrauchen Sie ISOL.

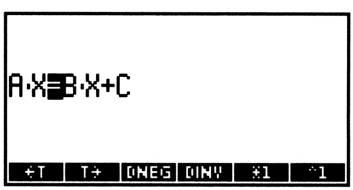
Wählen Sie den EquationWriter, und tippen Sie den Ausdruck ein.

↰ EQUATION
A ⊠ X ↰ =
B ⊠ X ⊕ C



Aktivieren Sie die Auswahlumgebung. Dann bewegen Sie den Auswahlcursor auf das = Zeichen, und aktivieren Sie das RULES Menü.

◀
◀ (5mal)
RULES



Bewegen Sie das Term B·X auf die linke Seite von dem = Zeichen.

←T

```
A·X▬B·X=C
←T  T→  ←M  M→  AF  ↔
```

Fassen Sie die zwei Termen auf der linken Seite von dem =Zeichen zusammen.

M→

```
(A-B)▮X=C
←T  T→  ←M  M→  ←D  D→
```


Da x jetzt nur einmal in der Gleichung vorkommt, legen Sie die Gleichung im Stack ab, und isolieren Sie x.

ENTER
ALGEBRA
' X ISOL

```
1:          'X=C/(A-B)'
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Beispiel: Lösen Sie nach x in der folgenden Gleichung:

$$3(x+2) = 5(x-6)$$

Wählen Sie den EquationWriter, und tippen Sie die Gleichung ein.

EQUATION
3 ( ) X + 2 ▶
=
5 ( ) X − 6 ▶

```
3·(X+2)=5·(X-6)▯
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

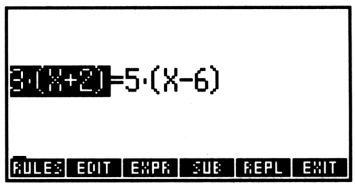
Aktivieren Sie die Auswahlumgebung, und bewegen Sie den Auswahlcursor auf das · Zeichen auf der linken Seite der Gleichung.

◀
↱ ◀ ▶

```
3▮(X+2)=5·(X-6)
RULES EDIT EXPR SUB REPL EXIT
```

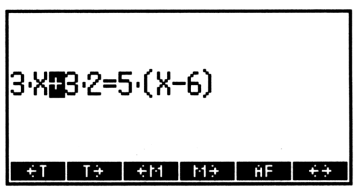
Heben Sie den Teilausdruck, der durch ▪definiert ist, hervor. Das zeigt Ihnen, welcher Teil der Gleichung durch die Umformung beeinflußt wird.

EXPR



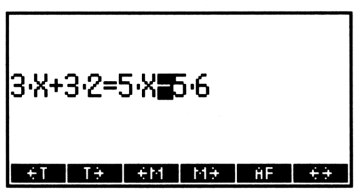
Aktivieren Sie das RULES Menü für diesen Teilausdruck, und multiplizieren Sie die 3 über (X+2)aus.

22 RULES D→



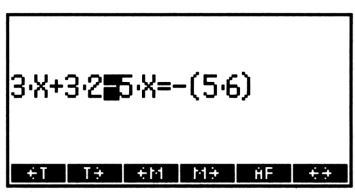
Bewegen Sie den Auswahlcursor auf den ▪ auf der rechten Seite der Gleichung, und multiplizieren Sie wieder aus.

▶ (6mal)
RULES D→



Bewegen Sie den Cursor auf das = Zeichen, und dann bewegen Sie das Term 5▪X auf die linke Seite der Gleichung.

◀ (4mal)
RULES ←T



Da jetzt beide Termen in X auf derselben Seite der Gleichung sind, schreiben Sie die Gleichung in den Stack, und fassen Sie ähnliche Termen zusammen.

ENTER
↰ ALGEBRA COLCT

Lösen Sie jetzt nach X.

[′] X ISOL

```
1:                    'X=18'
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Beispiel: Lösen Sie nach n in der folgenden Gleichung:

$$\frac{n-5}{6n-6} = \frac{1}{9} - \frac{n-3}{4n-4}$$

Tippen Sie die Gleichung ein.

[←] [EQUATION]
[▲] N [−] 5 [▶] 6N [−] 6 [▶]
[←] [=] 1 [÷] 9 [▶] [−]
[▲] N [−] 3 [▶] 4N [−] 4

```
N-5   1   N-3
6·N-6 = 9 - 4·N-4
COLCT EXPR ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Aktivieren Sie die Auswahlumgebung. Bewegen Sie den Cursor auf das − Zeichen zwischen die zwei Termen rechts.

[◀]
[◀] (wie notwendig)

```
N-5   1   N-3
6·N-6 = 9 - 4·N-4
RULES EDIT EXPR SUB REPL EXIT
```

Bewegen Sie das am weitesten rechts gelegene Term auf die linke Seite der Gleichung.

RULES ←T ←T

```
(N-5)   (N-3)   1
6·N-6 + 4·N-4 = 9
←T T→ ←M M→ NF ↔
```

Bewegen Sie den Cursor auf das − Zeichen im Nenner 4·N−4≤, und fassen Sie Faktoren links zusammen.

[▶] [▼]
RULES ←M

```
(N-5)   (N-3)   1
6·N-6 + 4(N-1) = 9
←T T→ ←M M→ ←D D→
```

Bewegen Sie den Cursor auf das − Zeichen im Nenner des ersten Terms auf der linken Seite, und fassen Sie Faktoren links zusammen.

◀ ◀ ◀ ▼
RULES ←M

$$\frac{(N-5)}{6(N-1)}+\frac{(N-3)}{4\cdot(N-1)}=\frac{1}{9}$$

←T T→ ←M M→ ←O O→

Bewegen Sie den Cursor auf den Bruchstrich dieses Terms, und fassen Sie links zusammen.

▲
RULES NXT ←A

$$\frac{\frac{(N-5)}{6}}{N-1}+\frac{(N-3)}{4\cdot(N-1)}=\frac{1}{9}$$

←T T→ ←M M→ ←O O→

Bewegen Sie den Cursor auf den Bruchstrich des zweiten Terms, und fassen Sie links zusammen.

▶ ▶
RULES NXT ←A

$$\frac{\frac{(N-5)}{6}}{N-1}+\frac{\frac{(N-3)}{4}}{N-1}=\frac{1}{9}$$

←T T→ ←M M→ ←O O→

Bewegen Sie den Cursor auf das + Zeichen zwischen den beiden Termen, und fassen Sie die Faktoren rechts zusammen.

◀
RULES M→

$$\frac{\left(\frac{(N-5)}{6}+\frac{(N-3)}{4}\right)}{N-1}=\frac{1}{9}$$

←T T→ ←M M→ ←O O→

Bewegen Sie den Cursor auf das = Zeichen, und bewegen Sie das Term rechts.

▶
RULES T→

$$\frac{(N-5)}{6}+\frac{(N-3)}{4}=(N-1)\left(\frac{1}{9}\right)$$

←T T→ ←M M→ ←O O→

Schreiben Sie die Gleichung in den Stack. Setzen Sie den Anzeigemodus auf 1 Fix (um das Resultat der nachfolgenden COLCT Operation leichter zu sehen). Erweitern Sie die Termen, und fassen Sie ähnliche Termen zusammen.

(ENTER)
(←)(MODES) 1 FIX
(←)(ALGEBRA)
EXPA COLCT

```
1: '-1.6+0.4*N=-0.1+
   0.1*N'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Lösen Sie nach N.

(')N QUAD

```
1:                    'N=4.8'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Drücken Sie (←)(MODES) STD, um in den Standardanzeigemodus zurückzukehren.

Benutzerdefinierte Umformungen

Wenn der eingebaute Satz der RULES Umformungen ein algebraisches Objekt nicht in die von Ihnen gewünschte Form bringen kann, können Sie Ihre eigenen Umformungen angeben. Indem sie eine "Benutzerumformung" herstellen, können Sie die Vorgänge eines Musters mit einem neuen Muster ersetzen. Das Muster kann speziell sein, oder es kann Stellvertreterzeichen enthalten, die irgendeinen Teilausdruck annehmen können, und die sie in den Ersatz wieder einsetzen können. Außerdem werden Sie informiert, ob eine Ersetzung stattgefunden hat.

Sie können außerdem bedingte Umformungen bestimmen: ob die Umformung vorgenommen wird oder nicht, hängt von der von Ihnen bestimmten Kondition ab.

Wie man eine Benutzerumformung eines algebraischen Objektes vornimmt:

1. Geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein.
2. Geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) ein, die die Umformung bestimmt:

- Um eine *bedingungslose* Umformung vorzunehmen, schließen Sie die Muster zur Suche und zum Ersetzen (mit ' Begrenzungszeichen) mit ein.
- Um eine *bedingte* Umformung vorzunehmen, schließen Sie die Such- und Ersetzmuster *und den Bedingungsausdruck* (mit ' Begrenzungszeichen) mit ein.

3. Drücken Sie [←] [ALGEBRA] [NXT] [↑MAT] odr [↓MAT].

Die Liste, welche die Umformung angibt, hat eine der folgenden Formen:

{ '*suchen*' '*ersetzen*' }
{ '*suchen*' '*ersetzen*' '*Bedingung*' }

22

Die ↑MATCH und ↓MATCH Befehle suchen nach dem angegebenen Muster und ersetzen Erscheinungen des Musters mit dem Ersatzmuster. Bei einer bedingten Umformung kommt der Ersatz nur vor, wenn der bedingte Ausdruck auf einen Nicht-Nullwert auswertet (wahr).

Wenn ein Ersatz *vorkommt* , wird der neue Ausdruck Ebene 2 geschrieben, und 1 (wahr) wird in Ebene 1 zurückgegeben. Wenn ein Ersatz nicht *vorkommt*, wird der ursprüngliche Ausdruck in Ebene 2 zurückgegeben, und 0 (falsch) wird in Ebene 1 zurückgegeben.

↑MATCH beginnt die Suche bei Teilausdrücken auf der untersten Ebene und arbeitet sich nach oben. Dieses funktioniert gut für Vereinfachungen. ↓MATCH beginnt mit dem ganzen algebraischen Objekt und arbeitet sich nach unten. Dies funktioniert gut für Erweiterungen. Ersatz stoppt auf der ersten Ebene, wo ein Ersatz vorkommt. Sie können die Umformung wiederholen, um andere Ebenen zu ändern.

Im allgemeinen kann das Suchmuster "Stellvertreternamen" enthalten, die *irgendwelche* Teilausdrücke annehmen. Wird das Ersatzmuster eingegeben, wird jeder Stellvertretername durch einen passenden Teilausdruck von dem Suchmuster ersetzt. Ein Stellvertretername enthält ein & Zeichen ([α] [←] [ENTER]) und einen gültigen Variablennamen wie &A.

Beispiel: Eine Erweiterung der Halbwinkel Formel für den Sinus lautet:

$$\sin(2z) = 2\sin(z)\cos(z)$$

Es gibt keine RULES Umformung für diese Formel, und so müssen Sie eine benutzerdefinierte Umformungsliste für diese Umformung herstellen. Dann verwenden Sie diese, um den Ausdruck `'SIN(2*(X+1))'` umzuformen.

Erzeugen Sie die Umformungsliste. (Um & einzugeben, drücken Sie [α] [←] [ENTER].)

[←] [{}] ['] [SIN] 2 [×] &W [▶] [▶] ['] 2 [×] [SIN] &W [▶] [×] [COS] &W [ENTER]

```
1: { 'SIN(2*&W)' '2*
   SIN(&W)*COS(&W)' }
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```


Speichern Sie die Liste in der Variablen *HALF*. Dann geben Sie den umzuformenden Ausdruck ein.

['] HALF [STO]
['] [SIN] 2 [×] [←] [( )] X [+] 1 [ENTER]

```
1:        'SIN(2*(X+1))'
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Rufen Sie die Umformungsliste aus dem VAR Menü wieder auf, und dann verwenden Sie ↓MATCH, um den Ausdruck umzuformen. Der Wert in Ebene 1 zeigt an, daß ein Ersatz stattgefunden hat.

[VAR] HALF
[←] [ALGEBRA] [NXT] ↓MAT

```
2: '2*SIN(X+1)*COS(X+…
1:                   1
↑MAT ↓MAT  |  APPLY QUOT →Qπ
```

Verlassen Sie Ebene 1, um den umgeformten Ausdruck zu sehen.

[◀]

```
1: '2*SIN(X+1)*COS(X+1
   )'
↑MAT ↓MAT  |  APPLY QUOT →Qπ
```

Als Alternative können Sie die Liste und den ↓MATCH Befehl in einem Programm einschließen. Dann können Sie die Umformung auf einmal durchführen.

Die | (Wobei) Funktion verwenden

Die Funktion | ((↰)(ALGEBRA)(NXT) |), sprich "wobei" oder "ausgewertet bei", weist Variablen, die in teilweise ausgewerteten algebraischen Objekten vorkommen, Zahlenwerte zu. Hierdurch soll eine Möglichkeit zur schrittweisen Auswertung von Integralen und benutzerdefinierten Funktionen geschaffen werden. Es gibt Informationen zum Ersatz von Namen, selbst wenn diese Namen nicht mehr existieren, wie es manchmal mit lokalen Variablen geschieht.

Sie können außerdem | verwenden, um ein algebraisches Objekt nach speziellen Werten der Variablen auszuwerten.

Wie man ein algebraisches Objekt nach speziellen Werten der Variablen auswertet:

1. Geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein.
2. Geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) ein, die jeden Variablennamen enthält gefolgt von dem Wert für den Ersatz. (Sehen Sie weiter unten.)
3. Drücken Sie (↰)(ALGEBRA) | .

Die Liste der Namen und Werte sollte folgende Form haben:

{ $Name_1$ $Ausdr_1$ ... $Name_n$ $Ausdr_n$ },

wobei *expr* eine Zahl oder ein symbolischer Ausdruck sein kann. Wenn eine Variable, die auf der Liste genannt ist, zu der Zeit schon existiert, wird ihr Inhalt *nicht* von | (wobei) verändert.

Beispiel: Die Auswertung einer Integralen liefert ein symbolisches Resultat der folgenden Form:

'*Ausdr* | (*Var=obere Grenze*) − (*Ausdr* | (*Var=untere Grenze*))'

wie im nächsten Kapitel "Infinitesimalrechnung" beschrieben. Hier ist *Ausdr* der integrierte Ausdruck immer noch in symbolischer Form, und *Var* ist die Variable des Integrierens. Drücken Sie (EVAL), um die Grenzen des Integrierens zu ersetzen.

Beispiel: Beachten Sie die benutzerdefinierte Funktion *DRV*, die durch Eingabe von `'DRV(X)=∂X(X^2)'` und Drücken von [←][DEF] erzeugt wurde. Geben Sie `'DRV(2)'` ein, und drücken Sie [EVAL], um die teilweise ausgewertete Lösung auszugeben:

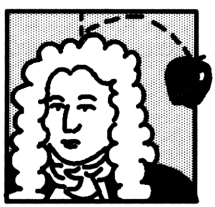
```
'∂X(X)*2*X^(2-1)|(X=2)'
```

X ist eine lokal Variable, und existiert nur so lange, wie die benutzerdefinierte Funktion *DRV* durchgeführt wird, so daß die | Funktion die Information für den Ersatz der terminierten lokalen Variablen angibt. Drücken Sie [EVAL] wieder, um das entgültige Resultat 4 zu erhalten.

Beispiel: Werten Sie $A + B$ aus, wobei $A = C + D$ und $B = 7$ ist. Geben Sie `'A+B'`ein, dann geben Sie `{ A 'C+D' B 7 }` ein. Drücken Sie [|], um den Ausdruck `'C+D+7'`zu erhalten.

23

Infinitesimalrechnung



Die Befehle des HP 48 bieten Ihnen bei der Infinitesimalrechnung die folgenden Möglichkeiten: Differenzierung von Ausdrücken, Bildung von Reihen, Taylorpolynomentwicklung und symbolische und numerische Integration.

Ausdrücke differenzieren

Sie differenzieren symbolische Ausdrücke entweder Schritt für Schritt, damit Sie die Substitutionen sehen können, oder alles in einem Schritt, damit Sie direkt zum endgültigen Resultat gelangen. Wenn Ihr Ausdruck nur analytische Funktionen enthält (solche mit "A" im Anhang G benannt), erhalten Sie eine explizite Ableitung.

Schrittweise differenzieren

Wie man einen Ausdruck schrittweise differenziert:

1. Geben Sie einen symbolischen Ausdruck (mit ' Begrenzungszeichen) für die ∂ Funktion mit dem zu differenzierenden Ausdruck als Argument ein.
2. Um jeden Schritt durchzuführen, drücken Sie [EVAL].

Wenn Sie ∂ in *algebraischer* Syntax verwenden, differenzieren Sie den Ausdruck schrittweise. In algebraischer Syntax hat ∂ die folgende Befehlszeilenform:

'∂*Var*(*Ausdruck*)',

wobei *Var* die Differentiationsvariable und *Ausdruck* der zu differenzierende Ausdruck ist. Sie können den symbolischen Ausdruck

mit dem EquationWriter eingeben. Lesen Sie dazu “Gleichungen eingeben” auf Seite 16-8.

Beispiel: Berechnen Sie die Ableitung von $\sin x$, indem Sie einen symbolischen Ausdruck verwenden.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und daß Sie [']X [←][PURGE] drücken.)

Wählen Sie RAD Modus, und tippen Sie die Ableitung des Ausdrucks mit dem EquationWriter ein.

[←][MODES] [NXT] [NXT]
23 RAD (falls notwendig)
[←][EQUATION]
[→][∂] X [▶] [SIN] X

Schreiben Sie den Ausdruck in den Stack ein, und werten Sie die zwei Schritte aus, um das letzte Resultat zu erhalten.

[ENTER]
[EVAL] [EVAL]

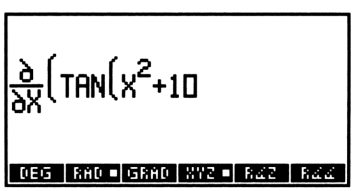
Beispiel: Berechnen Sie schrittweise den Ausdruck

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1)$$

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und daß Sie [']X [←][PURGE] drücken.)

Setzen Sie den Winkelmodus RAD. Wählen Sie den EquationWriter, und tippen Sie die Ableitung ein.

[←][RAD] (falls notwendig)
[←][EQUATION]
[→][∂] X [▶]
[TAN] X [y^x] 2 [▶] [+] 1



Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]

Das Resultat hat immer noch eine Ableitung, was die Kettenregel der Differenzierung illustriert:

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1) = \frac{d}{d(x^2+1)}\tan(x^2+1) \times \frac{d}{dx}(x^2+1)$$
$$= (1+\tan^2(x^2+1)) \times \frac{d}{dx}(x^2+1)$$

Die Ableitung der Funktion TANG ist schon ausgewertet worden. Werten Sie im nächsten Schritt die Ableitung von x^2+1 aus.

EVAL

```
1: '(1+TAN(X^2+1)^2)*∂
   X(X^2)'
DEG | RAD ■ | GRAD | XYZ ■ | R&Z | R&X
```


Die Operation wertet die Ableitung der folgenden Summe aus:

$$\frac{d}{dx}(x^2+1) = \frac{d}{dx}x^2 + \frac{d}{dx}1$$

Die Ableitung von 1 ist 0, also verschwindet der Term. Werten Sie im nächsten Schritt die Ableitung von x^2 aus.

EVAL

```
1: '(1+TAN(X^2+1)^2)*(
   ∂X(X)*2*X^(2-1))'
DEG | RAD ■ | GRAD | XYZ ■ | R&Z | R&X
```

Die Operation spiegelt nochmals die Kettenregel wider:

$$\frac{d}{dx}x^2 = \frac{d}{dx}(x)^2 \times \frac{d}{dx}(x)$$

Die Ableitung von x^2 ist ausgewertet worden. Werten Sie den letzten Schritt aus.

EVAL

```
1: '(1+TAN(X^2+1)^2)*(
   2*X)'
DEG | RAD ■ | GRAD | XYZ ■ | R&Z | R&X
```

Vollständige Differentiation

Wie man einen Ausdruck vollständig in einem Schritt differenziert:

1. Geben Sie den Ausdruck, den Sie differenzieren wollen, (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
2. Geben Sie die Differentiationsvariable (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
3. Drücken Sie [→][∂].

Beispiel: Berechnen Sie den Ausdruck in einem Schritt:

23

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1)$$

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und daß Sie [']X [←][PURGE] drücken.)

Geben Sie den Ausdruck ein. Geben Sie die Differentiationsvariable ein.

[']([TAN]X[y^x]2[+]1[ENTER])
[']X[ENTER]

```
2:          'TAN(X^2+1)'
1:                    'X'
DEG | RAD ■ | GRAD | XYZ ■ | R&Z | R&Z
```

Differenzieren Sie den Ausdruck.

[→][∂]

```
1: '(1+TAN(X^2+1)^2)*(
   2*X)'
DEG | RAD ■ | GRAD | XYZ ■ | R&Z | R&Z
```

Differentiation benutzerdefinierter Funktionen

Sie können benutzerdefinierte Funktionen differenzieren. Sehen Sie dazu "Benutzerdefinierte Funktionen differenzieren" auf Seite 10-3.

Benutzerdefinierte Ableitungen erzeugen

Führen Sie ∂ für eine Funktion aus, die keine eingebaute Ableitung hat, liefert ∂ eine *neue* Funktion, deren Name *der* (für *derivativ*) ist, gefolgt von dem ursprünglichen Namen der Funktion. Die neue Funktion hat Argumente, die Argumente der ursprünglichen Funktion und der Ableitungen der Argumente sind. (Sie können weiter differenzieren, indem Sie eine benutzerdefinierte Funktion herstellen, die die neue Ableitungsfunktion darstellt.)

Führen Sie ∂ für eine formale Benutzerfunktion (ein Name gefolgt von Argumenten in Klammern, für den keine benutzerdefinierte Funktion im Benutzerspeicher existiert), durch, liefert ∂ eine formale Ableitung mit Namen *der* (für *derivativ*) gefolgt von dem Namen der ursprünglichen Benutzerfunktion und den Argumenten mit deren Ableitungen.

Beispiel: Die HP 48 Definition von % enthält keine Ableitung. Wenn Sie `'∂Z(%(X,Y))'` eingeben und [EVAL] drücken, erhalten Sie folgendes:

```
'der%(X,Y,∂Z(X),∂Z(Y))'
```

Jedes Argument der % Funktion liefert zwei Argumente für die "*der*%" Funktion: `X` liefert `X` und `∂Z(X)`, und `Y` liefert `Y` und `∂Z(Y)`.

Um eine Ableitungsfunktion für % zu definieren, können Sie `'der%(x,y,dx,dy)=(x*dy+y*dx)/100'` eingeben und [←][DEF] drücken.

Jetzt können Sie eine Ableitung von `'%(X,2*X)'` erhalten, indem Sie den Ausdruck und die Variable `'X'` eingeben und dann [→][∂] [←][ALGEBRA] COLCT drücken. Das Resultat ist: `'.04*X'`.

Beispiel: Geben Sie die Ableitung einer formalen benutzerdefinierten Funktion ein: `∂x('f(x1,x2,x3))'`. Dann werten Sie diese aus, indem Sie [EVAL] drücken. Das Resultat ist:

```
'derf(x1,x2,x3,∂x(x1),∂x(x2),∂x(x3))'
```

Summen endlicher Reihen

Sie können den Wert einer endlichen Reihe berechnen. Sie können mit dieser Fähigkeit auch herausfinden, ob eine unendliche Reihe konvergiert oder nicht.

Wie man eine Summe mit algebraischer Syntax berechnet:

1. Geben Sie den symbolischen Ausdruck für die Σ Funktion mit Index, Begrenzungen und Summanden als Argumente ein.
2. Drücken Sie [EVAL].

Wenn Sie Σ in *algebraischer* Syntax verwenden, hat das in der Befehlszeile die folgende Form:

'Σ(*Index*=*Anfangsglied*, *Endglied*, *Summand*)',

wobei *Index* der Index des Variablennamen ist, und *Anfangsglied* und *Endglied* die ersten und letzten Werte der Indexvariablen sind, und *Summand* ein Ausdruck ist, der die Termen darstellt, die summiert werden. Sie können die Summierung im EquationWriter eingeben. Lesen Sie dazu "Gleichungen eingeben" auf Seite 16-10.

Wie man eine Summierung mit der Syntax des Stacks berechnet:

23

1. Geben Sie den Namen der Indexvariablen ein, den Sie in dem Summandenausdruck (mit ' Begrenzungszeichen) verwenden.
2. Geben Sie das Anfangsglied des Index ein.
3. Geben Sie das Endglied des Index ein.
4. Geben Sie einen Ausdruck für den Summanden (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
5. Drücken Sie [→][Σ].

Beispiel: Berechnen Sie

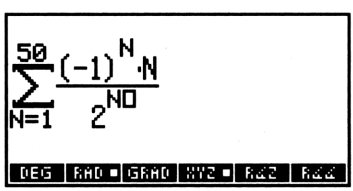
$$\sum_{n=1}^{50} \frac{(-1)^n n}{2^n}$$

Wählen Sie den EquationWriter, und tippen Sie die Σ Funktion, den Summationsindex, das Anfangs- und das Endglied ein.

[←][EQUATION]
[→][Σ]
N [▶]
1 [▶]
50 [▶]

Tippen Sie den Summanden ein.

[←][()] [−] 1 [▶]
[y^x] N [▶] N
[÷] 2 [y^x] N



Berechnen Sie die Summe.

(EVAL)

```
1:          -.222222222221
DEG RAD GRAD XY2 R&Z R&Z
```

Beispiel: Prüfen Sie die folgende, unendliche, geometrische Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty} r^{n-1},$$

ob sie konvergiert oder divergiert bei $r = 0,5$.

Wählen Sie den EquationWriter, und tippen Sie die Summationsfunktion, den Index und sein Anfangsglied ein.

(↰) (EQUATION)
(↱) (Σ)
N (▶) 1 (▶)

```
  □
 ∑
N=1
DEG RAD GRAD XY2 R&Z R&Z
```

Tippen Sie das Endglied für den Summationsindex ein. Weil der HP 48 nicht Unendlichkeit darstellen kann, verwenden Sie eine große Zahl wie 500. Dann tippen Sie den Summanden ein.

500 (▶)
R (yˣ) N (−) 1

```
500
 ∑ R^(N-1□)
N=1
DEG RAD GRAD XY2 R&Z R&Z
```

Geben Sie den Ausdruck ein. Kopieren Sie ihn zweimal, um ihn in diesem und dem nächsten Beispiel zu verwenden. Speichern Sie den Wert 0,5 in R, und berechnen Sie die Summe. (Die Berechnung dauert einige Sekunden.)

(ENTER) (ENTER) (ENTER)
.5 (') R (STO)
(EVAL)

```
1:                        2
DEG RAD GRAD XY2 R&Z R&Z
```

Tauschen Sie den Ausdruck in Ebene 1 aus, und ändern Sie das Endglied des Index zu 1000, und dann berechnen Sie die Summe wieder. (Die Berechnung dauert einige Sekunden.) Die Berechnungen lassen vermuten, daß die Reihe gegen 2 konvergiert.

[▶] [↶] [EDIT]
[▶] (7 mal) [DEL] 10 [ENTER]
[EVAL]

```
2:                    2
1:                    2
DEG RAD GRAD HMS RAD RAD
```

Beispiel: Werten Sie die Reihen des vorhergehenden Beispiels aus, um zu prüfen, ob sie gegen $r = 100$ konvergiert oder divergiert. (Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Summationsausdruck aus dem vorigen Beispiel verbleibt.)

23

Setzen Sie das Systemflag −21, damit Zahlen größer als MAXR (*maximale reelle Zahl*) einen Fehler für Bereichsüberschreitung ausgeben. Dann tauschen Sie die verbleibende Kopie des Ausdrucks in Ebene 1, speichern Sie 100 in R, und berechnen Sie die Summe. Ein Überschreitungsfehler erscheint, was vermuten läßt, daß die Reihe divergiert.

21 [+/−] [↱] [MODES] [NXT] SF
[▲]
[▲] [▲] ROLL [ATTN]
100 ['] R [STO]
[EVAL]

```
^ Error:
Overflow
4:                    2
3:     1.0101010101E498
2:                  100
1:                  250
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Drücken Sie 21 [+/−] CF, um keinen Fehler der Bereichsüberschreitung zu erzeugen.

Taylorpolynome als Näherungen ableiten

Für irgendeine mathematische Funktion, die durch einen symbolischen Ausdruck dargestellt ist, können Sie ein Taylorpolynom der Näherung von etwa $x = 0$ berechnen, was manchmal eine Maclaurin-Reihe genannt wird. Sie können außerdem die Reihenfolge des Polynom angeben.

Wie man eine Taylorpolynom-Näherung gegen x = 0 berechnet:

1. Geben Sie einen Ausdruck für die Funktion, deren Näherungswert (mit ' Begrenzungszeichen) berechnet wird, ein.
2. Geben Sie den Namen der Variablen für den Polynom (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
3. Geben Sie die Reihenfolge des Polynoms (den höchsten Grad für die Variable) ein.
4. Drücken Sie ◀ (ALGEBRA) TAYLR.

Der TAYLR Befehl kann nicht mit algebraischer Syntax verwendet werden.

Beispiel: Berechnen Sie das Taylorpolynom dritten Grades gegen $x = 0$ für den folgenden Ausdruck:

$$\frac{1}{\sqrt{1+x^3}}$$

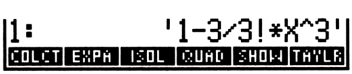
(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und Sie ' X ◀ (PURGE) drücken.)

Geben Sie den Ausdruck, die Polynomsvariable und die Reihenfolge des Polynoms ein.

' 1 ÷ √x ◀ () 1 + X y^x 3 (ENTER)
' X (ENTER)
3 (ENTER)

Leiten Sie die Näherung ab. (Die Berechnung dauert einige Sekunden.)

◀ (ALGEBRA) TAYLR



Werten Sie aus, um die Berechnung abzuschließen.

(EVAL)

```
1:                '1-.5*X^3'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Beispiel: Berechnen Sie die Näherung des Taylorpolynom 5ten Grades gegen $x = 0$ für x.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable X nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und Sie (') X (←) (PURGE) drücken.)

Wählen Sie den RAD Modus. Geben Sie den Ausdruck, die Polynomvariable (X) und die Reihenfolge des Polynoms ein. Dann finden Sie das Taylorpolynom.

23

(←) (RAD) (falls notwendig)
(') (SIN) X (ENTER)
(') X (ENTER)
5 (←) (ALGEBRA) TAYLR

```
1: 'X-1/3!*X^3+1/5!*X^
   5'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Werten Sie den Ausdruck für $X = 0,5$ aus.

.5 (') X (STO)
(EVAL)

```
1:              .479427083334
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Als Vergleich, 0.5 (SIN) liefert `0.4794255`…. Die Näherung ist bis auf fünf Dezimalstellen genau.

Wie man das Taylorpolynom gegen x = a ableitet:

1. Löschen Sie Y.
2. Speichern Sie $Y + A$ in der Polynomvariablen X.
3. Geben Sie einen Ausdruck für die anzunähernde Funktion ein.
4. Drücken Sie (EVAL), um die Variable von X nach Y zu ändern.
5. Geben Sie den Namen der Variablen Y ein.
6. Geben Sie die Reihenfolge des Polynoms ein.
7. Drücken Sie (←) (ALGEBRA) TAYLR.
8. Löschen Sie die Variable X.
9. Speichern Sie $X - A$ in Y.
10. Drücken Sie (EVAL), um die Variable von Y nach X zu ändern.

Für A in den vorhergehenden Schritten können Sie eine Zahl oder eine Variable verwenden.

TAYLR wertet immer die Funktion und ihre Ableitungen bei Null aus. Wenn Sie an dem Verhalten einer Funktion in einem Bereich anders als Null interessiert sind, wird Ihnen das Taylorpolynom nützlicher sein, wenn Sie den Punkt, in dem die Funktion ausgewertet werden soll, in diesen Bereich verlegen, wie oben beschrieben. Wenn die Funktion keine Ableitung bei Null hat, ist ihr Taylorpolynom außerdem bedeutungslos, außer wenn Sie den Auswertungspunkt von Null hinweg verschieben.

Ausdrücke der Integration

Sie können die *symbolische* Integration für Ausdrücke mit bekannten Stammfunktionen (unendliche Integrale) durchführen. Außerdem können Sie den *numerischen* Wert dieser und anderer Integrale abschätzen.

Symbolische Integration durchführen

Symbolische Integration berechnet ein Integral, indem eine bekannte Stammfunktion gefunden wird und bestimmte Begrenzungen der Integration ersetzt werden. Das Resultat ist ein symbolischer Ausdruck.

Der HP 48 kann die folgenden Muster integrieren:

- Alle eingebauten Funktionen, deren Stammfunktionen nur eingebaute Funktionen enthalten und deren Ausdrücke linear sind. Sehen Sie dazu die analytischen Funktionen mit "A" benannt im Anhang G. Ein Beispiel: `'SIN(X)'` → `'COS(X)'`.
- Summen, Unterschiede, Negationen und ausgewählte Muster solcher Funktionen. Ein Beispiel: `'SIN(X)-COS(X)'` → `'-SIN(X)-COS(X)'` und `'1/(COS(X)*SIN(X))'` → `'LN(TAN(X))'`.
- Ableitungen aller eingebauten Funktionen. Ein Beispiel: `'INV(1+X^2)'` → `'ATAN(X)'`.
- Polynome deren Grundtermen linear sind. Ein Beispiel: `'(X-3)^3+6'` → `'6*X+(X-3)^4/4'`.

Wie man das symbolische Integral mit algebraischer Syntax findet:

1. Geben Sie den symbolischen Ausdruck für die ∫ Funktion mit den Grenzen, Integranden und Integrationsvariablen als Argumente ein.
2. Drücken Sie [EVAL] [EVAL].

Wenn Sie ∫ in *algebraischer* Syntax verwenden, hat sie folgende Befehlszeilenform:

' ∫(*untere Grenze*, *obere Grenze*, *Integrand*, *Var*) ',

wobei *untere* und *obere* die Grenzen der Integration, *Integrand* der zu integrierende Ausdruck und *Var* die Integrationsvariable sind. Sie können die Integration im EquationWriter eingeben. Lesen Sie dazu "Gleichungen eingeben" auf Seite 16-9.

23

Wie man ein symbolisches Integral mit der Syntax des Stacks findet:

1. Vergewissern Sie sich im MODES Menü, daß SYM■ angezeigt ist.
2. Geben Sie die untere Grenze der Integration ein.
3. Geben Sie die obere Grenze der Integration ein.
4. Geben Sie den Integranden und den zu integrierenden Ausdruck (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
5. Geben Sie die Integrationsvariable (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
6. Drücken Sie [→][∫].
7. Drücken Sie [EVAL].

Das Resultat der symbolischen Integration zeigt den Erfolg der Integration an:

- Wenn das Resultat ein Ausdruck mit *geschlossener Form* ist, d.h. kein ∫ Zeichen ist im Resultat, war die symbolische Integration erfolgreich.

- Wenn das Resultat immer noch ∫ enthält, können Sie den Ausdruck umformen und wieder auswerten. Wenn das Umformen kein Resultat geschlossener Form liefert, können Sie das Resultat mit numerischer Integration abschätzen wie unter "Numerische Integration durchführen" auf Seite 23-16 beschrieben wird.

Bevor Sie [EVAL] drücken, um den Vorgang abzuschließen, hat das Resultat von ∫ die folgende Form:

' *Resultat* | (*Var*=*obere Grenze*) − (*Resultat* | (*Var*=*untere Grenze*)) ',

wobei *Resultat* die geschlossene Form des Integrals, *var* die Integrationvariable und *obere Grenze* und *untere Grenze* die Grenzen sind. (Die | (wobei) Funktion wird unter "Die | (Wobei) Funktion verwenden" auf Seite 22-28 beschrieben.

Beispiel: Berechnen Sie

$$\int_0^y (x^2+1)dx$$

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable Y nicht im aktuellen Verzeichnis existiert und Sie [']Y [←][PURGE] drücken.)

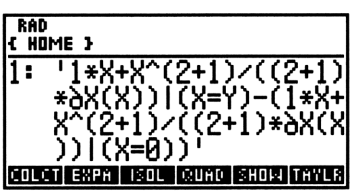
Aktivieren Sie den EquationWriter, und tippen Sie $\int$ Funktion, ihre Grenzen, den Integranden und die Integrationsvariable ein.

23

[←][EQUATION]
[→][∫]
0 [▶] Y [▶]
X [y^x] 2 [▶] [+] 1
[▶] X

Werten Sie den Ausdruck aus.

[EVAL]



Das Resultat ist geschlossener Form. Werten Sie es jetzt wieder aus, um die Grenzen der Integrationsvariablen zu ersetzen.

[EVAL]

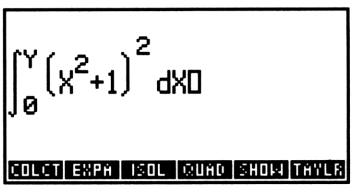
Beispiel: Berechnen Sie

$$\int_0^y (x^2+1)^2dx$$

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variable Y im aktuellen Verzeichnis nicht existiert und Sie [']Y [←][PURGE] drücken.)

Aktivieren Sie den EquationWriter, dann tippen Sie das Integralzeichen, die Grenzen, den Integranden und die Integrationsvariable ein.

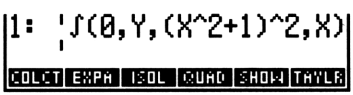
(←)(EQUATION)
(→)(∫)
0 (▶) Y (▶)
(←)(()) X (y^x) 2 (▶) (+) 1
(▶) (y^x) 2 (▶) (▶) X



Versuchen Sie, das Integral zu berechnen. Die Operation ist nicht erfolgreich, weil der Term `(X^2+1)` nicht linear ist.

23

(EVAL)

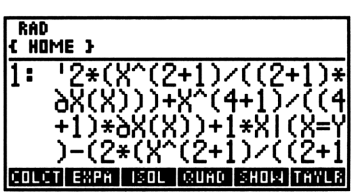


Formen Sie den Ausdruck durch Erweiterung und Zusammenfassung um.

(←)(ALGEBRA)
EXPA EXPA EXPA
COLCT

Werten Sie jetzt den umgeformten Ausdruck aus.

(EVAL)



Schließen Sie die Integration durch Auswertung der | (wobei) Funktionen ab.

(EVAL)

Wie man symbolisch einen nicht integrierbaren Ausdruck integriert:

1. Leiten Sie die Näherung eines Taylorpolynom zu dem Integranden ab.
2. Finden Sie das symbolische Integral des Polynoms.

Nicht alle Ausdrücke können vom HP 48 direkt integriert werden. Sehen Sie dazu "Wie der HP 48 symbolische Integration durchführt"

auf Seite 23-19. Es kann möglich sein, den TAYLR Befehl zu verwenden, um einen Näherungswert des Integranden zu erhalten.

Beispiel: Berechnen Sie

$$\int_0^y e^{x^2}\,dx$$

Der Integrand kann mit keiner der bis jetzt in diesem Kapitel beschriebenen Methoden integriert werden. Berechnen Sie ein Taylorpolynom 4ten Grades für diesen Ausdruck, und integrieren Sie das Polynom.

(Dieses Beispiel setzt voraus, daß die Variablen X und Y nicht im aktuellen Verzeichnis existieren und Sie [←][{}] X [SPC] Y [ENTER] [←][PURGE] drücken.)

23

Geben Sie den Ausdruck ein. Geben Sie die Reihenvariable und die Reihenfolge des Polynoms ein, und dann finden Sie das Taylorpolynom. (Die Berechnung dauert einige Sekunden.) Werten Sie danach das Resultat aus.

['] [←][e^x] X [y^x] 2 [ENTER]
['] X [ENTER] 4 [←][ALGEBRA] TAYLR
[EVAL]

```
1:        '1+X^2+.5*X^4'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Verwenden Sie die Syntax des Stacks, um das Integral zu berechnen: Geben Sie die untere Grenze und obere Grenze ein, und bewegen Sie den Integranden in Ebene 1.

0 ['] Y [ENTER]
[▲]
[▲] [▲] ROLL [ATTN]

```
3:                    0
2:                  'Y'
1:        '1+X^2+.5*X^4'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Geben Sie die Integrationsvariable ein, integrieren Sie den Ausdruck, und werten Sie das Resultat aus. Diese Näherung ist weniger genau, wenn Y nicht in der Nähe von 0 ist.

['] X [ENTER]
[→][∫]
[EVAL]

```
1: '.5*(Y^5/5)+Y^3/3+Y
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Numerische Integration durchführen

Numerische Integration erlaubt Ihnen, eine Näherung für ein bestimmtes Integral zu erhalten, selbst wenn die symbolische Integration kein Resultat geschlossener Form erzeugen kann. Numerische Integration verwendet einen iterativen numerischen Vorgang, um die Näherung zu produzieren.

Wie man den Wert eines Integrals mit algebraischer Syntax findet:

1. Bestimmen Sie den Genauigkeitsfaktor für den Integranden:
   - Für einen Genauigkeitsfaktor von 10^{-n} drücken Sie n [←][MODES] FIX.
   - Für einen Genauigkeitsfaktor von 10^{-11} drücken Sie [←][MODES] STD.
2. Geben Sie den symbolischen Ausdruck für die $\int$ Funktion mit den Grenzen, Integranden und Integrationsvariablen als Argumente ein.
3. Drücken Sie [→][→NUM].

Wenn Sie $\int$ in *algebraischer* Syntax verwenden, hat das folgende Befehlszeilenform:

'∫(*untere Grenze*, *obere Grenze*, *Integrand*, *Var*)'

Wie man den Wert des Integrals mit der Syntax des Stacks findet:

1. Bestimmen Sie den Genauigkeitsfaktor für den Integranden:
   - Für einen Genauigkeitsfaktor von 10^{-n} drücken Sie n [←][MODES] FIX.
   - Für einen Genauigkeitsfaktor von 10^{-11} drücken Sie [←][MODES] STD.
2. Geben Sie die untere Grenze der Integration ein.
3. Geben Sie die obere Grenze der Integration ein.
4. Geben Sie den Integranden, den von Ihnen zu integrierenden Ausdruck (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
5. Geben Sie die Integrationsvariable (mit ' Begrenzungszeichen) ein.
6. Drücken Sie [→][∫].
7. Drücken Sie [→][→NUM].

Das Anzeigeformat gibt den Genauigkeitsfaktor an. Der Genauigkeitsfaktor bestimmt die annehmbare Toleranz zwischen den letzten Iterationen des numerischen Vorganges. Seltene Fälle ausgenommen ist dieser Faktor der prozentuale Fehler im Resultat. Um beispielsweise den Genauigkeitsfaktor von 0,0001 (0,01%) zu

bestimmen, drücken Sie 4 FIX. Im allgemeinen gilt, daß die Berechnung länger dauert desto mehr Stützstellen vorhanden sind.

Wie man die Unsicherheit des numerischen Resultates prüft:

- Drücken Sie (VAR) IERR.

Wenn die Integrationsunsicherheit *IERR* zu groß ist, wird das Integral unzuverläßlich. Wenn *IERR* −1 ist, konvergierte das Integral nicht.

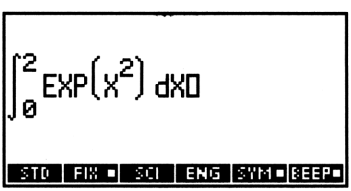
Beispiel: Verwenden Sie numerische Integration (Genauigkeitsfaktor von 0,0001), um folgendes zu berechnen:

$$\int_0^2 e^{x^2}\,dx$$

23

Bestimmen Sie den Genauigkeitsfaktor. Aktivieren Sie den EquationWriter. Tippen Sie die Integralfunktion, Grenzen der Integration, Integranden und Integrationsvariable ein.

(↰)(MODES) 4 FIX
(↰)(EQUATION)
(↱)(∫) 0 (▶) 2 (▶)
(↰)(e^x) X (y^x) 2 (▶)(▶)(▶) X



Berechnen Sie die numerische Näherung. (Die Berechnung dauert mehrere Sekunden.)

(↱)(→NUM)

Drücken Sie STD, um in das Format der Standardanzeige zurückzukehren.

(Im vorhergehenden Beispiel verwendeten Sie ein Taylorpolynom, um dasselbe Integral Y nahe 0 abzuschätzen. Auswerten des Integrals für $Y = 2$ (*nicht* nahe 0) liefert ein ungenaues Resultat 7,87.)

Beispiel: Berechnen Sie Si(2 Grad), wobei Si(t) der *Sinus* des Integrals ist, was manchmal in der Nachrichtentechnik verwendet wird.

$$\mathrm{Si}(t) = \int_0^t \frac{\sin x}{x}\,dx$$

Da der Integrand $(\sin x)/x$ ein rein mathematischer Ausdruck ohne empirisch abgeleitete Konstanten ist, stellt der durch den Taschenrechner verursachte Rundungsfehler die einzige Einschränkung in der Genauigkeit der Funktion dar. Daher ist es zumindest analytisch nicht sinnlos, einen Genauigkeitsfaktor von 1×10^{-11} festzulegen.

Stellen Sie den Winkelmodus DEG ein. Stellen Sie das Display auf Standardmodus. Tippen Sie die Integralsfunktion, Grenzen der Integration, Integranden und Integrationsvariable ein.

23

[↰] [RAD] (falls notwendig)
[↰] [MODES] STD (falls notwendig)
[↰] [EQUATION]
[↱] [∫] 0 [▶] 2 [▶]
[SIN] X [▶] [÷] X [▶] [▶] X

```
∫₀²  SIN(X)/X  dX0
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Schreiben Sie das Integral in den Stack, und kopieren Sie es zum Zwecke späterer Verwendung. Berechnen Sie das Integral.

[ENTER] [ENTER]
[↱] [→NUM]

```
1:      3.49042222032E-2
STD■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Prüfen Sie die Unsicherheit der Integration. Die Unsicherheit ist nur im Zusammenhang mit der letzten Stelle des Integrals von Bedeutung.

[VAR] IERR

```
2:      3.49042222032E-2
1:      3.490422336E-13
IERR HALF C 31 GM3 ΣPAR
```

Wiederholen Sie die Berechnung mit mehr Stützpunkten für einen Genauigkeitsfaktor von 0,001. Setzen Sie den Anzeigemodus auf 3 Fix, bewegen Sie den Ausdruck in Ebene 1, dann werten Sie ihn aus.

[↰] [MODES] 3 FIX
[▲] [▲] [▲] ROLL [ATTN]
[↱] [→NUM]

```
3:                  0.035
2:              3.490E-13
1:                  0.035
STD FIX■ SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Prüfen Sie die neue Integrationsunsicherheit. Die zweite Unsicherheit ist viel höher, aber sie ist relativ immer noch niedrig verglichen mit dem Wert des Integrals. Außerdem ist die Berechnung schneller.

[VAR] IERR

```
4:                  0.035
3:              3.490E-13
2:                  0.035
1:               3.490E-5
IERR HALF C 31 GM3 ΣPAR
```

Drücken Sie ◀ (MODES) STD, um das Display in den Standardmodus einzustellen.

Weiteres über Integration

Dieser Abschnitt beschreibt einige Details über symbolische und numerische Integration.

Wie der HP 48 symbolische Integration durchführt

The HP 48 führt symbolische Integration durch, indem er *Muster vergleicht*. Der HP 48 kann folgendes integrieren:

- alle eingebauten Funktionen, deren Stammfunktionen durch andere eingebaute Funktionen ausgedrückt werden können. So ist beispielsweise SIN integrierbar, da Stammfunktion COS eine eingebaute Funktion ist. Die Argumente für diese Funktionen müssen linear sein.
- Summen, Unterschiede und Negationen eingebauter Funktionen, deren Stammfunktionen durch andere eingebaute Funktionen ausgedrückt werden können, beispielsweise `'SIN(X)-COS(X)'`.
- Ableitungen aller eingebauten Funktionen, beispielsweise `'INV(1+X^2)'` ist integrierbar, weil es eine Ableitung der eingebauten Funktion ATAN ist.
- Polynome, deren Grundterm linear ist, beispielsweise `'X^3+X^2-2*X+6'` ist integrierbar weil `X` ein linearer Term ist. `'(X^2-6)^3+(X^2-6)^2'` ist nicht integrierbar weil `X^2-6` nicht linear ist.
- bestimmte Muster, die aus Funktionen zusammengesetzt sind, deren Stammfunktionen durch andere eingebaute Funktionen ausgedrückt werden, beispielsweise `'1/(COS(X)*SIN(X))'` liefert `'LN(TAN(X))'`.

Der Genauigkeitsfaktor und die Integrationsunsicherheit

Numerische Integration berechnet das Integral der Funktion $f(x)$ durch Berechnung eines gewichteten Mittels der Funktionswerte für viele Werte von x (Stützstellen) innerhalb des Integrationsintervalls. Die Genauigkeit des Resultats hängt von der Anzahl der Stützstellen ab. Im allgemeinen gilt: je größer die Zahl der Stützstellen, desto höher die Genauigkeit. Es gibt jedoch zwei Gründe, die Genauigkeit des Integrals von vornherein zu begrenzen:

- Die Zeit, die zur Berechnung des Integrals benötigt wird, verlängert sich, wenn die Zahl der Stützstellen erhöht wird.
- Es gibt in jedem berechneten Wert für $f(x)$ inhärente Ungenauigkeiten:
  - empirisch ermittelte Konstanten in $f(x)$ könnten ungenau sein. Ein Beispiel: Wenn $f(x)$ empirisch ermittelte Konstanten enthält, die nur bis auf zwei Dezimalstellen genau sind, hat es wenig Sinn, das Integral mit der vollen (12stelligen) Genauigkeit des Taschenrechners berechnen zu lassen.
  - Wenn $f(x)$ das Modell eines physikalischen Systems darstellt, könnte es in diesem Modell Ungenauigkeiten geben.
  - Der Taschenrechner erzeugt selbst bei jeder Berechnung von $f(x)$ Rundungsfehler.

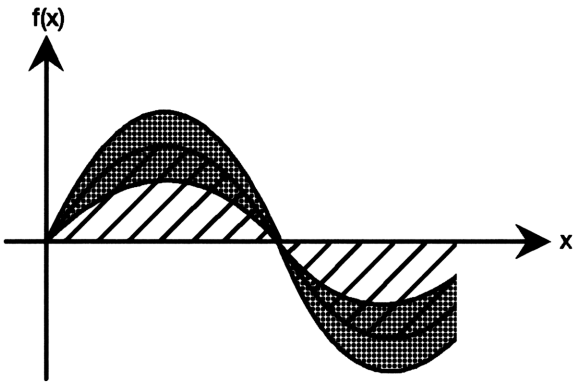
Um die Genauigkeit des Integrals indirekt zu begrenzen, geben Sie den *Genauigkeitsfaktor* des *Integranden* $f(x)$ an, der folgendermaßen definiert wird:

$$Genauigkeitsfaktor \leq \left| \frac{\text{wahrer Wert für} f(x) - \text{berechneter Wert für} f(x)}{\text{berechneter Wert für} f(x)} \right|$$

Der Genauigkeitsfaktor ist Ihre Abschätzung für den Fehler in jedem berechneten Wert für $f(x)$ als Dezimalbruch. Der Genauigkeitsfaktor wird angegeben, indem der Anzeigemodus auf n Fix eingestellt ist. Wenn Sie beispielsweise den Anzeigemodus auf 2 Fix einstellen, ist der Genauigkeitsfaktor 0,01 ' oder 1%. Wenn Sie den Anzeigemodus auf 5 Fix einstellen, ist der Genauigkeitsfaktor 0,00001 oder 0,001%.

Der Genauigkeitsfaktor hängt folgendermaßen mit der *Integrationsunsicherheit* (ein Maß für die Genauigkeit des *Integrals*) zusammen:

$$Integrationsunsicherheit \leq Genauigkeitsfaktor \times \int |f(x)|dx$$

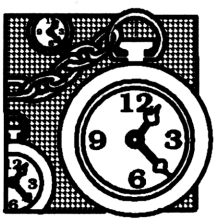


Der schraffierte Bereich ist der Wert des Integrals. Der gepunktete Bereich ist die Integrationsunsicherheit. Sie können an irgendeinem Punkt für x sehen, daß die Integrationsunsicherheit proportional zu $f(x)$ ist.

Der Algorithmus für numerische Integration verwendet eine iterative Methode, wobei die Zahl der Stützstellen bei jedem Durchgang verdoppelt wird. Wenn der Algorithmus stoppt, wird der aktuelle Wert des Integrals in Ebene 1 eingeschrieben, und die Integrationsunsicherheit wird in der Variablen *IERR* gespeichert. Der Fehler im letzten Wert ist fast sicher kleiner als die Integrationsunsicherheit.

24

Uhrzeit, Termine und Datumsarithmetik



Das TIME Anwendungsprogramm gibt Ihnen eine Systemuhr, die das heutige Datum und die richtige Uhrzeit angibt. Sie können Termine eingeben, die entweder Meldungen anzeigen oder andere von Ihnen bestimmte Aktionen durchführen. Sie können auch mit Datum und Uhrzeit Berechnungen durchführen.

Die Uhr verwenden (Datum and Uhrzeit)

Wenn Sie sich die Uhr anzeigen lassen, erscheint sie in der rechten oberen Ecke des Displays. Sie zeigt das heutige Datum und die richtige Uhrzeit in den von Ihnen gewählten Formaten an, die in der Tabelle weiter unten gezeigt werden. Die Formate bestimmen auch die Art und Weise, wie Sie Datum und Uhrzeit in der Befehlszeile eingeben. Die folgende Tabelle illustriert, wie die Uhr 4:31 PM (nachmittags); am 21. Februar, 1992 anzeigt.

Anzeige	Format	Befehlszeile
Datum:		
02/21/1992	Monat/Tag/Jahr Format	2.211992
21.02.1992	Tag.Monat.Jahr Format	21.021992
Uhrzeit:		
04:31:04P	12-Stunden Format	4.3104
16:31:04	24-Stunden Format	16.3104

Anzeige von Datum und Uhrzeit

Wie man Datum und Uhrzeit anzeigt:

- Um beides zeitweise anzuzeigen, drücken Sie [↰][TIME].
- Um beides dauernd anzuzeigen, drücken Sie [↰][MODES] [NXT] CLK. (Um die dauernde Anzeige zu löschen, drücken Sie CLK noch einmal.)

Datum und Uhrzeit werden immer angezeigt, wenn das TIME Menü aktiviert ist.

Wie man Datums- oder Uhrzeitenformat ändert:

1. Drücken Sie [↰][TIME] SET.
2. Stellen Sie das Format ein:
   - Um das Datumsformat zwischen Monat/Tag/Jahr und Tag.Monat.Jahr zu ändern, drücken Sie M/D.
   - Um das Uhrzeitenformat zwischen 12-Stunden (AM (vormittags) and PM (nachmittags)) und 24-Stunden zu ändern, drücken Sie 12/24.

Einstellen des Datums und der Uhrzeit

Wie man das Datum einstellt:

1. Drücken Sie [↰][TIME] SET.
2. Geben Sie die Datumsnummer in die Befehlszeile ein, indem Sie das aktuelle Datumsformat (Monat/Tag/Jahr oder Tag.Monat.Jahr) verwenden. Sehen Sie dazu die obige Tabelle.
3. Drücken Sie →DAT.

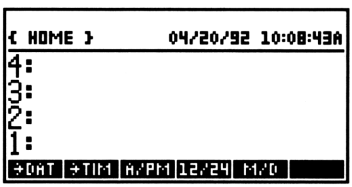
Wie man die Uhrzeit einstellt:

1. Drücken Sie [↰][TIME] SET.
2. Geben Sie die Uhrzeitennummer in die Befehlszeile ein, indem Sie das aktuelle Uhrzeitenformat (12-Stunden oder 24-Stunden) verwenden. Sehen Sie dazu die obige Tabelle.
3. Drücken Sie →TIM.
4. Um die Uhrzeit zwischen AM and PM zu ändern, drücken Sie A/PM.

Beispiel: Setzen Sie Datum und Uhrzeit auf 10:08 AM, 20. April, 1992 oder auf das aktuelle Datum und die richtige Uhrzeit, wie Sie wollen.

Aktivieren Sie das TIME SET Menü. (Vergewissern Sie sich, daß 12-Stunden und Monat/Tag/Jahr Formate aktiviert sind.) Dann setzen Sie Datum und Uhrzeit.

(→)(CLR)
(←)(TIME) SET
12/24 (falls notwendig)
M/D (falls notwendig)
10.08 →TIM
4.201992 →DAT



24

Beachten Sie das neue Datum und die Uhrzeit in den Statuszeilen.

Wie man die Uhrzeit verstellt:

1. Drücken Sie (←)(TIME) ADJST.
2. Geben Sie die Nummer der Stunden, Minuten oder Sekunden an, die Sie zu der aktuellen Uhrzeit addieren oder davon subtrahieren wollen (eine positive Nummer).
3. Drücken Sie die "+" oder "–" Menütaste für Einheit und Richtung der Verstellung.

Beispiel: Um Standardzeit in Sommerzeit umzuändern (1 Stunde später), drücken Sie (←)(TIME) ADJUST 1 HR+.

Zusammenfassung der Operationen für Datum und Uhrzeit

Das TIME Menü: Operationen mit der Uhr

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(↩)(TIME) SET :		
→DAT	→DATE	Stellt die Zahl in Ebene 1 als aktuelles Datum ein. Der erlaubte Bereich ist vom 1. Januar, 1989 bis 31. Dezember, 2088.
→TIM	→TIME	Stellt die Zahl in Ebene 1 als aktuelle Uhrzeit ein. Beim 12-Stundenformat können Sie eine 24-Stunden Uhrzeitenzahl eingeben.
A/PM		Schaltet die Einstellung der Uhr zwischen AM und PM um. Stellt die Uhrzeit auf das 24-Stundenformat ein.
12/24		Schaltet zwischen 12-Stunden- und 24-Stundenformat um.
M/D		Schaltet zwischen den Formaten Monat/Tag/Jahr und Tag.Monat.Jahr um.
(↩)(TIME) ADJST:		
HR+		Stellt die Uhr eine Stunde vor.
HR-		Stellt die Uhr eine Stunde zurück.
MIN+		Stellt die Uhr eine Minute vor.
MIN-		Stellt die Uhr eine Minute zurück.
SEC+		Stellt die Uhr eine Sekunde vor.
SEC-		Stellt die Uhr eine Sekunde zurück.
CLKA	CLKADJ	Addiert zu (oder subtrahiert von) der Uhrzeit die angegebene Zahl von *Uhrzyklen*, wobei 8192 Uhrzyklen 1 Sekunde entsprechen. Verwenden Sie CLKADJ zur Einstellung der Taschenrechneruhr in einem Programm.

Einstellen von Terminen

Sie können zwei Arten von Terminen (Alarmen) einstellen, welche sich in den ausgeführten Aktionen unterscheiden, wenn diese fällig sind:

- **Terminerinnerung.** Sie zeigt die von Ihnen bei der Einstellung angegebene Meldung. Auch gibt der Taschenrechner eine Reihe von Pieptönen entweder für ungefähr 15 Sekunden ab, oder bis Sie eine Taste drücken. Es wird von Ihnen erwartet, den Termin zu bestätigen.
- **Steuerungstermin.** Er führt ein Programm oder ein anderes von Ihnen angebenes Objekt zu dem angebenen Termin aus; keine andere Aktion findet statt. Sie brauchen den Steuerungstermin nicht zu bestätigen.

Wenn Sie einen Termin einstellen, wird dieser in den Terminkatalog aufgenommen. Im Terminkatalog können Sie Termine prüfen und bearbeiten.

Wie man den nächstfälligen Termin sehen kann:

- Drücken Sie ◀ TIME.
  oder
- Drücken Sie ◀ REVIEW im TIME Menü.

Terminerinnerungen verwenden

Sie können eine Terminerinnerung einstellen, um eine Meldung anzuzeigen. Wenn der Termin regelmäßig wiederkehrt, können Sie das Wiederholungsintervall angeben.

Wie man einen Verabredungstermin einstellt:

1. Drücken Sie ◀ TIME ALRM.
2. Wenn der Termin nicht auf heute fällt, tippen Sie das Datum des Termins im aktuellen Datumsformat ein, und dann drücken Sie >DATE.
3. Tippen Sie die Uhrzeit des Termins im aktuellen Uhrzeitenformat ein, und dann drücken Sie >TIME.
4. Um die Uhrzeit des Termins zwischen AM und PM umzuändern, drücken Sie A/PM.

5. Optional: Tippen Sie eine Meldung (mit " " Begrenzungszeichen) ein, und dann drücken Sie EXEC.
6. Optional: Um den Termin in bestimmten Intervallen zu wiederholen, drücken Sie RPT, und danach tippen Sie die Zahl der Wochen, Tage, Stunden, Minuten oder Sekunden ein, und endlich drücken Sie die Menütaste für die Einheiten der Uhr, oder drücken Sie NONE um den Termin nicht zu wiederholen.
7. Drücken Sie SET, um den Termin festzulegen (und um den nächstfälligen Termin anzuzeigen).

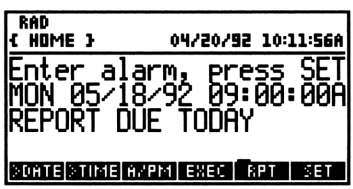
Beispiel: Terminerinnerung. Legen Sie einen Termin für 9:00 AM am 18. Mai, 1992 fest, welcher Zeit und das Datum darstellt, wenn Ihr Report fällig ist.

Setzen Sie Datum und Zeit des Termins.

(↩)(TIME) ALRM
5.181992 >DATE
9 >TIME

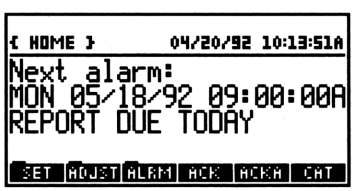
Geben Sie eine Terminmeldung ein.

(↪)(" ") REPORT DUE TODAY
EXEC



Setzen Sie den Termin. Der nächstfällige Termin wird angezeigt.

SET



Beispiel: Wiederholen einer Terminerinnerung. Setzen Sie einen wiederkehrenden Termin für eine wöchentliche Mitarbeiterbesprechung an Freitagen um 10:30 AM, beginnend am 8. Mai, 1992.

Stellen Sie Uhrzeit, Datum und Meldung des Termins ein.

(↰)(TIME) ALRM
5.081992 >DATE
10.30 >TIME
(↱)(" ") STAFF MTG
EXEC

```
{ HOME }          04/20/92 10:15:13A
Enter alarm, press SET
FRI 05/08/92 10:30:00A
STAFF MTG
>DATE >TIME A/PM EXEC RPT SET
```

Legen Sie 1 Woche als Wiederholungsintervall fest.

RPT
1 WEEK

```
{ HOME }          04/20/92 10:16:07A
Enter alarm, press SET
FRI 05/08/92 10:30:00A
STAFF MTG
Rpt=1 week(s)
>DATE >TIME A/PM EXEC RPT SET
```

Setzen Sie den Termin. Der nächstfällige Termin wird angezeigt.

SET

```
{ HOME }          04/20/92 10:17:35A
Next alarm:
FRI 05/08/92 10:30:00A
STAFF MTG
Rpt=1 week(s)
SET ADJST ALRM ACK ACKA CAT
```

Wie man einen Erinnerungstermin bestätigt:

- Während des Piepsens, drücken Sie irgendeine Taste, wie etwa (ATTN).
  oder
- Nachdem das Piepsen stoppt, drücken Sie (↰)(TIME), um die Meldung zu sehen, und dann drücken Sie ACK. (Danach drücken Sie (ATTN), wenn Sie in den Stack zurückkehren wollen.)

Wenn ein Termin fällig ist, stellt sich der (•) Indikator an, das akustische Signal wird für etwa 15 Sekunden in kurzen Abständen hörbar, und die Terminmeldung wird angezeigt. Drücken Sie eine Taste während des Piepsens, ist der Termin bestätigt, und er wird gelöscht.

Wenn Sie den Termin während des Piepsens nicht bestätigen, hört das akustische Signal auf, und die Meldung wird aus dem Display gelöscht. Ein wiederkehrender Termin wird normalerweise automatisch gelöscht und neu gesetzt. Ein nicht wiederkehrender Termin wird "überfällig",

aber nicht gelöscht. Der ((•)) Indikator bleibt angestellt, um Ihnen zu zeigen, daß Sie auf einen überfälligen Termin noch reagieren müssen.

Wenn Sie mehrere überfällige Termine haben, sehen Sie den ältesten zuerst, wenn Sie [←][TIME] drücken. Jedesmal, wenn Sie ACK drücken, wird der nächstälteste angezeigt. Der ((•)) Indikator stellt sich ab, wenn keine überfälligen Termine mehr da sind.

Wie man alle überfälligen Termine auf einmal bestätigt:

- Drücken Sie ACKA im TIME Menü.

Wie man einen wiederkehrenden Termin stoppt:

24

- Lesen Sie dazu "Immer wiederkehrende Termine stoppen" auf Seite 24-10.

Wie man bestimmt, nicht wiederkehrende Termine zu sichern oder nicht:

- Um Termine zu löschen, wenn sie bestätigt sind, drücken Sie 44 [+/−] [→][MODES][NXT] CF.
- Um Termine zu sichern, wenn sie bestätigt sind, drücken Sie 44 [+/−] [→][MODES][NXT] SF.

Normalerweise werden bestätigte, nicht wiederkehrende Terminerinnerungen gelöscht. Wenn Sie solche sichern möchten, setzen Sie das Systemflag −44. Jedoch, wenn Sie mehr als 20 überfällige Termine haben, könnte das die Operationen des Taschenrechners beeinflussen. Daher ist es besser, die Größe der Terminliste im Auge zu behalten. (Überfällige wiederkehrende Termine werden nie gesichert.)

Wie man das Verhalten wiederkehrender Termine ändert:

- Um sie automatisch zu löschen und neu anzusetzen, drücken Sie 43 [+/−] [→][MODES][NXT] CF.
- Um sie überfällig zu machen und nicht neu anzusetzen, drücken Sie 43 [+/−] [→][MODES][NXT] SF.

Normalerweise werden wiederkehrende Erinnerungstermine automatisch gelöscht und neu angesetzt. Setzen Sie das Systemflag −43, um dieses Verhalten zu ändern. Der wiederkehrende Termin wird überfällig, und er wird nicht neu angesetzt, bis Sie ihn bestätigt haben.

Wie man das Verhalten des akustischen Signals bestimmt:

- Um das akustische Signal anzustellen, drücken Sie 57 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF.
- Um das akustische Signal abzustellen, drücken Sie 57 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF.

Normalerweise ertönt das akustische Signal, wenn ein Termin fällig ist. Setzen Sie das Systemflag −57, um das Ertönen zu verhindern.

Steuerungstermine verwenden

Sie können einen Steuerungstermin setzen, damit Programm oder anderes Objekt ausgeführt wird. Falls Sie ein Objekt periodisch ausführen wollen, können Sie den Termin in bestimmten Intervallen wiederholen lassen.

Wie man einen Steuerungstermin setzt:

1. Drücken Sie [←] [TIME] ALRM.
2. Wenn der Termin nicht auf heute fällt, tippen Sie das Datum des Termins in dem aktuellen Datumsformat ein, und dann drücken Sie >DATE.
3. Tippen Sie die Uhrzeit des Termins in dem aktuellen Uhrzeitenformat ein, und dann drücken Sie >TIME.
4. Um die Uhrzeit des Termins zwischen AM und PM zu ändern, drücken Sie A/PM.
5. Geben Sie das durchzuführende Objekt oder dessen Namen ein, und dann drücken Sie EXEC.
6. Optional: Um den Termin in bestimmten Intervallen zu wiederholen, drücken Sie RPT, und danach tippen Sie die Zahl der Wochen, Tage, Stunden, Minuten oder Sekunden ein, und endlich drücken Sie die Menütaste für die Einheiten der Uhrzeit, oder drücken Sie NONE, um den Termin nicht zu wiederholen.
7. Drücken Sie SET, um den Steuerungstermin zu setzen.

Ein fälliger Steuerungstermin braucht von Ihnen nicht bestätigt zu werden, er wird automatisch als bestätigt betrachtet. Jeder wiederkehrende oder nicht-wiederkehrende fällige Steuerungstermin wird immer in der Terminliste *gesichert*. Die Flags −43 und −44, die Verabredungstermine beeinflussen, haben keinen Einfluß auf Steuerungstermine.

Wird ein Steuerungstermin fällig, wird eine Kopie des *Terminindex* in Ebene 1 ausgegeben und das angegebene Objekt ausgeführt. Der Terminindex ist eine reelle Zahl, die den Termin aufgrund seiner chronologischen Rangordnung in der Terminliste identifiziert. Der Terminindex wird mit programmierbaren Terminbefehlen verwendet wie unter "Termine in Programmen verwenden" auf Seite 24-16 beschrieben.

Wie man einen wiederkehrenden Termin stoppt, wird im nächsten Thema beschrieben.

Immer wiederkehrende Termine stoppen

Wie man einen immer wiederkehrenden Termin löscht:

1. Drücken Sie [←] [TIME] CAT, um in den Terminkatalog umzuschalten.
2. Drücken Sie [▲] und [▼] wie notwendig, um den Zeiger ▶ auf den Termin zu bewegen, der gelöscht werden soll.
3. Drücken Sie PURG.
4. Drücken Sie [ATTN].

Der Terminkatalog wird unter "Termine überprüfen und bearbeiten" auf Seite 24-12 beschrieben.

Wie man wiederkehrende Termine mit zu kurzen Abständen ändert:

- Drücken Sie die [ON] und [4] Tasten zur gleichen Zeit, und dann lassen Sie diese los.

Es ist möglich, daß ein immer wiederkehrender Termin ein so kurzes Wiederholungsintervall hat, daß er schneller angesetzt und ausgeführt wird, als Sie ihn aus der Terminliste löschen können. Dies kann dann vorkommen, wenn Sie versehentlich einen wiederkehrenden Termin auf sehr kurze Abstände eingestellt haben. Es kann auch in Fällen eines Steuerungstermins vorkommen, der ein Programm ausführt, das Messungen in sehr kurzen Abständen vornimmt.

Der [ON]-[4] Tastendruck setzt den Taschenrechner in einen Zustand, in dem die Neuansetzung des *nächstfälligen* Termins unterdrückt wird (vermutlich ist dies dann der in kurzen Abständen widerkehrende Termin). Wenn der Termin fällig ist, oder wenn Sie die nächste Taste drücken, wird dieser spezielle "Nicht-Neuansetzungszustand" des Taschenrechners aufgehoben, damit zukünftige Termine

nicht beeinflußt werden. Da das Drücken einer Taste den "Nicht-Neuansetzungszustand" aufhebt, sollten Sie warten, bis der Termin fällig wird, bevor Sie irgendeine Taste drücken.

Um den wiederkehrenden Termin mit zu kurzen Abständen in der Zukunft wieder zu aktivieren, verwenden Sie den Terminkatalog, um den wiederkehrenden Termin zu editieren und eine neue Startzeit zu setzen. Sehen Sie dazu das nächste Thema für mehr Details.

Zusammenfassung der Terminoperationen

Die TIME Menüs: Terminoperationen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
⟲ TIME:		
ALRM		Aktiviert das ALRM Menü zur Eingabe eines Termins. Das ALRM Menü enthält auch Befehle zur Verwendung von Terminen in Programmen.
ACK	ACK	Bestätigt den ältesten schon überfälligen Termin.
ACKA	ACKALL	Bestätigt alle schon überfälligen Termine.
CAT		Aktiviert den Terminkatalog zum Überprüfen und Bearbeiten vorhandener Termine.
⟲ TIME ALRM (Seite 1):		
>DATE		Stellt die Zahl in Ebene 1 als Termindatum ein. Wenn die Jahresstellen leer sind, wird das aktuelle Jahr verwendert.
>TIME		Stellt die Zahl in Ebene 1 als die Uhrzeit des Termins ein.
A/PM		Schaltet die Einstellung der Uhrzeit des Termins zwischen AM und PM um.

Die TIME Menüs: Terminoperationen (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
EXEC		Speichert das Objekt in Ebene 1, das die Aktion des Termins ausführt. Wenn das Objekt eine Zeichenkette ist, wird der Termin als Verabredungstermin behandelt, indem der Inhalt der Zeichenkette als Terminmeldung angezeigt wird. Ist das Objekt *keine* Zeichenkette, ist der Termin ein Steuerungstermin, und das Objekt wird durchgeführt, wenn der Termin fällig ist. ((→) EXEC ruft das aktuelle Objekt in den Stack auf.)
RPT		Aktiviert das RPT Menü zum Einstellen eines Wiederholungsintervalls.
SET		Stellt den soeben erstellten Termin endgültig ein und speichert ihn in der Terminliste.
(←) (TIME) ALRM RPT :		
WEEK DAY HOUR MIN SEC		Stellt das Wiederholungsintervall auf die in Ebene 1 bestimmte Zahl der Wochen, Tage, Stunden, Minuten oder Sekunden ein.
NONE		Löscht das Wiederholungsintervall.

Termine überprüfen und bearbeiten

Sie können zukünftige und überfällige Termine im Terminkatalog überprüfen, editieren und löschen. Der Terminkatalog ist eine spezielle Umgebung, wo die Tastatur neu definiert und auf spezielle Operationen begrenzt wird.

Wie man den Terminkatalog einstellt:

- Drücken Sie CAT im TIME Menü.
  oder
- Drücken Sie (→)(TIME) (*rechts*-umgeschaltet).

Der Terminkatalog zeigt die Terminliste mit dem ▶ Zeiger auf dem nächsten fälligen Termin. (Wenn es keine Termine auf der Liste gibt, erscheint die folgende Meldung: Empty catalog.)

Wie man mit einem Termin im Terminkatalog arbeitet:

1. Drücken Sie (▲) und (▼) wie notwendig, um den Zeiger auf den von Ihnen gewollten Termin zu bewegen.
2. Führen Sie die Operation durch:
   - Um den Termin zu löschen, drücken Sie PURG.
   - Um die Information des Termins zu überprüfen, drücken Sie VIEW.
   - Um die Information des Termins zu verändern, drücken Sie EDIT, und dann verändern Sie den Termin und setzen ihn neu an wie unter "Termine ansetzen" auf den Seiten 24-5 und 24-9 beschrieben.

Drücken Sie EDIT, wird der gewählte Termin von der Terminliste *entfernt*. Er wird nicht dorthin zurückgebracht, bis Sie SET drücken. Es wird aber in einer reservierten Variablen *ALRMDAT* gesichert, bis Sie SET drücken.

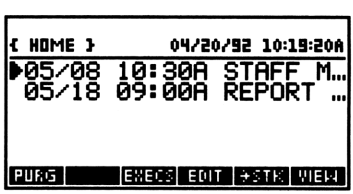
Wie man den Terminkatalog verläßt:

- Drücken Sie (ATTN).

Beispiel: Ändern Sie den Termin für die Mitarbeiterbesprechung des vorigen Beispiels von 10:30 AM auf 9:30 AM desselben Tages um.

Wählen Sie den Terminkatalog.

(←)(TIME) CAT



Bewegen Sie den Zeiger auf den 10:30 Termin. (Die Position des Termins in dem Katalog kann unterschiedlich sein und hängt von den speziellen Daten ab, die Sie in den vorhergehenden Beispielen verwendet haben.)

▲ oder ▼ (wie notwendig)

```
{ HOME }        04/20/92 10:20:34A
▶05/08 10:30A STAFF_M...
 05/18 09:00A REPORT ...

PURG        EXECS EDIT →STK VIEW
```

Prüfen Sie den Termin, um zu sehen, ob das derjenige ist, den Sie editieren wollen.

VIEW

```
{ HOME }        04/20/92 10:21:38A

FRI 05/08/92 10:30:00A
STAFF MTG
Rpt=1 week(s)
PURG        EXECS EDIT →STK VIEW
```

Beginnen Sie, den Termin zu editieren.

EDIT

```
{ HOME }        04/20/92 10:22:30A
Enter alarm, press SET
FRI 05/08/92 10:30:00A
STAFF MTG
Rpt=1 week(s)
>DATE >TIME A/PM EXEC RPT SET
```

Stellen Sie die neue Uhrzeit des Termins ein. Der nächstfällige Termin wird angezeigt.

9.30 >TIME SET

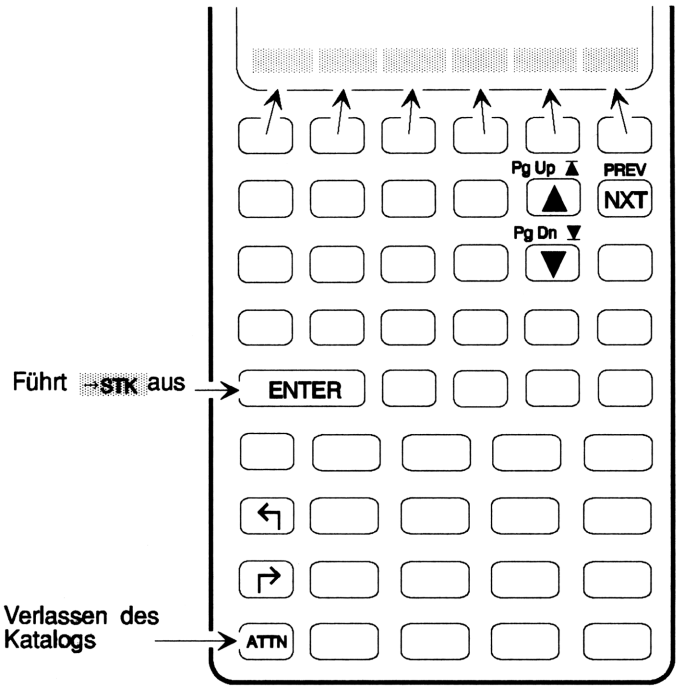
```
{ HOME }        04/20/92 10:26:07A
Next alarm:
FRI 05/08/92 09:30:00A
STAFF MTG
Rpt=1 week(s)
SET ADJST ALRM ACK ACKA CAT
```

Die folgende Tabelle und Illustration fassen die vorhandenen Operationen im Terminkatalog zusammen.

Operationen im Terminkatalog

Taste	Beschreibung
PURG	Löscht den gewählten Termin von der Terminliste.
EXECS	Schaltet zwischen der Anzeige von Datum und Uhrzeit jedes Termins und der Anzeige von nur dem Ausführungsobjekt des Termins hin und her.
EDIT	Löscht den zur Bearbeitung gewählten Termin aus der Terminliste und verläßt den Katalog.
→STK	Kopiert den gewählten Termin in den Stack.
VIEW	Zeigt alle Informationen über den gewählten Termin.
▲ ▼	Bewegt den Katalogzeiger eine Ebene nach oben oder unten. Wenn vorher ↰ gedrückt wurde, bewegt sich der Katalogzeiger eine Seite nach oben oder unten (↰ PgUp und ↰ PgDn in der nachfolgenden Illustration der Tastatur). Wenn vorher ↱ gedrückt wurde, bewegt sich der Katalogzeiger an den oberen oder unteren Rand des Katalogs (↱ ⤒ und ↱ ⤓ in der folgenden Illustration der Tastatur).
ENTER	Kopiert die gewählte Eingabe in den Stack (genau wie →STK).
ATTN	Verläßt den Katalog.

24



Termine in Programmen verwenden

Viele der Operationen im TIME Anwendungsprogramm, die sie von der Tastatur aus durchführen, können nicht programmiert werden. Jedoch enthält das Anwendungsprogramm auch mehrere programmierbare Befehle, mit denen Sie Steuerungstermine in Programmen kontrollieren können.

Ein Termin wird in einer Liste angegeben, die folgende Form hat:

{ *Datum Uhrzeit Aktion Wiederholung* }

wobei *Datum* und *Uhrzeit* für den Termin das Datum und die Uhrzeit in den aktuellen Formaten, *Aktion* das auszuführende Objekt, und *Wiederholung* das Wiederholungsintervall in *Uhrzyklen* (1 Zyklus entspricht 1/8192 Sekunde) ist.

Programmierbare Befehle für Termine

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
↰ TIME ALRM (Seite 2):		
STOAL	STOALARM	Speichert den Termin in Ebene 1 in der Terminliste und gibt dessen Terminindex *n* in Ebene 1 aus. Die Argumente von STOALARM können eine der folgenden vier Formen haben: ■ *Uhrzeit* (Datum des Termins ist das aktuelle Datum) ■ { *Datum Uhrzeit* } ■ { *Datum Uhrzeit Aktion* } ■ { *Datum Uhrzeit Aktion Wiederholung* }
RCLAL	RCLALARM	Entnimmt den Terminindex *n* aus Ebene 1, und gibt den entsprechenden Termin in Ebene 1 aus.
DELAL	DELALARM	Entnimmt den Terminindex *n* aus Ebene 1 und löscht den entsprechenden Termin aus der Terminliste. Wenn *n* = 0 ist, werden *alle* Termine von der Terminliste gelöscht.
FINDA	FINDALARM	Liefert den Terminindex *n* des ersten Termins, der nach der in Ebene 1 angegebenen Uhrzeit fällig wird, aus: Ist das Argument in Ebene 1 eine Liste der Form { *Datum Uhrzeit* }, wird der erste Termin, der nach diesem Datum und dieser Uhrzeit fällig wird; ist das Argument in Ebene 1 eine reelle Zahl *Datum*, wird der erste Termin, der nach Mitternacht dieses Datums angezeigt; ist das Argument in Ebene 1 gleich 0, wird der erste überfällige Termin angezeigt.

Mit Daten und Uhrzeiten berechnen

Sie können das TIME Menü verwenden, um Kalender- und Uhrenintervalle zu berechnen.

Datumsberechnungen

Wie man eine Datumsberechnung durchführt:

1. Drücken Sie [←] [TIME] [NXT].
2. Geben Sie die Argumente des Befehls ein:
   - Geben Sie ein Datum in dem Befehlszeilenformat im aktuellen Datumsformat (*MM.DDYYYY* oder *DD.MMYYYY*) ein.
   - Geben Sie die Uhrzeit in Befehlszeilenformat (24-Stunden *HH.MMSSs*) ein.
   - Geben Sie ein Intervall als reelle Zahl für Tage (positiv oder negativ) ein.
3. Drücken Sie die Menütaste für den Befehl. Sehen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Das TIME Menü: Die Befehle der Datumsarithmetik

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[←] [TIME] (Seite 2):		
DATE+	DATE+	Gibt ein vergangenes oder zukünftiges Datum in Zahlenform aus (*MM.DDYYYY* oder *DD.MMYYYY*), wenn ein Datum in Ebene 2 und die Anzahl der Tage in Ebene 1 angegeben wird.

Das TIME Menü: Die Befehle der Datumsarithmetik (fortgesetzt)

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
DDAYS	DDAYS	(Delta days.) Liefert die Anzahl der Tage zwischen Daten in Ebene 2 und Ebene 1.
DATE	DATE	Liefert das aktuelle Datum in Zahlenform (*MM.DDYYYY* oder *DD.MMYYYY*).
TSTR	TSTR	(Uhrzeitenkette.) In der Form einer Zeichenkette werden irgendein gültiges Datum in Ebene 2 und die Uhrzeit in der 24-Stunden Form in Ebene 1 angezeigt.

Beispiel: Am 15. Juli 1991 haben Sie eine 120-Tage-Option gekauft. Bestimmen Sie das Ablaufdatum.

Aktivieren Sie das TIME Menü. Geben Sie das bekannte Datum ein. Tippen Sie die Zahl der Tage ein, und dann berechnen Sie das Ablaufdatum.

(↰) (TIME) (NXT)
7.151991 (ENTER)
120 DATE+

```
1:                    11.121991
DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS
```

Beispiel: Ermitteln Sie die Zahl der Tage zwischen dem 20. April 1982 und dem 2. August 1986.

Aktivieren Sie das TIME Menü. Geben Sie das erste und das zweite Datum ein. Berechnen Sie dann die Zahl der Tage.

(↰) (TIME) (NXT)
4.201982 (ENTER)
8.021986 DDAYS

```
1:                       1565
DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS
```

Beispiel: Ermitteln Sie das Datum in 90 Tagen von heute. (Dies Beispiel setzt voraus, daß der 20. April 1992 das aktuelle Datum ist.)

Rufen Sie das aktuelle Datum in Ebene 1 auf.

(←)(TIME)(NXT) DATE

```
1:                 4.201992
DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS
```

Geben Sie die Zahl der Tage ein, und berechnen Sie das zukünftige Datum. Das Resultat ist der 19. Juli 1992.

30
DATE+

```
1:                 5.201992
DATE+ DDAYS DATE TIME TSTR TICKS
```

Uhrzeit- und Winkelberechnungen

24

Wie man die Uhrzeit berechnet:

1. Drücken Sie (←)(TIME)(NXT) (wie notwendig).
2. Geben Sie die Uhrzeitargumente für den Befehl in HMS- oder Dezimalformat, wie verlangt, ein.
3. Drücken Sie die Menütaste für den Befehl. Sehen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Eine Zahl im HMS-Format (Stunden [hours]-Minuten [minutes]-Sekunden [seconds]) wird wie *H.MMSSs* dargestellt:

H	Entweder keine oder mehr Stellen für die Zahl der Stunden.
MM	Zwei Stellen für die Zahl der Minuten.
SS	Zwei Stellen für die Zahl der Sekunden.
s	Entweder keine oder mehr Stellen für den Dezimalbruch der Sekunden.

Wie man eine Winkelberechnung durchführt:

1. Drücken Sie (←)(TIME)(NXT) (wie notwendig).
2. Geben Sie die Winkelargumente für den Befehl im HMS- oder Dezimalformat, wie verlangt, ein.
3. Drücken Sie die Menütaste für den Befehl. Sehen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Für Winkelberechnungen können Sie Winkel im *Grad-Minuten-Sekunden*-Format (HMS) eingeben. Beachten Sie dabei, daß *H* im HMS-Format *Grad* darstellt. (Lesen Sie dazu "Funktionen zum Umrechnen von Winkelmodus" auf Seite 9-11.)

Das TIME Menü: Befehle der Uhrzeitenarithmetik

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(↰)(TIME) (Seiten 2 und 3):		
TIME	TIME	Liefert die aktuelle Uhrzeit im 24-Stunden-Format.
TICKS	TICKS	Liefert die Systemzeit als ganze Binärzahl in Einheiten von 1/8192 Sekunden.
→HMS	→HMS	Wandelt eine reelle Zahl, welche die Zeit (oder Grade) in Dezimalform darstellt, in HMS-Format um.
HMS→	HMS→	Wandelt eine reelle Zahl, welche die Zeit (oder Grade) im HMS-Format darstellt, in die Dezimalform um.
HMS+	HMS+	Addiert zwei Zahlen im HMS-Format und liefert die Summe im HMS-Format.
HMS-	HMS−	Subtrahiert zwei Zahlen im HMS-Format und liefert den Unterschied im HMS-Format.

24

Beispiel: Wandeln Sie 5,27 Stunden in das HMS-Äquivalent um.

Tippen Sie die Uhrzeit in dezimaler Darstellung ein und, und führen Sie die Umwandlung durch. Das Resultat ist 5 Stunden, 16 Minuten und 12 Sekunden.

(↰)(TIME)(NXT)(NXT)
5.27 →HMS

Beispiel: Addieren Sie 5°50′ (5 Grad 50 Minuten) und 4°30′ (4 Grad 30 Minuten).

Geben Sie die zwei Winkel im HMS-Format ein, und addieren Sie diese. Die Antwort ist 10°20′ (10 Grad 20 Minuten).

(↰) (TIME) (NXT) (NXT)
5.5 (ENTER)
4.3 HMS+

```
1:                    10.2
+HMS HMS→ HMS+ HMS-
```

Wie man die abgelaufene Zeit in Programmen berechnet:

24

- Geben Sie einen TICKS-Befehl am Anfang und Ende des Programmabschnittes, dessen Zeitdauer Sie berechnen wollen, ein, und dann subtrahieren Sie die zwei Uhrzeiten. Falls erwünscht, multiplizieren Sie das Ergebnis mit 8192, um die Zahl der Sekunden zu erhalten.

Beispiel: Lesen Sie dazu das *FIBT* Programm auf Seite 31-5.

Teil 4

Programmierung

25

Grundlagen der Progammierung

Wenn Sie schon einmal einen Taschenrechner oder Computer benutzt haben, ist Ihnen die Idee von *Programmen* wahrscheinlich bekannt. Allgemein gesprochen ist ein Programm etwas, das den Taschenrechner oder Computer dazu bringt, bestimmte Aktionen durchzuführen, mehr noch als ein eingebauter Befehl. Im HP 48 ist ein Programm ein *Objekt*, welches dasselbe macht.

Das Programmieren verstehen

Ein HP 48-Programm ist ein Objekt mit « » Begrenzungszeichen mit einer Reihe von Zahlen, Befehlen und anderen Objekten, die Sie automatisch ausführen lassen wollen, um eine Arbeit durchzuführen.

Ein Beispiel: Wenn Sie eine negative Quadratwurzel einer Zahl finden wollen, die in Ebene 1 ist, könnten Sie [√x] [+/–] drücken. Das folgende Programm führt die gleichen Befehle aus:

```
« √ NEG »
```

Ohne ein Programm zu ändern, *könnten* wir es mit einem Befehl pro Zeile zeigen. Das ist ähnlich wie bei anderen Programmiersprachen:

```
«
 √
 NEG
»
```

Sie werden in bestimmte Aspekte von Programmen in den folgenden Abschnitten eingeführt:

- Inhalte.

- Berechnungen.
- Strukturierte Programmierung.

Jede dieser Ideen wird im Deatail in den Kapiteln 25 bis 31 besprochen. Hier wird Ihnen nur eine Übersicht gegeben.

Der Inhalt eines Programms

Wie oben erwähnt enthält ein Programm eine Reihe von Objekten. Wie jedes Objekt in einem Programm durchgeführt wird, das hängt von dem Objekttypen ab, wie weiter unten zusammengefaßt wird.

Aktionen für bestimmte Objekte in Programmen

Objekt	Aktion
Befehl	*Ausgeführt.*
Zahl	Eingabe in den Stack.
Algebraisches Objekt	Eingabe in den Stack.
Zeichenkette	Eingabe in den Stack.
Liste	Eingabe in den Stack.
Programm	Eingabe in den Stack.
Globaler Name (in Anführungszeichen)	Eingabe in den Stack.
Globaler Name (nicht in Anführungszeichen)	■ Ein Programm *wird ausgeführt.* ■ Ein Name wird ausgewertet. ■ Ein Verzeichnis wird aktuell. ■ Andere Objekte werden in den Stack eingegeben.
Lokaler Name (in Anführungszeichen)	Eingabe in den Stack.
Lokaler Name (nicht in Anführungszeichen)	Eingabe des Inhalts in den Stack.

Wie Sie von dieser Tabelle ersehen können, werden die meisten Objekttypen einfach in den Stack eingegeben. Mit Namen aufgerufene, eingebaute Befehle und Programme hingegen bewirken *Ausführung*. Die folgenden Beispiele zeigen die Resultate der Ausführung von Programmen mit verschiedenen Folgen von Objekten:

Beispiele von Programmaktionen

Programm	Resultate
« 1 2 »	2: 1 1: 2
« "Guten Tag" { A B } »	2: "Guten Tag" 1: { A B }
« '1+2' »	1: '1+2'
« '1+2' →NUM »	1: 3
« « 1 2 + » »	1: « 1 2 + »
« « 1 2 + » EVAL »	1: 3

In der Tat können Programme mehr als nur Objekte enthalten. Sie enthalten auch *Strukturen*. Eine Struktur ist ein Programmabschnitt mit einer definierten Reihenfolge. Es gibt zwei Grundstrukturen:

- **Lokale Struktur einer Variablen.** Der →- Befehl definiert einen lokalen Variablennamen und ein entsprechendes algebraisches Objekt oder Programmobjekt, die mit Hilfe solcher Variablen ausgewertet werden.
- **Verzweigungsstrukturen.** Strukturenwörter (wie DO...UNTIL...END) definieren Bedingungs- oder Schleifenstrukturen, welche die Reihenfolge der Ausführung innerhalb eines Programmes steuern.

Eine *Struktur für lokale Variablen* hat eine der folgenden Anordnungen innerhalb eines Programmes:

« → $Name_1$ ... $Name_n$ '*algebraisches Objekt*' »
« → $Name_1$ ... $Name_n$ « *Programm* » »

Der → Befehl entfernt *n* Objekte aus dem Stack und speichert sie in benannten lokalen Variablen. Das algebraische oder Programm-Objekt in der Struktur wird *automatisch ausgewertet*, weil es ein Element der Struktur ist, obwohl algebraische und Programm-Objekte in den Stack bei anderen Situationen abgelegt werden. Jedesmal, wenn ein Variablenname in dem algebraischen oder Programm-Objekt erscheint, wird der Inhalt der Variablen ersetzt.

Also entnimmt das folgende Programm zwei Zahlen aus dem Stack, und liefert ein numerisches Resultat:

```
« → a b 'ABS(a-b)' »
```

Berechnungen in einem Programm

Viele Berechnungen in Programmen nehmen Daten aus dem Stack, die manchmal von dem Benutzer oder einem anderen Programm dort abgelegt wurden. Im Folgenden sind zwei typische Arten, diese Daten zu verarbeiten:

- **Stackbefehle.** Arbeiten direkt mit dem Objekt in dem Stack.
- **Struktur einer lokalen Variablen.** Sie speichert das Stackobjekt in zeitweisen Variablen, und sie verwendet dann Variablennamen, in einem folgenden algebraischen oder Programm-Objekt darzustellen.

Numerische Berechnungen sind oft gebrauchte Beispiele dieser Methoden. Die folgenden Programme verwenden zwei Zahlen aus dem Stack, um die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks mit Hilfe der Formel $\sqrt{x^2+y^2}$ zu berechnen.


```
« SQ SWAP SQ + √ »
« → x y « x SQ y SQ + √ » »
« → x y '√(x^2+y^2)' »
```

Das erste Programm verwendet Stackbefehle, um die Zahlen im Stack zu verarbeiten, d.h. die Berechnung findet in der Syntax des Stacks statt. Das zweite Programm verwendet eine lokale Variablenstruktur, um Zahlen zu speichern und wieder aufzurufen; d. h. die Berechnung findet in der Syntax des Stacks statt. Das dritte Programm verwendet auch die lokale Variablenstruktur; d.h. die Berechnung findet hier in algebraischer Syntax statt. Beachten Sie, daß die verwendete Formel am meisten im dritten Programm sichtbar ist.

Lokale Variablenstrukturen mit algebraischen Objekten werden von vielen Programmierern bevorzugt, weil sie leicht zu schreiben, zu lesen und zu korrigieren (debug) sind.

Strukturiertes Programmieren

Der HP 48 lädt geradezu zum *strukturierten Programmieren* ein. Jedes Programm hat nur einen Eingangspunkt: das ist der Anfang des Programms. Es hat auch nur einen Ausgangspunkt: das ist das Ende des Programms. Es gibt innerhalb eines Programms keine Felder, auf die man springen kann. Es gibt keine GOTO Befehle, von denen man das Programm verlassen kann. Von außen gesehen ist die Abfolge eines Programmes äußerst einfach: fange am Anfang an, und höre am Ende auf. (Natürlich können Sie *innerhalb* eines Programmes Verzweigungsstrukturen verwenden, um die Ablaufsfolge der Ausführung zu steuern.)

Sie können strukturiertes Programmieren zu Ihrem Vorteil verwenden, indem Sie "Baustein"-Programme erzeugen. Jedes Bausteinprogramm kann für sich alleine funktionieren, und es kann sich wie ein Unterprogramm innerhalb eines größeren Programms verhalten. Ein Beispiel: Betrachten Sie das folgende Programm:


```
« WERTEAUFRUF ANTWORTSUCHE ANTWORTAUSGABE »
```

Dieses Programm ist in drei Hauptaufgaben eingeteilt, jede mit einem Unterprogramm. Die Ablauffolge ist offensichtlich. Nur Eingabe und Ausgabe eines jeden Unterprogrammes sind von Wichtigkeit. Die interne Arbeitsweise ist auf dieser Ebene unwichtig.

Innerhalb eines jeden Unterprogrammes kann die Aufgabe entweder einfach sein, oder sie kann weiter in andere Unterprogramme verzeigt werden, die kleinere Aufgaben durchführen. Dies erlaubt Ihnen, verhältnismäßig einfache Unterprogramme zu verwenden, selbst wenn das Hauptprogramm groß ist.

Also sind Programme Ergänzungen zu den oben erwähnten eingebauten Befehlen. Sie führen Sie aus, indem Sie den Namen aufrufen. Sie verlangen bestimmte Eingaben, und sie liefern bestimmte Resultate.

Wo man weitere Information findet:

Um Information über bestimmte Programmierungsthemen zu finden, sehen Sie in den folgenden Kapiteln nach:

- Eingabe, Editierung und Ausführung der Programme: dieses Kapitel.

- Grundprogramme schreiben: dieses Kapitel.
- Programme testen: dieses Kapitel.
- Tests und Konditionsstrukturen verwenden: Kapitel 26.
- Schweifstrukturen verwenden: Kapitel 27.
- Flags verwenden: Kapitel 28.
- Interaktive Programme erzeugen: Kapitel 29.
- Fehler in Programmen finden: Kapitel 30.
- Beispielsprogramme überprüfen: Kapitel 31.
- Information über Befehle finden: Anhang G.

Sie können auch in den folgenden Büchern nachschlagen:

- Das *Programmer's Reference Manual* für den HP 48 (Bestellnummer 00048-90054) enthält Information über Programmieren mit Syntaxinformation für alle HP 48-Befehle im Nachschlagformat.
- *HP 48 Programming Examples* von D.R. Mackenroth, Addison-Wesley, 1991, ist eine Quelle für strukturierte Programme und Programmierungstechniken.

Programme eingeben und ausführen

Ein Programm ist ein Objekt, das eine Ebene in dem Stack belegt, und das in einer Variablen gespeichert werden kann.

Wie man ein Programm eingibt:

1. Drücken Sie [←] [« »]. Der PRG Indikator erscheint, was anzeigt, daß der Programmeingabemodus aktiviert ist.
2. Geben Sie Befehle und andere Objekte (mit entsprechenden Begrenzungszeichen) ein, damit die von Ihnen gewünschten Operationen vom Programm ausgeführt werden.
   - Drücken Sie [SPC], um aufeinanderfolgende Zahlen zu trennen.
   - Drücken Sie [▶], um an dem Endbegrenzungszeichen vorbeizukommen.
3. Optional: Drücken Sie [↱] [↵] (newline), um eine neue Zeile in der Befehlszeile zu irgendeiner Zeit zu beginnen.
4. Drücken Sie [ENTER], um das Programm in den Stack zu schreiben.

Im Programmeingabemodus (PRG Indikator ist an), Befehlstasten werden nicht ausgeführt. Sie werden stattdessen in der Befehlszeile

eingegeben. Nur nicht-programmierbare Operationen wie [←] und [VAR] werden ausgeführt.

Zeilenunterbrechungen werden unterdrückt, wenn Sie [ENTER] drücken.

Wie man Befehle und andere Objekte in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie die Tastatur- oder Menütaste für den Befehl oder das Objekt.
  oder
- Tippen Sie die Zeichen mit der Alphatastatur ein.

Wie man ein Programm speichert oder benennt:

1. Geben Sie das Programm in den Stack ein.
2. Geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [STO].

Sie können beschreibende Namen für die Programme wählen. Hier sind einige Ideen dafür, was ein Name beschreiben kann:

- Die Berechnung oder Aktion. Beispiele: *SPH* [(spherical-cap volume) Kugelkalottenvolumen] oder *SORT* (Sortiere-eine-Liste).
- Eingabe und Ausgabe. Beispiele: $X \rightarrow FX$ (x to $f(x)$), $RH \rightarrow V$ (Radius-und-Höhe zum Volumen).
- Die Technik. Beispiele: *SPHLV* [(spherical-cap volume using local variables) Kalottenvolumen mit Hilfe von lokalen Variablen] und *SPHSTACK* [(spherical-cap volume using the Stack) Kalottenvolumen mit Hilfe des Stacks].

Wie man ein Programm ausführt:

- Drücken Sie [VAR], und dann die Menütaste für den Programmnamen.
  oder
- Geben Sie die Programmnamen (*ohne* Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [ENTER].
  oder
- Legen Sie den Programmnamen in Ebene 1 ab, und drücken Sie [EVAL].
  oder
- Legen Sie das Programmobjekt in Ebene 1 ab, und drücken Sie [EVAL].

Wie man ein Programm während der Ausführung stoppt:

- Drücken Sie [ATTN].

Beispiel: Geben Sie ein Programm ein, das den Wert des Radius aus dem Stack entnimmt, und das Volumen einer Kugel mit Radius r mit Hilfe der folgenden Formel berechnet:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Wenn Sie das Volumen nach der Eingabe in den Stack von Hand ausrechneten, würden Sie wahrscheinlich die folgenden Tasten drücken:

3 [y^x] [←] [π] [×] 4 [×] 3 [÷] [→] [→NUM]

Geben Sie die gleichen Tastendrücke in ein Programm ein. ([→] [↵] beginnt nur eine neue Zeile.)

[←] [« »]
3 [y^x] [←] [π] [×] 4 [×] 3 [÷]
[→] [↵] [→] [→NUM]

```
« 3 ^ π * 4 * 3 /
→NUM ◆
»
PARTS PROB HYP MATR VECTR BASE
```

25

Legen Sie das Programm in den Stack ab.

[ENTER]

```
1: « 3 ^ π * 4 * 3 /
   →NUM »
←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Speichern Sie das Programm in der Variablen *VOL*. Dann geben Sie den Radius von 4 in den Stack ein, und führen Sie das *VOL* Programm aus.

[']VOL [STO]
4 [VAR] VOL

```
1:          268.082573107
VOL
```

Das Programm ist:

```
« 3 ^ π * 4 * 3 / →NUM »
```

Beispiel: Ersetzen Sie das Programm des vorhergehenden Beispiels mit einem, das man leichter lesen kann. Geben Sie ein Programm ein, das lokale Variablenstruktur verwendet, um das Volumen der Kugel zu berechnen. Das Programm ist:

```
« → r '4/3*π*r^3' →NUM »
```

(Sie müssen →NUM mit einschließen, weil π ein symbolisches Resultat verursacht.)

Geben Sie das Programm ein. ([→][↵] beginnt nur eine neue Zeile.)

[←][« »]
[→][→] r [SPC]
[']4 [÷] 3 [×] [←][π] [×]
r [y^x] 3 [▶] [→][↵]
[→][→NUM]

```
« → r '4/3*π*r^3'
→NUM ◆
»
VOL
```

Legen Sie das Programm in den Stack ab, und speichern Sie es in *VOL*.

[ENTER]
[←] VOL

```
VOL
```

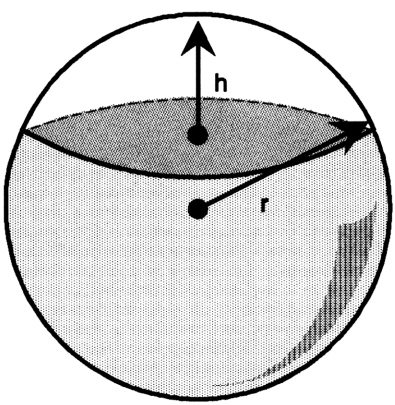
Speichern Sie das Volumen für einen Radius von 4.

4 VOL

```
1:          268.082573106
VOL
```

25

Beispiel: Geben Sie das Programm *SPH* ein, welches das Volumen einer Kugelkalotte mit Radius r und Höhe h mit in den Variablen R und H gespeicherten Werten ein:



$$V = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$$

In diesem und den folgenden Kapiteln über Programmieren zeigen "Stackdiagramme", welche Argumente im Stack sein müssen, bevor ein Programm ausgeführt wird, und welche Resultate von dem Programm im Stack abgelegt werden. Im folgenden das Stackdiagramm für *SPH*:

Argumente	Resultate
	1: *Volumen*

Das Diagramm zeigt an, daß *SPH* keine Argumente aus dem Stack entnimmt und daß das Volumen der Kugelkalotte in Ebene 1 ausgegeben wird. (*SPH* nimmt an, daß Sie den numerischen Wert für den Radius in der Variablen *R* und den numerischen Wert für die Höhe in der Variablen *H* gespeichert haben. Das sind ***globale*** Variablen, die außerhalb des Programmes existieren.)

Die ausgedruckten Programme zeigen in der linken Spalte die notwendigen Programmschritte und entsprechende Erläuterungen in der rechten Spalte. Beachten Sie, daß Sie entweder eine Befehlstaste drücken oder Befehlsnamen eintippen können, um das Programm einzugeben. In diesem ersten ausgedruckten Programm sind auch die einzelnen Tasten dargestellt, die zu betätigen sind.

Programm:	Tasten:	Erläuterung:
«	[←][« »]	Begin das Programm.
'1/3	[']1[÷]3	Beginnt den algebraisch Ausdruck, der das Volumen berechnet.
*π*H^2	[×][←][π] [×]H[y^x]2	Multipliziert mit πh^2.
*(3*R-H)'	[×][←][( )] 3[×]R[−] H[▶][▶]	Multipliziert mit $3r - h$ schließt damit die Berechnung ab und beendet den Ausdruck.
→NUM	[→][→NUM]	Wandelt den Ausdruck mit π in eine Zahl um.
»		Beendet das Programm.
	[ENTER]	Legt das Programm in den Stack ab.
	[']SPH[STO]	Speichert das Programm in der Variablen *SPH*.

25

Hier ist das Programm:

```
« '1/3*π*H^2*(3*R-H)' →NUM »
```

Jetzt verwenden Sie *SPH*, um das Volumen einer Kugelkalotte mit Radius $r = 10$ und Höhe $h = 3$ zu berechnen.

Zuerst speichern Sie die Daten in den entsprechenden Variablen. Dann wählen Sie das VAR Menü und führen das Programm aus. Das Resultat wird in Ebene 1 des Stacks ausgegeben.

10[']R[STO]
3[']H[STO]
[VAR] SPH

Programme anschauen und editieren

Programme werden auf die selbe Weise angeschaut und editiert wie andere Objekte: man gebraucht die Befehlszeile dazu. Sehen Sie dazu "Objekte zum Anschauung und Bearbeitung darstellen" auf Seite 3-7.

Wie man ein Programm anschaut oder editiert:

1. Schauen Sie sich das Programm an:
   - Wenn das Programm in Ebene 1 ist, drücken Sie ◀ EDIT.
   - Wenn das Programm in einer Variablen gespeichert ist, geben Sie den Variablennamen in Ebene 1 ein, und drücken Sie ▶ VISIT.
2. Optional: Machen Sie Änderungen.
3. Drücken Sie ENTER, um irgendwelche Änderungen zu sichern, (oder drücken Sie ATTN, diese zu löschen), und kehren Sie in den Stack zurück.

▶ VISIT erlaubt Ihnen, ein gespeichertes Programm zu ändern, ohne es erneut speichern zu müssen. ◀ EDIT erlaubt Ihnen, ein Programm zu ändern und die neue Version in einer anderen Variablen zu speichern.

Während Sie das Programm editieren, sollten Sie vielleicht in der Befehlszeile zwischen dem Programmeingabemodus (zur Bearbeitung der meisten Objekte) und dem Programmeingabemodus für algebraische Objekte (wenn Sie diese bearbeiten) hin und her schalten. Die PRG und ALG Indikatoren zeigen den aktuellen Modus an.

Wie man zwischen den Modi umschaltet:

- Drücken Sie ▶ ENTRY.

Beispiel: Editieren Sie *SPH* aus dem vorigen Beispiel, so daß die Zahl aus Ebene 1 in der Variablen *H* und die Zahl aus Ebene 2 in der Variable *R* gespeichert wird.

Verwenden Sie VISIT, um die Editierung von *SPH* zu beginnen.

VAR
' SPH
▶ VISIT

```
« '1/3*π*H^2*(3*R-H
)' →NUM
»
←SKIP SKIP→ ←DEL DEL→ INS ■ ↑STK
```

Bewegen Sie den Cursor an dem ersten Programmbegrenzungszeichen vorbei, und fügen Sie die neuen Programmschritte ein.

▶ ' H ▶ STO
' R ▶ STO

```
«'H' STO 'R' STO ◀1/3...
)' →NUM
»
```

Sichern Sie die neue Version von *SPH* in der Variablen. Um dann zu bestätigen, daß die Änderungen gesichert wurden, kontrollieren Sie *SPH* in der Befehlszeile.

ENTER
' SPH ↱ VISIT

```
« 'H' STO 'R' STO '
1/3*π*H^2*(3*R-H)'
→NUM
»
```

Drücken Sie ATTN, um das Programm zu beenden.

25

Programme mit einem Computer schreiben

Einige Leute ziehen es vor, Programme und andere Objekte in einem Computer zu erzeugen, und diese dann in den HP 48 mit Hilfe seines seriellen Anschlußpunktes einzuladen. Ein Beispiel: Die Verbindung der Programmentwicklung von Hewlett-Packard stellt eine Umgebung zur Programmentwicklung zur Verfügung, die genau auf den HP 48 paßt. Sie können es verwenden, Programme zu schreiben und diese dann in den Taschenrechner einzuladen und sie auszuführen.

Außerdem können Sie "Erläuterungen" in der Computer-Version mit einschließen, wenn Sie Programme im Computer erzeugen.

Wie man eine Erläuterung in ein Programm einschließt:

- Schließen Sie die Erläuterung mit zwei @ Zeichen ein.
  oder
- Schließen Sie die Erläuterung zwischen einem @ Zeichen und dem Ende der Zeile ein.

Jedesmal, wenn der HP 48 Text verarbeitet, der in der Befehlszeile eingegeben wurde, sei es durch Tastatureingabe oder sei es von einem Computer eingeladen, löscht er die @ Zeichen und den von ihnen

begrenzten Text. Jedoch werden @ Zeichen nicht beeinflußt, wenn sie innerhalb einer Zeichenkette sind.

Lokale Variablen verwenden

Das Programm *SPH* des vorigen Beispiels verwendet globale Variablen zur Datenspeicherung und -aufruf. Hier sind die Nachteile, wenn Sie globale Variablen in Programmen verwenden:

- Nach der Programmdurchführung müssen globale Variablen, die Sie nicht länger gebrauchen, gelöscht werden, wenn Sie das VAR Menü klären und Benutzerspeicherraum freimachen wollen.
- Sie müssen entweder Daten explizit in globalen Variablen vor der Programmdurchführung speichern oder STO durch das Programm durchführen lassen

Mit *lokalen Variablen* vermeiden Sie die Nachteile der globalen Variablen in Programmen. Lokale Variablen sind vorübergehend verwendete Variablen, *die von einem Programm erzeugt werden.* Sie existieren nur solange, wie das Programm ausgeführt wird und können außerhalb des Programmes nicht verwendet werden. Sie erscheinen nie im VAR Menü. Außerdem kann man auf lokale Variablen schneller als auf globale Variablen zugreifen. (Dieses Handbuch verwendet für lokale Variablen durchweg Namen mit Kleinbuchstaben.)

Lokale Variablen erzeugen

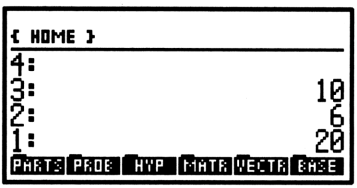
In einem Programm erzeugt eine *lokale Variablenstruktur* lokale Variablen.

Wie man eine lokale Variablenstruktur in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie den → Befehl ein (drücken Sie [→][→]).
2. Geben Sie einen oder mehrere Variablennamen ein.
3. Geben Sie einen *definierenden Vorgang* (ein algebraisches Objekt oder ein Programmobjekt) ein, der Namen verwendet.

   « → $Name_1$ $Name_2$ ... $Name_n$ '*algebraisches Objekt*' »
   oder
   « → $Name_1$ $Name_2$ ... $Name_n$ « *Programm* » »

Wenn der → Befehl in einem Programm ausgeführt wird, werden n Werte aus dem Stack entnommen und den Variablen $Name_1$, $Name_2$, ... $Name_n$ eingegeben. Ein Beispiel: Wenn der Stack wie folgt aussieht,



dann geschieht folgendes:

→ a erzeugt eine lokale Variable $a = 20$.

→ a b erzeugt lokale Variablen $a = 6$ und $b = 20$.

→ a b c erzeugt lokale Variablen $a = 10$, $b = 6$, und $c = 20$.

Der definierende Vorgang verwendet dann lokale Variablen, um die Berechnungen durchzuführen.

Lokale Variablenstrukturen haben folgende Vorteile:

- Der → Befehl speichert die Werte aus dem Stack in den entsprechenden Variablen. Sie brauchen nicht explizit STO durchzuführen.
- Lokale Variablen verschwinden automatisch, wenn der definierende Vogang abgeschlossen ist, für den sie erzeugt wurden. Daraus folgt, daß lokale Variablen nicht im VAR Menü erscheinen und den Benutzerspeicher nur während des Ablaufs belegen.
- Lokale Variablen existieren nur innerhalb ihres definierenden Vorgangs. Andere lokale Variablenstrukturen können ohne Probleme den gleichen Variablennamen verwenden.

Beispiel: Das folgende Programm *SPHLV* berechnet das Volumen einer Kugelkalotte mit Hilfe von lokalen Variablen. Der definierende Vorgang ist ein algebraischer Ausdruck.

Argumente	Resultate
2: *r* 1: *h*	1: *Volumen*

Programm:	Erläuterungen:
«	
→ r h	Erzeugt lokale Variablen *r* und *h* für den Radius der Kugel und die Höhe der Kalotte.
'1/3*π*h^2*(3*r-h)'	Der definierende Vorgang. In diesem Programm ist der definierende Vorgang für die lokale Variablenstruktur ein algebraischer Ausdruck.
→NUM	Wandelt den Ausdruck in eine Zahl um.
»	
(ENTER) (') SPHLV (STO)	Speichert das Programm in der Variablen *SPHLV*.

Verwenden Sie nun *SPHLV*, um das Volumen einer Kugelkalotte mit Radius $r = 10$ und Höhe $h = 3$ zu berechnen. Geben Sie die Daten in der richtigen Reihenfolge in den Stack ein, und dann führen Sie das Programm aus.

10 (ENTER) 3
(VAR) SPHLV

Lokale Namen auswerten

Lokale Namen werden anders als globale Namen ausgewertet. Wird ein globaler Name ausgewertet, wird das Objekt, das in der entsprechenden Variablen gespeichert ist, selbst ausgewertet. (Sie haben schon gesehen, wie Programme, die in globalen Variablen gespeichert sind, automatisch ausgewertet werden, wenn der Name ausgewertet wird.)

Wird ein lokaler Name ausgewertet, wird das Objekt, das in der entsprechenden Variablen gespeichert ist, in den Stack ausgegeben,

aber *ohne* Auswertung. Wenn eine lokale Variable eine Zahl enthält, ist die Wirkung der Auswertung die gleiche wie bei globalen Namen, weil das Ablegen einer Zahl in den Stack gleichbedeutend mit seinem Auswerten ist. Wenn eine lokale Variable allerdings ein Programm, einen algebraischen Ausdruck oder einen globalen Variablennamen enthält, und wenn Sie davon eins ausgewertet haben wollen, sollte das Programm EVAL ausführen, nachdem das Objekt in den Stack abgelegt wurde.

Den Gültigkeitsbereich lokaler Variablen definieren

Lokale Variablen existieren *nur* innerhalb eines definierenden Vorganges.

Beispiel: Der folgende Ausschnitt eines Programmes illustriert die Verfügbarkeit von lokalen Variablen in *verschachtelten* definierenden Vorgängen (Vorgänge innerhalb von Vorgängen). Weil die lokalen Variablen *a*, *b* und *c* zu der Zeit schon existieren, wenn der definierende Vorgang für lokale Variablen *d*, *e* und *f* ausgeführt wird, sind diese zur Verwendung in dem Vorgang verfügbar.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
⋮	Keine lokalen Variablen sind vorhanden.
→ a b c	Definiert die lokalen Variablen *a*, *b* und *c*.
«	Die lokalen Variablen *a*, *b* und *c* sind in diesem Vorgang verfügbar.
a b + c +	
→ d e f	Definiert die lokalen Variablen *d*, *e* und *f*.
'a/(d*e+f)'	Die lokalen Variablen *a*, *b*, *c* und *d*, *e*, *f* sind in diesem Vorgang verfügbar.
a c / −	Nur die lokalen Variablen *a*, *b* und *c* sind verfügbar.
»	
⋮	Keine lokalen Variablen sind verfügbar.
»	

Beispiel: In dem folgenden Programmausschnitt ruft der definierende Vorgang für die lokalen Variablen *d*, *e* und *f* ein Programm auf, das Sie zuvor erzeugt und in der globalen Variablen *P1* gespeichert haben.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`⋮`	
`→ a b c`	
`«`	
`a b + c +`	
`→ d e f`	Definiert die lokalen Variablen *d*, *e* und *f*.
`'P1+a/(d*e+f)'`	Die lokale Variablen *a*, *b*, *c* und *d*, *e*, *f* sind in diesem Vorgang verfügbar. Der definierende Vorgang führt das in der Variablen *P1* gespeicherte Programm aus.
`a c / -`	
`»`	
`⋮`	
`»`	

Die sechs lokalen Variablen sind *nicht* im Programm *P1* verfügbar, weil sie nicht existierten, als Sie *P1* schrieben. Die in den lokalen Variablen gespeicherten Objekte stehen dem Programm *P1* nur dann zur Verfügung, wenn Sie diese Objekte für *P1* in den Stack abgelegt oder diese Objekte in globalen Variablen gespeichert haben.

Umgekehrt kann das Programm *P1* seine eigene lokale Variablenstruktur (mit irgendwelchen Namen wie *a*, *c* und *f* beispielsweise) anlegen, ohne daß ein Konflikt mit den lokalen Variablen derselben Namen im Vorgang entsteht, der *P1* aufruft.

Benutzerdefinierte Funktionen als Programme erzeugen

Der definierende Vorgang für eine lokale Variablenstruktur kann entweder ein algebraisches oder ein Programm-Objekt sein. Wie unter "Die Struktur einer benutzerdefinierten Funktion" auf Seite 10-6 beschrieben, ist eine benutzerdefinierte Funktion ein Programm, das nur aus einer lokalen Variablenstruktur besteht, dessen definierender Vorgang ein algebraischer Ausdruck ist.

Wenn ein Programm mit einer lokalen Variablenstruktur beginnt und ein Programm als definierenden Vorgang hat, verhält sich das ganze Programm wie eine benutzerdefinierte Funktion auf zwei Arten: Es verarbeitet numerische oder symbolische Argumente, und es nimmt diese Argumente entweder aus dem Stack oder in algebraischer Syntax. Jedoch hat es *keine* Ableitung. (Das definierende Programm darf, genau wie algebraische definierende Vorgänge, nur *ein* Resultat in den Stack liefern.)

Der Vorteil bei der Verwendung eines Programmes als definierenden Vorgang einer lokalen Variablenstruktur liegt darin, daß ein Programm Befehle enthalten kann, die in algebraischen Ausdrücken nicht zulässig sind. Ein Beispiel: Die in Kapitel 27 beschriebenen Schleifenstrukturen sind in algebraischen Ausdrücken nicht zulässig.

Beispiel: Das Programm *BER* auf Seite 31-39 berechnet eine Näherung einer Besselfunktion. *BER* verwendet eine lokale Variablestruktur, dessen definierender Vorgang ein Programm mit einer FOR...STEP-Struktur und einer verschachtelten IF...THEN...ELSE...END Struktur. *BER* it nicht differenzierbar, aber das Beispiel in Kapitel 31 zeigt, daß es seine Argumente entweder aus dem Stack oder in algebraischer Syntax annehmen kann.

Daten im Stack verarbeiten

Die in diesem Kapitel schon vorgekommenen Programme *SPH* und *SPHLV* verwenden Variablen zum Zweck der Datenspeicherung und des -aufrufs. Eine alternative Programmierungsmethode verarbeitet Zahlen in dem Stack, ohne sie in Variablen zu speichern. Obwohl diese Methode schnellere Programmausführung in gewissen Situationen ermöglicht, gibt es verschiedene Nachteile bei der Methode der Stackverarbeitung:

- Wenn Sie das Programm schreiben, muß die Position der Daten im Stack verfolgt werden. Ein Beispiel: Datenargumente müssen dupliziert werden, wenn sie von mehr als einem Befehl verwendet werden.
- Ein Programm, das Daten im Stack verarbeitet, ist im allgemeinen nicht so einfach zu lesen wie ein Programm, das mit Variablen arbeitet.

25 **Beispiel:** Das folgende Programm *SPHSTACK* verwendet das Verfahren der Stackverarbeitung, um das Volumen einer Kugelkalotte zu berechnen. (*SPHLV* verwendet lokale Variablen, um die gleiche Berechnung in ungefähr 30 Prozent weiger Zeit auszuführen.)

Argumente	Resultate
2: *r*	
1: *h*	1: *Volumen*

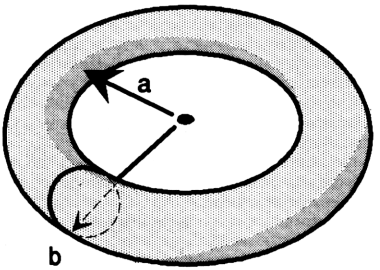
Programm:	Erläuterungen:
«	
SWAP	Legt den Radius in Ebene 1 ein.
3 *	Multipliziert den Radius mit 3.
OVER -	Kopiert die Zahl in Ebene 2 (die Höhe) nach Ebene 1 und subtrahiert, indem es $3r - h$ berechnet.
SWAP SQ *	Tauscht die ursprüngliche Höhe in Ebene 1, quadriert sie und multipliziert sie mit $3r - h$.
π * 3 /	Multipliziert mit π und teilt durch 3. Damit ist die Berechnung beendet.
→NUM	Wandelt das algebraische Objekt in eine Zahl um.
»	
[ENTER]	Legt das Programm im Stack ab.
[']SPHSTACK [STO]	Speichert es in *SPHSTACK*.

25

Unterprogramme verwenden

Weil ein Programm selber ein Objekt ist, kann es in einem anderen Programm wie ein Unterprogramm verwendet werden. Wenn das Programm *B* von dem Programm *A* verwendet wird, *ruft* Programm *A* das Programm *B* auf, und Programm *B* ist ein *Unterprogramm* in Programm *A*.

Beispiel: Das Programm *TORSA* berechnet die Oberfläche eines Torus mit dem inneren Radius *a* und dem äußeren Radius *b*. *TORSA* wird im zweiten Programm *TORSV* als ein Unterprogramm verwendet, welches Volumen eines Torus berechnet.



Die Oberfläche und das Volumen werden folgendermaßen berechnet:

$$A = \pi^2(b^2 - a^2) \qquad V = \frac{1}{4}\pi^2(b^2 - a^2)(b - a)$$

(Die Größe $\pi^2(b^2 - a^2)$ in der zweiten Gleichung ist die Oberfläche eine Torus mit *TORSA* berechnet.)

25 Es folgt das Stackdiagramm und die Programmliste für *TORSA*.

Argumente	Resultate
2: *a* 1: *b*	1: *Oberfläche*

Programm:	Erläuterungen:
«	
→ a b	Erzeugt die lokalen Variablen *a* und *b*.
'π^2*(b^2-a^2)'	Berechnet die Oberfläche.
→NUM	Wandelt das algebraisch Objekt in eine Zahl um.
»	
[ENTER]	Legt das Programm in den Stack ab.
[']TORSA [STO]	Speichert das Programm in *TORSA*.

Es folgt das Stackdiagramm und die Programmliste für *TORSV*.

Argumente	Resultate
2: *a* 1: *b*	1: *Volumen*

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
→ a b	Erzeugt die lokalen Variablen *a* und *b*.
«	Beginnt ein Programm als definierenden Vorgang.
a b TORSA	Legt die in *a* und *b* gespeicherten Zahlen in den Stack ab, und ruft dann *TORSA* mit diesen Argumenten auf.
b a - * 4 /	Schließt die Volumenberechnung mit Hilfe der Oberfläche ab.
»	Beendet den definierenden Vorgang.
»	
[ENTER]	Legt das Programm in den Stack ab.
[']TORSV [STO]	Speichert das Programm in *TORSV*.

Jetzt verwenden Sie *TORSV*, um das Volumen eines Torus mit dem inneren Radius $a = 6$ und dem äußeren Radius $b = 8$ zu kalkulieren.

6 [ENTER] 8
[VAR] TORSV

25

Einzelschrittausführung durch ein Programm

Man kann leichter verstehen, wie ein Programm funktioniert, wenn Sie es Schritt um Schritt ausführen und die Wirkung jedes einzelnen Schrittes verfolgen. Diese Vorgehensweise hilft Ihnen, Ihre eigenen Programme zu testen und Fehler zu beseitigen oder Programme zu verstehen, die von anderen geschrieben wurden.

Einzelschrittausführung am Anfang eines Programms:

1. Schreiben Sie das Programm oder den Programmnamen in Ebene 1 oder in die Befehlszeile.
2. Drücken Sie (PRG) CTRL DBUG, um die Ausführung zu beginnen und sofort zu stoppen. Der HALT Indikator wird im Statusbereich angezeigt.
3. Je nach Wunsch unternehmen Sie folgendes:
   - Drücken Sie SST, um den nächsten Programmschritt im Statusbereich angezeigt und dann ausgeführt zu sehen.
   - Drücken Sie NEXT, um den nächsten Programmschritt oder die nächsten beiden Programmschritte anzuzeigen aber nicht auszuführen.
   - Um mit normaler Ausführung fortzufahren, drücken Sie (↰)(CONT).
   - Um auf weitere Ausführung zu verzichten, drücken Sie KILL.
4. Wiederholen Sie die vorhergehenden Schritte je nach Wunsch.

25

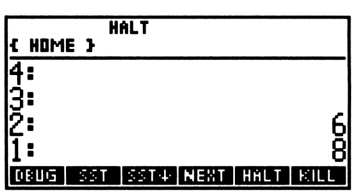
Wie man den HALT Indikator zu jeder Zeit abstellt:

- Drücken Sie (PRG) CTRL KILL.

Beispiel: Führen Sie das Programm *TORSV* schrittweise aus. Verwenden Sie $a = 6$ und $b = 8$.

Wählen Sie das VAR Menü, und geben Sie die Daten ein. Geben Sie den Programmnamen ein, und beginnen Sie zu testen und zu verbessern. Das HALT zeigt an, daß die Programmausführung unterbrochen wurde.

(→)(CLR)
(VAR)
6 (ENTER) 8 (ENTER)
(') TORSV
(PRG) CTRL DBUG



Zeigen Sie den ersten Programmschritt an, und führen Sie ihn aus. Beachten Sie, daß er zwei Argumente aus dem Stack entnimmt, und sie in den lokalen Variablen *a* und *b* speichert.

SST

```
→ a b

4:
3:
2:
1:
DEBUG SST SST↓ NEXT HALT KILL
```

Fahren Sie mit der Einzelschrittausführung fort , bis der Statusbereich das aktuelle Verzeichnis anzeigt. Beobachten Sie den Stack und den Statusbereich während der Einzelschrittausführung durch das Programm.

SST ... SST

```
1:          138.174461616
DEBUG SST SST↓ NEXT HALT KILL
```

25

Wie man das Programm schrittweise von der Mitte des Programmes ausführt:

1. Fügen Sie den HALT Befehl in das Programm dort ein, wo Sie mit der Einzelschrittausführung beginnen wollen.
2. Führen Sie das Programm normal aus. Das Programm stoppt, wenn der HALT Befehl durchgeführt wird und der HALT Indikator angezeigt ist.
3. Je nach Wunsch unternehmen Sie folgendes:
   - Drücken Sie SST , um den nächsten Programmschritt im Statusbereich angezeigt und dann ausgeführt zu sehen.
   - Um den nächsten Programmschritt oder die nächsten beiden Programmschritte anzuzeigen aber nicht auszuführen, drücken Sie NEXT .
   - Um mit normaler Ausführung fortzufahren, drücken Sie ↰ CONT .
   - Um auf weitere Ausführung zu verzichten, drücken Sie KILL .
4. Wiederholen Sie einen der vorhergehenden Schritte je nach Wunsch.

Wenn Sie wollen, daß ein Programm wieder normal abläuft, entfernen Sie den HALT Befehl aus dem Programm.

Wie man schrittweise mit dem Unterprogramm fortfährt:

- Um ein Unterprogramm in einem Schritt auszuführen, drücken Sie SST.
- Um ein Unterprogramm schrittweise auszuführen, drücken Sie SST↓.

SST führt den nächsten Schritt in einem Programm aus, wenn der nächste Schritt ein Unterprogramm ist. SST führt das Unterprogramm in einem Schritt aus. SST↓ funktioniert genau wie SST, außer wenn der nächste Programmschritt ein Unterprogramm ist. In dem Fall folgt es der Einzelschrittausführung bis zum ersten Schritt in dem Unterprogramm.

Beispiel: In dem vorhergehenden Beispiel verwendeten Sie SST, um das Unterprogramm *TORSA* in einem Schritt auszuführen. Jetzt führen Sie das Programm *TORSV* schrittweise aus, um das Volumen eines Torus mit den Radien $a = 10$ und $b = 12$ zu berechnen. Führen Sie das Unterprogramm *TORSA* durch, und führen Sie es schrittweise aus.

Wählen Sie das VAR Menü, und geben Sie die Daten ein. Geben Sie den Programmnamen ein, und beginnen Sie zu testen und zu verbessern. Führen Sie die ersten vier Schritte des Programmes aus, und dann prüfen Sie den nächsten Schritt.

(↱) (CLR) (VAR)
10 (ENTER) 12
(↑) TORSV
(PRG) CTRL DBUG
SST↓ (4 mal)
NEXT

Der nächste Schritt ist TORSA. Gehen Sie schrittweise bis *TORSA* vor, und dann vergewissern Sie sich, daß Sie im ersten Schritt von *TORSA* sind.

SST↓
NEXT

Drücken Sie [←] [CONT] [←] [CONT], um die Ausführung des Unterprogramms und dann des Programms abzuschließen.

Die folgenden Tabellen, fassen die Operationen für Einzelschrittausführung durch ein Programm zusammen.

Einzelschrittoperationen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[PRG] CTRL:		
DBUG		Beginnt mit der Programmausführung und unterbricht diese dann so, als ob der erste Programm Befehl der HALT Befehl wäre. Verwendet das Programm oder den Programmnamen in Ebene 1 als Argument.
SST		Führt das nächste Objekt oder den nächsten Befehl in dem unterbrochenen Programm aus.
SST↓		Bis auf eine Besonderheit genau wie SST: wenn der nächste Programmschritt ein Unterprogramm ist, wird die Einzelschrittausführung nur bis zum ersten Schritt in das Unterprogramm ausgeführt.
NEXT		Zeigt die nächsten ein oder zwei Objekte an, aber führt sie nicht aus. Das Display bleibt bestehen, bis zum nächsten Drücken einer Taste.
HALT	HALT	Unterbricht die Ausführung des Programms an der Stelle des HALT Befehls in dem Programm.
KILL	KILL	Beendet alle unterbrochenen Programme und stellt den HALT Indikator ab.
[←] [CONT]	CONT	Fährt mit der Ausführung eines unterbrochenen Programmes fort.

26

Tests und Bedingungsstrukturen

Sie können Befehle und Verzweigungsstrukturen verwenden, mit denen Programme Fragen stellen und Entscheidungen treffen können. *Vergleichsfunktionen* und *logische Funktionen* prüfen, ob bestimmte Bedingungen existieren oder nicht. *Bedingte Strukturen* und *Bedingungsbefehle* verwenden Testresultate, um Entscheidungen zu treffen.

Testbedingungen

Ein Test ist ein algebraisches Objekt oder eine Befehlsfolge, die ein *Testergebnis* im Stack ablegt. Ein Testergebnis ist entweder *wahr*, was mit einem Wert von 1 angezeigt wird, oder es ist *falsch*, was mit einem Wert von 0 angezeigt wird.

Wie man einen Test in ein Programm einschließt:

- Um die Syntax des Stacks zu verwenden, geben Sie die zwei Argumente ein, und dann geben Sie den Testbefehl ein.
- Um algebraische Syntax zu verwenden, geben Sie den Testausdruck (mit ' Begrenzungszeichen) ein.

Sie verwenden oft Testresultate in bedingten Strukturen, um festzustellen, welche Anweisung der Struktur auszuführen ist. Bedingte Strukturen werden unter "Bedingungsstrukturen und Befehle verwenden" auf Seite 26-5 beschrieben.

Bedingungsbefehle können in drei Gruppen eingeteilt werden:

- **Vergleichsfunktionen.** Sie vergleichen zwei Objekte.

- **Logische Funktionen.** Sie vereinen die Resultate vorhergehender Tests.
- **Flag-Test Befehle.** Sie testen die Einstellung der Flags wie in Kapitel 28, "Flags" beschrieben.

Beispiel: Testen Sie, ob *X* weniger als *Y* ist oder nicht. Um die Syntax des Stacks zu verwenden, geben Sie X Y < ein. Um algebraische Syntax zu verwenden, geben Sie 'X<Y' ein. (Wenn *X* 5 und *Y* 10 enthalten, ist der Test in beiden Fällen "wahr", und 1 wird in den Stack ausgegeben.)

Vergleichsfunktionen verwenden

Vergleichsfunktionen vergleichen mit Hilfe von entweder der Syntax des Stacks oder algebraischer Syntax zwei Objekte.

Vergleichsfunktionen

Taste	Prgram-mierbarer Befehl	Beschreibung
PRG TEST (Seiten 1 und 2):		
<	<	Weniger als.
>	>	Größer als.
≤	≤	Weniger als oder gleich mit.
≥	≥	Größer als oder gleich mit.
==	==	Testet Gleichheit zweier Objekte.
≠	≠	Nicht gleich.
SAME	SAME	Identisch. Wie ==, aber erlaubt keinen Vergleich zwischen dem numerischen Wert eines algebraischen Objektes (oder Namen) und einer Zahl. Es nimmt auch die Wortgröße eines ganzzahligen Binärwertes in Betracht.

Die Vergleichsbefehle liefern 1 (wahr) oder 0 (falsch), was von dem Vergleich abhängt, oder einen Ausdruck, der bis 1 oder 0 auswerten kann. Die Reihenfolge des Vergleichs ist: "Ebene 2 *Test* Ebene 1," wobei *test* die Vergleichsfunktion ist.

Alle Vergleichsbefehle außer SAME liefern folgendes:

- Falls keins der beiden Objekte ein algebraisches Objekt oder ein Name ist, wird 1 geliefert, wenn beide Objekte den gleichen Typus und Wert haben, oder 0 wird geliefert, wenn es anders ist. Ein Beispiel: Wenn 6 in *X* gespeichert ist, bewirkt der Vergleich `X 5 <`, daß 6 und 5 in den Stack abgelegt werden, und danach entfernt und mit 0 ersetzt werden. (Listen und Programme werden behandelt, als ob sie den gleichen Wert hätten, wenn die Objekte darin identisch sind. Bei Zeichenketten ist "weniger als" gleichbedeutend mit "weiter vorne" in der "alphabetischen Reihenfolge.")
- Wenn ein Objekt ein algebraisches Objekt (oder Name) ist, und das andere Objekt auch ein algebraisches Objekt (oder Name) oder aber eine Zahl ist, wird ein Ausdruck geliefert, dessen Zahlenwert bestimmt werden muß, um ein Testergebnis auf numerischen Werten basierend zu erhalten. Ein Beispiel: Wenn 6 in *X* gespeichert ist, `'X' 5 <` liefert `'X<5'`, und dann liefert →NUM 0.

(Beachten Sie, daß == für Vergleiche verwendet wird, während = die beiden Seiten einer Gleichung trennt.)

SAME liefert 1 (wahr), wenn die beiden Objekte identisch sind. Ein Beispiel: `'X+3' 4 SAME` liefert 0, unabhängig vom Wert der Größe *X*, da der algebraische Ausdruck `'X+3'` nicht mit der reellen Zahl 4 identisch ist. Ganzzahlige Binärwerte müssen die gleiche Wortgröße und den gleichen Wert haben, um identisch zu sein. Für alle anderen Objekttypen außer algebraischen Objekten, Namen, und ganzzahligen Binärwerten funktioniert SAME genau wie ==.

Mit Ausnaheme von SAME können Vergleichsfunktion in algebraischen Ausdrücken verwendet werden, indem man sie *zwischen* ihre beiden Argumente einfügt. Ein Beispiel: Wenn 6 in *X* gespeichert ist, liefert `'X<5' →NUM` 0.

Logische Funktionen verwenden

Logische Funktionen liefern ein Testergebnis, das von dem Ergebnis zweier bereits ausgeführter Tests ausgeht. Beachten Sie, daß diese vier Funktionen jedes *von Null verschiedene Argument* als das Ergebnis "wahr" interpretieren.

Logische Funktionen

Tasten	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(PRG) TEST (Seite 1):		
AND	AND	Liefert 1 (wahr) nur, wenn beide Argumente wahr sind.
OR	OR	Liefert 1 (wahr) wenn ein oder beide Argumente wahr sind.
XOR	XOR	Liefert 1 (wahr), wenn ein Argument wahr ist, aber nicht beide.
NOT	NOT	Liefert 1 (wahr), wenn das Argument 0 (falsch) ist; sonst wird 0 (falsch) geliefert.

26 AND, OR, und XOR vereinen zwei Testresultate. Ein Beispiel: wenn 4 in *Y* gespeichert ist, liefert Y 8 < 5 AND 1. Zuerst legt Y 8 < 1 in den Stack. AND entfernt 1 und 5 aus dem Stack, interpretiert beide Resultate als wahr, und liefert eine 1 in den Stack.

NOT liefert den logischen Kehrwert eines Testergebnisses. Ein Beispiel: Wenn 1 *X* und 2 *Y* gespeichert sind, liefert X Y < NOT 0.

Sie können AND, OR und XOR in algebraischen Objekten als *Infix*-Funktionen verwenden. Ein Beispiel: '3<5 XOR 4>7' →NUM liefert 1.

Sie können NOT als eine *Prefix*-Funktion in algebraischen Objekten verwenden. Ein Beispiel: 'NOT Z≤4' →NUM liefert 0, wenn $Z = 2$.

Objekttypen testen

Der TYPE Befehl ((PRG) TEST TYPE) nimmt irgendein Objekt als sein Argument und liefert die Zahl, die den Objekttypen identifiziert. Ein Beispiel: "HELLO" TYPE liefert 2, das ist der Wert für ein Zeichenkettenobjekt. Sehen Sie dazu die Tabelle der Objekttypen auf Seite 4-19, um die HP 48 Objekte und ihre entsprechenden Typenzahlen zu finden.

Bedingungsstrukturen und Befehle verwenden

Bedingte Strukturen veranlassen ein Programm dazu, als Folge eins oder mehrerer Tests eine Entscheidung zu treffen. Bedingte Strukturen bestehen aus Befehlen, Strukturwörter genannt, die nur dann funktionieren, wenn sie in der richtigen Weise miteinander kombiniert werden.

Bedingte Befehle geben Ihnen Entscheidungsprozesse, in denen *wahr*- und *falsch*-Anweisungen entweder ein *einziger* Befehl oder ein Objekt sind.

Diese bedingten Strukturen und Befehle sind in dem PRG BRCH Menü (PRG BRCH) enthalten:

- IF...THEN...END Struktur.
- IF...THEN...ELSE...END Struktur.
- CASE...END Struktur.
- IFT (if-then) Befehl.
- IFTE (if-then-else) Funktion.

Die IF...THEN...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur ist folgende:

« ... IF *Testausdruck* THEN *Wahranweisung* END ... »

IF...THEN...END führt eine Folge von Befehlen in der *Wahranweisung* nur dann aus, wenn die *Testanweisung* auf wahr auswertet. Die Testanweisung kann eine Befehlsfolge (beispielsweise, A B ≤) sein oder ein algebraisches Objekt (beispielsweise, 'A≤B'). Wenn die Testanweisung ein algebraisches Objekt ist, wird es *automatisch* in eine Zahl *ausgewertet*. Sie brauchen nicht →NUM oder EVAL zu drücken.

IF beginnt die Testanweisung, die ein Testergebnis im Stack hinterläßt. THEN entfernt das Testergebnis aus dem Stack. Wenn der Wert nicht Null ist, wird die Wahranweisung ausgeführt, sonst wird die Programmausführung nach END fortgesetzt.

Wie man IF...THEN...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↰) IF.

Lesen Sie dazu “Bedingte Beispiele” auf Seite 26-8.

Der IFT Befehl

Der IFT Befehl akzeptiert zwei Argumente: ein *Testergebnis* in Ebene 2 und ein *Wahranweisungs*-Objekt in Ebene 1. Wenn das Testergebnis wahr ist, wird die Wahranweisung ausgeführt, sonst werden die zwei Argumente vom Stack entfernt.

Wie man IFT in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↶)(PREV) IFT.

Lesen Sie dazu "Bedingte Beispiele" auf Seite 26-8.

Die IF...THEN...ELSE...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur ist folgende:

« ... IF *Testanweisung* THEN *Wahranweisung*
ELSE *Falschanweisung* END ... »

IF...THEN...ELSE...END führt entweder die *Wahranweisungs*-Folge von Befehlen aus, wenn die *Testanweisung* wahr ist, oder die *Falschanweisung* Folge von Befehlen, wenn die *Testanweisung* falsch ist. Wenn die Testanweisung ein algebraisches Objekt ist, wird sie automatisch in eine Zahl ausgewertet. Sie brauchen nicht →NUM oder EVAL zu drücken.

IF beginnt die Testanweisung, die ein Testergebnis im Stack hinterläßt. THEN entfernt Testergebnis aus dem Stack. Wenn der Wert nicht Null ist, wird die Wahranweisung ausgeführt, sonst wird die Falschanweisung ausgeführt. Nachdem die entsprechende Anweisung ausgeführt ist, wird die Ausführung nach END fortgesetzt.

Wie man IF...THEN...ELSE...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↷) IF.

Lesen Sie dazu "Bedingte Beispiele" auf Seite 26-8.

Die IFTE Funktion

Die algebraische Syntax für diese Funktion ist:

'IFTE(*test*, *Wahranweisung*, *Falschanweisung*)'

Wenn *test* wahr auswertet, wird das algebraische *Wahranweisungs*-Objekt ausgewertet, sonst wird das algebraische *Falschanweisungs*-Objekt ausgewertet.

Sie können die IFTE Funktion auch mit der Syntax des Stacks verwenden. Sie nimmt drei Argumente an: a *Testresultat* in Ebene 3, ein *Wahranweisungsobjekt* in Ebene 2 und ein *Falschanweisungsobjekt* in Ebene 1.

Wie man IFTE in ein Programm oder in ein algebraisches Objekt eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (←)(PREV) IFTE.

Lesen Sie dazu "Bedingte Beispiele" auf Seite 26-8.

The CASE...END Structure

Die Syntax dieser Struktur ist folgende:

CASE
  Testanweisung$_1$ THEN *Wahranweisung*$_1$ END
  Testanweisung$_2$ THEN *Wahranweisung*$_2$ END
  ⋮
  Testanweisung$_n$ THEN *Wahranweisung*$_n$ END
  Standardanweisung (optional)
END

Die CASE...END Struktur erlaubt Ihnen, eine Behlsfolge für *Testanweisungen* auszuführen und danach eine entsprechende Befehlsfolge für *Wahranweisungen*. Der erste Test, der ein *wahres* Resultat liefert, bewirkt die Ausführung einer entsprechenden Wahranweisung, welche die CASE...END Struktur beendet. Es ist am besten, nach dem letzten Test eine *Standardanweisung* einzuschließen, welche durchgeführt wird, wenn alle Tests *falsch* auswerten. Wenn eine Testanweisung ein algebraisches Objekt ist, wird es automatisch in eine Zahl ausgewertet, und Sie brauchen nicht →NUM oder EVAL einzugeben.

Wird CASE ausgeführt, wird Testanweisung$_1$ ausgeführt. Wenn der Test wahr ist, wird Wahranweisung$_1$ ausgeführt, und dann ein Sprung nach END. Ist die Testanweisung$_1$ falsch, wird die Ausführung mit Testanweisung$_2$ fortgesetzt. Der Programmablauf innerhalb der CASE-Struktur wird solange fortgesetzt, bis eine Wahranweisung ausgeführt wird oder bis alle Testanweisungen "falsch" liefern. Falls eine Standardanweisung eingeschlossen ist, wird sie ausgeführt, wenn alle Testanweisungen "falsch" liefern.

Wie man ein CASE...END in ein Programm eingibt:

1. Drücken Sie (PRG) BRCH (←) CASE, um CASE...THEN...END...END einzugeben.
2. Für jede weitere Testanweisung bewegen Sie den Cursor auf die Testanweisung END und drücken Sie (→) CASE, um THEN...END einzugeben.

Lesen Sie dazu "Bedingte Beispiele" weiter unten.

Bedingte Beispiele

Diese Beispiele illustrieren bedingte Strukturen in Programmen.

Beispiel: Eine bedingte Aktion. Die beiden folgenden Programme testen den Wert in Ebene 1. Wenn der Wert positiv ist, wird er negiert. Das erste Programm verwendet eine Befehlsfolge als Testanweisung:

```
« DUP IF 0 > THEN NEG END »
```

Der Wert im Stack muß dupliziert werden, weil der > Befehl die zwei Argumente (0 und die durch DUP gemachte Kopie des Wertes) aus dem Stack entfernt.

Die folgende Version verwendet ein algebraisches Objekt als Testanweisung:

```
« → x « x IF 'x>0' THEN NEG END » »
```

Die folgende Version verwendet den IFT Befehl:

```
« DUP 0 > « NEG » IFT »
```

Beispiel: Eine bedingte Aktion. Dieses Programm multipliziert zwei Zahlen, wenn keine davon Null ist.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
→ x y	Erzeugt die lokalen Variablen x und y mit zwei Zahlen aus dem Stack.
«	
IF	Beginnt die Testanweisung.
'x≠0'	Testet eine der Zahlen und liefert ein Testergebnis in den Stack.
'y≠0'	Testet die andere Zahl und liefert ein anderes Testergebnis in den Stack.
AND	Testet, ob beide Tests "wahr" waren.
THEN	Beendet die Testanweisung, und beginnt die Wahranweisung.
x y *	Multipliziert die beiden Zahlen nur, wenn AND "wahr" liefert.
END	Beendet die Wahranweisung.
»	
»	

Das folgende Programm vollführt die gleiche Aktion wie das vorhergehende Programm:

```
« → x y « IF 'x AND y' THEN x y * END » »
```

Die Testanweisung `'x AND y'` liefert "wahr" , wenn keine Zahl Null ist.

Die folgende Version verwendet den IFT Befehl:

```
« → x y « 'x AND y' 'x*y' IFT » »
```

Beispiel: Zwei bedingte Aktionen. Dieses Programm entnimmt dem Stack einen Wert x, und und berechnet den Sinus x/x. Bei $x = 0$ würde die Division ein Fehler sein, und somit liefert das Programm den Grenzwert 1 in diesem Fall.

```
« → x « IF 'x≠0' THEN x SIN x / ELSE 1 END » »
```

Die folgende Version verwendet IFTE algebraische Syntax:

```
« → x 'IFTE(x≠0,SIN(x)/x,1)' »
```

Beispiel: Zwei bedingte Aktionen. Dieses Programm multipliziert zwei Zahlen, wenn keine Null ist, sonst liefert es die Zeichenkette "ZERO".

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
→ n1 n2	Erzeugt lokale Variablen.
«	Beginnt den definierenden Vorgang.
IF	Beginnt die Testanweisung.
'n1≠0 AND n2≠0'	Testet *n1* und *n2*.
THEN	Wenn keine der beiden Zahlen
n1 n2 *	Null ist, werden die beiden Werte multipliziert.
ELSE	Sonst wird die Zeichenkette ZERO
"ZERO"	geliefert.
END	Beendet die bedingte Aktion.
»	Beendet den definierenden Vorgang.
»	

Beispiel: Zwei bedingte Aktionen. Dieses Programm testet, ob zwei Zahlen im Stack den gleichen Wert haben. Wenn ja, läßt es eine der Zahlen fallen und speichert die andere in der Variablen V1. Sonst speichert es die Zahl aus Ebene 1 in V1 und die Zahl aus Ebene 2 in V2.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
IF	Kopiert die Zahlen in den Ebenen
DUP2	1 und 2 für diese Testanweisung
SAME	und testet, ob sie den gleichen Wert haben.
THEN	Wenn der Test "wahr" liefert,
DROP	läßt eine der Zahlen fallen und
'V1' STO	speichert die andere in *V1*.
ELSE	Wenn der Test "falsch" ist,
'V1' STO	speichert es die Zahl aus Ebene 1
'V2' STO	in *V1* und die Zahl aus Ebene 2 in *V2*.
END	Beendet die bedingte Struktur.
»	
[ENTER]	Legt das Program im Stack ab.
[']TST [STO]	Speichert es in *TST*.

Geben Sie die Zahlen 26 und 52 ein, und dann führen Sie *TST* durch, um ihre Werte zu vergleichen. Weil die beiden Zahlen ungleich sind, enthält das VAR Menü jetzt zwei neue Variablen *V1* und *V2*.

26 [ENTER] 52
[VAR] TST

26

Beispiel: Mehrfache bedingte Aktionen. Das folgende Programm speichert das Argument aus Ebene 1 in einer Variablen, wenn das Argument eine Zeichenkette, Liste oder Programm ist.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`→ y`	Definiert die lokale Variable *y*.
`«`	Beginnt den definierenden Vorgang.
`CASE`	Beginnt die CASE-Struktur.
`y TYPE 2 SAME THEN y 'STR' STO END`	CASE 1: Wenn das Argument eine Zeichekette ist, wird sie in *STR* gespeichert.
`y TYPE 5 SAME THEN y 'LIST' STO END`	CASE 2: Wenn das Argument eine Liste ist, wird sie in *LIST* gespeichert.
`y TYPE 8 SAME THEN y 'PROG' STO END`	CASE 3: Wenn das Argument ein Programm ist, wird es in *PROG* gespeichert.
`END`	Beendet die CASE Struktur.
`»`	Beendet den definierenden Vorgang.
`»`	

27

Programmschleifen

Sie können Programmschleifen dazu verwenden, die Ausführung eines Programmausschnittes mehrere Male zu wiederholen. Sie können eine *bestimmte Schleife* dazu verwenden, um vor der Ausführung schon festzulegen, wie oft die Schleifenanweisung durchzuführen ist. Sie können eine *unbestimmte Schleife* verwenden, um mit der Hilfe eines Tests festzustellen, ob die Schleife wiederholt werden soll oder nicht.

Programmschleifen ermöglichen einem Programm, Befehlsfolgen mehrere Male auszuführen. Programmschleifen sind aus Befehlen aufgebaut, die "structure words" (Strukturenwörter) genannt werden und die nur dann funktionieren, wenn sie in der richtigen Kombination miteinander angewendet werden. Diese Programmschleifenbefehle sind im PRG BRCH Menü (PRG BRCH) enthalten.

- START...NEXT and START...STEP.
- FOR...NEXT and FOR...STEP.
- DO...UNTIL...END.
- WHILE...REPEAT...END.

Außerdem ist die Σ Funktion eine Alternative der bestimmten Schleifenstrukturen, um Summierungen durchzuführen.

Bestimmte Schleifstrukturen verwenden

Jede der zwei bestimmten Programmschleifen hat zwei Variationen:

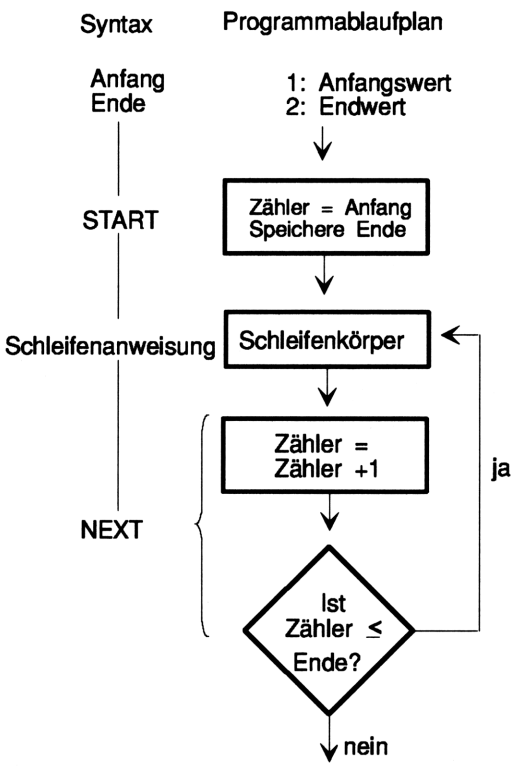
- NEXT. Erhöht den Zähler um 1 für jede Schleife.
- STEP. Der Zähler wird um eine bestimmte Zahl für jede Schleife erhöht oder verringert.

Die START...NEXT Struktur

Die Syntax für diese Struktur lautet:

« ... *Anfangswert Endwert* START *Schleifenanweisung* NEXT ... »

START...NEXT führt die Befehlsfolge der *Schleifenanweisung* einmal für jede Zahl in dem Bereich zwischen *Anfangswert* und *Endwert* durch. Die Schleifenanweisung wird immer wenigstens einmal durchgeführt.



START...NEXT Struktur

START entnimmt dem Stack zwei Zahlen, den (*Anfangswert* und den *Endwert*), und speichert sie als die Anfangs- und Endwerte eines Schleifenzählers. Anschließend wird Schleifenanweisung ausgeführt. NEXT erhöht den Zähler um 1 und testet, ob sein Wert kleiner als der *Endwert* ist oder ihm gleich. Wenn ja, wird die Schleifenanweisung noch einmal ausgeführt, sonst wird die Ausführung nach NEXT fortgesetzt.

Wie man START...NEXT in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (←) START.

Beispiel: Das folgende Programm erzeugt eine Liste mit 10 Kopien der Zeichenkette "ABC":

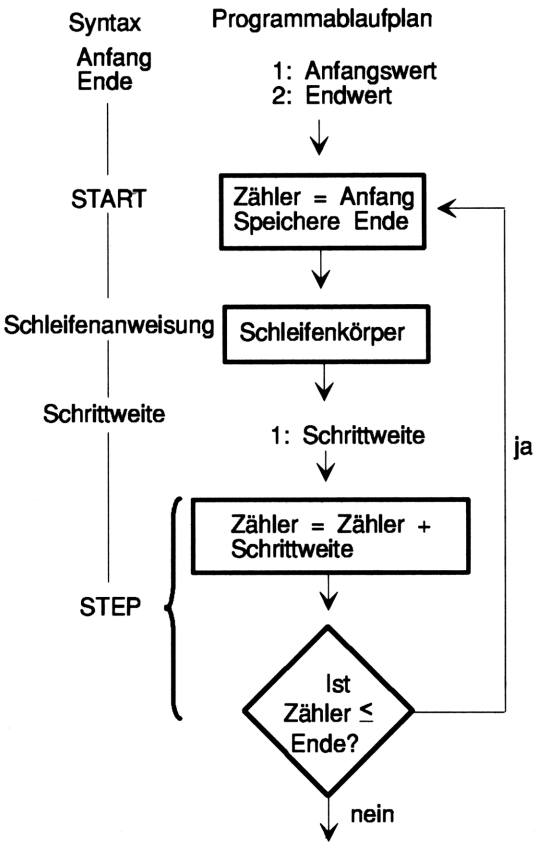
```
« 1 10 START "ABC" NEXT 10 →LIST »
```

Die START...STEP Struktur

Die Syntax dieser Struktur lautet:

« ... *Anfangswert Endwert* START *Schleifenanweisung Schrittweite* STEP ... »

START...STEP führt die *Schleifenanweisungsfolge* genau wie START...NEXT aus, nur daß das Programm den Erhöhungswert für den Zähler festlegt anstatt einfach um 1 zu erhöhen. Die Schleifenanweisung wird immer wenigstens einmal ausgeführt.



START...STEP Struktur

START nimmt zwei Zahlen, (*Anfangswert* und *Endwert*), aus dem Stack und speichert sie als Anfangs- und Endwerte für den Schleifenzähler. Dann wird die Schleifenanweisung ausgeführt. STEP nimmt den Erhöhungswert aus dem Stack und erhöht den Zähler um den Wert. Wenn das Argument von STEP ein algebraisches Objekt oder ein Name ist, wird es automatisch in eine Zahl ausgewertet.

Der Erhöhungswert kann positiv oder negativ sein. Wenn er positiv ist, wird die Schleife wieder ausgeführt, wenn der Zähler weniger als der *Endwert* ist oder gleich damit. Wenn der Erhöhungswert negativ ist, wird die Schleife ausgeführt wenn der Zähler größer als der *Endwert* ist oder gleich damit. Sonst wird die Ausführung nach STEP

fortgesetzt. In dem folgenden Ablaufdiagramm ist der Erhöhungswert positiv.

Wie man START...STEP in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (→) START.

Beispiel: Das folgende Programm nimmt eine Zahl x aus dem Stack und berechnet das Quadrat der Zahl mehrere Male ($x/3$ mal):

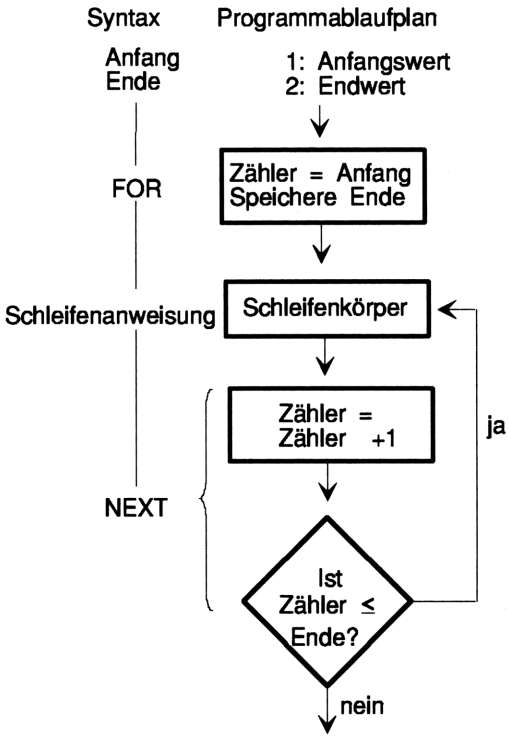
```
« DUP → x « x 1 START x SQ -3 STEP » »
```

Die FOR...NEXT Struktur

Die Syntax dieser Struktur lautet:

« ... *Anfangswert Endwert* FOR *Zähler Schleifenanweisung* NEXT ... »

Die FOR...NEXT *Schleifenanweisung* führt ein Programmsegment einmal für jede Zahl in dem Bereich zwischen *Anfangswert* und *Endwert* durch und verwendet dabei *Zähler* lokaler Variablen als Schleifenzähler. Sie können diese Variable in der Schleifenanweisung verwenden. Die Schleifenanweisung wird immer wenigstens einmal ausgeführt.



FOR...NEXT Struktur

FOR nimmt *Anfangswert* und *Endwert* als Anfangs- und Endwerte für den Schleifenzähler aus dem Stack, und erzeugt danach den *Zähler* der lokalen Variablen als Schleifenzähler. Dann wird die Schleifenanweisung ausgeführt. Der *Zähler* kann innerhalb der Schleifenanweisung erscheinen. NEXT erhöht den *Zählernamen* um 1 und testet dann, ob sein Wert weniger als der *Endwert* ist oder gleich. Wenn ja, wird die *Schleifenanweisung* (mit dem neuen Wert *Zähler*) wiederholt. Sonst wird die Ausführung nach NEXT fortgesetzt. Wird die Schleife verlassen, wird der *Zähler* gelöscht.

Wie man FOR...NEXT in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↰) FOR.

Beispiel: Das folgende Programm legt die Quadrate der ganzen Zahlen von 1 bis 5 in den Stack:

```
« 1 5 FOR j j SQ NEXT »
```

Beispiel: Das folgende Programm nimmt den Wert x aus dem Stack und berechnet die ganzzahligen Potenzen i von x. Ein Beispiel: Wenn $x = 12$, der *Anfangswert* 3 und *Endwert* 5 ist, liefert das Programm 12^3, 12^4, und 12^5. Als Eingaben verlangt es *Anfangswert* und *Endwert* in Ebenen 3 und 2, und x in Ebene 1. (→ x entfernt x aus dem Stack und läßt *Anfangswert* und *Endwert* als Argument für FOR dort.)

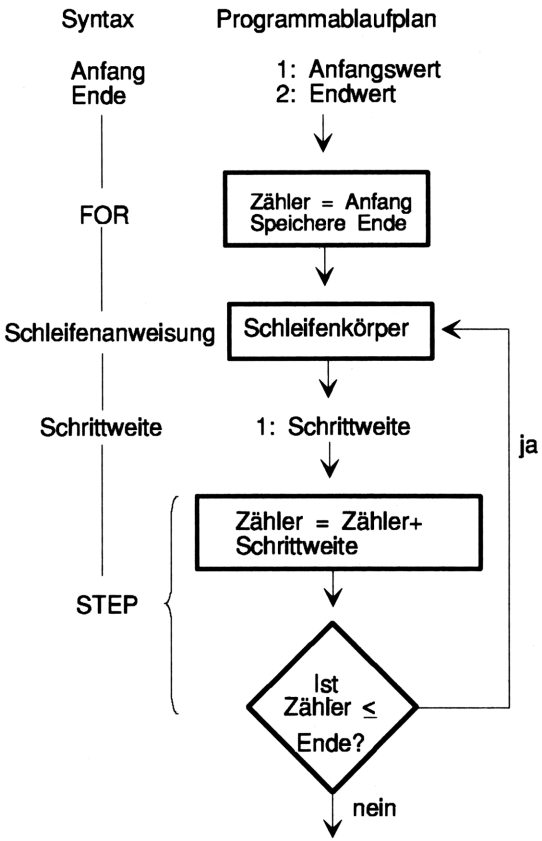
```
« → x « FOR n 'x^n' EVAL NEXT » »
```

Die FOR...STEP Struktur

Die Syntax dieser Struktur lautet:

Anfangswert Endwert FOR *Zöhler Schleifenanweisung Erhöhungsweite* STEP

FOR...STEP führt die *Schleifenanweisungsfolge* genau wie FOR...NEXT durch, nur daß dieses Programm den Erhöhungswert für den *Zähler* bestimmt anstatt einfach um 1 zu erhöhen. Die Schleifenanweisung wird immer wenigstens einmal ausgeführt.



FOR...STEP Struktur

FOR nimmt *Anfangswert* und *Endwert* als Anfangs- und Endwerte für den Schleifenzähler aus dem Stack und erzeugt dann den *Zähler* der lokalen Variablen als einen Schleifenzähler. Danach wird die Schleifenanweisung ausgeführt. Der *Zähler* kann dabei innerhalb der Schleifenanweisung erscheinen. STEP nimmt den Erhöhungswert aus dem Stack und erhöht den *Zähler* um den Wert. Wenn das Argument von STEP ein algebraisches Objekt oder ein Name ist, wird es automatisch in eine Zahl ausgewertet.

Der Erhöhungswert kann positiv oder negativ sein. Wenn die Erhöhung positiv ist, wird die Schleife noch einmal ausgeführt, wenn der *Zähler* weniger als der *Endwert* oder gleich ist. Ist die Erhöhung negativ, wird die Schleife ausgeführt, wenn der *Zähler* gößer als *Endwert* oder gleich ist. Sonst wird der *Zähler* gelöscht und Ausführung wird nach STEP fortgesetzt. In dem folgenden Ablaufdiagramm ist der Erhöhungswert positiv.

Wie man FOR...STEP in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (→) FOR.

Beispiel: Das folgende Programm legt die Quadrate der ganzen Zahlen 1, 3, 5, 7, und 9 im Stack ab:

```
« 1 9 FOR x x SQ 2 STEP »
```

Beispiel: Das folgende Programm nimmt *n* aus dem Stack und liefert die Zahlenreihe 1, 2, 4, 8, 16, ... *n*. Wenn *n* nicht in der Reihe ist, stoppt das Programm beim letzten Wert kleiner als *n*.

```
« 1 SWAP FOR n n n STEP »
```

27

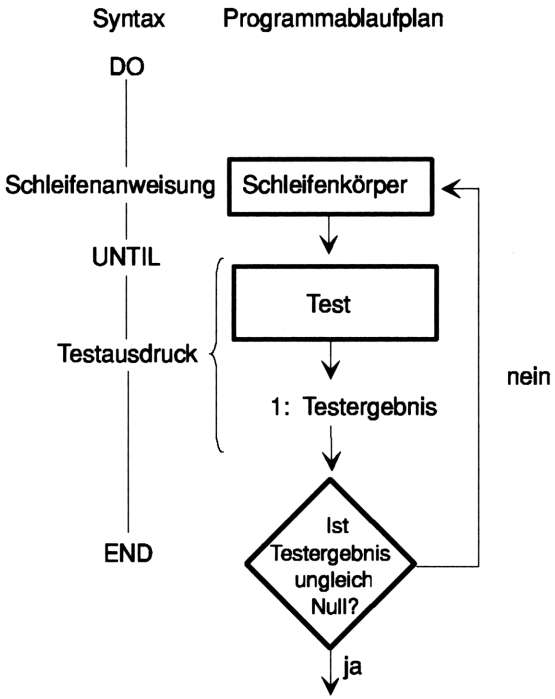
Unbestimmte Programmschleifen verwenden

Die DO...UNTIL...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur lautet:

« ... DO *Schleifenanweisung* UNTIL *Testanweisung* END ... »

DO...UNTIL...END führt die *Schleifenanweisungsfolge* wiederholt aus, bis *Testanweisung* ein wahres (nicht-Null) Resultat liefert. Weil die Testanweisung *nach* der Schleifenanweisung ausgeführt wird, wird die Schleifenanweisung immer wenigstens einmal ausgeführt.



DO...UNTIL...END Struktur

DO beginnt die Ausführung der Schleifenanweisung. UNTIL markiert das Ende der Schleifenanweisung. Die Testanweisung hinterläßt ein Testresultat im Stack. END entfernt das Testresultat aus dem Stack. Wenn sein Wert Null ist, wird die Schleifenanweisung wieder ausgeführt. Sonst wird die Ausführung nach END fortgesetzt. Wenn END ein algebraisches Objekt oder ein Name ist, wird es automatisch in eine Zahl ausgewertet.

Wie man DO...UNTIL...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↰) DO.

Beispiel: Das folgende Programm berechnet $n + 2n + 3n + \ldots$ für einen Wert von n. Das Programm stoppt, wenn die Summe größer als 1000 wird und liefert die Summe und den Koeffizienten von n.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
DUP 1	Dupliziert n, speichert den Wert
→ n s c	in n und s, und stellt den Zähler auf den Anfangswert $c = 1$.
«	Beginnt den definierenden Vorgang.
DO	Beginnt die Schleifenanweisung.
'c' INCR	Erhöht den Zähler um 1. (Lesen Sie dazu "Schleifenzähler verwenden" auf Seite 27-13.)
n * 's' STO+	Berechnet $c \times n$ und addiert das Produkt und s.
UNTIL	Beginnt die Testanweisung.
s 1000 >	Wiederholt die Schleife bis $s > 1000$.
END	Beendet die Testanweisung.
s c	Legt s und c im Stack ab.
»	Beendet den definierenden Vorgang
»	

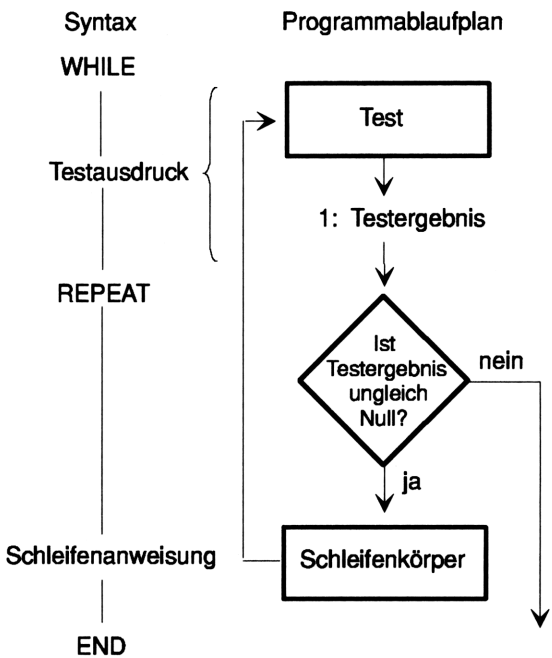
27

Die WHILE...REPEAT...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur lautet:

« ... WHILE *Testanweisung* REPEAT *Schleifenanweisung* END ... »

WHILE...REPEAT...END wertet wiederholt die *Testanweisung* aus, und führt die *Schleifenanweisungsfolge* aus, wenn der Test "wahr" ist. Weil die Testanweisung *vor* der Schleifenanweisung ausgeführt wird, wird die Schleifenanweisung nicht ausgeführt, wenn der Test anfangs "falsch" ist.



WHILE...REPEAT...END Struktur

WHILE beginnt die Ausführung der Testanweisung, welche ein Testresultat in den Stack liefert. REPEAT nimmt den Wert aus dem Stack. Wenn der Wert nicht Null ist, wird die Ausführung mit der Schleifenanweisung fortgesetzt. Sonst wird die Ausführung nach END fortgesetzt. Wenn das Argument von REPEAT ein algebraisches Objekt oder ein Name ist, wird es automatisch in eine Zahl ausgewertet.

Wie man WHILE...REPEAT...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) BRCH (↰)WHILE.

Beispiel: Das folgende Programm beginnt mit einer Zahl im Stack und führt wiederholt eine Division durch 2 aus, und zwar so lange wie das Resultat ganzzahlig teilbar ist. Ein Beispiel: Wenn mit der Zahl 24 angefangen wird, berechnet das Programm zuerst 12, dann 6 und schließlich 3.

```
« WHILE DUP 2 MOD 0 == REPEAT 2 / DUP END DROP »
```

Beispiel: Das folgende Programm nimmt eine beliebige Zahl von Vektoren oder Feldern aus dem Stack und addiert sie zur Statistikmatrix. (Die Vektoren und Felder müssen die gleiche Zahl von Spalten haben.) WHILE...REPEAT...END wird anstatt von DO...UNTIL...END verwendet, weil der Test *vor* der Addition ausgeführt werden muß. (Wenn *nur* Vektoren oder Felder mit der gleichen Zahl von Spalten im Stack sind, gibt das Programm eine Fehlermeldung aus, nachdem der letzte Vektor oder das letzte Feld zu der Statistikmatrix addiert wurde.)

```
« WHILE DUP TYPE 3 == REPEAT Σ+ END »
```


Schleifenzähler verwenden

Bei gewissen Problemen könnte es sein, daß Zähler innerhalb einer Schleifenstruktur benötigt werden, um die Anzahl der Schleifen zu zählen. (Dieser Zähler ist nicht mit der Zählervariablen in einer FOR...NEXT/STEP Struktur verbunden.) Sie können irgendeine globale oder lokale Variable als Zähler verwenden. Sie können den INCR oder DECR verwenden, um den Zählerwert zu erhöhen oder zu verringern *und* seinen neuen Wert im Stack ablegen.

Die Syntax für INCR und DECR lautet:

« ... ' *Variable* ' INCR ... »
oder
« ... ' *Variable* ' DECR ... »

Wie man INCR oder DECR in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (→)(MEMORY) INCR oder DECR.

Die INCR und DECR Befehle nehmen einen globalen oder lokalen Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) als Argument an. Die Variable muß eine reelle Zahl enthalten. Der Befehl führt folgendes aus:

1. Verändert den in der Variablen gespeicherten Wert um +1 oder −1.
2. Liefert den neuen Wert in den Stack.

Beispiel: Wenn c den Wert 5 enthält, dann speichert 'c' INCR 6 in c und liefert 6 in den Stack.

Beispiel: Das folgende Programm nimmt ein Maximum von fünf Vektoren aus dem Stack und addiert sie zu der aktuellen Statistikmatrix.

Programm:	Erläuterungen:
27 «	
0 → c	Speichert 0 in der lokalen Variablen c.
«	Beginnt den definierenden Vorgang
WHILE	Beginnt die Testanweisung.
DUP TYPE 3 ==	Liefert "wahr", wenn Ebene 1 einen Vektoren enthält.
'c' INCR	Erhöht und liefert den Wert in c.
5 ≤	Liefert "wahr", wenn der Zähler $c \leq 5$ ist.
AND	Liefert "wahr", wenn die zwei vorigen Testresultate "wahr" sind.
REPEAT	
Σ+	Addiert den Vektoren zu ΣDAT.
END	Beendet die Struktur.
»	Beendet den definierenden Vorgang
»	

Summierungen anstatt von Schleifen verwenden

Für bestimmte Berechnungen, die Summierungen ausführen, können Sie die Σ-Funktion anstatt einer Schleife verwenden. Sie können Σ mit der Syntax des Stacks oder mit algebraischer Syntax verwenden. Σ wiederholt die Addition für den bestimmten Bereich der Indexvariablen automatisch, ohne Programmschleifen zu verwenden.

Beispiel: Die folgenden Programme nehmen einen ganzzahligen oberen Begrenzungswert n aus dem Stack und ermitteln dann die Summierung:

$$\sum_{j=1}^{n} j^2$$

Ein Programm verwendet eine FOR...NEXT-Schleife, das andere verwendet Σ.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`0 1 ROT`	Setzt den Anfangszählwert der Summierung und setzt die Begrenzungen fest.
`FOR j`	Schleift durch die Berechnung.
`j SQ +`	
`NEXT`	
`»`	

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`→ n`	Verwendet Σ, um die Summierung zu berechnen.
`'Σ(j=1,n,j^2)'`	
`»`	

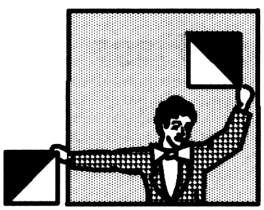
Beispiel: Das folgende Programm verwendet Σ, um die Summierung aller Elemente eines Vektors oder einer Matrize zu berechnen. Das Programm nimmt aus dem Stack ein Feld oder einen Namen, der zu einem Feld ausgewertet wird und dann die Summierung liefert.

Programe:	**Erläuterungen:**
`«`	
`EVAL DUP SIZE OBJ→`	Findet die Dimensionen des Feldes und die Zahl der Dimensionen.
`IF 1 ==`	Testet für eine Dimension (Vektor).
`THEN`	Summiert die Vektorenelemente bei einem Vektor.
`→ a n`	
`'Σ(j=1,n,a(j))'`	
`ELSE`	Summiert die Matrixelemente bei einer Matrize.
`→ a m n`	
`'Σ(j=1,m,Σ(k=1,n,a(j,k)))'`	
`END`	
`»`	

27

28

Flags



Man kann Flags dazu verwenden, das Taschenrechnerverhalten und die Programmausführung zu steuern. Ein Flag (Zustandsmarke) kann man sich als einen Schalter vorstellen, der entweder eingeschaltet (*gesetzt*) oder ausgeschaltet (*rückgesetzt*) ist. Ein Programm kann den Zustand eines Flags in einer bedingten Verzweigung oder einer Programmschleife überprüfen, um eine Entscheidung zu treffen. Weil bestimmte Flags ganz besondere Bedeutungen für den Taschenrechner haben, erweitert das Testen von Flags die Fähigkeiten des Taschenrechners, mehr Entscheidungen zu treffen, als die Vergleichs- und Logikfunktionen bieten.

Flagtypen

Der HP 48 hat zwei Flagtypen:

- **Systemflags.** Flags −1 bis einschließlich −64. Diese Flags haben festgelegte Bedeutungen für den Taschenrechner.
- **Benutzerflags.** Flags 1 bis einschließlich 64. Benutzerflags werden nicht mit irgendwelchen eingebauten Operationen verwendet. Ihre Bedeutung hängt vollkommen davon ab, wie ein *Programm* sie verwendet.

Anhang E listet die 64 Systemflags und ihre Definitionen auf. Ein Beispiel: Systemflag −40 steuert die Uhranzeige. Wenn es in die Standardeinstellung rückgesetzt ist (*clear*), wird die Uhr nur angezeigt, wenn das TIME Menü eingestellt ist. Wenn das Flag gesetzt *set* ist, wird die Uhr zu jeder Zeit dargestellt. (Wenn Sie

CLK im MODES Menü drücken, setzen Sie das Flag −40, oder Sie setzen es zurück.)

Wenn Sie Benutzerflag 1 bis einschließlich 5 setzen, wird der entsprechende Indikator angestellt. Einige Einsteckkarten könnten ein oder mehr Benutzerflags in dem Bereich 31 bis einschließlich 64 verwenden.

Setzen, Rücksetzen und Testen von Flags

Flagbefehle nehmen eine Flagzahl aus dem Stack, eine ganze Zahl zwischen 1 bis einschließlich 64 (für Benutzerflags) oder −1 bis einschließlich −64 (für Systemflags).

Wie man ein Flag setzt, rücksetzt oder testet:

28

1. Geben Sie die Flagzahl (positiv oder negativ) ein.
2. Führen Sie den Flagbefehl aus. Sehen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Flagbefehle

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(PRG) TEST (Seite 3) oder (↱)(MODES) (Seiten 2 und 3):		
SF	SF	Setzt das Flag.
CF	CF	Setzt das Flag zurück.
FS?	FS?	Liefert 1 (wahr), wenn das Flag gesetzt ist, oder 0 (falsch), wenn das Flag rückgesetzt ist.

Flagbefehle (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
FC?	FC?	Liefert 1 (wahr), wenn das Flag rückgesetzt ist, oder 0 (falsch), wenn das Flag gesetzt ist.
FS?C	FS?C	Testet das Flag (liefert "wahr", wenn das Flag gesetzt ist) und setzt das Flag dann zurück.
FC?C	FC?C	Testet das Flag (liefert "wahr", wenn das Flag rückgesetzt ist) und löscht dann das Flag.

Beispiel: Systemflag. Das folgende Programm setzt einen Termin auf den 6. Juni 1991, 17.05 Uhr fest. Es testet zuerst mit Hilfe einer bedingten Verzweigung den Status des Systemflags −42 (das Flag für Datumsformat) und liefert dann in Abhängigkeit vom Testresultat den Termin im aktuellen Datumsformat.

Programm:

```
«
 IF
  -42 FC?
 THEN
  6.151991

 ELSE
  15.061991

 END
 17.05 "TEST COMPLETE"
 3 →LIST STOALARM

»
```

Erläuterungen:

Testet den Status von Flag −42, dem Flag für das Datumsformat.

Wenn Flag −42 rückgesetzt ist, liefert es das Datum im *Monat/Tag/Jahr*-Format.

Wenn das Flag −42 gesetzt ist, liefert es das Datum im *Tag.Monat.Jahr*-Format.

Beendet die bedingte Struktur.

Setzt den Termin: 17.05 ist die Uhrzeit des Termins, und "TEST COMPLETE" ist die Meldung des Termins.

Beispiel: Benutzerflag. Das folgende Programm liefert entweder den Dezimalteil oder den ganzzahligen Teil der Zahl in Ebene 1, was von dem Status des Benutzerflags 10 abhängt.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
IF	Beginnt die bedingte Struktur.
10 FS?	Testet den Status des Benutzerflags 10.
THEN	Wenn Flag 10 gesetzt ist, liefert
IP	es den ganzzahligen Teil.
ELSE	Wenn Flag 10 rückgesetzt ist,
FP	liefert den Dezimalteil.
END	Beendet die bedingte Struktur.
»	

Um dieses Programm zu verwenden, geben Sie eine Zahl ein, setzen Sie das Flag 10 (um den ganzzahligen Teil zu erhalten) oder setzen Sie Flag 10 zurück (um den Dezimalteil zu erhalten), und dann führen Sie das Programm aus.

Die Einstellungen der Flags aufrufen und speichern

Wenn Sie ein Programm haben, das den Status eines oder mehrerer Flags während der Ausführung ändert, dann ist es möglich, daß sie die ursprünglichen Flagzustände sichern und wiederherstellen wollen.

Die RCLF (Flags wieder aufrufen) und STOF (Flags speichern) Befehle erlauben es Ihnen, die Zustände der HP 48 Flags zu speichern und wieder aufzurufen. Für diese Befehle stellt ein 64 Bit ganzzahliger Binärwert die Zustände von 64 Flags dar. Jedes 0 Bit entspricht einem Flag, das rückgesetzt ist. Jedes 1 Bit entspricht einem Flag, das gesetzt ist. Das am weitesten rechts stehende (das am wenigsten signifikante) Bit entspricht dem Systemflag −1 oder dem Benutzerflag 1.

Wie man den aktuellen Zustand des Flags aufruft:

- Führen Sie RCLF (↱ MODES NXT RCLF) aus.

RCLF liefert eine Liste mit zwei 64-Bit ganzzahligen Binärwerten, welche die aktuellen Zustände der System- und der Benutzerflags darstellen:

{ #n_s #n_u }

Wie man die aktuellen Zustände der Flags ändert:

1. Geben Sie das Flagstatusargument ein. Sehen Sie dazu weiter unten.
2. Führen Sie STOF (↱ MODES NXT durch. STOF).

STOF setzt die aktuellen Zustände der Flags abhängig von dem Flagstatusargument:

#n_s	Ändert Zustände nur von Systemflags.
{ #n_s #n_u }	Ändert Zustände der System- und Benutzerflags.

Beispiel: Das Programm *PRESERVE* auf Seite 31-9 verwendet RCLF und STOF.

29

Dialogprogramme

Einfache Programme wie die in Kapitel 25 verwenden Daten, die *vor* dem Ablauf des Programms bereitgestellt werden, und sie liefern als Resultate nackte Zahlen. Solche Programme sind oft schwierig anzuwenden; besonders wenn sie nicht dokumentiert sind. Sie müssen wissen, welche Argumente einzugeben und in welcher Reihenordnung, und Sie müssen wissen, wie die in den Stack gelieferten Resultate zu interpretieren.

Wenn Sie *interaktive* Programme verwenden, können diese von Ihnen Daten fordern, oder Ihnen Resultate mit erklärenden Meldungen oder Marken anzeigen, oder Ihnen eine Wahl erlauben, wie Sie fortfahren wollen.

Zum Zwecke von Dateneingabe unterbrechen

Ein Programm kann zum Zwecke von Benutzereingabe stoppen, dann die Ausführung wieder aufnemen. Sie können mehrere Befehle verwenden, um sich auf die Ausführung vorzubereiten oder sie zu stoppen:

- PROMPT ([↰] [CONT], um weiterzumachen).
- DISP FREEZE HALT ([↰] [CONT], um weiterzumachen).
- INPUT ([ENTER], um weiterzumachen).

PROMPT...CONT zum Zwecke der Eingabe verwenden

PROMPT fordert Sie im Statusbereich auf und erlaubt dem Benutzer, normale Tastaturoperationen während der Eingabe zu verwenden.

Wie man PROMPT in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie eine Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein, die im Statusbereich als Aufforderung angezeigt werden soll.
2. Geben Sie den PROMPT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

   « ... "*Aufforderung-Zeichenkette*" PROMPT ... »

PROMPT nimmt ein Zeichenkettenargument aus Ebene 1, zeigt die Zeichenkette (ohne " " Begrenzungszeichen) im Statusbereich an, und stoppt die Programmausführung. Taschenrechnerkontrolle wird zur Tastatur zurückgegeben.

Wird die Ausführung wieder aufgenommen, wird die Eingabe wie eingegeben im Stack gelassen.

Wie man auf PROMPT während des Programmablaufs reagiert:

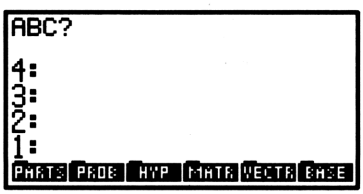
1. Geben Sie Ihre Eingabe ein. Sie können Tastaturoperationen verwenden, um die Eingabe zu berechnen.
2. Drücken Sie [↰][CONT].

Eine Meldung wird angezeigt, bis Sie [ENTER] oder [ATTN] drücken, oder bis Sie den Statusbereich aktualisieren (zum Beispiel durch Drücken von [↰][REVIEW]).

Beispiel: Wenn Sie das folgende Programm ausführen,

« "ABC?" PROMPT »

erscheint folgende Anzeige:



Beispiel: Das folgende Programm, *TPROMPT*, fordert Sie auf, die Dimensionen eines Torus einzugeben, ruft anschließend das Programm *TORSA* (von Seite 25-21) auf, um seine Oberfläche zu berechnen. Sie brauchen keine Daten vor der Programmausführung in den Stack einzugeben.

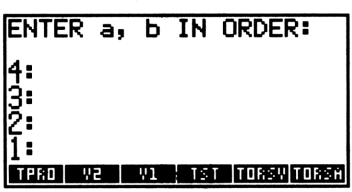
Argumente	Resultate
	1: *area*

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
"ENTER a, b IN ORDER:"	Legt die auffordernde Zeichenkette in den Stack.
PROMPT	Zeigt die Zeichenkette im Statusbereich an, stoppt die Programmausführung und gibt die Taschenrechnerkontrolle in die Tastatur zurück.
TORSA	Führt *TORSA* mit den Stackargumenten aus, die gerade eingegeben wurden.
»	
[ENTER] ['] TPROMPT [STO]	Speichert das Programm in *TPROMPT*.

Führen Sie *TPROMPT* aus, um das Volumen eines Torus mit dem Innenradius $a = 8$ und dem Außenradius $b = 10$ zu berechnen.

Führen Sie *TPROMPT* aus. Das Programm fordert Sie zur Dateneingabe auf.

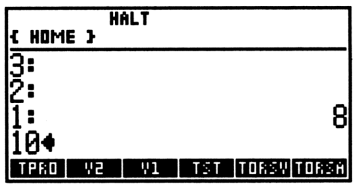
[→] [CLR]
[VAR] TPRO



29

Geben Sie den inneren und äußeren Radius ein. Nachdem Sie [ENTER] gedrückt haben, wird die Aufforderungsmeldung aus dem Statusbereich gelöscht.

8 [ENTER] 10



Fahren Sie mit dem Programm fort.

[←][CONT]

Beachten Sie, wenn die Programmausführung durch PROMPT unterbrochen wird, können Sie Taschenrechneroperationen gerade so durchführen, wie Sie es vor Programmanfang machten. Wird der äußere Radius *b* des Torus aus dem vorhergehenden Beispiel als 0,83 Fuß gemessen, können Sie den Wert in Zoll umrechnen, *während das Programm zum Zwecke der Dateneingabe unterbrochen ist*, indem Sie .83 [ENTER] 12 [×] und dann [←][CONT] drücken.

DISP FREEZE HALT...CONT zum Zwecke der Eingabe verwenden

DISP FREEZE HALT erlaubt Ihnen, das gesamte Display während der Eingabe zu kontrollieren und normale Tastaturoperationen durchzuführen.

Wie man DISP FREEZE HALT in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie eine Zeichenkette oder ein anderes Objekt zur Anzeige zum Zwecke einer Aufforderung ein.
2. Geben Sie eine Zahl ein, welche die Zeile bestimmt, wo es angezeigt werden soll.
3. Geben Sie den DISP Befehl (PRG CTRL Menü) ein.
4. Geben Sie eine Zahl ein, welche die Bereiche bestimmen, die "eingefroren" werden sollen.
5. Geben Sie den FREEZE Befehl (PRG CTRL Menü) ein.
6. Geben Sie den HALT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

« ... *Aufforderungsobjekt Anzeigezeile* DISP
Frierbereich FREEZE HALT ... »

DISP zeigt ein Objekt in einer bestimmten Zeile des Displays an. DISP nimmt zwei Argumente aus dem Stack: ein Objekt aus Ebene 2 und eine Displayzeilenzahl zwischen 1 bis einschließlich 7 aus Ebene 1. Wenn das Objekt eine Zeichenkette ist, wird es ohne " " Begrenzungszeichen angezeigt. Die von DISP erzeugte Anzeige bleibt solange bestehen, wie Sie mit Programmausführung weitermachen. Wenn das Programm endet oder durch HALT unterbrochen wird, liefert der Taschenrechner die normale Stackumgebung zurück und aktualisiert das Display. Sie können jedoch FREEZE verwenden, um das Aufforderungsdisplay beizubehalten.

FREEZE "friert" ein oder mehrere Displaybereiche , damit sie nicht aktualisiert werden, bis sie eine *Taste drücken*. Das Argument *n* in Ebene 1 ist die Summe der Codes für einzufrierenden Bereiche: 1 für den Statusbereich, 2 für die Stack/Befehlszeilen Gebiete, 4 für den Menübereich.

HALT unterbricht die Programmausführung an der Stelle, an welcher der HALT Befehl gegeben wird und stellt den HALT Indikator an. Die Kontrolle über den Taschenrechner wird in die Tastatur zum Zwecke normaler Operationen zurückgegeben.

Wird die Ausführung fortgesetzt, bleibt die Eingabe wie eingegeben im Stack.

Wie man auf HALT während des Ablaufs des Programmes reagiert:

1. Geben Sie Ihre Daten ein. Sie können Tastaturoperationen verwenden, um die Eingabe zu berechnen.
2. Drücken Sie [↰][CONT].

Beispiel: Führen Sie den folgenden Programmausschnitt durch:

« "ABC▪DEF▪GHI" CLLCD 1 DISP 3 FREEZE HALT »

Danach sieht das Display wie folgt aus:

(Der ▪ in dem vorhergehenden Programm ist die Darstellung des Taschenrechners für das Zeichen ↵ (neue Zeile), nachdem Sie das Programm in den Stack eingegeben haben.)

INPUT...ENTER zum Zwecke der Eingabe verwenden

INPUT läßt Sie den Stackbereich zum Zwecke des Aufforderns und der Eingabe von Standarddaten verwenden, und es hindert den Benutzer daran, normale Stackoperationen oder Datenveränderungen im Stack vorzunehmen.

Wie man INPUT in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie eine Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein, die oben im Stackbereich als Aufforderung angezeigt werden soll.
2. Geben Sie eine Zeichenkette oder Liste (mit Begrenzungszeichen) die den Inhalt und das Verhalten der Befehlszeile bestimmt. Sehen Sie dazu auch weiter unten.
3. Geben Sie den INPUT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.
4. Geben Sie OBJ→ (PRG OBJ Menü) oder einen anderen Befehl ein, der die Eingabe wie ein Zeichenkettenobjekt verarbeitet.

« ... "*Zeichenkettenaufforderung*" "*Befehlszeile*" INPUT OBJ→ ... »

oder

« ... "*Kettenaufforderung*" { *Befehlszeile* } INPUT OBJ→ ... »

INPUT, in der einfachsten Form, nimmt zwei Zeichenketten als Argumente. Sehen Sie dazu die folgende Liste für weitere Optionen. INPUT löscht den Stackbereich, zeigt den Inhalt der Ebene-2 Zeichenkette oben im Stackbereich und zeigt den Inhalt der Ebene-1 Zeichenkette in der Befehlszeile. Programmeingabemodus wird aktiviert, was den Einfügecursor hinter die Zeichenkette in der Befehlszeile bewegt, und unterbricht die Ausführung.

Wird die Ausführung fortgesetzt, wird die Eingabe in die Ebene 1 als Zeichenkettenobjekt zurückgegeben, welches *Resultat der Zeichenkette* genannt wird.

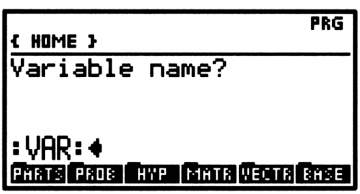
Wie man auf INPUT während des Ablaufs des Programmes reagiert:

1. Geben Sie Ihre Daten ein. (Sie können keine Befehle ausführen. Sie werden einfach in der Befehlszeile angezeigt.)
2. Optional: Um die Befehlszeile zu löschen und neu anzufangen, drücken Sie (ATTN).
3. Drücken Sie (ENTER).

Beispiel: Führen Sie den folgenden Programmausschnitt durch:

```
« "Variable name?" ":VAR:" INPUT »
```

Danach sieht das Display wie folgt aus:



Beispiel: Das folgende Programm, *VSPH*, berechnet das Volumen einer Kugel. *VSPH* fordert Sie zur Eingabe vom Radius der Kugel auf und multipliziert danach mit $^4/_3\ \pi$. *VSPH* führt INPUT aus, was nach dem Radius fordert. INPUT aktiviert den Programmeingabemodus, wenn die Programmausführung zur Dateneingabe angehalten wird.

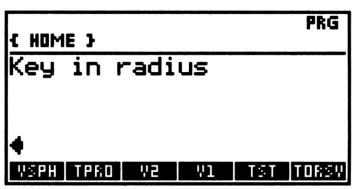
Argumente	Resultate
	1: *Volumen*

Programm:	Erläuterungen:
«	
"Key in radius"	Bestimmt die Aufforderungszeichenkette.
""	Bestimmt die Befehlszeilenzeichenkette. In diesem Fall ist die Befehlszeile leer.
INPUT	Zeigt die Aufforderung an und bewegt den Cursor an den Anfang der Befehlszeile. Es unterbricht das Programm zum Zwecke der Dateneingabe (Radius der Kugel).
OBJ→	Wandelt die Resultat-Zeichenkette in ihr Komponentenobjekt um, eine reelle Zahl.
3 ^	Bildet die dritte Potenz des Radius.
4 * 3 / π * →NUM	Beendet die Berechnung.
»	
(ENTER) (') VSPH (STO)	Speichert das Programm in *VSPH*.

29

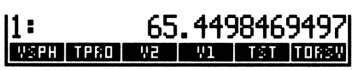
Führen Sie *VSPH* durch, um das Volume einer Kugel mit Radius 2,5 zu berechnen.

(VAR) VSPH



Tippen Sie den Radius ein, und fahren Sie mit der Programmausführung fort.

2.5 (ENTER)



Wie man INPUT Optionen einschließt:

- Verwenden Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) als Befehlszeilenargument für INPUT. Die Liste kann ein oder mehrere der folgenden Elemente enthalten:
  - Befehlszeilen-Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen).
  - Cursorposition als reelle Zahl oder als Liste mit zwei reellen Zahlen.
  - Operationsmöglichkeiten ALG, α oder V.

In seiner allgemeinen Form ist das Ebene 1 Argument für INPUT eine Liste, die den Inhalt und die Interpretation der Befehlszeile bestimmt. Die Liste kann ein oder mehrere der folgenden Parameter in irgendeiner Reihenfolge enthalten:

{ "*Befehlszeile*" *Cursorposition Operationsmöglichkeiten* }

"*Befehlszeile*"	Bestimmt den Inhalt der Befehlszeile, wenn das Programm angehalten wird. Verschachtelte "newline" (neue Zeile) Zeichen produzieren mehrfache Zeilen im Display. (Wenn die nicht mit eingeschlossen sind, bleibt die Befehlszeile leer.)
Cursorposition	Bestimmt die Cursorposition in der Befehlszeile und den Typ. (Wenn nicht mit eingeschlossen ist ein Einfügecursor am Ende der Befehlszeile.) ■ Eine *reelle Zahl n* bestimmt das *n*te Zeichen in der ersten Zeile der Befehlszeile. 0 bestimmt das Ende der Befehlszeilen-Zeichenkette. Eine positive Zahl bestimmt den *Einfügecursor*. Eine negative Zahl bestimmt den *Überschreibungscursor*. ■ Eine *Liste* {*Zeile Zeichen*} bestimmt Zeile und Zeichenposition. Zeile 1 in der ersten Zeile der Befehlszeile. Zeichen zählen vom linken Ende jeder Zeile. Das Zeichen 0 bestimmt das Ende einer Zeile. Eine positive Zeilenzahl bestimmt den *Einfügecursor* . Eine negative Zeilenzahl bestimmt den *Überschreibungscursor*.
Operationsmöglichkeiten	Bestimmen Sie den Eingabe- und den Ausführungsmodus, indem Sie einen oder mehrere der folgenden Namen ohne Anführungsstriche verwenden:

29

- ALG aktiviert den Algebraischen Programmeingabe-Modus (für algebraische Syntax). (Wenn nicht mit eingeschlossen ist der Programmeingabe-Modus aktiviert.)
- α (α ↱ A) verriegelt die Alphatastatur. (Wenn nicht mit eingeschlossen wird Alpha nicht aktiviert.)
- V überprüft, ob die Resultat-Zeichenkette (ohne die " " Begrenzungszeichen) ein gültiges Objekt oder eine gültige Objektfolge bildet. Wenn die Resultat-Zeichenkette nicht gültig ist, zeigt INPUT die Invalid Syntax Meldung an und fordert wieder um Dateneingabe auf. (Wenn nicht mit eingeschlossen, wird die Syntax nicht überprüft.)

Wie man eine Befehlszeilen-Zeichenkette für INPUT aufbaut:

29

- Für einfache Eingabe verwenden Sie eine Zeichenkette, die ein gültiges Objekt produziert:
  - □ Verwenden Sie eine leere Zeichenkette.
  - □ Verwenden Sie ein : *Feldmarkierung* : .
  - □ Verwenden Sie eine @*Texterläuterung*@.
- Für spezielle Eingabe, verwenden Sie eine Zeichenkette, die ein erkennbares Muster produziert.

Nachdem der Benutzer Daten in der Befehlszeile eingegeben und (ENTER) gedrückt hat, um mit der Ausführung fortzufahren, wird der Inhalt der Befehlszeile in die Ebene 1 als Resultat-Zeichenkette zurückgegeben. Die Resultat-Zeichenkette enthält normalerweise auch die Befehlszeilen-Zeichenkette. Wenn Sie die Befehlszeilen-Zeichenkette sorgfältig aufbauen, können Sie den Prozess der Aufforderungen nach Eingabedaten vereinfachen.

Wie man die Resultat-Zeichenkette von INPUT verarbeitet:

- Für einfache Eingabe verwenden Sie OBJ→, um die Zeichenkette in ihre entsprechenden Objekte umzuwandeln.
- Für sensitive Eingabe verwenden Sie die V Option, damit INPUT nach gültigen Objekten überprüft, und dann verwenden Sie OBJ→ um die Zeichenkette in diese Objekte umzuwandeln.

- Für spezielle Eingabe verarbeiten Sie die Eingabe als Zeichenkettenobjekt. Es ist dabei möglich, Daten als Teilzeichenketten herauszuziehen.

Beispiel: Das Programm *VSPH* auf Seite 29-7 verwendet eine leere Befehlszeilen-Zeichenkette.

Beispiel: Das Programm *SSEC* auf Seite 29-13 verwendet eine Befehlszeilen-Zeichenkette, deren Zeichen ein Muster erzeugen. Das Programm zieht Teilzeichenketten aus der Resultat-Zeichenkette.

Beispiel: Die Befehlszeile-Zeichenkette "@UPPER LIMIT@" zeigt @UPPER LIMIT@◆ in der Befehlszeile an. Drücken Sie 200 (ENTER), dann liefert die Zeichenkette "@UPPER LIMIT@200". Wenn OBJ→ Text aus der Zeichenkette herauszieht, nimmt es die @ Zeichen und die darin eingeschlossenen Zeichen weg, und es liefert die Zahl 200. (Lesen Sie dazu "Programme mit einem Computer schreiben" auf Seite 25-13 für weitere Informationen über @ Erläuterungen.)

Beispiel: Das folgende Programm *TINPUT* führt INPUT aus, um nach der Eingabe des inneren und des äußeren Radius zu fordern, und ruft dann *TORSA* (Seite 25-21) auf, um die Oberfläche zu berechnen. *TINPUT* verlangt nach *a* und *b* in einer zweizeiligen Befehlszeile. Das Ebene 1 Argument für INPUT ist eine Liste, die folgendes enthält:

- Die Befehlszeilen-Zeichenkette, welche die Marken und Begrenzungszeichen für zwei markierte Objekte produziert.
- Eine verschachtelte Liste, welche die Anfangsposition des Cursors bestimmt.
- Den V Parameter, um nach ungültiger Syntax in der Resultat-Zeichenkette zu prüfen.

Argumente	Resultate
	1: *Bereich*

Programm:	Erläuterungen:
«	
"Key in a, b"	Die Ebene-2 Zeichenkette wird oben im Stackbereich angezeigt.
{ ":a:■:b:" {1 0} V }	Die Ebene 1 Liste enthält eine Zeichenkette, eine Liste und eine Option zur Überprüfung der Syntax. (Um die Zeichenkette einzutippen, drücken Sie [→] [" "] [→] [::] a [▶] [→] [↵] [→] [::] b. Nachdem Sie [ENTER] gedrückt haben, um das beendete Programm in den Stack abzulegen, wird die Zeichenkette in einer Zeile mit ■ gezeigt, was das "newline" (neue Zele) Zeichen darstellt. Die verschachtelte Liste bewegt den Einfügecursor ans Ende von Zeile 1.
INPUT	Zeigt Stack und Befehlszeile-Zeichenketten an, positioniert den Cursor, stellt den Programmeingabe-Modus fest und unterbricht die Ausführung zum Zwecke von Eingabe.
OBJ→	Wandelt die Zeichenkette in ihre Komponentenobjekte um, das sind zwei markierte Objekte.
TORSA	Ruft *TORSA* auf, um die Oberfläche zu berechnen.
»	
[ENTER] [']TINPUT [STO]	Speichert das Programm in *TINPUT*.

Führen Sie *TINPUT* durch, um Oberfläche eines Torus mit innerem Radius $a = 10$ und äußerem Radius $b = 20$ zu berechnen.

(VAR) TINPU

```
                    PRG
{ HOME }
Key in a, b

:a:
:b:
TINPU | V3PH | TPRO | V2 | V1 | TST
```

Tippen Sie den Wert für a ein, drücken Sie (▼), um den Cursor zur nächsten Aufforderung zu bewegen, und dann tippen Sie den Wert Wert für b ein.

10 (▼) 20

```
                    PRG
{ HOME }
Key in a, b

:a:10
:b:20
TINPU | V3PH | TPRO | V2 | V1 | TST
```

Fahren Sie mit der Programmausführung fort.

(ENTER)

```
1:          2960.88132033
TINPU | V3PH | TPRO | V2 | V1 | TST
```

Beispiel: Das folgende Programm verwendet INPUT für die Aufforderung, eine Sozialsversicherungsnummer einzugeben, und zieht dann zwei Zeichenketten heraus: die ersten drei und die letzten vier Stellen. Das Ebene-1 Argument für INPUT bestimmt folgendes:

- Eine Befehlszeilen-Zeichenkette mit Gedankenstrichen.
- Der *Überschreibecursor*, der sich am Anfang der Aufforderungs-Zeichenkette (−1) befinden soll. Dieses erlaubt dem Benutzer, die Befehlszeilen-Zeichenkette auszufüllen, indem er (▶) verwendet, um über die Gedankenstriche in dem Muster zu springen.
- Als Grundeinstellung gibt es keine Verifikation der Objektsyntax; denn die Gedankenstriche machen den Inhalt als Objekte ungültig.

Argumente	Resultate
	2: "*Die ersten drei Stellen*" 1: "*Die letzten vier Stellen*"

Programm:	Erläuterungen:
«	
"Type the number."	Verlangt die Zeichenkette.
{ " - - " -1 }	Befehlszeilen-Zeichenkette (3 Leertasten vor dem ersten –, 2 Leertasten dazwischen, und vier Leertasten nach dem letzten –.
INPUT	Hält das Programm zur Eingabe an.
DUP 1 3 SUB SWAP 8 11 SUB	Kopiert die Resultat-Zeichenkette und zieht dann die ersten drei und die letzten vier Stellen in der Form einer Zeichenkette heraus.
»	
[ENTER] ['] SSEC [STO]	Speichert das Programm in *SSEC*.

29

Piepsen um Aufmerksamkeit zu erlangen

Der BEEP Befehl erlaubt Ihnen, das interaktive Programm mit akustischen Signalen zu verfeinern.

Wie man BEEP in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie eine Zahl ein, welche die Tonfrequenz in Hertz-Einheiten bestimmt.
2. Geben Sie Zahl ein, welche die Länge des Tons in Sekunden bestimmt.
3. Geben Sie den BEEP Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

« ... *Frequenz Länge* BEEP ... »

BEEP nimmt zwei Argumente aus dem Stack: die Tonfrequenz aus Ebene 2 und die Tonlänge aus Ebene 1.

Beispiel: Die folgende editierte Version von *TPROMPT* tönt ein 440 Hertz Signal, das eine halbe Sekunde dauert, um Dateneingabe zu verlangen.

Programm:	Erläuterungen:
«	
"ENTER a, b IN ORDER:"	
440 0,5 BEEP	Läßt den Ton vor der Aufforderung nach Dateneingabe hören.
PROMPT	
TORSA	
»	

Zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck anhalten

Ein Programm kann stoppen, um Eingabe durch Tastendruck zu verlangen. Es kann warten, bis der Benutzer eine Taste drückt. Dies können Sie mit den WAIT und KEY Befehlen erreichen.

WAIT zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck verwenden

Der WAIT Befehl hält normalerweise die Ausführung für eine bestimmte Zahl von Sekunden an. Jedoch können Sie bestimmen, daß es solange wartet, bis eine Taste gedrückt wird.

Wie man WAIT in ein Programm eingibt:

- Um zu stoppen, ohne das Display zu ändern, geben Sie 0 und den WAIT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.
- Um zu stoppen und das aktuelle Menü anzuzeigen, geben Sie −1 und den WAIT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

WAIT nimmt 0 oder −1 aus Ebene 1 und hält dann die Ausführung auf, bis ein gültiger Tastendruck betätigt wurde.

Für ein Argument von −1 zeigt WAIT das im Augenblick bestimmte Menü an. Dies erlaubt Ihnen, ein benutzerdefiniertes Menü aufzubauen und anzuzeigen, während der Ablauf des Programmes unterbrochen ist. (Ein Menü, das mit MENU oder TMENU aufgebaut

wurde, wird normalerweise nicht angezeigt, bis das Programm beendet oder unterbrochen ist.)

Wird die Ausführung fortgesetzt, bleibt die dreistellige Positionszahl der betätigten Taste im Stack. Diese Zahl zeigt Zeile, Spalte und Schaltebene der Taste an. (Positionszahlen der Tasten werden unter "Benutzertasten umbelegen" auf Seite 15-6 erklärt.)

Wie man auf WAIT während des Programmablaufs reagiert:

- Drücken Sie irgendeine gültige Taste. (Wenn vorher [↰] oder [α] gedrückt wurde, ist *für sich selbst* kein gültiger Tastendruck.)

KEY zur Tastatureingabe verwenden

Sie können KEY innerhalb einer unbestimmten Schleife verwenden, um die Ausführung "anzuhalten" bis irgendeine oder eine bestimmte Taste betätigt wird.

Wie man eine KEY Schleife in ein Programm eingibt:

1. Geben Sie die Schleifenstruktur ein.
2. In der Testanweisungsfolge geben Sie den KEY Befehl (PRG CTRL Menü) und alle anderen notwendigen Testbefehle ein.
3. In der Schleifenanweisung geben Sie *keine* Befehle ein, welche die Erscheinung aufkommen lassen könnten, das Programm sei in einer "angehaltenen" Kondition.

KEY liefert 0 in Ebene 1, wenn die Schleife beginnt. Es liefert weiter 0, bis eine Taste betätigt wird. Danach liefert es 1 in Ebene 1 und eine zweistellige Zeilen- oder Spaltenzahl der betätigten Taste in Ebene 2. Ein Beispiel: [ENTER] liefert 51, und [↰] liefert 71.

Die Testanweisung verursacht normalerweise, daß die Schleife wiederholt wird, bis eine Taste betätigt wird. Wenn eine Taste betätigt wird, können Sie Vergleiche durchführen, um den Wert der Tastenzahl zu überprüfen. (Lesen Sie dazu "Unbestimmte Programmschleifen verwenden" auf Seite 27-9 und "Vergleichsfunktionen verwenden" auf Seite 26-2.)

Wie man auf die KEY Schleife während des Programmablaufs reagiert:

- Drücken Sie irgendeine Taste. (Wenn Sie vorher [←] oder [α] drücken, wird *ist* eine gültige Taste.)

Beispiel: Der folgende Programmausschnitt liefert 1 in Ebene 1, wenn [+] gedrückt wurde, oder 0 in Ebene 1, wenn irgendeine andere Taste gedrückt wurde:

```
« ... DO UNTIL KEY END 95 SAME ... »
```

Programmausgabe darstellen

Sie können bestimmen, wie ein Programm seine Ausgabe darstellt. Sie können erreichen, daß die Ausgaben leichter zu lesen sind, indem Sie die in diesem Abschnitt beschriebenen Techniken verwenden.

Ausgaben mit Marken versehen

Wie man ein Resultat markiert:

1. Legen Sie das Ausgabenobjekt im Stack ab.
2. Geben Sie eine Marke als Zeichenkette, Name in Anführungszeichen oder Zahl ein.
3. Geben Sie den →TAG Befehl (PRG OBJ Menü) ein.

« ... *Objekt tag* →TAG ... »

→TAG nimmt zwei Argumente, ein Objekt und eine Marke, aus dem Stack und liefert ein markiertes Objekt.

Beispiel: Das folgende Programm *TTAG* ist identisch mit *TINPUT*, nur daß es das Resultat als AREA: *Wert* liefert.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
"Type a, b"	
{ ":a:■:b:" {1 0} V }	
INPUT OBJ→	
TORSA	
"AREA"	Gibt die Marke (eine Zeichenkette) ein.
→TAG	Verwendet das Programmresultat und eine Zeichenkette, um ein markiertes Objekt zu erzeugen.
»	
[ENTER] ['] TTAG [STO]	Speichert das Programm in *TTAG*.

Führen Sie *TTAG* aus, um die Fläche von einem Torus mit innerem Radius $a = 1,5$ und äußerem Radius $b = 1,85$ zu berechnen. Die Lösung wird als markiertes Objekt geliefert.

29

[VAR] TTAG
1.5 [▼] 1.85
[ENTER]

Ausgaben als Zeichenketten markieren und darstellen

Wie man Resultate als eine Zeichenkette markiert und darstellt:

1. Legen Sie das Ausgabeobjekt im Stack ab.
2. Geben Sie den →STR Befehl (PRG OBJ Menü) ein.
3. Geben Sie eine Zeichenkette ein, um das Objekt (mit " " Begrenzungszeichen) zu markieren.
4. Geben Sie die SWAP + Befehle ein, um die Zeichenketten auszutauschen und zu verknüpfen.
5. Geben Sie eine Zahl ein, die eine Zeile bestimmt, worin die Zeichenkette dargestellt wird.
6. Geben Sie den DISP Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

« ... *Objekt* →STR *Marke* SWAP + *Zeile* DISP ... »

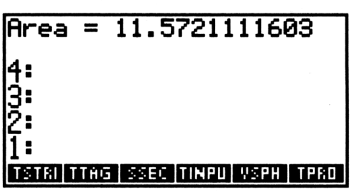
DISP zeigt eine Zeichenkette ohne ihre " " Begrenzungszeichen an.

Beispiel: Das folgende Programm *TSTRING* ist identisch mit *TINPUT*, nur daß es das Programmresultat in eine Zeichenkette umwandelt und eine Markierungszeichenkette damit verbindet.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
"Type a, b"	
{ ":a:■:b:" {1 0} V }	
INPUT OBJ→	
TORSA	
→STR	Wandelt das Resultat in eine Zeichenkette um.
"Area = "	Gibt die Benennungszeichenkette aus.
SWAP +	Vertauscht und addiert die beiden Zeichenketten.
CLLCD 1 DISP 1 FREEZE	Zeigt die resultierende Zeichenkette ohne ihre Begrenzungszeichen in Zeile 1 des Displays an.
»	
[ENTER] ['] TSTRING [STO]	Speichert das Programm in *TSTRING*.

Führen Sie *TSTRING* aus, um die Fläche des Torus mit $a = 1,5$ und $b = 1,85$ zu berechnen. Die markierte Lösung wird im Statusbereich angezeigt.

[→] [CLR]
[VAR] TSTRI
1.5 [▼] 1.85
[ENTER]



29

Zum Zwecke der Anzeige von Ausgabe anhalten

Wie man anhält, um das Resultat anzuzeigen:

1. Geben Sie die Befehle ein, um das Display aufzubauen.
2. Geben Sie Zahl der Sekunden für die Pausenlänge ein.
3. Geben Sie den WAIT Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

WAIT unterbricht die Ausführung für die (positive) Zahl der Sekunden in Ebene 1. Sie können WAIT mit DISP verwenden, um Meldungen während der Programmausführung anzuzeigen. Ein Beispiel: Um Zwischenresultate des Programmes anzuzeigen. (WAIT interpretiert Argumente 0 und −1 anders. Sehen Sie dazu "WAIT zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck verwenden" auf Seite 29-15.)

Zusammenfassung der Befehle zur Dateneingabe und Ausgabe

Befehle zur Dateneingabe

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
↰ CONT	CONT	Beginnt wieder ein aufgehaltenes Programm.
PRG CTRL (Seiten 1, 2 und 3):		
HALT	HALT	Hält Programmausführung an.
INPUT	INPUT	Unterbricht Programmausführung zum Zwecke von Dateneingabe. Verhindert Stackoperationen während der Programmunterbrechung.

Befehle zur Dateneingabe (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
PROM	PROMPT	Hält Programmausführung zum Zwecke der Dateneingabe an.
DISP	DISP	Zeigt ein Objekt in der bestimmten Zeile des Displays an.
WAIT	WAIT	Unterbricht Programmausführung für eine bestimmte Zeitdauer (Sekunden, Ebene 1).
KEY	KEY	Liefert ein Testresultat in Ebene 1 und, wenn eine Taste betätigt wird, die Position der Taste (Ebene 2). Lesen Sie dazu den nächsten Abschnitt "Zum Zwecke von Eingabe durch Tastendruck anhalten."
BEEP	BEEP	Piepst in einer bestimmten Frequenz (Hertz, Ebene 2) und für eine bestimmte Dauer (Sekunden, Ebene 1).
(PRG) DSPL (Seite 4):		
CLLCD	CLLCD	Löscht das Display.
FREEZ	FREEZE	"Friert" einen bestimmten Bereich des Displays, damit es nicht aktualisiert werden kann, bis eine Taste betätigt wird.

Menüs mit Programmen verwenden

Sie können Menüs mit Programmen zu verschiedenen Zwecken verwenden:

- **Eingabe mit Hilfe von Menüs.** Ein Programm kann ein Menü aufbauen, um Eingaben während einer Programmpause zu erhalten, und dann den Ablauf desselben Programmes wieder aufnehmen.
- **Ausführung mit Hilfe von Menüs.** Ein Programm kann ein Menü aufbauen und die Ausführung beenden, und dann das Menü verlassen, um verbundene Programme auszuführen.

Wie man ein eingebautes oder Katalog-Menü aufbaut:

1. Geben Sie die Menüzahl ein.
2. Geben Sie den MENU Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

Wie man ein benutzerdefiniertes Menü aufbaut:

1. Geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) oder den Namen einer Liste, der die Menü Aktionen definiert, ein. (Sehen Sie dazu "Benutzermenüs (CST) verwenden" auf Seite 15-1.)
2. Aktivieren Sie das Menü:
   - Um das Menü als das CST Menü zu sichern, geben Sie den MENU Befehl (PRG CTRL Menü) ein.
   - Um das Menü ein temporäres zu machen, geben Sie den TMENU Befehl ein. ([→] [MODES] Menü).

Das Menü wird nicht angezeigt, bis die Programmausführung stoppt.

Menüzahlen für eingebaute Menüs werden im Anhang D "Menüzahlen" aufgelistet. Katalogmenüs haben auch Zahlen, die Katalogzahl dient dabei als Menüzahl. Sie können in Menüs Anwendungsprogramme aktivieren (wie SOLVE und PLOT Menüs) und andere Menüs (wie VAR und CST Menüs) in Programmenn. Die Menüs verhalten sich genau wie bei normalen Tastaturoperationen.

Sie erzeugen ein benutzerdefiniertes Menü, um das Verhalten zu erreichen, das Sie für Ihr Programm benötigen. Sehen Sie dazu die Themen weiter unten. Sie können das Menü als CST Menü sichern, damit der Benutzer es wieder aufrufen kann, indem er [CST] drückt. Oder Sie können es *temporär* machen, d.h. es bleibt aktiv (selbst nachdem die Ausführung gestoppt), aber nur bis ein neues Menü

gewählt wird. Außerdem hat es keinen Einfluß auf den Inhalt der Variablen *CST*.

Um eine spezielle *Seite* eines Menüs zu bestimmen, geben Sie die Zahl als *m.pp* ein, wobei *m* die Menüzahl und *pp* die Seitenzahl ist (so wie 35.02 für Seite 2 des TIME Menüs). Wenn Seite *pp* nicht existiert, wird Seite 1 angezeigt (35 gibt Seite 1 des TIME Menüs aus).

Beispiel: Geben Sie `20 MENU` ein, um Seite 1 des MODES Menü zu erhalten. Geben Sie `20.02 MENU` ein, um Seite 2 des MODES Menü zu erhalten.

Wie man das vorhergehende Menü wieder aktiviert:

- Führen Sie 0 MENU aus.

Wie man eine Menüzahl für das aktuelle Menü aufruft:

- Führen Sie den RCLMENU Befehl ([→][MODES] Menü).

Menüs zum Zwecke der Eingabe verwenden

Wie man ein Menü zum Zwecke der Eingabe in ein Programm verwendet:

1. Bauen Sie das Menü auf. Sehen Sie dazu das vorhergehende Thema.
2. Geben Sie eine Befehlsfolge ein, welche die Ausführung stoppt (wie DISP, PROMPT oder HALT).

Das Programm verbleibt angehalten, bis es durch Ausführung eines CONT Befehls wieder aufgenommen wird, wie z.B. durch Drücken von [←][CONT]. Wenn Sie ein benutzerdefiniertes Menü zum Zwecke der Eingabe erzeugen, können Sie den CONT Befehl mit einschließen, der das Programm automatisch wieder aufnimmt, oder drücken Sie die Menütaste.

Beispiel: Das folgende Programm aktiviert Seite 3 des MODES Menüs, und verlangt von Ihnen, den Winkelmodus einzustellen. Nachdem Sie die Menütaste gedrückt haben, müssen Sie [←][CONT] drücken, um die Ausführung wieder aufzunehmen.

```
« 20.03 MENU "Wählen Sie den Winkelmodus" PROMPT »
```

Beispiel: Das *PIE* Programm auf Seite 31-45 bestimmt den CONT Befehl für eine Taste in einem temporären Menü.

Beispiel: Das *MNX* Programm auf Seite 31-26 baut ein temporäres Menü auf, das ein Programm mit CONT zur automatischen Weiterausführung enthält.

Menüs zum Zwecke der Ausführung von Programmen verwenden

Sie können ein benutzerdefiniertes Menü dazu verwenden, andere Programme durchzuführen. Das Menü kann dazu dienen, Hauptverbindung mit einem Anwendeprogramm (einer Sammlung von Programmen) zu sein.

Wie man Anwendungsprogramme mit Hilfe von Menüs aufbaut:

1. Erzeugen Sie eine benutzerdefinierte Menüliste für das Anwendungsprogramm, das Programme als Menüobjekte bestimmt.
2. Optional: Erzeugen Sie ein Hauptprogramm, welches das Anwendungsprogramm-Menü aufbaut, entweder als ein CST Menü oder als ein temporäres Menü.

Beispiel: Das folgende Programm, *WGT*, berechnet die Masse eines Objektes entweder in englischen oder SI Einheiten. Das Gewicht ist gegeben. *WGT* zeigt ein temporäres benutzerspezifisches Menü an, von wo Sie das entsprechende Programm durchführen können. Jedes Programm fordert Sie auf, das Gewicht in den gewünschten Einheiten einzugeben, und berechnet dann die Masse. Das Menü bleibt aktiviert, bis Sie ein neues Menü wählen, damit Sie so viele Berechnungen durchführen können, wie Sie wollen.

Liste: **Erläuterungen:**

```
{
{ "ENGL" « "ENTER Wt in POUNDS" PROMPT 32.2 / » }
{ "SI" « "ENTER Wt in NEWTONS" PROMPT 9.81 / » }
}
```

[']LST [STO] Speichert die Liste in *LST*.

Programm:	**Erläuterungen:**
« LST TMENU »	Zeigt das in *LST* gespeicherte benutzerspezifische Menü an.
[ENTER] ['] WGT [STO]	Speichert das Programm in *WGT*.

Verwenden Sie *WGT*, um die Masse eines Objekt mit einem Gewicht von 12,5 N zu berechnen. Das Programm baut das Menü auf und vollendet dann die Ausführung.

[VAR] WGT

```
ENGL SI
```

Wählen Sie das SI Einheitensystem, welches das Programm auf der Menüliste beginnt.

SI

```
ENTER Wt in NEWTONS
4:
3:
2:
1:
ENGL SI
```

Tippen Sie das Gewicht ein, und fahren Sie dann mit dem Programm fort.

12,5 [←] [CONT]

```
1:          1.27420998981
ENGL SI
```

Beispiel: Das folgende Programm, *EIZ*, baut ein benutzerspezifisches Menü auf, um HP SOLVE für einen kapazitiven elektrischen Stromkreis nachzuahmen. Das Programm verwendet die Gleichung $E = IZ$, wobei E die Spannung, I der Strom und Z der Widerstand sind.

Da Spannung, Strom und Widerstand komplexe Zahlen sind, können Sie HP Solve nicht verwenden, um die Lösungen zu finden. Das benutzerspezifische Menü in *EIZ* weist der links umgeschalteten Taste für jede Variable eine *direkte* Lösung zu, und es ordnet den rechts und den nicht umgeschalteten Tasten die *Speicher-* und *Aufruf-*Funktionen zu. Diese Aktionen sind somit analog zu HP Solve. Das benutzerspezifische Menü wird automatisch in *CST* gespeichert, und es ersetzt damit das vorhergehende benutzerspezifische Menü. Sie können [CST] drücken, um das Menü wiederherzustellen.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
DEG -15 SF -16 SF 2 FIX	Stellt den DEG Modus ein. Setzt die Flags −15 und −16, um komplexe Zahlen in polarer Form anzuzeigen. Setzt den Anzeigemodus auf 2 Fix.
{	Startet die benutzerspezifische Menüliste.
{ "E" { « 'E' STO » « I Z * DUP 'E' STO "E: " SWAP + CLLCD 1 DISP 1 FREEZE » « E » } }	Legt die Funktion der Menütaste 1 fest, die mit E bezeichnet wird. Nicht umgeschaltete Aktion: speichert das Objekt in *E*. Links umgeschaltete Aktion: berechnet $I \times Z$ und speichert es in *E*. Es wird mit einer Marke angezeigt. Rechts umgeschaltete Aktion: ruft das Objekt in *E* auf.
{ "I" { « 'I' STO » « E Z / DUP 'I' STO "I: " SWAP + CLLCD 1 DISP 1 FREEZE » « I » } }	Legt die Funktion für Menütaste 2 fest.
{ "Z" { « 'Z' STO » « E I / DUP 'Z' STO "Z: " SWAP + CLLCD 1 DISP 1 FREEZE » « Z » } }	Legt die Funktion für Menütaste 3 fest.
}	Schließt die Liste ab.
MENU	Zeigt das benutzerspezifische Menü an.
»	
[ENTER] [']EIZ [STO]	Speichert das Programm in *EIZ*.

Bei einer Stromquelle mit 10 Volt und einem Phasenwinkel 0° messen Sie eine Spannung von 0,37A mit Phasenwinkel 68°. Finden Sie die Impedanz des Stromkreises mit der Hilfe von *EIZ*.

[→] [CLR] [VAR] EIZ

Tippen Sie den Wert für Volt ein.

◀ ( ) 10 ▶ ∡ 0

```
(10∡0◆
E  I  Z
```

Speichern Sie den Wert für Volt. Dann tippen Sie den Wert für die Spannung ein, und speichern Sie ihn. Lösen Sie nach der Impedanz auf.

E
◀ ( ) .37 ▶ ∡ 68 I
◀ Z

```
Z: (27.03,∡-68.00)

4:
3:
2:
1:
E  I  Z
```

Rufen Sie die Spannung auf, und verdoppeln Sie deren Wert. Dann finden Sie den Wert für Volt.

▶ I
2 ×
I
◀ E

```
E: (20.00,∡-1.07E-10)

4:
3:
2:
1:
E  I  Z
```

Drücken Sie ◀ MODES STD und ▶ POLAR, um Standard- und Rechteckmodus wieder einzustellen.

HP 48 von einem Programm her abstellen

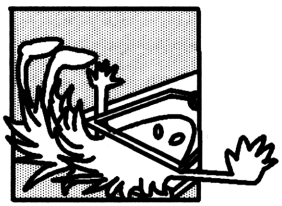
Wie man den Taschenrechner von einem Programm aus abstellt:

- Führen Sie den OFF Befehl (PRG CTRL Menü) aus.

Der OFF Befehl stellt den HP 48 ab. Wenn ein Programm OFF ausführt, stellt sich das Programm wieder ein, wenn der Taschenrechner das nächste Mal wieder angestellt wird.

30

Fehlern eine Falle stellen



Wollen Sie eine unzulässige Operation über die Tastatur vornehmen, wird diese Operation nicht ausgeführt, und eine Fehlermeldung wird angezeigt. Ein Beispiel: wenn Sie einen Vektoren und eine reelle Zahl im Stack addieren wollen, liefert der HP 48 die Meldung `+ Error: Bad Argument Type` und gibt die Argumente in den Stack zurück, falls LASTARG aktiviert ist.

In einem Programm kommt dasselbe vor, nur daß die Programmausführung auch noch abgebrochen wird. Wenn Sie Fehlerkonditionen erwarten, kann das Programm sie verarbeiten, ohne die Ausführung unterbrechen zu müssen.

Bei einfachen Programmen können Sie das Programm wieder ablaufen lassen, falls es mit einem Fehler stoppt. Bei anderen Programmen können Sie diese so aufbauen, daß sie Fehler in die *Falle* locken, und dann mit der Ausführung fortfahren. Sie können auch benutzerdefinierte Fehler produzieren um bestimmten Konditionen in Programmen Fallen zu stellen.

Fehler verursachen und analysieren

Viele Operationsumstände werden vom HP 48 automatisch als Fehler erkannt und als solche behandelt. Ein Befehl mit einem unzulässigen Argument oder unzulässigen Zahl von Argumenten verursacht einen Fehler in einem Programm. Ein Resultat, das außerhalb des Bereichs liegt, kann einen Fehler verursachen. Eine unzulässige Taschenrechnereinstellung kann einen Fehler verursachen.

Außerdem können Sie, der *Programmierer*, Operationsumstände so aufbauen, daß diese Fehler verursachen. Sie können veranlassen, daß *benutzerdefinierte Fehler* (mit einer benutzerdefinierten Fehlermeldung) oder daß eingebaute Fehler vorkommen. Normalerweise schließen Sie eine Bedingungs- oder Schleifenfunktion mit ein, die nach Fehlern testet, und wenn ein anderer Fehler vorkommt, dann verursachen Sie, daß der benutzerdefinierte oder eingebaute Fehler vorkommt.

Wie man benutzerdefinierte Fehler in einem Programm verursacht:

1. Geben Sie eine Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein, welche die gewünschte Fehlermeldung enthält.
2. Geben Sie den DOERR Befehl (PRG CTRL Menü) ein.

Wie man gewollt einen eingebauten Fehler im Programm verursacht:

1. Geben Sie die Fehlerzahl (als ganzzahligen Binärwert oder reelle Zahl) für den Fehler ein.
2. Geben Sie den DOERR Befehl (PRG CTRL Menü).

Falls DOERR in einer IFERR Struktur (im nächsten Thema beschrieben) eingefangen ist, wird die Ausführung fortgesetzt. Wenn es nicht eingefangen ist, wird die Ausführung beim DOERR Befehl abgebrochen, und die Fehlermeldung wird angezeigt.

Wie man einen Fehler in einem Programm analysiert:

- Um die Fehlerzahl des letzten Fehlers zu erhalten, führen Sie ERRN (PRG CTRL Menü) aus.
- Um die Fehlermeldung des letzten Fehlers zu erhalten, führen Sie ERRM (PRG CTRL Menü) durch.
- Um die Information des letzten Fehlers zu löschen, führen Sie ERR0 (PRG CTRL Menü) aus.

Die Fehlerzahl für einen benutzerdefinierten Fehler ist #70000h. Sehen Sie dazu die Liste eingebauter Fehlerzahlen und -meldungen in "Meldungen" in Anhang B.

Beispiel: Das folgende Programm unterbricht die Ausführung, wenn die Liste in Ebene 1 drei Objekte enthält.

```
«
 OBJ→
 IF 3 SAME
 THEN "3 OBJECTS IN LIST" DOERR
 END
»
```

Die folgende Tabelle faßt die Befehle, Fehlern Fallen zu stellen, zusammen.

Befehle, den Fehlern eine Falle zu stellen

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
(PRG) CTRL (Seite 3):		
DOERR	DOERR	Verursacht einen Fehler. Für eine Zeichenkette in Ebene 1 wird ein benutzerdefinierter Fehler verursacht: Der Taschenrechner benimmt sich genau so, als ob ein normaler Fehler vorgekommen wäre. Für einen ganzzahligen Binärwert oder reelle Zahl Ebene 1 wird der entsprechende eingebaute Fehler verursacht. Wenn der Fehler nicht in einer IFFER Struktur eingefangen ist, zeigt DOERR die Meldung an und verläßt die Programmausführung. (Für 0 in Ebene 1 wird die Ausführung ohne Aktualisierung der Fehlerzahl oder der Meldung genau wie (ATTN).)

Befehle, den Fehlern eine Falle zu stellen (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
ERRN	ERRN	Liefert die Fehlerzahl als ganzzahligen Binärwert des zuletzt aufgetretenen Fehlers. Liefert #0, wurde die Fehlerzahl durch ERR0 gelöscht.
ERRM	ERRM	Liefert die Fehlermeldung (eine Zeichenkette) für den zuletzt aufgetretenen Fehler. Liefert eine leere Zeichenkette, wurde die Fehlerzahl durch ERR0 gelöscht.
ERR0	ERR0	Löscht die letzte Fehlerzahl und Meldung.

Fallen für die Fehler stellen

Sie können eine Fehlerfalle mit einer der folgenden Bedingungsstrukturen aufbauen:

- IFERR...THEN...END.
- IFERR...THEN...ELSE...END.

Die IFERR...THEN...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur ist folgende:

« ... IFERR *Fehleranweisung* THEN *Fallenanweisung* END ... »

Die Befehle in der Fehleranweisung werden nur ausgeführt, wenn ein Fehler während der Ausführung der Fallenanweisung (Testausdruck) produziert wird. Erscheint ein Fehler in der Fallenanweisung (Testausdruck), wird dieser ignoriert, und der Rest der Fallenanweisung (Testausdruck) wird übersprungen, und die Programmausführung springt zur Fehleranweisung. Wenn *kein* Fehler Fallenanweisung (Testausdruck) erscheint, wird die Fehleranweisung übersprungen, und die Ausführung nach dem END Befehl fortgesetzt.

Wie man IFERR...THEN...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie [PRG] BRCH [←] [PREV] [←] IFERR.

Beispiel: Das folgende Programm entnimmt dem Stack eine beliebige Zahl von Vektoren oder Feldern und addiert sie zur statistischen Matrix. Das Programm stoppt allerdings mit einer Fehlermeldung, wenn ein Vektor oder Feld mit einer verschieden Anzahl von Spalten angetroffen wird. Außerdem stoppt das Programm mit einer Fehlermeldung, nachdem der letzte Vektor oder das letzte Feld aus dem Stack entfernt wurde, wenn *nur* Vektoren oder Felder mit der gleichen Zahl von Spalten im Stack waren.

```
« WHILE DUP TYPE 3 == REPEAT Σ+ END »
```

In der folgenden veränderten Version versucht das Programm einfach, das Ebene 1 Objekt zu der Statistikmatrix zu addieren, bis ein Fehler vorkommt. Dann stoppt es "elegant", indem es die Meldung DONE anzeigt.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
IFERR	Startet die Fallenanweisung (Testausdruck).
WHILE 1 REPEAT Σ+ END	Die WHILE-Struktur wiederholt sich ins Unendliche und addiert Vektoren und Felder zu der Statistikmatrix, bis ein Fehler vorkommt.
THEN	Startet die Fehleranweisung.
"DONE" 1 DISP 1 FREEZE	Wenn ein Fehler während der Ausführung der WHILE Struktur vorkommt, wird die Meldung DONE im Statusbereich angezeigt.
END	Schließt die Fehlerstruktur ab.
»	

Die IFERR...THEN...ELSE...END Struktur

Die Syntax für diese Struktur ist folgende:

« ... IFERR *Fehleranweisung*
THEN *Fallenanweisung* ELSE *Normalanweisung* END ... »

Die Befehle in der Fehleranweisung werden nur dann ausgeführt, wenn ein Fehler während der Ausführung der Fallenanweisung (Testausdruck) produziert wird. Wenn ein Fehler während der Ausführung der Fallenanweisung (Testausdruck) vorkommt, wird der Fehler ignoriert, der Rest der Fallenanweisung (Testausdruck) wird übersprungen, und die Programmausführung springt zu der Fehleranweisung. Wenn *kein* Fehler während der Ausführung Fallenanweisung (Testausdruck) vorkommt, springt die Ausführung zur Normalanweisung, wenn die Ausführung der Fallenanweisung (Testausdruck) abgeschlossen ist.

Wie man IFERR...THEN...ELSE...END in ein Programm eingibt:

- Drücken Sie (PRG) CTRL (↰)(PREV)(↱)IFERR.

Beispiel: Das folgende Programm fordert die Eingabe zweier Zahlen von Ihnen und addiert diese dann. Wenn nur eine Zahl eingegeben wird, zeigt das Programm eine Fehlermeldung an, und stellt neue Forderungen.

Programm:	Erläuterungen:
«	
DO	Beginnt die Hauptschleife.
"KEY IN a AND b" " "	Fordert die Eingabe von zwei
INPUT OBJ→	Zahlen.
UNTIL	Startet den Testausdruck der Schleife.
IFERR	Die Fehlerfalle enthält nur den +
+	Befehl.
THEN	Erscheint ein Fehler, wird die
ERRM 5 DISP	Meldung Too Few Arguments
2 WAIT	(zu wenige Argumente)
0	aufgerufen und für 2 Sekunden angezeigt, und dann wird 0 (falsch) in den Stack für die Hauptschleife abgelegt.
ELSE	Wenn kein Fehler vorkommt, wird
1	1 (wahr) im Stack für die Hauptschleife abgelegt.
END	Schließt die Fehlerfalle ab.
END	Schließt die Hauptschleife ab. Wenn die Fehlerfalle 0 (falsch) im Stack hinterlassen hat, wird die Hauptschleife wiederholt, sonst wird das Programm abgeschlossen.
»	

30

31

Weitere Programmierbeispiele

Die Programme in diesem Kapitel verdeutlichen Programmierkonzepte, die in den vorhergehenden Kapiteln bereits besprochen wurden. Einige neue Konzepte werden auch vorgestellt. Dieses Kapitel bietet Ihnen also die Gelegenheit, Ihre Programmierungsfähigkeiten zu verbessern. Außerdem werden zusätzliche Funktionen für Ihren Taschenrechner beschrieben.

Am Ende eines jeden Programmes wird die *Prüfsumme* und die *Programmgröße* in Bytes angegeben. Die Prüfsumme ist ein ganzzahliger Binärwert der das Programm eindeutig kennzeichnet und aus seinem Inhalt abgeleitet wird. Sie können mit Hilfe des Befehls BYTES (↰ MEMORY BYTES) überprüfen, indem Sie den Befehl mit dem *Programmnamen* in Ebene 1 ausführen. Die Prüfsumme für das Programm wird in Ebene 2 geliefert sowie seine Größe in Bytes in Ebene 1. (Wenn Sie BYTES mit dem *Programmobjekt* in Ebene 1 ausführen, bevor Sie das Programm in seinem Namen speichern, erhalten Sie eine andere Größe in Bytes in Ebene 1.)

Diese Programme sind auch in der Information über die direkte Kopplung des Programms "Development Link", ein Programm zur Entwicklung von HP 48 Programmen mit Hilfe des Computers, eingeschlossen. Mit Hilfe dieses Entwicklungsprogrammes können Sie Programme während der direkten Kopplung "herausschneiden" (cut) und diese dann in den HP 48 durch den seriellen Anschlußpunkt aufladen (paste).

Die Beispiele in diesem Kapitel setzen voraus, daß der HP 48 sich in seiner Anfangsstandardeinstellung befindet. Es wird also vorausgesetzt, daß Sie die Operationenmodi des HP 48 nicht verändert haben. (Wie man den Taschenrechner wieder in diese Grundeinstellung zurücksetzt, können Sie in "Wenn manches nicht mehr funktioniert" auf Seite A-1 lesen.)

Fibonacci-Zahlen

Dieser Abschnitt enthält drei Programme, wovon zwei eine Methode demonstrieren, mit der man das folgende Problem lösen kann:

Wenn die ganze Zahl n gegeben ist, berechnen Sie die $n$te Fibonacci-Zahl F_n, wobei:

$$F_0 = 0,\ F_1 = 1,\ F_n = F_{n-1} + F_{n-2}.$$

- *FIB1* ist eine *rekursiv* benutzerdefinierte Funktion, d.h. ihr definierender Vorgang enthält ihren eigenen Namen. *FIB1* ist kurz.
- *FIB2* ist eine benutzerdefinierte Funktion mit einer bestimmten Schleife. Sie ist länger und komplizierter als *FIB1*, aber sie ist schneller.

Das dritte Programm, *FIBT*, ruft beide *FIB1* und *FIB2* auf und berechnet dann die Ausführungsdauer jedes Unterprogrammes.

FIB1 (Fibonacci Zahlen, rekursive Version)

Argumente	Resultate
1: n	1: F_n

Verfahren

- IFTE (if-then-else Funktion). Der definierende Vorgang für *FIB1* enthält die *Bedingungsfunktion* IFTE, welche ihr Argument entweder aus dem Stack holen oder in algebraischer Syntax verarbeiten kann. (*FIB2* verwendet die Bedingungsstruktur IF...THEN...ELSE...END.)
- Rekursion. Der definierende Vorgang für *FIB1* wird als Ausdruck von *FIB1* geschrieben, genau so wie F_n als Ausdruck von F_{n-1} und F_{n-2} definiert ist.

Programm:	Erläuterungen:
«	
→ n	Definiert lokale Variable *n*.
'IFTE(n≤1,	Der definierende Vorgang, ein
n,	algebraischer Ausdruck. Wenn
FIB1(n-1)+FIB1(n-2))'	$n \leq 1$, $F_n=n$, else $F_n=F_{n-1}+F_{n-2}$.
»	
[ENTER] [']FIB1 [STO]	Speichert das Programm in *FIB1*.

Prüfsumme: # 41467d
Bytes: 113,5

Beispiel: Berechnen Sie F_6. Berechnen Sie F_{10} mit algebraischer Syntax.

Zuerst berechnen Sie F_6.

[VAR]
6 FIB1

Dann berechnen Sie F_{10} mit algebraischer Syntax.

[']FIB1 [←][()] 10 [EVAL]

FIB2 (Fibonacc-Zahlen, Schleifenversion)

Argumente	Resultate
1: *n*	1: F_n

Verfahren

- IF...THEN...ELSE...END. *FIB2* verwendet die Form der bedingten Programmstruktur. (*FIB1* verwendet IFTE.)
- START...NEXT (bestimmte Schleife). Um F_n zu berechnen, startet *FIB2* mit F_0 und F_1 und wiederholt eine Schleife um die aufeinander folgenden F_i Werte zu berechnen.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
→ n	Produziert eine lokale
«	Variablenstruktur.
IF n 1 ≤	Wenn $n \leq 1$
THEN n	dann $F_n = n$
ELSE	sonst ...
0 1	Legt F_0 und F_1 im Stack ab.
2 n	Von 2 bis n wird die folgende
START	Schleife ausgeführt:
DUP	Kopiert das letzte F (beim ersten Durchlauf F_1).
ROT	Holt das vorhergehende F (beim ersten Durchlauf F_0).
+	Berechnet das nächste F (beim ersten Durchlauf F_2).
NEXT	Wiederholt die Schleife.
SWAP DROP	Entfernt F_{n-1}.
END	Schließt die ELSE Anweisung ab.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
»	
[ENTER] ['] FIB2 [STO]	Speichert das Programm in *FIB2*.

Prüfsumme: # 51820d
Bytes: 89

Beispiel: Berechnen Sie F_6 und F_{10}.

Berechnen Sie F_6.

[VAR]
6 FIB2

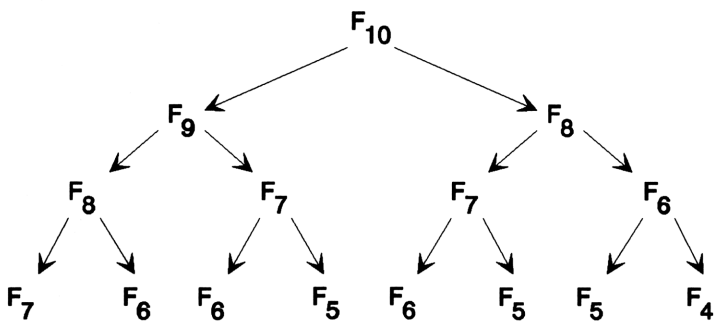
Berechnen Sie F_{10}.

10 FIB2

FIBT (Vergleich der Programmausführungszeit)

FIB1 berechnet Zwischenwerte F_i mehr als einmal, während *FIB2* jeden Zwischenwert F_i nur einmal berechnet. Daraus folgt, daß *FIB2* schneller ist. Der Unterschied in der Geschwindigkeit wird mit wachsendem *n* größer, weil die erforderliche Zeit für *FIB1* exponentiell mit *n* zunimmt, während die erforderliche Zeit für *FIB2* nur linear mit *n* wächst.

Das folgende Diagramm zeigt die ersten Schritte von *FIB1* zur Berechnung von F_{10}. Beachten Sie die Zahl der Zwischenschritte: 1 in die erste Zeile, 2 in die zweite Zeile, 4 in die dritte Zeile und 8 in die vierte Zeile.



FIBT führt den TICKS Befehl aus, um die Ausführungsdauer von *FIB1* und *FIB2* für einen gegebenen Wert *n* zu ermitteln.

Argumente	Resultate
	3: F_n
	2: FIB1 TIME: *z*
1: *n*	1: FIB2 TIME: *z*

Verfahren

- Strukturierte Programmierung. *FIBT* ruft *FIB1* und *FIB2* auf.
- Programmierte Verwendung der Taschenrechneruhr. *FIBT* führt den TICKS Befehl aus, um Anfang und Ende eines jeden Unterprogrammes zu ermitteln.

- Interaktive Programmierung. *FIBT* markiert jede Ausführungsdauer mit einer erläuternden Meldung.

Benötigte Programme

- *FIB1* (Seite 31-2) berechnet F_n rekursiv.
- *FIB2* (Seite 31-3) berechnet F_n mit Schleifen.

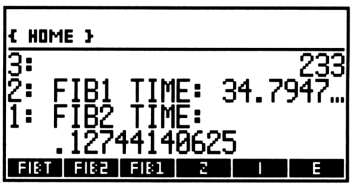
Programm:	**Erläuterungen:**
«	
DUP TICKS SWAP FIB1 SWAP TICKS SWAP	Kopiert *n*, führt *FIB1* dann aus und ermittelt die Anfangs - und Beendigungszeit.
- B→R 8192 /	Berechnet die abgelaufene Zeit, wandelt sie in eine reelle Zahl um, und verwandelt die Zahl in Sekunden. Liefert die von *FIB1* gegebene Lösung in Ebene 2.
"FIB1 TIME" →TAG	Markiert die Ausführungszeit.
ROT TICKS SWAP FIB2 TICKS	Führt *FIB2* aus und ermittelt die Anfangs- und Beendigungszeit.
SWAP DROP SWAP - B→R 8192 /	Entfernt das von *FIB2* gelieferte Resultat. (*FIB1* lieferte dasselbe Resultat). Berechnet die abgelaufene Zeit für *FIB2* und wandelt sie in Sekunden um.
"FIB2 TIME" →TAG	Markiert die Ausführungsdauer.
»	
(ENTER) (') FIBT (STO)	Speichert das Programm in *FIBT*.

Prüfsumme: # 22248d
Bytes: 135

Beispiel: Berechnen Sie F_{13}, und vergleichen Sie die Ausführungsdauer für die zwei Methoden.

Wählen Sie das VAR Menü, und führen Sie die Berechnung durch.

(VAR)
13 FIBT



F_{13} ist 233. *FIB2* dauert weniger Sekunden als *FIB1*. (Ihre Resultate werden unterschiedlich sein, was von dem Speicherinhalt und anderen Faktoren abhängt.)

Einen ganzzahligen Binärwert anzeigen

Dieser Abschnitt enthält drei Programme:

31

- *PAD* ist ein Dienstprogramm, das ein Objekt in eine Zeichenkette für rechtsbündige Anzeige umwandelt.
- *PRESERVE* ist ein Dienstprogramm zur Verwendung in Programmen, die den Taschenrechnerstatus (Winkelmodus, Zahlenbasis für Binärzahlen u.s.w.) umwandeln.
- *BDISP* zeigt einen ganzzahligen Binärwert in den Basen von HEX, DEC, OCT und BIN an. Es ruft *PAD* auf, um die dargestellten Zahlen rechtsbündig darzustellen, und es ruft *PRESERVE* auf, um die binäre Zahlenbasis zu erhalten.

PAD (Mit führenden Leerstellen auffüllen)

PAD wandelt ein Objekt in eine Zeichenkette um, und wenn die Zeichenkette weniger als 22 Zeichen enthält, fügt es Leerstellen am Anfang ein.

Wenn eine kurze Zeichenkette mit DISP angezeigt wird, erscheint sie *linksbündig*; ihr erstes Zeichen erscheint am linken Ende des Displays. Die Position des letzten Zeichens hängt von der Länge der Zeichenkette ab. Durch das Einfügen von Leerstellen am Anfang einer kurzen Zeichenkette verschiebt *PAD* die Position des letzten Zeichens nach rechts. Wenn die Zeichenkette (einschließlich der führenden

Leertasten) 22 Zeichen lang ist, erscheint sie *rechtsbündig*; ihr letztes Zeichen erscheint am rechten Ende des Displays. *PAD* hat keinerlei Wirkung auf längere Zeichenketten.

Argumente	Resultate
1: *Objekt*	1: " *Objekt* "

Verfahren

- WHILE...REPEAT...END (unbestimmte Schleife). Die WHILE-Anweisung enthält einen Test, der feststellt, ob die REPEAT Anweisung ausgeführt werden soll, oder ob wieder getestet werden soll (falls "wahr") oder ob die REPEAT-Anweisung übersprungen und das Programm verlassen (falls "falsch") werden soll.
- Zeichenkettenoperationen. *PAD* demonstriert, wie ein Objekt in eine Zeichenkettenform umgewandelt wird, wie die Zahlen der Zeichen gezählt werden und wie zwei Zeichenketten verbunden werden.

Programm:	Erläuterungen:
«	
→STR	Stellt sicher, daß das Objekt in Zeichenkettenform ist. (Zeichenketten werden von diesem Befehl nicht beeinflußt.)
WHILE	Wird wiederholt, wenn die
DUP SIZE 22 <	Zeichenkette weniger als 22 Zeichen enthält.
REPEAT	Die Schleifenanweisung fügt eine
" " SWAP +	führende Leertaste hinzu.
END	Schließt die Schleife ab.
»	
(ENTER) (') PAD (STO)	Speichert das Programm in *PAD*.

Prüfsumme: # 38912d
Bytes: 61,5

PAD wird in dem Programm *BDISP* demonstriert.

PRESERVE (Den vorherigen Zustand sichern und wiederherstellen)

Wenn ein Programm im Stack steht, speichert *PRESERVE* den aktuellen Taschenrechnerstatus (Flag), führt das Programm aus und stellt dann den vorherigen Status wieder her.

Argumente	Resultate
1: « *Programm* »	1: *Programmresultat*
1: '*Programmname*'	1: *Programmresultat*

Verfahren

- RCLF und STOF. *PRESERVE* verwendet RCLF (*rufe Flags wieder auf*), um den aktuellen Status des Taschenrechners in Form eines ganzzahligen Binärwertes zu ermitteln. Es verwendet STOF (*speichern der Flags*), um den Status später durch Verwenden dieses ganzzahligen Binärwertes wiederherzustellen.
- Lokale Variablenstruktur. *PRESERVE* produziert eine lokale Variablenstruktur, um den ganzzahligen Binärwert für kurze Zeit vom Stack zu entfernen; ihr definierender Vorgang wertet einfach das Programmargument aus und liefert dann einen ganzzahligen Binärwert zurück in den Stack und führt STOF aus.
- Den Fehlern Fallen stellen. *PRESERVE* verwendet IFERR, um fehlerhfte Ausführung des Programms im Stack festzustellen und Flags wiederherzustellen. DOERR zeigt einen eventuellen Fehler an.

Programm:	Erläuterungen:
«	
RCLF	Ruft die Liste der zwei 64-Bit ganzzahligen Binärwerte auf, die den Status der 64 Systemflags und 64 Benutzerflags wiedergibt.
→ f	Speichert die Liste in der lokalen Variablen *f*.
«	Startet den definierenden Vorgang.
IFERR	Startet die Fehlerfalle.
EVAL	Führt das Programm durch, das im Stack als das Ebene 1-Argument abgelegt wurde.
THEN	Falls das Programm einen Fehler verursachte, stellt es Flags wieder her, zeigt den Fehler und unterbricht die Ausführung.
f STOF ERRN DOERR	
END	Schließt den Fehlervorgang ab.
f STOF	Legt die Liste in den Stack zurück und stellt dann den Status aller Flags wieder her.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
»	
(ENTER) (') PRESERVE (STO)	Speichert das Programm in *PRESERVE*.

Prüfsumme: # 7284d
Bytes: 71

PRESERVE wird im Programm *BDISP* demonstriert.

BDISP (Binäranzeige)

BDISP zeigt eine (reelle oder binäre) Zahl in den Basen von HEX, DEC, OCT und BIN an.

Argumente	Resultate
1: # *n*	1: # *n*
1: *n*	1: *n*

Verfahren

- IFERR...THEN...END (Fehlerfalle). Um auch reelle Zahlen als Argumente verarbeiten zu können, enthält *BDISP* den Befehl R→B (*reell-nach-binär*). Dieser Befehl verursacht jedoch einen Fehler, wenn das Argument *schon* ein ganzzahliger Binärwert ist. Um die Ausführung beizubehalten, wenn ein Fehler auftritt, wurde der R→B Befehl in der IFERR-Anweisung mit eingeschlossen. Keine Maßnahme ist erforderlich, wenn ein Fehler auftritt (weil eine binäre Zahl ein akzeptables Argument ist); denn die THEN-Anweisung enthält keine Befehle.
- LASTARG aktivieren. Wenn ein Fehler auftritt, muß LASTARG aktiviert sein, um das Argument (die binäre Zahl) in den Stack zurückzuliefern. *BDISP* setzt das Flag −55 zurück, um die LASTARG Wiederherstellungsfähigkeit zu aktivieren.
- FOR...NEXT loop (bestimmte Schleife mit Zähler). *BDISP* führt eine Schleife von 1 bis 4 durch und zeigt jedesmal *n* (die Zahl) in einer anderen Zahlenbasis in einer anderen Zeile an. Der Schleifenzähler (*j* in diesem Programm genannt) ist eine lokale Variable. Sie wird von der FOR...NEXT Programmstruktur (und nicht von einem →-Befehl) produziert, und sie wird automatisch durch NEXT erhöht.
- Unbenannte Programme als Argumente. Ein Programm, das nur von seinen « und » Begrenzungszeichen definiert ist (und nicht in einer Variablen gespeichert ist), wird nicht automatisch ausgewertet; es wird einfach im Stack abgelegt und kann als ein Argument für ein Unterprogramm verwendet werden. *BDISP* demonstriert zwei Arten der Verwendung für unbenannte Programmargumente.
  - *BDISP* enthält ein Hauptprogramm als Argument und einen Aufruf von *PRESERVE*. Dieses Argument wird in den Stack übertragen und durch *PRESERVE* ausgeführt.
  - Es gibt vier weitere Programme, die als Argumente dienen und die Wirkungsweise der Schleife benutzerspezifisch festlegen. Jedes dieser Argumente enthält einen Befehl zur Änderung der

Zahlenbasis, und bei jeder Wiederholung der Schleife wird eins dieser Argumente ausgewertet.

Wenn *BDISP* eine lokale Variable für *n* produziert, ist der definierende Vorgang unbenannt. Weil dieses Programm jedoch ein definierender Vorgang für eine lokale Variablenstruktur ist, *wird* es automatisch ausgeführt.

Erforderliche Programme

- *PAD* (Seite 31-7) erweitert eine Zeichenkette auf 22 Zeichen, damit DISP es rechtsbündig anzeigt.
- *PRESERVE* (Seite 31-9) speichert den aktuellen Status, führt das verschachtelte Hauptprogramm durch und stellt den Status wieder her.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
31 «	Startet das verschachtelte Hauptprogramm.
DUP	Kopiert *n*.
-55 CF	Setzt das Flag −55 zurück, um LASTARG zu aktivieren.
IFERR	Startet die Fehlerfalle.
R→B	Wandelt *n* in einen ganzzahligen Binärwert um.
THEN END	Falls ein Fehler auftritt, erfolgt keine Reaktion (keine Befehle in der THEN-Anweisung).
→ n «	Produziert eine lokale Variable *n*, und startet den definierenden Vorgang.
CLLCD	Löscht das Display.
« BIN »	Verschachteltes Programm für BIN.

Programm:	**Erläuterungen:**
« OCT »	Verschachteltes Programm für OCT.
« DEC »	Verschachteltes Programm für DEC.
« HEX »	Verschachteltes Programm für HEX.
1 4	Setzt die Zählergrenzen.
FOR j	Startet die Schleife mit Zähler *j*.
EVAL	Führt eins der verschachtelten Programme zur Einstellung der Zahlenbasis durch (beim ersten Durchlauf für HEX).
n →STR	Bildet eine Zeichenkette, die *n* auf der aktuellen Zahlenbasis darstellt.
PAD	Erweitert die Zeichenkette auf 22 Zeichen.
j DISP	Zeigt die Zeichenkette in der *j*ten Zeile an.
NEXT	Erhöht *j* und wiederholt die Schleife.
»	Schließt das definierende Programm ab.
3 FREEZE	Friert den Status und den Stackbereich.
»	Schließt das verschachtelte Hauptprogramm ab.
PRESERVE	Speichert den aktuellen Flagstatus, führt das verschachtelte Hauptprogramm aus und stellt den Status wieder her.
»	
[ENTER] ['] BDISP [STO]	Speichert das Programm in *BDISP*.

Prüfsumme: # 18055d
Bytes: 191

31

Beispiel: Stellen Sie zu der DEC Zahlenbasis um, zeigen Sie #100 in allen Zahlenbasen an und vergewissern Sie sich, daß *BDISP* die Zahlenbasis DEC wiederherstellt.

Löschen Sie den Stack und wählen Sie das MTH BASE Menü. Vergewissern Sie sich, daß die aktuelle Zahlenbasis DEC ist, und geben Sie # 100 ein.

(→)(CLR)
(MTH) BASE
DEC
(→)(#) 100 (ENTER)

```
1:                    # 100d
HEX | DEC ■ | OCT | BIN | STWS | RCWS
```

Führen Sie *BDISP* aus.

(VAR) BDISP

```
                      # 64h
                     # 100d
                     # 144o
                # 1100100b

BDISP | PRESE | PMD | FIB7 | FIB2 | FIB1
```

31

Rufen Sie die normale Stackanzeige wieder auf, und überprüfen Sie die aktuelle Zahlenbasis.

(ATTN)
(MTH) BASE

```
HEX | DEC ■ | OCT | BIN | STWS | RCWS
```

Obwohl das verschachtelte Hauptprogramm die BIN Zahlenbasis für den Taschenrechner beibehielt, stellte *PRESERVE* die Zahlenbasis DEC wieder her. Um sicher zu gehen, daß *BDISP* auch mit reellen Zahlen funktioniert, versuchen Sie 144.

(VAR)
144 BDISP

```
                      # 90h
                     # 144d
                     # 220o
                # 10010000b

BDISP | PRESE | PMD | FIB7 | FIB2 | FIB1
```

Drücken Sie (ATTN), um in die Stackanzeige zurückzukehren.

Medianwert von statistischen Daten

Dieser Abschnitt enthält drei Programme:

- *SORT* ordnet die Elemente einer Liste.
- *LMED* berechnet den Medianwert einer geordneten Liste.
- *MEDIAN* verwendet *SORT* und *LMED*, um den Medianwert der aktuellen statistischen Daten zu berechnen.

SORT (Eine Liste ordnen)

SORT ordnet eine Liste reeller Zahlen in aufsteigender Ordnung.

Argumente	Resultate
1: { *Liste* }	1: { *geordnete Liste* }

Verfahren

- Sortierverfahren (bubble sort). Angefangen mit der ersten und der zweiten Zahl in der Liste vergleicht *SORT* benachbarte Zahlen und verschiebt die größere zum Ende der Liste. Dieser Vorgang wird einmal durchgeführt um die größte Zahl in die letzte Position der Liste zu verschieben, danach ein zweites Mal, um die zweitgrößte Zahl in die vorletzte Position zu schieben, usw.
- Verschachtelte bestimmte Schleifen. Die äußere Schleife kontrolliert die Anhalteposition bei jedem Durchgang; die innere Schleife läuft von 1 bis zur Endposition bei jedem Durchgang.
- FOR...STEP und FOR...NEXT (bestimmte Schleifen). *SORT* verwendet zwei Zähler: −1 STEP erniedrigt den Zähler für die äußere Schleife um 1 bei jedem Durchgang; NEXT erhöht den Zähler für die innere Schleife um 1 bei jedem Durchgang.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`DUP SIZE 1 - 1`	Von der vorletzten zur ersten Stelle, beginnt die äußere Schleife mit Zähler *j*.
`FOR j`	
`1 j`	Von der ersten Stelle bis zur *j*ten Stelle, beginnt die innere Schleife mit Zähler *k*.
`FOR k`	
`DUP k GETI`	Nimmt die *k*te und *k+1*te Zahlen in der Liste und speichert sie in den lokalen Variablen n_1 und n_2.
`3 ROLLD GET`	
`→ n1 n2`	
`«`	Startet den definierenden Vorgang (ein Programm) für die lokale Variablenstruktur.
`IF n1 n2 >`	Wenn die zwei Zahlen in der falschen Reihenfolge sind, werden sie in den umgekehrten Stellen wieder abgelegt.
`THEN`	
`k n2 PUTI`	
`n1 PUT`	
`END`	
`»`	Schließt den definierenden Vorgang ab.
`NEXT`	Erhöht *k* und wiederholt die innere Schleife.
`-1 STEP`	Verringert *j* und wiederholt die äußere Schleife.
`»`	
[ENTER] [′] SORT [STO]	Speichert das Programm in *SORT*.

Prüfsumme: # 51893d
Bytes: 141,5

Beispiel: Ordnen Sie die Liste { 8 3 1 2 5 }.

Wählen Sie das VAR Menü, tippen Sie die Liste ein, und führen Sie *SORT* aus.

(VAR)
(←)({}) 8 (SPC) 3 (SPC)
1 (SPC) 2 (SPC) 5 (ENTER)
SORT

```
1:          { 1 2 3 5 8 }
SORT SORP PRES PRG FIB1 FIB2
```

LMED (Medianwert einer Liste)

Gegeben sei eine geordnete Liste, dann liefert *LMED* den Medianwert. Wenn die Liste eine ungerade Zahl von Elementen enthält, dann ist der Medianwert der Wert des Elements in der Mitte. Wenn die eine gerade Zahl von Elementen enthält, dann ist der Medianwert der Durchschnittswert der Elemente, die gerade über oder unter der Mitte liegen.

Argumente	Resultate
1: { *geordnete Liste* }	1: *Median der geordneten Liste*

Verfahren

- FLOOR und CEIL. Bei einer ganzen Zahl, liefern FLOOR und CEIL die ganze Zahl; bei einer gebrochenen Zahl liefern FLOOR und CEIL aufeinanderfolgende ganze Zahlen, die die gebrochene Zahl einschließen.

Programm:	Erläuterungen:
«	
DUP SIZE	Kopiert die Liste und findet dann ihre Größe.
1 + 2 /	Berechnet Position der Mitte in der Liste (gebrochene Zahl bei Listen mit einer gerade Anzahl von Elementen).
→ p	Speichert die Mittelposition in der lokalen Variablen *p*.
«	Startet den definierenden Vorgang.
DUP	Kopiert die Liste.
p FLOOR GET	Nimmt die Zahl bei oder direkt unterhalb der mittleren Position.
SWAP	Überträgt die Liste nach Ebene 1.
p CEIL GET	Nimmt die Zahl bei oder direkt oberhalb der mittleren Position.
+ 2 /	Berechnet den Durchschnitt zweier Zahlen.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
»	
(ENTER) (') LMED (STO)	Speichert das Programm in *LMED*.

31

Prüfsumme: # 3682d
Bytes: 77

Beispiel: Berechnen Sie den Medianwert der Liste, die Sie mit *SORT* geordnet haben. (Legen Sie die Liste im Stack ab, falls notwendig.)

(←)({}) 1 2 3 5 8 (ENTER)
(VAR) LMED

MEDIAN (Medianwert der statistischen Daten)

MEDIAN liefert einen Vektor, der die Medianwerte der Spalten der statistischen Daten darstellt.

Argumente	Resultate
1:	1: [x_1 x_2 ... x_m]

Verfahren

- Felder, Listen und Stackelemente. *MEDIAN* wählt aus *ΣDAT* eine Datenspalte in Vektorform. Um den Vektor in eine Liste umzuwandeln, legt *MEDIAN* die Vektorenelemente im Stack ab und vereint sie dann in einer Liste. Von dieser Liste wird der Medianwert mit *SORT* und *LMED* berechnet.

  Der Medianwert für die *m*te Spalte wird zuerst berechnet, und der Medianwert für die erste Spalte wird zuletzt berechnet. So wie jeder Medianwert berechnet ist, wird er in die Stackebene oberhalb der eben berechneten Medianwerte geliefert.

  Nachdem alle Medianwerte berechnet und richtig im Stack plaziert sind, werden sie zu einem Vektor zusammengefaßt.

- FOR...NEXT (bestimmte Schleife mit Zähler). *MEDIAN* verwendet eine Schleife, um den Medianwert einer jeden Spalte zu berechnen. Weil die Medianwerte in umgekehrter Reihenordnung (letzte Spalte zuerst) berechnet werden, wird der Zähler verwendet, um die Reihenfolge der Medianwerte umzukehren.

Erforderliche Programme

- *SORT* (Seite 31-15) sortiert eine Liste in aufsteigender Ordnung.
- *LMED* (Seite 31-17) berechnet den Medianwert der geordneten Liste.

Programm:	Erläuterungen:
«	
RCLΣ	Legt eine Kopie, s, der aktuellen Statistikmatrix ΣDAT in den Stack.
DUP SIZE	Überliefert die Liste { n m } in den Stack, wobei n die Zahl der Zeilen in ΣDAT und m die Zahl der Spalten ist.
OBJ→ DROP	Überliefert n und m in den Stack. Entfernt die Listengröße.
→ s n m	Produziert lokale Variablen für s, n und m.
«	Startet den definierenden Vorgang.
'ΣDAT' TRN	Transponiert ΣDAT. Jetzt ist n die Zahl der Spalten in ΣDAT und m die Zahl der Reihen. (Um die Σ Zeichen einzutippen, drücken Sie [→][Σ], und dann löschen Sie die Klammern.)
1 m	Bestimmt die erste und letzte Zeile.
FOR j	Für jede Zeile wird folgendes durchgeführt:
Σ−	Wählt die letzte Zeile in ΣDAT. Beim ersten Durchlauf ist dies die $m$te Zeile, die der $m$ten Spalte in der Ausgangsmatrix ΣDAT entspricht. (Um Σ− Befehl einzugeben, drücken Sie [←][STAT][←] Σ+ .)

31

Programm:	**Erläuterungen:**
OBJ→ DROP	Überliefert die Zeilenelemente in den Stack. Entfernt die Indexliste { *n* }.
n →LIST	Produziert eine *n*-elementige Liste.
SORT	Ordnet die Liste.
LMED	Berechnet den Medianwert der Liste.
j ROLLD	Verschiebt den Medianwert in die richtige Stackebene.
NEXT	Erhöht *j* und wiederholt die Schleife.
m →ARRY	Faßt alle Medianwerte zu einem *m*-elementigen Vektor zusammen.
s STOΣ	Stellt *ΣDAT* zum vorhergehenden Wert wieder her.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
»	
[ENTER] ['] MEDIAN [STO]	Speichert das Programm in *MEDIAN*.

Prüfsumme: # 3947d
Bytes: 136

Beispiel: Berechnen Sie den Medianwert der folgenden Daten:

$$\begin{bmatrix} 18 & 12 \\ 4 & 7 \\ 3 & 2 \\ 11 & 1 \\ 31 & 48 \\ 20 & 17 \end{bmatrix}$$

Es gibt zwei Spalten von Daten, also wird *MEDIAN* einen zweielementigen Vektor liefern.

Geben Sie die Matrix ein.

(→)(MATRIX)
18 (ENTER) 12 (ENTER) (▼)
4 (ENTER) 7 (ENTER)
3 (ENTER) 2 (ENTER)
11 (ENTER) 1 (ENTER)
31 (ENTER) 48 (ENTER)
20 (ENTER) 17 (ENTER)
(ENTER)

```
1: [[ 18 12 ]
    [ 4 7 ]
    [ 3 2 ]
    [ 11 1 ]
MEDIA LMED SORT BDSP PRES PRO
```

Speichern Sie die Matrix in ΣDAT.

(→)(CLR)
(←)(STAT) CLΣ Σ+

```
ΣDAT(6)=[ 20 17 ]
ΣDAT(7)=
4:
3:
2:
1:
Σ+ CLΣ NEW EDIT ΣTOΣ CAT
```

31

Berechnen Sie den Medianwert. Die Medianwerte sind 14,5 für die erste Spalte und 9,5 für die zweite.

(VAR) MEDIA

```
1:          [ 14.5 9.5 ]
ΣDAT MEDIA LMED SORT BDSP PRES
```

Vollständig erweitern und zusammenfassen

Dieser Abschnitt enthält zwei Programme:

- *MULTI* wiederholt ein Programm, bis das Programm sein Argument nicht mehr verändert.
- *EXCO* ruft *MULTI* auf, einen algebraischen Ausdruck vollständig zu erweitern und zusammenzufassen.

MULTI (Mehrfache Ausführung)

Gegeben sei ein Objekt und ein Programm, das auf dieses Objekt einwirkt. *MULTI* wendet das Programm wiederholt an, bis das Objekt unverändert bleibt.

Argumente	Resultate
2: *Objekt*	
1: « *Programm* »	1: *resultierendes Objekt*

Verfahren

- DO...UNTIL...END (unbestimmte Schleife). Die DO Anweisung enthält die zu wiederholenden Schritte; die UNTIL Anweisung enthält den Test, der feststellt, ob beide Anweisungen zu wiederholen (falls "falsch") sind oder dieses Unterprogramm zu verlassen ist (falls "wahr").
- Programme als Argumente. Obwohl Programme normalerweise benannt sind und ausgeführt werden, indem man die Namen aufruft, können Programme auch in den Stack überliefert und als Argumente für andere Programme verwendet werden.
- Auswertung lokaler Variablen. Das wiederholt auszuführende Programmargument ist in einer lokalen Variablen gespeichert. Es ist vorteilhaft, ein Objekt in einer lokalen Variablen zu speichern, wenn Sie vorher noch nicht wissen, wieviele Kopien Sie brauchen.

  Ein in einer lokalen Variablen gespeichertes Objekt wird einfach in Stack überliefert, wenn die lokale Variable ausgewertet wird. *MULTI* verwendet den Namen der lokalen Variablen, um das Programmargument in den Stack zu überliefern und führt anschließend mit EVAL das Programm aus.

Programm:	Erläuterungen:
«	
→ p	Produziert eine lokale Variable *p* mit dem Programm aus Ebene 1.
«	Startet den definierenden Vorgang.
DO	Startet die DO Schleifenanweisung.
DUP	Kopiert das Objekt, das sich jetzt in Ebene 1 befindet.
p EVAL	Bearbeitet das Objekt mit dem Programm, und liefert seine neue Version.
DUP	Kopiert das neue Objekt.
ROT	Überliefert die alte Version nach Ebene 1.
UNTIL	Startet die DO Testanweisung.
SAME	Testet, ob die alte Version und die neue Version die gleichen sind.
END	Schließt die DO Struktur ab.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
»	
[ENTER] ['] MULTI [STO]	Speichert das Programm in *MULTI*.

31

Prüfsumme: # 34314d
Bytes: 56

MULTI wird im nächsten Programmierungsbeispiel demonstriert.

EXCO (Vollständig erweitern und zusammenfassen)

Gegeben sei ein algebraisches Objekt, und *EXCO* führt EXPAN wiederholt aus, bis sich das algebraische Objekt nicht mehr verändert. Dann wird COLCT wiederholt ausgeführt, bis sich das algebraische Objekt nicht mehr verändert. In einigen Fällen wird das Resultat eine Zahl sein.

Ausdrücke mit mehreren Produkten von Summen oder mit Exponenten können mit EXPAN in mehreren Durchgängen vollständig erweitert werden, was eine lange Ausführungsdauer für *EXCO* verursacht.

Argumente	Resultate
1: '*algebraisches Objekt*'	1: '*algebraisches Objekt*'
1: '*algebraisches Objekt*'	1: *z*

Verfahren

- Unterprogramme. *EXCO* ruft das Programm *MULTI* zweimal auf. Es ist sinnvoller, das Programm *MULTI* nur einmal zu schreiben und einfach seinen Namen zweimal aufzurufen, als jeden Schritt in *MULTI* zweimal zu schreiben.

Erforderliche Programme

- *MULTI* (Seite 31-23) führt die Programme wiederholt durch, die *EXCO* als Argumente liefert.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
« EXPAN »	Überliefert ein Programm in den Stack als Argument in Ebene 1 für *MULTI*. Das Programm führt den EXPAN Befehl aus.
MULTI	Führt EXPAN durch, bis das algebraische Objekt sich nicht mehr verändert.
« COLCT »	Überliefert ein anderes Programm in den Stack für *MULTI*. Das Programm führt den COLCT Befehl aus.
MULTI	Führt COLCT aus, bis sich das algebraische Objekt nicht mehr verändert.
»	
[ENTER] [']EXCO [STO]	Speichert das Programm in *EXCO*.

Prüfsumme: # 48008d
Bytes: 65,5

Beispiel: Erweitern Sie und fassen Sie den Ausdruck vollständig zusammen:

$$3x(4y + z) + (8x - 5z)^2$$

Geben Sie den Ausdruck ein.

[']3[×]X[×]
[←][()]4[×]Y[+]Z[▶][+]
[←][()]8[×]X[−]5[×]Z
[▶][y^x]2
[ENTER]

```
1: '3*X*(4*Y+Z)+(8*X-5
   *Z)^2'
EXCO MULTI ΣDAT MEDIA LMED SORT
```

Wählen Sie das VAR Menü, und starten Sie das Programm.

[VAR] EXCO

```
1: '64*X^2+12*X*Y-77*X
   *Z+25*Z^2'
EXCO MULTI ΣDAT MEDIA LMED SORT
```

31

Minimum- und Maximumelemente in Feldern

Dieser Abschnitt enthält zwei Programme, die das Minimal- oder Maximalelement eines Feldes ermitteln:

- *MNX* verwendet eine DO...UNTIL...END (unbestimmte) Schleife.
- *MNX2* verwendet eine FOR...NEXT (bestimmte) Schleife.

MNX (Minimal oder Maximalelement—Version 1)

Gegeben sei ein Feld im Stack, und *MNX* findet das Minimal- oder Maximalelement in dem Feld.

Argumente	Resultate
1: [[*Feld*]]	2: [[*feld*]] 1: *z* (Minimum oder Maximum)

Verfahren

- DO...UNTIL...END (unbestimmte Schleife). Die DO-Anweisung enthält die Befehle, welche die Elemente ordnen. Die UNTIL-Anweisung enthält den Test nach Systemflags, der bestimmt ob weitersortiert werden muß.

- Benutzer- und Systemflags zur logischen Kontrolle:

  - *Benutzerflag 10* definiert das Ordnen: Wenn Flag 10 gesetzt ist, findet *MNX* das Maximalelement; wenn das Flag 10 zurückgesetzt ist, findet es das Minimalelement. *Sie* bestimmen den Status von Flag 10 am Anfang des Programms.
  - *Systemflag −64*, das Anzeigeflag für einen Indexüberlauf, bestimmt, wann das Ordnen zu beenden ist. Während das Flag −64 rückgesetzt ist, wird die Schleifenanweisung zum Ordnen weiter durchgeführt. Wenn der durch GETI verwendete Index durch den Überlauf wieder zum ersten Element des Feldes zurückkehrt, wird das Flag −64 *automatisch* gesetzt, und das Durchlaufen der Sortierungsschleife ist beendet.

- Verschachtelte Bedingungsfunktion. Eine IF...THEN...END Bedingungsfunktion ist in die DO...UNTIL...END-Bedingungsfunktion eingebettet. Sie berstimmt folgendes:

  - Ob das aktuelle Minimal- oder Maximalelement beibehalten werden soll oder ob das gerade untersuchte Element das neue Minimum oder Maximum werden soll.
  - Die Bedeutung des Vergleichens der Elemente (entweder < oder >) hängt vom Status von Flag 10 ab.

- Benutzerspezifisches Menü als Hilfe, eine Auswahl zu treffen. *MNX* baut ein benutzerspezifisches Menü, das Ihnen zu wählen erlaubt, entweder nach dem Minimal- oder Maximalelement zu ordnen. Taste 1, wenn MAX benannt, setzt das Flag 10. Taste 2, wenn MIN benannt setzt Flag 10 zurück.

- Logische Funktion. *MNX* führt XOR (*Exclusiv-Oder*) aus, um zu testen, ob der Status des relativen Wertes zweier Elemente und der Status von Flag 10 verbunden sind.

Programm:	Erläuterungen:
«	
<< "MAX"	Definiert das Optionsmenü.
« 10 SF CONT »	MAX setzt das Flag 10 und
< "MIN"	fährt mit der Ausführung fort.
« 10 CF CONT » >>	MIN setzt das Flag 10 zurück und fährt mit der Ausführung fort.
TMENU	Zeigt das temporäre Menü und
"Sort for MAX or MIN?"	eine Anforderungsmeldung an.
PROMPT	
1 GETI	Nimmt das erste Element des Feldes.
DO	Startet die DO Schleife.
ROT ROT GETI	Überliefert den Index und das Feld nach den Ebenen 1 und 2 und nimmt das neue Feldelement.
4 ROLL DUP2	Überliefert das aktuelle Minimal- oder Maximalfeldelement von Ebene 4 nach Ebene 1 und kopiert beide.
IF	Testet gemeinsam den relativen
> 10 FS? XOR	Wert der zwei Elemente und den Status von Flag 10.
THEN	Wenn das neue Element entweder
SWAP	weniger als das aktuelle
END	Maximum oder gößer als das aktuelle Minimum ist, wird das neue Element durch Vertauschen nach Ebene 1 gebracht.
DROP	Entfernt das andere Element aus dem Stack.

31

Programm:	**Erläuterungen:**
UNTIL	Startet die DO Testanweisung.
-64 FS?	Testet, ob das Flag −64 gesetzt ist, wenn der Index das Ende des Feldes erreicht.
END	Schließt die DO Schleife ab.
SWAP DROP 0 MENU	Vertauscht den Index nach Ebene 1 und entfernt es. Stellt das letzte Menü wieder her.
»	
[ENTER] ['] MNX [STO]	Speichert das Programm in *MNX*.

Prüfsumme: # 57179d
Bytes: 210,5

Beispiel: Finden Sie das Maximalelement der folgenden Matrix:

$$\begin{bmatrix} 12 & 56 \\ 45 & 1 \\ 9 & 14 \end{bmatrix}$$

Geben Sie die Matrix ein.

[→] [CLR] [→] [MATRIX]
12 [ENTER] 56 [ENTER] [▼]
45 [ENTER] 1 [ENTER]
9 [ENTER] 14 [ENTER]
[ENTER]

```
1: [[ 12 56 ]
    [ 45 1 ]
    [ 9 14 ]]
MNX EXCO MULTI ΣDAT MEDIA LMED
```

Wählen Sie das VAR Menü, und führen Sie *MNX* aus.

[VAR] MNX

```
Sort for MAX or MIN?
2:
1: [[ 12 56 ]
    [ 45 1 ]
    [ 9 14 ]]
MAX MIN
```

Finden Sie das Maximalelement.

MAX

```
2: [[ 12 56 ]  [ 45 1…
1:                  56
MNX EXCO MULTI ΣDAT MEDIA LMED
```

MNX2 (Minimal- oder Maximalelement—Version 2)

Gegeben sei ein Feld im Stack, und *MNX2* findet das Minimal- oder Maximalelement in dem Feld. *MNX2* verwendet eine andere Methode als *MNX*; es führt OBJ→ aus, um das Feld in seine einzelnen Elemente im Stack zum Testen zu zerlegen, anstatt mit GETI das Feld schrittweise zu durchlaufen.

Argumente	Resultate
1: [[*Feld*]]	2: [[*Feld*]] 1: *z* (Minimum oder Maximum)

Verfahren

- FOR...NEXT (bestimmte Schleife). Der Anfangswert des Zählers ist 1. Der Endwert des Zählers ist $nm - 1$, wobei *nm* die Zahl der Elemente im Feld ist. Die Schleifenanweisung enthält die Sortierungsanweisungen.

31

- Benutzerflag für logische Kontrolle. *Benutzerflag 10* definiert die Sortierung: Wenn Flag 10 gesetzt ist, findet *MNX2* das Maximalelement; wenn Flag 10 rückgesetzt ist, wird das Minimalelement gefunden. *Sie* bestimmen den Status von Flag 10 am Anfang des Programmes.
- Verschachtelte Bedingungsfunktion. Eine IF...THEN...END-Bedingungsfunktion ist in der FOR...NEXT-Schleife eingebettet. Sie bestimmt:
  - Ob das aktuelle Minimal- oder Maximalelement beibehalten werden soll oder das im Augenblick untersuchte Element das neue Minimum oder Maximum werden soll.
  - Die Bedeutung des Vergleichens der Elemente (entweder < oder >) hängt vom Status von Flag 10 ab.
- Logische Funktion. *MNX2* führt XOR (*Exclusiv-Oder*) aus, um zu testen, ob der Status des relativen Wertes der zwei Elemente und der Status von Flag 10 verbunden sind.
- Benutzerspezifisches Menü als Hilfe, Wahlen zu treffen. *MNX2* baut ein benutzerspezifisches Menü, das Ihnen die Wahl erlaubt, ob nach dem Minimal- oder dem Maximalelement geordnet werden soll.

Taste 1, wenn MAX benannt, setzt das Flag 10. Taste 2, wenn MIN benannt, setzt Flag 10 zurück.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	

`{{ "MAX"`
`« 10 SF CONT » }`
`{ "MIN"`
`« 10 CF CONT » }}`
	Definiert das temporäre Optionsmenü. MAX setzt Flag 10 und fährt mit der Ausführung fort. MIN setzt Flag 10 zurück und fährt mit der Ausführung fort.

`TMENU`
`"Sort for MAX or MIN?"`
`PROMPT`
	Zeigt das temporäre Menü und eine Anforderungsmeldung an.

`DUP OBJ→`	Kopiert das Feld. Liefert die einzelnen Feldelemente nach den Ebenen 2 bis einschließlich $nm+1$ und liefert die Liste mit n und m nach Ebene 1.
`1`	Setzt den Anfangswert des Zählers.
`SWAP OBJ→`	Wandelt die Liste in ihre einzelnen Elemente im Stack um.
`DROP * 1 -`	Entfernt die Listengröße und berechnet dann den Endwert des Zählers ($nm - 1$).

31

Programm:	Erläuterungen:
FOR n	Startet die FOR...NEXT-Schleife.
DUP2	Sichert die zu überprüfenden Elemente (beim ersten Durchlauf die letzten zwei Elemente). Verwendet das letzte Feldelement als das aktuelle Minimum oder Maximum.
IF > 10 FS? XOR	Testet, ob der relative Wert der zwei Elemente und der Status von Flag 10 verbunden sind.
THEN SWAP END	Wenn das neue Element entweder weniger als das aktuelle Maximum oder mehr als das aktuelle Minimum ist, wird das neue Element nach Ebene 1 ausgetauscht.
DROP	Entfernt das andere Element aus dem Stack.
NEXT	Schließt die FOR...NEXT-Schleife ab.
0 MENU	Stellt das letzte Menü wieder her.
»	
[ENTER] ['] MNX2 [STO]	Speichert das Programm in *MNX2*.

Prüfsumme: # 12277d
Bytes: 200,5

Beispiel: Verwenden Sie *MNX2*, um das Minimalelement der Matrix aus dem vorhergehenden Beispiel zu finden:

$$\begin{bmatrix} 12 & 56 \\ 45 & 1 \\ 9 & 14 \end{bmatrix}$$

Geben Sie die Matrix ein (rufen Sie diese aus dem vorhergehenden Beispiel wieder auf).

(→) (MATRIX)
12 (ENTER) 56 (ENTER) (▼)
45 (ENTER) 1 (ENTER)
9 (ENTER) 14 (ENTER)
(ENTER)

```
1: [[ 12 56 ]
    [ 45 1 ]
    [ 9 14 ]]
MNX2 MNX EXCO MULTI ΣDAT MEDIA
```

Wählen Sie das VAR Menü, und führen Sie *MNX2* aus.

(VAR) MNX2

```
Sort for MAX or MIN?

2:
1: [[ 12 56 ]
    [ 45 1 ]
    [ 9 14 ]]
MAX MIN
```

Finden Sie das Minimalelement.

MIN

```
2: [[ 12 56 ]  [ 45 1…
1:                   1
MNX2 MNX EXCO MULTI ΣDAT MEDIA
```

31

Verifikation der Programmargumente

Die zwei Dienstprogramme in diesem Abschnitt erlauben Ihnen, festzustellen, ob das Argument eines Programmes der richtige Objekttyp ist.

- *NAMES* prüft, ob ein Listenargument genau zwei Namen enthält.
- *VFY* prüft, ob das Argument entweder ein Name oder eine Liste mit genau zwei Namen ist. Es ruft *NAMES* auf, wenn das Argument eine Liste ist.

Sie können diese Dienstprogramme verändern, um nach anderen Objekttypen und Objektinhalt zu prüfen.

NAMES (Prüfung, ob die Liste genau zwei Namen enthält)

Wenn das Argument für ein Programm eine Liste ist (wie durch *VFY* festgestellt), stellt *NAMES* fest, daß die Liste genau zwei Namen enthält. Wenn die Liste nicht genau zwei Namen enthält, wird eine Fehlermeldung im Statusbereich angezeigt, und die Programmausführung wird unterbrochen.

Argumente	Resultate
1: { *gültige Liste* }	1:
1: { *ungültige Liste* }	*Fehlermeldung im Statusbereich* 1:

Verfahren

31

- Verschachtelte Bedingungsfunktionen. Die äußere Bedingungsfunktion stellt fest, daß zwei Objekte auf der Liste sind. Wenn zwei Objekte da sind, stellt die innere Schleife fest, daß beide "Namen" sind.
- Logische Funktionen. *NAMES* verwendet den AND Befehl in der inneren Bedingungsfunktion, um festzustellen, ob *beide* Objekte "Namen" sind und den NOT Befehl, um die Fehlermeldung anzuzeigen, wenn nicht beide "Namen" sind.

Programm:	Erläuterungen:
«	
IF	Startet die äußere Bedingungsstruktur.
OBJ→	Liefert n Objekte auf der Liste nach den Ebenen 2 bis einschließlich $(n + 1)$ und liefert die Listengröße n nach Ebene 1.
DUP 2 SAME	Kopiert die Listengröße und testet, ob sie 2 ist.
THEN	Wenn die Größe 2 ist, werden die Objekte nach den Ebenen 1 und 2 geliefert, und die innere Bedingungsstruktur wird begonnen.
DROP	
IF	
TYPE 6 SAME	Testet, ob das erste Objekt ein Name ist und liefert entweder 0 oder 1.
SWAP TYPE 6 SAME	Liefert das zweite Objekt nach Ebene 1 und testet, ob es ein Name ist.
AND	Vereint die Testresultate: Sind beide Tests "wahr", wird 1 geliefert, sonst wird 0 geliefert.
NOT	Kehrt das letzte Testresultat um.
THEN	Wenn nicht beide Objekte Namen sind, wird eine Fehlermeldung angezeigt und die Ausführung unterbrochen.
"List needs two names"	
DOERR	
END	Schließt die innere Bedingungsstruktur ab.
ELSE	Wenn die Listengröße nicht 2 ist, entfernt es die Listengröße, zeigt eine Fehlermeldung an und unterbricht die Ausführung.
DROPN	
"Illegal list size"	
DOERR	
END	Schließt die äußere Bedingungsfunktion ab.
»	
(ENTER) (') NAMES (STO)	Speichert das Programm in *NAMES*.

31

Prüfsumme: # 40666d
Bytes: 141,5

NAMES wird im Programm *VFY* demonstriert.

VFY (Programmargumente überprüfen)

Gegeben sei ein Argument im Stack, und *VFY* prüft, ob das Argument entweder ein Name oder eine Liste ist mit genau zwei Namen.

Argumente	Resultate
1: '*Name*'	1: '*Name*'
1: { *gültige Liste* }	1: { *gültige Liste* }
1: { *ungültige Liste* }	*Statusbereich Fehlermeldung* 1: { *ungültige Liste* }
1: *ungültiges Objekt*	*Fehlermeldung im Stausbereich* 1: *ungültiges Objekt*

31

Verfahren

- Dienstprogramme. *VFY* bei sich alleine ist wenig wertvoll. Jedoch kann es (nach geringen Änderungen) von anderen Programmen verwendet werden, um zu festzustellen, daß spezielle Objekttypen gültige Argumente sind.
- CASE...END (CASE Struktur). *VFY* verwendet eine CASE-Struktur, um festzustellen, ob das Argument eine Liste oder ein Name ist.
- Strukturierte Programmierung. Wenn das Argument eine Liste ist, ruft *VFY NAMES* auf, um festzullen, daß die Liste gültig ist.
- Lokale Variablenstruktur. *VFY* speichert sein Argument in einer lokalen Variablen, damit sie nach *NAMES* übertragen werden kann, falls notwendig.
- Logischer Operator. *VFY* verwendet NOT, um eine Fehlermeldung anzuzeigen.

Erforderliche Programme

- *NAMES* (Seite 31-34) stellt fest, daß ein Listenargument genau zwei Namen enthält.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`DUP`	Kopiert das ursprüngliche Argument und läßt es im Stack.
`DTAG`	Entfernt alle Marken von den Argumenten für nachfolgendes Testen.
`→ argm`	Speichert das Argument in der lokalen Variablen *argm*.
`«`	Startet den definierenden Vorgang.
`CASE`	Startet die CASE-Struktur.
`argm TYPE 5 SAME`	Testet, ob das Argument eine Liste ist. Wenn ja, überträgt das Argument zurück nach dem Stack und ruft *NAMES* auf, um festzustellen, daß die Liste gültig ist und verläßt dann die CASE-Struktur.
`THEN`	
`argm NAMES`	
`END`	
`argm TYPE 6 SAME NOT`	Testet, ob das Argument *kein* Name ist. Wenn ja, wird eine Fehlermeldung angezeigt und die Ausführung unterbrochen.
`THEN`	
`"Not name or list"`	
`DOERR`	
`END`	
`END`	Schließt die CASE-Struktur ab.
`»`	Schließt den definierenden Vorgang ab.
`»`	
(ENTER) (') VFY (STO)	Gibt das Programm ein und speichert es in *VFY*.

Prüfsumme: # 36796d
Bytes: 139,5

31

Beispiel: Führen Sie *VFY* aus, um festzustellen, ob das Namenargument *PAT* gültig ist. (Das Argument ist gültig und wird einfach nach dem Stack geliefert.)

(→) (CLR)
(') PAT (ENTER)
(VAR) VFY

```
1:                    'PAT'
VFY NAME MNX2 MNX EXCO MULTI
```

Beispiel: Führen Sie *VFY* aus, um festzullen, ob das Listenargument { *PAT DIANA TED* } gültig ist. Verwenden Sie den Namen des vorhergehenden Beispiels, und dann geben Sie die Namen *DIANA* und *TED* ein, und verwandeln Sie die drei Namen in eine Liste.

(') DIANA (ENTER)
(') TED (ENTER)
3 (PRG) OBJ →LIST

```
1:    { PAT DIANA TED }
OBJ→ EXP→ →ARR →LIST →STR →TAG
```

31

Führen Sie *VFY* aus. Da die Liste zu viele Namen enthält, erscheint die Fehlermeldung, und die Ausführung wird unterbrochen.

(VAR) VFY

```
Illegal list size
4:
3:
2:
1:    { PAT DIANA TED }
VFY NAME MNX2 MNX EXCO MULTI
```

Bessel-Funktionen

Der Realteil und der Imaginärteil der Bessel Funktion $J_n(xe^{3\pi i/4})$ werden mit $\mathrm{Ber_n}(x)$ und $\mathrm{Bei_n}(x)$ bezeichnet. Bei $n = 0$ ergibt sich folgendes:

$$\mathrm{Ber}(x) = 1 - \frac{(x/2)^4}{2!^2} + \frac{(x/2)^8}{4!^2} - \cdots$$

Die benutzerdefinierte Funktion *BER* berechnet $\mathrm{Ber}(x)$.

Argumente	Resultate
1: z	1: $\mathrm{Ber}(z)$

Verfahren

- Lokale Variablenstruktur. Auf ihrer äußeren Ebene besteht *BER* nur aus einer lokalen Variablenstruktur und hat somit zwei Eigenschaften einer benutzerdefinierten Funktion: Sie nimmt numerische und symbolische Argumente aus dem Stack oder in algebraischer Syntax. Weil *BER* eine DO...UNTIL...END Schleife verwendet, ist ihr definierender Vorgang ein *Programm*. (Schleifenstrukturen können nicht in algebraischen Ausdrücken verwendet werden.) Daher ist *BER* nicht differenzierbar und ist darin verschieden von einer benutzerdefinierten Funktion.
- DO...UNTIL...END Schleife (unbestimmte Schleife mit Zähler). Aufeinanderfolgende Termen einer Reihe werden mit einer Zählervariablen berechnet. Wenn das letzte Glied innerhalb der 12-stelligen Genauigkeit des Taschenrechners nicht mehr zu einer Änderung des Wertes der Reihe führt, wird die Schleife beendet.
- Verschachtelte lokale Variablenstrukturen. Die äußere Struktur erfüllt die Bedingungen einer benutzerdefinierten Funktion. Die innere Struktur erlaubt das Speichern und Wiederaufrufen der Tastenparameter.

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`→ x`	Produziert die lokale Variable x.
`«`	Startet äußeren definierenden Vorgang.
`'x/2' →NUM 2 1 → xover2 j sum`	Gibt $x/2$ ein, den ersten Zählerwert, und das erste Glied der Reihe und produziert dann lokale Variablen.
`«`	Startet den inneren definierenden Vorgang.
`DO`	Startet die Schleife.
`sum 'sum+(-1)^(j/2)* xover2^(2*j)/SQ(j!)' EVAL`	Ruft die alte Summe auf und berechnet die neue Summe.
`2 'j' STO+`	Erhöht den Zähler.
`DUP 'sum' STO`	Speichert die neue Summe.
`UNTIL`	Schließt die Schleifenanweisung ab.
`==`	Testet die alten und neuen Summen.
`END`	Schließt die Schleife ab.
`sum`	Ruft die Summe wieder auf.
`»`	Schließt den inneren definierenden Vorgang.
`»`	Schließt den äußeren definierenden Vorgang.
`»`	
[ENTER] [']BER [STO]	Speichert das Programm in *BER*.

Prüfsumme: # 36388d
Bytes: 200,5

Beispiel: Berechnen Sie Ber(3).

[VAR]
3 BER

Berechnen Sie Ber(2) in algebraischer Syntax.

Bewegte Darstellung einer Folge von Taylor-Polynomen

Dieser Abschnitt enthält drei Programme, die Grafiken verarbeiten, um eine Folge von Taylor-Polynomen für die Sinus-Funktion.

- *SINTP* produziert eine Sinuskurve und sichert den Graphen in einer Variablen.
- *SETTS* überlagert Graphen von aufeinanderfolgenden Taylor-Polynomen auf den Graphen der Sinuskurve aus *SINTP* und sichert jede Grafik in einer Liste.
- *TSA* zeigt nacheinander jede Grafik von der Liste, die von *SETTS* gebaut wurde.

SINTP (Umwandlung eines Graphen in eine Grafik)

SINTP zeichnet eine Sinuskurve, liefert den Graphen in den Stack als eine Grafik, und speichert die Grafik in einer Variablen. Es setzt voraus, daß der Radiant-Modus aktiviert ist.

Argumente	Resultate
1:	1:

Verfahren

- Programmatische Verwendung der PLOT Befehle zum Zwecke des Aufbauens und der Darstellung einer Grafik.

Programm:	Erläuterungen:
«	
'SIN(X)' STEQ	Speichert den Ausdruck für $\sin x$ in *EQ*.
FUNCTION '-2*π' →NUM DUP NEG XRNG -2 2 YRNG	Stellt den Typen des Graphen und x- und y-Achsen Anzeigebereiche ein.
ERASE DRAW	Löscht *PICT* und plottet dann den Ausdruck.
PICT RCL 'SINT' STO	Ruft die resultierende Grafik auf und speichert sie in *SINT*.
»	
[ENTER] [']SINTP [STO]	Speichert das Programm in *SINTP*.

Prüfsumme: # 1971d
Bytes: 91,5

31

SETTS (Überlagerung der Taylor-Polynomen)

SETTS überlagert aufeinanderfolgende Taylor-Polynome auf einer Sinuskurve und speichert jede Grafik in einer Liste.

Argumente	Resultate
1:	1:

Verfahren

- Strukturierte Programmierung. *SETTS* ruft *SINTP* auf, um eine Sinuskurve zu bauen und sie in eine Grafik umzuwandeln.
- FOR...STEP (bestimmte) Schleife. *SETTS* berechnet aufeinanderfolgende Taylor-Polynomen für die Sinusfunktion in einer bestimmten Schleife. Der Schleifenzähler dient als der Wert für die Reihenfolge eines jeden Polynoms.
- Programmatische Verwendung der PLOT Befehle. *SETTS* zeichnet einen Graphen für jeden Taylor-Polynomen.
- Verarbeitung der Grafiken. *SETTS* wandelt jeden Graphen eines Taylor-Polynomen in eine Grafik um. Es führt dann + aus,

um jede Grafik mit der in *SINT* gespeicherten Sinuskurve zu verbinden und so neun neue Grafiken zu produzieren, wovon jede eine Überlagerung eines Taylor-Polynomens auf einer Sinuskurve ist. *SETTS* überträgt dann die neun neuen Grafiken und die Sinuskurvengrafik selber auf eine Liste.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
SINTP	Plottet die Sinuskurve und speichert die Grafik in *SINT*.
17 1 FOR n	Setzt den Bereich für die FOR Schleife mit der lokalen Variablen *n*.
'SIN(X)' 'X' n TAYLR STEQ ERASE DRAW	Plottet das Taylor-Polynomen mit der Ordnungszahl *n*.
PICT RCL SINT +	Liefert den Graphen als eine Grafik in den Stack und führt + durch, um die den Sinusgraphen aus *SINT* zu überlagern.
-2 STEP	Vermindert den Schleifenzähler *n* um 2 und wiederholt die Schleife.
SINT 10 →LIST 'TSL' STO	Überliefert die Sinuskurvengrafik nach dem Stack, baut dann eine Liste mit sich selbst und den neun Grafiken als Inhalt, die in der Schleife produziert wurden. Speichert die Liste in *TSL*.
»	
[ENTER] [']SETTS [STO]	Speichert das Programm in *SETTS*.

Prüfsumme: # 57905d
Bytes: 138,5

31

TSA (Bewegte Darstellung von Taylor-Polynomen)

TSA zeigt der Reihe nach jede von *SETTS* produzierte Grafik an.

Argumente	Resultate
1:	1:

Verfahren

- Übergabe einer globalen Variablen. Weil die Ausführung von *SETTS* mehrere Minuten dauert, ruft *TSA* nicht *SETTS* auf. Sie müssen daher zuerst *SETTS* ausführen, um die globale Variable *TSL* mit der Liste von Grafiken zu produzieren. *TSA* führt einfach diese globale Variable aus, um die Liste nach dem Stack zu übertragen.
- FOR...NEXT (bestimmte Schleife). *TSA* führt eine bestimmte Schleife durch, um jede Grafik von der Liste der Reihe nach anzuzeigen.

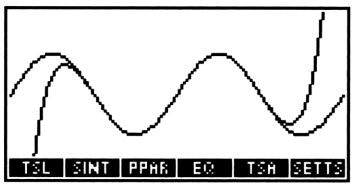
Programm:	Erläuterungen:
«	
TSL OBJ→	Überliefert die Liste *TSL* nach dem Stack und wandelt sie in 10 Grafiken und die Listenzählung um.
1 SWAP FOR s ERASE →LCD 1 WAIT NEXT	Für *s* von 1 bis 10, löscht das Display, zeigt die nächste Grafik an, und wartet für 1 Sekunde.
»	
[ENTER] ['] TSA [STO]	Speichert das Programm in *TSA*.

Prüfsumme: # 39562d
Bytes: 51

Beispiel: Führen Sie *SETTS* und *TSA* aus, um der Reihe nach eine Folge von Taylor-Polynomen Näherungen auf der Sinuskurve zu bauen und darzustellen.

Stellen Sie den Radiant-Modus ein. Führen Sie *SETTS* aus, um die Liste der Grafiken aufzustellen. Die Ausführung von *SETTS* dauert mehrere Minuten. Dann führen Sie *TSA* aus, um jeden Graphen der Reihe nach anzuzeigen. Das Display zeigt *TSA* in Aktion.

(↰)(RAD) (falls notwendig)
(VAR) SETTS
TSA



Drücken Sie (↰)(RAD), um den DEG Modus wieder einzustellen.

Programmatisches Verwenden von Statistik und Plotten

31

Das Programm *PIE* fordert nach den Daten einer einzelnen Variablen, speichert die Daten in der Statistikmatrix ΣDAT und zeichnet dann ein beschriftetes Tortendiagramm, das alle Datenpunkte als prozentualen Teil des Ganzen zeigt.

Argumente	Resultate
1:	1:

Verfahren

- Programmatische Verwendung von PLOT Befehlen. *PIE* führt XRNG und YRNG aus, um die x- und y-Achsenanzeigebereiche in Benutzereinheiten zu definieren, führt ARC aus, um einen Kreis zu zeichnen, und sucht LINE, um einzelne Tortenstücke zu zeichnen.
- Programmatisches Verwenden von Matrizen und Statistikbefehlen.
- Verarbeitung von Grafiken. *PIE* ruft *PICT* in den Stack auf und führt GOR aus, um das Benennungsfeld für jedes Tortenstück mit dem Graphen zu verbinden.
- FOR...NEXT (bestimmte) Schleife. Jedes Tortenstück wird in einer bestimmten Schleife berechnet, gezeichnet und benannt.

- CASE...END Struktur. Um das Überschreiten des Kreises zu vermeiden, wird jede Beschriftung vom Halbierungspunkt des Kreisbogens eines Anteils verschoben. Die Größe der Verschiebung ist abhängig von der Position des Tortenstücks im Kreis. Die CASE...END Struktur ordnet einer Beschriftung eine bestimmte Verschiebung zu, die von der Position des Tortenstücks abhängig ist.
- Sicherung des aktuellen Flag-Status des Taschenrechners. Bevor der Winkelmodus Radiant aktiviert ist, sichert *PIE* den aktuellen Flag-Status in einer lokalen Variablen und stellt dann den Status am Ende des Programms wieder her.
- Verschachtelte lokale Variablenstrukturen. Zu verschiedenen Punkten des Vorgangs werden Resultate für Zwischenwerte in lokalen Variablen zum Zwecke des leichten Aufrufens (wie notwendig) gesichert.
- Temporäres Menü für Dateneingabe.

31

Programm:	**Erläuterungen:**
`«`	
`RCLF → flags`	Ruft den aktuellen Flagstatus auf und speichert ihn in der Variablen *flags*.
`«`	
`RAD`	Stellt den Winkelmodus Radiant ein.
`{{ "SLICE" Σ+ }`	Definiert das Eingabemenü:
`{ }`	Taste 1 führt Σ+ aus, um jeden
`{ "CLEAR" CLΣ }`	Datenpunkt in *ΣDAT* zu
`{ } { }`	speichern, Taste 3 löscht
`{ "DRAW" CONT }}`	*ΣDAT*, und Taste 6 fährt mit der Ausführung des Programmes nach der Dateneingabe fort.

Programm:	**Erläuterungen:**
`TMENU`	Zeigt das temporäre Menü an.
`"Key values into SLICE,■DRAW restarts Program." PROMPT`	Fordert zur Eingabe von Daten auf. ■ ist die Darstellung für das Zeichen ((↱)(↵)) nach der Eingabe des Programms in den Stack.
`ERASE 1 131 XRNG 1 64 YRNG CLLCD`	Löscht das aktuelle *PICT* und setzt die Parameter des Graphen.
`"Please wait...■ Drawing Pie Chart" 1 DISP`	Meldet, daß die Grafik produziert wird.
`(66,32) 20 0 6,28 ARC`	Zeichnet den Kreis.
`PICT RCL →LCD`	Zeigt den leeren Kreis an.
`RCLΣ TOT /`	Ruft die Matrix der statistischen Daten auf, berechnet die Summen und die einzelnen Anteile.
`DUP 100 *`	Wandelt die Anteile in Prozente um.
`→ prcnts`	Speichert die Prozentmatrix in *prcnts*.
`«`	
`2 π →NUM * *`	Multipliziert die Anteilmatrix mit 2π und gibt den Anfangswert des Winkels auf (0) ein.
`0`	
`→ prop angle`	Speichert die Winkelmatrix in *prop* und den Winkel in *angle*.
`«`	
`prop SIZE OBJ→ DROP SWAP`	Stellt den Bereich von 1 bis *m* als Schleifenzähler ein.

31

Programm:	Erläuterungen:
`FOR n`	Startet die Schleifenanweisung.
`(66,32) prop n GET` `'angle' STO+`	Überliefert den Kreismittelpunkt in den Stack und holt dann den *n*ten Wert aus der Anteilmatrix und addiert ihn zu dem *Winkel*.

`angle COS angle SIN`
`R→C 20 * OVER +`
`LINE`
	Berechnet den Endpunkt und zeichnet die Linie für das *n*te Tortenstück.

`PICT RCL`	Ruft *PICT* in den Stack auf.

`angle prop n GET`
`2 / - DUP DUP`
`COS SWAP SIN R→C`
`26 * (66,32) +`
`SWAP`
	Um ein Tortenstück zu beschriften, berechnet den Mittelpunkt des Kreisbogens des Tortenstücks.

`CASE`	Startet die CASE-Struktur, um den *Winkel* zu prüfen und um den Wert der Verschiebung für die Beschriftung festzustellen.

`DUP 1.5 ≤`
`THEN`
`DROP`
`END`
	Von 0 bis 1,5 rad, wird die Beschriftung nicht versetzt.

`DUP 4.4 ≤`
`THEN`
`DROP 15 -`
`END`
	Von 1,5 bis 4,4 rad, wird die Beschriftung um 15 Benutzereinheiten nach links verschoben.

`5 <`
`THEN`
`(3,2) +`
`END`
	Von 4,4 bis 5 rad wird die Beschriftung um 3 Einheiten nach rechts und 2 Einheiten nach oben verschoben.

`END`	Schließt die CASE-Struktur ab.

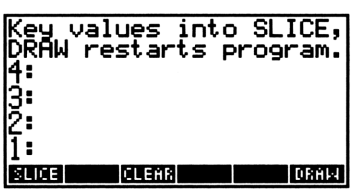
`prcnts n GET`
`1 RND`
`→STR "%" +`
	Nimmt den *n*ten Wert aus der Prozentmatrix, rundet ihn auf eine Dezimalstelle, und wandelt ihn in eine Zeichenkette mit "%" hinzugefügt um.

Programm:	Erläuterungen:
`1 →GROB`	Wandelt die Zeichenkette in eine Grafik um.
`GOR DUP PICT STO`	Fügt die Beschriftung dem Graphen hinzu und speichert den neuen Graphen.
`→LCD`	Zeigt den aktualisierten Graphen an.
`NEXT`	Schließt die Schleifenstruktur ab.
`{ } PVIEW`	Zeigt den fertigen Graphen an.
`»`	
`»`	
`flags STOF`	Stellt den ursprünglichen Flagstatus wieder her.
`» 0 MENU`	Stellt das vorhergehende Menü wieder her. (Der Benutzer muß zuerst [ATTN] drücken, um den Graphen zu löschen.)
`»`	
[ENTER] ['] PIE [STO]	Speichert das Programm in *PIE*.

Prüfsumme: # 1177d
Bytes: 765

Beispiel: Die Inventur in einem Laden besteht aus 983 Orangen, 416 Äpfeln und 85 Bananen. Zeichnen Sie ein Tortendiagramm, das den prozentualen Anteil an der ganzen Inventur jeder Frucht zeigt.

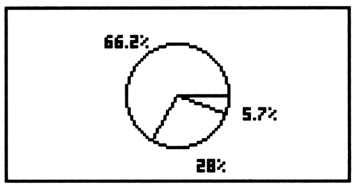
[→] [CLR]
[VAR] PIE



31

Löschen Sie die aktuellen statistischen Daten. (Der Bedienerhinweis verschwindet aus dem Display.) Tippen Sie die neuen Daten ein, und zeichnen Sie die das Tortendiagramm.

```
CLEAR
983 SLICE
416 SLICE
85 SLICE
DRAW
```



Drücken Sie (ATTN), um in das Stackdisplay zurückzukehren.

Modus zur Programmablaufverfolgung

31

Die Programme *αENTER* und *βENTER* bieten "Programmablaufverfolgungsmodus" für den HP 48, indem ein externer Drucker verwendet wird. Um den "Verfolgungsmodus" einzustellen, setzen Sie das Flag −63, und aktivieren Sie den Benutzermodus. Um den "Verfolgermodus" abzustellen, setzen Sie das Flag −63 zurück oder stellen Sie den Benutzermodus ab.

Verfahren

- Zeitgesteuertes ENTER. Die Einstellung von Flag −63 und die Aktivierung des Benutzermodus stellen das zeitgesteuerte ENTER an. Wenn das zeitgesteuerte ENTER angestellt ist und die Variable *αENTER* existiert, wird der Befehlszeilentext als eine Zeichenkette in den Stack geliefert, und *αENTER* wird ausgewertet. Danach, wenn die Variable *βENTER* existiert, wird der Befehl, der den Befehlszeilenvorgang verursachte, als eine Zeichenkette in den Stack geliefert, und *βENTER* wird ausgewertet.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
PR1 OBJ→	Druckt den Text der Befehlszeile, wertet dann die Zeichenkette in Objekte um, und wertet sie aus.
»	
['] αENTER [STO]	Speichert das Programm in *αENTER*. (Drücken Sie [→] A, um α zu tippen. Sie *müssen* diesen Namen verwenden.)

Prüfsumme: # 51789d
Bytes: 25,5

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
PR1 DROP PRSTC	Druckt den Befehl, der die Ausführung verursachte, enfernt ihn dann und druckt den Stack in gepackter Form.
»	
['] βENTER [STO]	Speichert das Programm in *βENTER*. (Drücken Sie [→] B, um β zu tippen. Sie *müssen* diesen Namen verwenden.)

Prüfsumme: # 37631d
Bytes: 28

Auflösen von umgekehrten Funktionen

Das Programm *ROOTR* findet den Wert von x wo $f(x) = y$. Sie geben den Variablennamen für das Programm ein, das $f(x)$ berechnet, den Wert für y, und einen Näherungswert für x (falls es mehrere Lösungen gibt).

Argumente	Resultate
3: *Funktionsname*	
2: *y-Werte*	
1: *x-Näherungswerte*	1: *x-Werte*

Verfahren

- Programmatische Verwendung des Lösungsalgorithmus. *ROOTR* führt ROOT aus, um den gewünschten Wert für x zu finden.
- Programme als Argumente. Obwohl Programme normalerweise benannt sind und dann ausgeführt werden, indem ihre Namen aufgerufen werden, können Programme auch in den Stack geliefert und als Argumente für andere Programme verwendet werden.

Programm:	**Erläuterungen:**
«	
→ fname yvalue xguess	Produziert lokale Variablen.
«	Startet den definierenden Vorgang.
xguess 'XTEMP' STO	Produziert die Variable *XTEMP* (nach der gelöst werden soll).
« XTEMP fname yvalue - »	Gibt das Programm ein, das $f(x) - y$ auswertet.
'XTEMP'	Gibt den Namen der unbekannten Variablen ein.
xguess	Gibt den Näherungswert für *XTEMP* ein.
ROOT	Löst das Programm nach *XTEMP* auf.
»	Schließt den definierenden Vorgang ab.
'XTEMP' PURGE	Löscht die temporäre Variable.
»	
(ENTER) (') ROOTR (STO)	Speichert das Programm in *ROOTR*.

Prüfsumme: # 13007d
Bytes: 163

Beispiel: Nehmen Sie an, daß Sie öfters mit dem Ausdruck $3,7x^3 + 4,5x^2 + 3,9x + 5$ arbeiten und das Programm $X \rightarrow FX$ geschrieben haben, den Wert wie folgt zu berechnen:

```
« → x '3.7*x^3+4.5*x^2+3.9*x+5' »
```

Sie können *ROOTR* verwenden, um die *umgekehrte* Funktion zu berechnen. Um den Wert von x zu finden, wo die Funktion 599,5 ist (bei Verwendung eines Näherungswertes nahe 1), geben Sie den Namen `'X→FX'`, den y-Wert `599.5`, und die Näherung 1 ein. Danach drücken Sie (VAR) ROOTR. Das Programm liefert 5 als x-Wert.

Bewegte Darstellung einer Grafik

Das Programm *WALK* zeigt, wie eine kleine Person über das Display geht. Die Bewegung dieser benutzerspezifischen Grafik wird dadurch erreicht, daß die Koordinate der Position der Figur in einer Schleifenstruktur ständig erhöht wird.

Argumente	Resultate
1:	1:

Verfahren

- Benutzerspezifisches grafisches Bild. (Beachten Sie, daß der Programmierer den vollen Informationsgehalt der grafischen Darstellung erhält, bevor er das Programm schreibt, indem er das Bild *interaktiv* in der Grafikumgebung baut und es dann in die Befehlszeile liefert.)
- FOR...STEP bestimmte die Schleife, das grafische Bild mit Leben zu erfüllen. Der Endwert für die Schleife ist MAXR. Da der Zählerwert nicht größer als MAXR werden kann, wird die Schleife unbegrenzt durchlaufen.

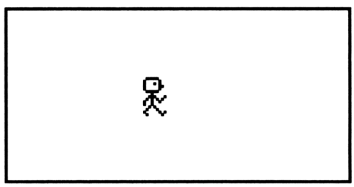
Programm:	Erläuterungen:
«	
GROB 9 15 E300 140015001C001400E300 8000C110AA0094009000 410022001410280 0	Überliefert das grafische Bild der Figur in die Befehlszeile. (Beachten Sie, daß der hexadezimale Teil des grafischen Objektes eine fortlaufende ganze Zahl ist: E300 ... 2800. Die Zeilenumbrüche stellen *keine* Leertasten dar.)
→ walk	Produziert die lokale Variable *walk* mit der Grafik.
«	
ERASE { # 0d # 0d }	Löscht *PICT* und stellt es dann dar.
PVIEW	
{ # 0d # 25d }	Überliefert die erste Stelle nach dem Stack und zeigt das erste Bild. Dieses bereitet den Stack und *PICT* für die Schleife vor.
PICT OVER walk GXOR	
5 MAXR FOR i	Startet die Schleife, um unendlich horizontale Koordinaten zu produzieren.
i 131 MOD R→B	Berechnet die horizontale Koordinate für das nächste Bild.
# 25d 2 →LIST	Bestimmt eine feste vertikale Koordinate. Überliefert die zwei Koordinaten in eine Liste.
PICT OVER walk GXOR	Zeigt das neue Bild an und läßt dessen Koordinaten im Stack.
PICT ROT walk GXOR	Stellt das alte Bild ab und entfernt dessen Koordinaten aus dem Stack.
5 STEP	Erhöht die horizontale Koordinate um 5.
»	
»	
[ENTER] ['] WALK [STO]	Speichert das Programm in *WALK*.

31

Prüfsumme: # 18146d
Bytes: 240,5

Beispiel: Schicken Sie die kleine Person in die kalte Nacht.

(VAR) WALK



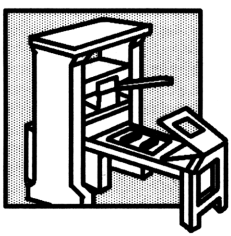
Drücken Sie (ATTN), wenn Sie denken, daß es der kleinen Person zu kalt und zu dunkel ist.

Teil 5

Drucken, Datenübertragung und Einsteckmodule

32

Drucken



Dieses Kapitel beschreibt, wie Sie Ihren HP 48 mit einem HP 82240B Infrarotdrucker, mit einem HP 82240A Infrarotdrucker oder mit Druckern verwenden können, die eine serielle Schnittstelle besitzen.

Einen Drucker aufstellen

Sie können mit irgendeinem der oben erwähnten Druckern arbeiten. Jedoch müssen Sie sich zuerst vergewissern, daß der HP 48 und der Drucker richtig aufgestellt sind.

Wie man einen HP 82240B Drucker aufstellt:

1. Plazieren Sie den HP 48 und den Drucker auf eine ebene Oberfläche. Richten Sie die ▲ Marke (in der Nähe des Hewlett-Packard Logos gerade oberhalb des Displays) gegen das Fenster am Drucker. Halten Sie beide innerhalb von 45 cm voneinander.
2. Drücken Sie 34 [+/–] [→] [MODES] [NXT] CF, um sicher zu sein, daß das Flag –34 zurückgesetzt ist (seine Grundeinstellung).
3. Haben Sie vorher aus irgendeinem Grund OLDPR gedrückt, löschen Sie die Variable *PRTPAR*. Dann drücken Sie ['] [VAR] PRTPA [←] [PURGE].

Wie man den HP 82240A Drucker aufstellt:

1. Plazieren Sie den HP 48 und den Drucker auf eine ebene Oberfläche. Richten Sie die ▲ Marke (nahe dem Hewlett-Packard Logo gerade oberhalb des Displays) gegen das Fenster am Drucker. Halten Sie die beiden innerhalb von 45 cm voneinander.
2. Drücken Sie 34 [+/–] [→] [MODES] [NXT] CF, um sicher zu sein, daß das Flag –34 rückgesetzt ist (seine Grundeinstellung).
3. Drücken Sie [←] [PRINT] [NXT] OLDPR, um die spezielle Arbeitsweise für HP 48 Zeichen einzustellen.

Der Zeichensatz im HP 82240A Infrarotdrucker paßt nicht mit dem HP 48 Zeichensatz zusammen (sehen Sie dazu Anhang C), aber OLDPRT macht die folgenden Änderungen:

- 24 Zeichen im HP 48 Zeichensatz (Kennzahlen 129, 130, 143–157, 159, 166, 169, 172, 174, 184 und 185) sind im HP 82240A Infrarotdrucker nicht vorhanden. Er druckt ▒ anstatt.
- Viele erweiterte Zeichen (Kennzahlen 128 bis einschließlich 255) haben nicht dieselben Zeichenkennzahlen. Ein Beispiel: « hat die Kennzahl 171 im HP 48 und Kennzahl 146 im HP 82240A Drucker.

Wie man OLDPRT bei einem HP 82240A Drucker abstellt:

32

- Drücken Sie ['] [VAR] PRTPA [←] [PURGE].

Sie müssen OLDPRT jedesmal abstellen, wenn Sie eine Grafik in grafischer Form drucken.

Wie man einen seriellen Drucker aufstellt:

- Sehen Sie dazu "Einen seriellen Drucker aufstellen" auf Seite 32-10.

Auch lesen Sie die Informationen im Druckerhandbuch zur Operation des Druckers.

Drucken

Mit bestimmten Ausnahmen werden Objekte auf die Druckbefehle hin nach den folgenden Grundlinien gedruckt:

- Ein Objekt wird mit seinen Begrenzungszeichen gedruckt.
- Ein Objekt, das nicht in eine Zeile von Ausgabe paßt, wird in den folgenden Zeilen fortgesetzt.
- Ein Feld wird in erweiteter Form gedruckt. Sehen Sie dazu weiter unten.
- Eine Grafik wird in ihrer Stackform gedruckt.

Wenn Sie ein Feld in erweiteter Form drucken, wird jede Reihe und jede Spalte beschriftet. Ein Beispiel: Das Feld 2 × 3

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

wird wie folgt gedruckt:

```
                 Array { 2 3 }  ← Feldgröße
Zeilennummer →   Row 1
                 1] 1
Spaltennummer    2] 2
                 3] 3

                 Row 2
                 1] 4
                 2] 5
                 3] 6
```

Sie können jede beliebige Druckoperation mit jedem beliebigen, kompatiblen Drucker ausführen, bis auf *die folgenden Ausnahmen*:

- Nicht alle HP 48 Zeichen werden vom HP 82240A Drucker richtig gedruckt. (Drücken Sie OLDPR im PRINT Menü, um soviele richtige Zeichen zu erhalten wie möglich.)
- Spezielle Zeichen im HP 48 Zeichensatz werden möglicherweise nicht richtig mit einem seriellen Drucker gedruckt.

- Mit einem seriellen Drucker können keine Grafiken gedruckt werden.

Wie man das Objekt in Ebene 1 druckt:

- Drücken Sie [→][PRINT] (*rechts*-umgeschaltet).
  oder
- Drücken Sie [←][PRINT] PR1.

PR1 druckt eine Zeichenkette *ohne* Begrenzungszeichen. PR1 druckt eine Grafik in ihrer *grafischen* Form. (OLDPRT darf nicht eingestellt sein, wenn man eine Grafik druckt.)

Wie man das Displaybild druckt:

- Halten Sie [ON] gedrückt, dann drücken Sie und lassen Sie [MTH] los, und danach lassen Sie [ON] los.
  oder
- Drücken Sie [←][PRINT] PRLCD.

Diese Operation verwendet die aktuelle DELAY Einstellung. Um ein Bild zu der seriellen Schnittstelle mit [ON]-[MTH] zu drucken, müssen Sie sich zuerst vergewissern, daß die Schnittstelle frei ist, dazu drücken Sie OPENI im I/O Menü. (OLDPRT darf nicht aktiviert sein, während Sie eine Grafik drucken.)

32

Hinweis

Eine schwache Batterie kann zu konstanten Fehlern der [ON]-[MTH] Druckoperation führen. Wenn dies eintritt, ersetzen Sie die Batterien Ihres Taschenrechners.

Wie man alle Objekte im Stack druckt:

- Falls notwendig, um Objekte im Mehrzeilenformat zu drucken, drücken Sie [←][PRINT] PRST.
- Um abgekürzte Objekte je in eine Zeile zu drucken, drücken Sie [←][PRINT] PRSTC.

PRST und PRSTC drucken den Stack angefangen mit dem Objekt in der höchsten Stackebene.

Wie man in Variablen gespeicherte Objekte druckt:

- Um eine Variable zu drucken, geben Sie ihren Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][PRINT] PRVAR.

- Um mehrere Variablen zu drucken, geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) mit den Variablennamen ein, und dann drücken Sie [←][PRINT] PRVAR.

PRVAR druckt Grafiken in ihrer *grafischen* Form. Es druckt auch Sicherungsobjekte. PRVAR sucht den aktuellen Pfad nach den von Ihnen bestimmten Variablen ab and druckt Namen und Inhalt einer jeden Variablen. (OLDPRT darf nicht eingestellt sein, wenn Sie eine Grafik drucken.)

Wie man Textzeichenketten druckt:

1. Geben Sie den Text als Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein.
2. Drücken Sie [←][PRINT] PR1.

Sie können eine beliebige Folge von Zeichen mit Hilfe von PR1 drucken. Der Drucker akzeptiert die Zeichen ohne die " " Begrenzungszeichen. Das folgende Drucken beginnt in der nächsten Zeile.

Wie man eine Grafik als Bild druckt:

- Um ein Objekt in Ebene 1 zu drucken, drücken Sie [←][PRINT] PR1.
- Um ein in einer Variablen gespeichertes Objekt zu drucken, geben Sie seinen Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][PRINT] PRVAR.
- Um das angezeigte Objekt zu drucken, drücken Sie [ON]-[MTH].

Grafiken, die breiter als 166 Rasterpunktspalten sind, werden in 166 Spalten breiten Segmenten auf das Papier gedruckt; sie sind voneinander durch eine gestrichelte Linie getrennt. Ein Beispiel: Eine Grafik mit einer Breite von 350 Spalten wird in zwei Segmenten von je 166 und einem Segment von 18 Spalten gedruckt. (OLDPRT darf nicht eingestellt sein, wenn man eine Grafik druckt.)

Die folgende Tabelle faßt die Befehle zum Drucken zusammen:

Befehle zum Drucken

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[→][PRINT] [ON]-[MTH]	PR1	Druckt das Objekt in Ebene 1. Wenn [ON] und [MTH] zusammen gedrückt und dann losgelassen werden, wird das aktuelle Display gedruckt.
[←][PRINT]:		
PR1	PR1	Druckt das Objekt in Ebene 1.
PRST	PRST	Druckt alle Objekte im Stack angefangen mit dem Objekt in der höchsten Ebene.
PRSTC	PRSTC	Druckt alle Objekte im Stack in kompakter Form, angefangen mit dem Objekt in der höchsten Ebene.
PRLCD	PRLCD	Druckt das aktuelle Display.
PRVAR	PRVAR	Sucht den aktuellen Pfad nach bestimmten Variablen ab und druckt dann den Namen und den Inhalt für jede. Die Variablen werden mit Namen oder Liste in Ebene 1 bestimmt.
CR	CR	Veranlaßt den Drucker Druckkopfrücklauf/ Zeilenvorschub auszuführen und dabei den Inhalt des Druckerpuffers zu drucken, falls vorhanden.
DELAY	DELAY	Wählt die Verzögerungszeit (nicht mehr als 6,9 Sekunden) zwischen der Übertragung einzelner Datenzeilen an den Drucker.
OLDPR	OLDPRT	Paßt den Zeichensatz der gedruckten Ausgabe dem des HP 82240A Infrarotdruckers an.

Mehr komplexes Drucken

Sie können andere Aspekte der gedruckten Ausgabe kontrollieren.

Wie man zweizeilig druckt:

- Um den zweizeiligen Druck zu wählen, drücken Sie 37 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF.
- Um den zweizeiligen Druck abzustellen, drücken Sie 37 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF.

Das Flag −37, das zweizeilige Druck-Flag, veranlaßt zweizeiliges Drucken, wenn es gesetzt ist.

Wie man den zeitlichen Abstand zwischen gedruckten Zeilen ändert:

- Geben Sie die Verzögerung in Sekunden ein (nicht mehr als 6,9), und drücken Sie [←] [PRINT] [NXT] DELAY.

Mit dem DELAY Befehl können Sie bestimmen, wie lange der HP 48 zwischen den an den Infrarotdrucker gesendeten Zeilen wartet. Die Standardverzögerung ist 1,8 Sekunden, um zu verhindern, Daten schneller zu senden, als der Drucker diese drucken kann.

Sie können eine kürzere Verzögerungszeit einstellen, wenn der HP 48 Daten im Mehrzeilenformat an den Drucker sendet (wenn Sie beispielsweise ein Programm drucken). Sie können die Leistungsfähigkeit beim Drucken optimieren, indem Sie die Verzögerungszeit gerade etwas länger wählen als die Zeit, die der Druckkopf zum Drucken einer Zeile benötigt.

Setzen Sie die Verzögerungszeit *kürzer* als die Zeit, die zum Drucken einer Zeile benötigt wird, können Sie Daten verlieren. Außerdem, so wie die Batterie im Drucker schwächer werden, wird der Druckkopf langsamer, und sollten Sie vorher die Verzögerungszeit vermindert haben, könnten Sie diese jetzt erhöhen müssen, um zu verhindern, Daten zu verlieren. (Durch die Entladung der Batterie wird der Druckkopf eines Infrarotdruckers langsamer als die 1,8 Sekunden der Standardeinstellung wird.)

Wie man spezielle HP 48 Zeichen in eine Textzeichenkette einschließt:

1. Geben Sie der Reihe nach *jeden Teil* der Zeichenkette ein:

- Um normalen Text einzugeben, geben Sie ihn als eine Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [ENTER].
- Um ein spezielles Zeichen einzugeben, geben Sie seine Zeichenkennzahl ein, und drücken Sie CHR im PRG OBJ Menü.

2. Falls notwendig, drücken Sie [+], um die Teile in eine komplette Zeichenkette zusammenzufügen.
3. Drucken Sie die Zeichenkette mit dem PRINT Menü.

Die Tabelle im Anhang C listet alle HP 48 Zeichen auf mit ihren entsprechenden *Kennzahlen*. Sie können die meisten Zeichen in der Tabelle mit der Alpha-Tastatur eintippen. Lesen Sie dazu das Alpha-Tastatur Diagramm auf Seite 2-9. Ein Beispiel: Um $ zu tippen, drücken Sie [α] [←] [4].

Sie können *alle* HP 48 Zeichen mit dem CHR Befehl eintippen. Bestimmte Zeichen in der Tabelle im Anhang C sind *nicht* auf der Alpha Tastatur. Um diese Zeichen einzutippen, *müssen* Sie CHR verwenden.

Der HP 82240B Infrarotdrucker kann alle Zeichen des HP 48 Zeichensatzes drucken.

32 Wie man Druckerbefehle in eine Textzeichenkette einschließt:

1. Bilden Sie eine Textzeichenkette mit den speziellen Druckerbefehlen, indem Sie CHR und [+] wie oben beschrieben verwenden.
2. Drucken Sie die Zeichenkette mit Hilfe des PRINT Menüs.

Sie können verschiedene Betriebsarten des Druckers wählen, indem Sie *Auswegs-Sequenzen* und *Kontrollzeichen* an den Drucker senden. (Eine Auswegs-Sequenz besteht aus dem Auswegszeichen, Kennzahl 27, gefolgt von zwei zusätzlichen Zeichen.) Wenn der Drucker eine Auswegs-Sequenz oder eine Zeichenkennzahl erhält, führt er die entsprechende Aktion durch. Der Befehl selbst wird nicht gedruckt.

Normalerweise beschreibt das Druckerhandbuch die Auswegs-Sequenzen und Kontrollkennzahlen, die vom Drucker erkannt werden.

Beispiel: Die folgenden Befehle senden Daten an den HP 82240B Drucker, um den Unterstreichungsmodus anzustellen,

um die Zeichenkette HELLO zu unterstreichen, und dann den Unterstreichungsmodus abzustellen:

```
27 CHR 251 CHR "HELLO" 27 CHR 250 CHR + + + + PR1
```

Wie man Daten im Pufferspeicher des Druckers ansammelt:

1. Drücken Sie 38 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF .
2. Verwenden Sie die Befehle des PRINT Menüs, um mehrere gestapelte Daten an den Drucker zu senden.
3. Drücken Sie CR im PRINT Menü, um die gespeicherten Daten zu drucken.
4. Optional: Drücken Sie 38 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF , um normales Drucken wiederherzustellen.

Sie können eine beliebige Kombination aus Text, Grafiken und Objekten in einer einzigen Zeile drucken, indem Sie die Daten im *Puffer* des Druckers speichern. Normalerweise schließt jeder Druckbefehl die Datenübertragung *automatisch* mit dem Befehl CR (*Druckkopf nach rechts*) ab, durch den der Druckkopf aufgefordert wird, einen Druckkopfrücklauf/Zeilenvorschub auszuführen. Danach werden die aktuellen Daten gedruckt, die im Pufferspeicher stehen, und der Druckknopf wird am rechten Ende der Druckzeile gehalten. (Als Alternative senden Sie Zeichen 4 oder 10 zum Drucken in den Puffer.)

Sie können die automatische Ausführung des Befehls CR sperren, indem Sie das Zeilenvorschub-Flag, das Flag −38, setzen. Wenn es gesetzt ist, werden Daten von nachfolgenden Druckbefehlen im Druckerpuffer gespeichert und nur gedruckt, wenn Sie den CR Befehl von Hand ausführen.

Bei einem Infrarotdrucker folgen Sie diesen drei Regeln, wenn das Flag −38 gesetzt ist:

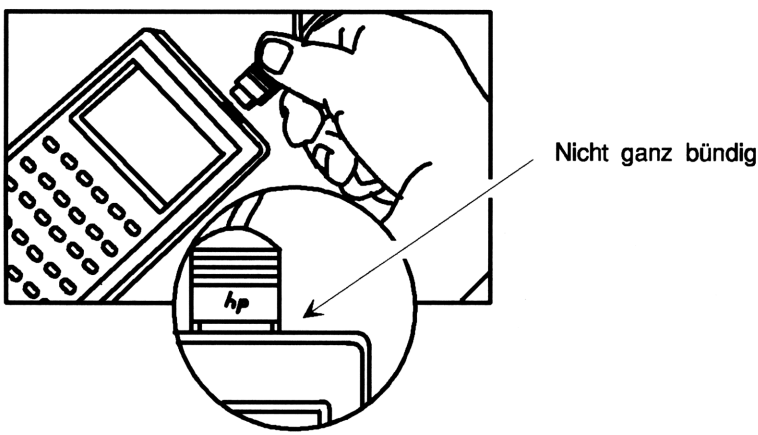
- Führen Sie CR aus, bevor Sie mehr als 200 Zeichen speichern. Sonst füllt sich der Puffer voll, und nachfolgende Zeichen gehen verloren.
- Geben Sie dem Drucker genug Zeit, eine Zeile zu drucken, bevor Sie weitere Daten senden. Der Drucker benötigt etwa 1,8 Sekunden pro Zeile.

Einen seriellen Drucker aufstellen

Verwenden Sie die PC-Version des seriellen Schnittpunktkabels, um den HP 48 an den Drucker anzuschließen. Dieses Kabel wird auch mit dem Programm "Development Link" eingeschlossen, was von Hewlett-Packard bezogen werden kann. (Um weitere Information über diese und andere Produkte zu erhalten, sehen Sie Ihren HP Verkäufer.)

Wie man den seriellen Drucker aufstellt:

1. Verbinden Sie das 9-polige Ende eines HP 48 seriellen Kabels mit dem seriellen Drucker. Falls notwendig, benutzen Sie einen 9- zu 25-poligen Adapter.
2. Halten Sie das HP Logo auf dem 4-poligen Anschluß nach oben, und dann schließen Sie das Kabel am HP 48 an. Sie sollten merken, wie es leicht an seinen Platz einschnappt.



3. Drücken Sie 34 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF, um die gedruckte Ausgabe an die serielle Schnittstelle zu senden (anstatt der infraroten Schnittstelle).
4. Drücken Sie 33 [+/-] CF, um sicher zu sein, daß das Flag −33 rückgesetzt ist (seine Standardeinstellung).

5. Drücken Sie ◀ (I/O) SETUP. Dann prüfen Sie, ob der HP 48 und der Drucker die gleiche Übertragungsgeschwindigkeit und Parität benutzen. Falls erwünscht, ändern Sie die Übersetzungskennzahlen, um eine lesbarere Ausgabe zu erhalten. Andere Parameter haben keinen Einfluß auf das Drucken. Lesen Sie dazu "Einstellen der I/O Parameter" auf Seite 33-3 für weitere Information.

6. Wenn Ihr Drucker XON/XOFF Quittungsbetrieb verwendet: Drücken Sie ◀ (I/O) (NXT) OPENI CLOSE, um *IOPAR* zu produzieren. Dann drücken Sie (VAR) (') IOPAR ▶ (VISIT) und ändern Sie die vierte Zahl zu 1, zum Beispiel { 9600 0 0 1 3 1 }. Drücken Sie (ENTER).

7. Ist die Anzahl der Zeichen, die in eine Zeile Ihres Druckers passen, nicht gleich 80, dann drücken Sie ◀ (PRINT) PR1, um *PRTPAR* zu produzieren, und dann editieren Sie den *Zeilenlänge*-Parameter. Lesen Sie dazu "Die PRTPAR Variable verstehen" im nächsten Thema.

8. Erwartet Ihr Drucker eine andere Sequenz zum Abschluß einer Zeile als Druckkopfrücklauf/Zeilenvorschub, dann drücken Sie ◀ (PRINT) PR1, um *PRTPAR* zu produzieren, und danach editieren Sie den *Zeilenende*-Parameter. Lesen Sie dazu "Die PRTPAR Variable verstehen" im nächsten Thema.

Wenn Ihr Drucker nicht den XON/XOFF Quittungsbetrieb verwendet, kontrolliert der Druck-*Verzögerungs*-Parameter die Zeitverzögerung zwischen den Zeilen. Lesen Sie dazu den nächsten Abschnitt.

Die PRTPAR Variable verstehen

Wenn Sie zum ersten Mal Daten mit einem Befehl vom PRINT Menü drucken, legt der HP 48 automatisch die *PRTPAR* Variable in dem *HOME* Verzeichnis an. *PRTPAR* ist eine reservierte Variable mit einer Liste, die bestimmt, wie der der HP 48 mit dem Drucker zusammenarbeitet:

{ *Verzögerung* "*Anpassung*" *Zeilenlänge* "*Zeilenende*" }

Inhalt der PRTPAR Liste

Element	Beschreibung	Grund-einstellung
Verzögerung	Eine reelle Zahl, welche die Zeitverzögerung zwischen den Zeilen in Sekunden, höchstens 6,9) bestimmt. (Eingestellt durch DELAY im PRINT Menü.)	1.8
"*Anpassung*"	Eine Zeichenkette, die das aktuelle Anpassen des HP 48 an den erweiterten Zeichensatz darstellt. Die Zeichenkette kann so viele Zeichen enthalten, wie Sie anpassen wollen. Das erste Zeichen in der Zeichenkette wird das neue Zeichen 128, das zweite wird Zeichen 129, usw. (Zeichen, die nicht in der Zeichenkette vertreten sind, werden nicht angepaßt.) OLDPRT stellt die Anpassungszeichenkette für den HP 82240A Infrarotdrucker.	"" auf.
Zeilenlänge	Eine reelle Zahl, welche die Zeilenlänge als Zahl der Zeichen bestimmt. Das ist nur für serielles Drucken, es beeinflußt infrarotes Drucken *nicht*.	80
"*Zeilenende*"	Eine Zeichenkette, welche die Methode der Zeilenbeendung nur bei seriellem Drucken darstellt. Es beeinflußt infrarotes Drucken *nicht*.	"■↲" (Zeichen 13 und 10)

32

Sie können jeden beliebigen Parameter in der Variablen *PRTPAR* editieren. Jedoch enthalten die Anpassungs- und Zeilenendzeichenketten öfters spezielle Zeichen.

Wie man die Anpassungs- oder die Zeilenendzeichenkette editiert:

1. Produzieren Sie die gewünschte Zeichenkette im Stack mit Hilfe von CHR und (+). Der Vorgang ist auf Seite 32-7 erklärt.
2. Drücken Sie (VAR) (') PRTPA (→) (VISIT)

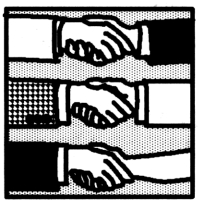
3. Bewegen Sie den Cursor an den Anfang des alten Zeichenkettenparameters, und löschen Sie ihn, dazu verwenden Sie DEL→.
4. Drücken Sie →STK ECHO (ATTN), um die neue Zeichenkette einzufügen.
5. Drücken Sie (ENTER), um die Änderung zu sichern (oder drücken Sie (ATTN), sie zu löschen).

Um PRTPAR in ihre Grundeinstellung zurückzusetzen:

- Drücken Sie (') (VAR) PRTPA (←)(PURGE).

33

Datenübertragung von und zum HP 48



Sie können Daten *in* Ihren HP 48 aufladen, und Sie können Daten *aus* Ihrem HP 48 kopieren. Sie können das mit zwei HP 48 Taschenrechnern oder mit einem HP 48 und einem Computer oder mit einem HP 48 und einem anderen beliebigen seriellen Gerät wie etwa einem Drucker vollbringen.

Wie der HP 48 Daten überträgt

Der HP 48 verwendet das Protokoll *Kermit* für das Senden von Dateien, um Daten zu übertragen und Übertragungsfehler zu korrigieren. Das Protokoll Kermit wurde am *Center for Computing Activities* der Columbia-Universität entwickelt und wird von den meisten Computern verwendet.

Die für Kermit-Datenübertragungen erforderlichen Befehle sind in den HP 48 eingebaut. Sie benötigen nichts weiter, um Daten zwischen zwei HP 48 Taschenrechnern zu übertragen. Um Daten von und zu einem Computer zu übertragen, muß der Computer mit einem Programm arbeiten, welches das Kermit-Protokoll implementiert. Falls Sie weitere Information über das Kermit-Protokoll erhalten wollen, die folgenden Bücher sind erhältlich oder können in vielen Büchereien bestellt werden: *Using MS-DOS Kermit* von Christine M. Gianone, Digital Press, 1990, und *KERMIT, A File Transfer Protocol* von Frank da Cruz, Digital Press, 1987.

Der HP 48 hält auch Befehle für serielle Datenübertragungen bereit, die nicht das Kermit-Protokoll anwenden, so wie das Senden von Daten zu einem seriellen Drucker oder anderen Instrument.

Typen von Daten, die übertragen werden können

Die Einheit der Daten, die mit Hilfe Kermit-Protokolls übertragen werden, wird *Datei (file)* genannt. Beim HP 48 kann eine Datei (file) folgendes enthalten:

- Eine Variable und irgendein Objekt, was darin gespeichert ist.
- Ein ganzes Verzeichnis. Wenn Sie ein Verzeichnis übertragen, werden der Inhalt aller Variablen und Unterverzeichnisse, die in dem Verzeichnis wohnen, auch übertragen.
- Der gesamte Benutzerspeicher mit allen Variablen, die Sie produziert haben, die benutzerdefinierten Tasten und der Terminkatalog.

In allen Fällen wird eine *Kopie* der Daten zum aufnehmenden Gerät übertragen. Die ursprünglichen Daten werden niemals entfernt. Die übertragenen Daten werden im aktuellen Verzeichnis als eine Variable in einem anderen HP 48 gespeichert oder als Datei (file) in einem Computer.

Wenn Sie ein Verzeichnis von einem HP 48 zu einem anderen übertragen, wird es als ein normales Verzeichnis mit seinen einzelnen Variablen produziert. Das bedeutet, daß Sie es wie andere Verzeichnisse verwenden können und daß auf alle seine Variablen zugegriffen werden kann. Es ist sinnvoll, ein ganzes Verzeichnis von einem HP 48 zu einem anderen zu übertragen, wenn ein Satz verbundener Objekte vom HP 48 Zielrechner zusammen verwendet werden soll. Ein Beispiel: Es könnte einen Satz von Programmen und verbundenen Variablen enthalten.

Wenn Sie ein Verzeichnis oder den ganzen Benutzerspeicher zwischen einem HP 48 und einem Computer übertragen, werden die Daten in einer einzigen Datei (file) eingebettet, also können Sie nicht ohne weiteres einfach auf den Inhalt der einzelnen Variablen darin zugreifen. Aus diesem Grunde sollte eine Übertragung eines Verzeichnisses zu einem Computer nur zum Zwecke der Archivierung vorgenommen werden. Wenn der Zweck der Dateiübertragung darin besteht, sie im Zielgerät zu verwenden (beispielsweise zur Editierung eines Programmes in Ihrem Computer), sollten Sie den Inhalt der einzelnen Variablen übertragen.

Einen Übertragungsmodus wählen

Sie können zwei verschiedene Kermit-Protokoll-Modi zum Zwecke der Übertragung von Daten zwischen zwei Geräten wählen:

- **Lokal/Lokal.** Bei jeder Übertragung bedienen Sie *beide* Geräte von ihren Tastaturen aus, d.h. es sind zwei "lokale" Geräte. (Kermit Befehle können von beiden Geräten gegeben werden.)
- **Lokal/Verteilergerät (Server).** Bei jeder Übertragung bedienen Sie *ein* Gerät, das "lokale." Das andere Gerät, das "Verteilergerät" (Server), erhält seine Befehle von dem von Ihnen bedienten Gerät. (Kermit Befehle können nur von dem lokalen Gerät ausgegeben werden.)

Der Modus Lokal/Verteilergerät (Server) ist sinnvoll, weil Sie nur ein Gerät bedienen müssen, nachdem das Verteilergerät aufgestellt ist.

Einstellen der I/O Parameter

Die I/O Parameter bestimmen, wie der HP 48 überträgt. Damit zwei Geräte sich unterhalten "können, müssen Sie sich vergewissern, daß beide die gleichen I/O Parameter verwenden."

Wie man die HP 48 I/O Parameter besichtigt und ändert:

1. Drücken Sie ◀ I/O SETUP.
2. Um einen beliebigen Parameter zu ändern, drücken Sie die entsprechende Menütaste, bis der Parameter den gewünschten Wert hat. Sehen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Vorgeschlagene Parameter für bestimmte Arten von Übertragungen werden in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Aufstellungsbefehle

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
⇦ I/O SETUP:		
IR/W		Schaltet zwischen den Betriebsarten um: IR (infrarot) und WIRE (Serielle Leitung). Im IR Modus wird das I/O-Ausgangssignal zur infraroten Schnittstelle geführt, im Wire-Modus zum seriellen Port. (Das Flag −33 deutet diese Einstellung an.)
ASCII		Schaltet zwischen den Modi ASCII und Binär zum Zwecke von Datenübertragung um. (Das Flag −35 zeigt die Einstellung an.)
BAUD	BAUD	Eine der Übertragungsgeschwindigkeiten 1200, 2400, 4800 oder 9600 Baud wird gewählt. (Die Standardeinstellung ist 9600 Baud.)
PARIT	PARITY	Wählt schrittweise eine ungerade (1), gerade (2), Marke (3), Leertaste (4) oder keine Parität (0). (Die Standardeinstellung ist "keine" Parität.)
CKSM	CKSM	Wählt schrittweise eine der Prüfsummenoptionen (Fehlererkennung). Der gewünschte Prüfsummentyp wird gleichzeitig mit SEND eingestellt. Sie haben die folgenden Möglichkeiten: 1 (einstellige arithmetische Prüfsumme), 2 (zweistellige arithmetische Prüfsumme), und 3 (dreistellige zyklische Redundanzprüfung oder CRC). Sollte 3 bei IR Modus sein. (Die Standardeinstellung ist 3.)

Aufstellungsbefehle (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
TRAN	TRANSIO	Wählt schrittweise eine der Optionen zur Umsetzung der Zeichenkennzahlen (welche Zeichenkennzahlen umgesetzt werden sollen): 0 (keine Umsetzung), 1 (Kennzahl 10), 2 (Kennzahlen 128–159) oder 3 (Kennzahlen 128–255). Wird bei binären Übertragungen nicht verwendet. (Die Standardeinstellung ist 1.)
↰ REVIEW		Zeigt die Aufstellungsinformation an.

Die *Befehle* BAUD, PARITY, CKSM und TRANSIO entnehmen ein numerisches Argument aus Ebene 1.

Zwischen ASCII oder Binär Übertragungsmodus wählen

Das HP 48 Kermit-Protokoll erlaubt zwei Übertragungsmodi: ASCII und Binär. Um die schnellsten Übertragungen zu erhalten, sollten Sie im allgemeinen die folgenden Modi zur *Datenübertragung* verwenden:

- Bei HP 48-nach-HP 48 Übertragungen verwenden Sie den Binär-Modus.
- Bei HP 48-nach-Computer Übertragungen, bei denen Sie Dateien im Computer besichtigen oder editieren wollen, verwenden Sie den ASCII-Modus.
- Bei HP 48-nach-Computer Übertragungen, bei denen Sie nur die Dateien im Computer speichern wollen, verwenden Sie den Binär-Modus.

Der HP 48 verwendet automatisch den Binär-Modus, wenn Bibliotheken und Sicherungsobjekte übertragen werden und der ganze Benutzerspeicher archiviert wird.

Während des *Datenempfangs* behandelt der HP 48 alle Dateien, als ob sie im ASCII-Modus wären, außer wenn diese mit den speziell für den

HP 48 verschlüsselten binären Dateien übereinstimmen. In dem Fall schaltet der HP 48 automatisch in den Binär-Modus für solche Dateien mit solchen Verschlüsselungen um.

Im ASCII-Modus werden Zeichen der Zeichen-Umsetzungs-Option entsprechend umgesetzt. Dieses ermöglicht, solche Dateien im Computer zu besichtigen und zu editieren. Sehen Sie dazu "ASCII Übertragungen verstehen" auf Seite 33-26.

Im Binär-Modus sind weniger Verarbeitungsvorgänge nötig. Keine Zeichenumsetzungen werden durchgeführt, und somit können keine Dateien im Computer dargestellt werden.

Die Paritätsoption wählen

Wenn die Paritätseinstellung eine positive Zahl ist, wird sie zum Senden und Empfangen verwendet. Wenn das eine negative Zahl ist, wird sie nur zum Senden verwendet, und Parität wird während des Empfangens nicht geprüft. Die Menütaste PARIT wählt schrittweise nur zwischen positiven Möglichkeiten.

Um eine negative (nur Sendungs)-Paritäts-Option einzustellen, geben Sie die Optionszahl ein, und dann drücken Sie [+/-] [→] [ENTRY] PARIT [ENTER]. (Sie können auch den Paritätsparameter in *IOPAR* editieren. Sehen Sie dazu "Die IOPAR Variable verstehen" auf Seite 33-27.)

Die Umsetzungsoption wählen

Der Umsetzungsschlüssel beeinflußt Datenübertragungen nur im ASCII-Modus. Welches der beste Umsetzungsschlüssel ist, hängt von der Übertragungsart ab:

- Bei HP 48-nach-HP 48 Übertragungen wird der Umsetzungsschlüssel ignoriert, verwenden Sie den Binär-Modus. (Verwenden Sie den ASCII-Modus, beeinflußt der Umsetzungsschlüssel nicht die Resultate, sondern nur die Geschwindigkeit.)
- Bei HP 48-nach-Computer und Computer-nach-HP 48 ASCII-Übertragungen hängt die Art des Umsetzungsschlüssel vom Anwendungsprogramm im Computer ab, das Sie zur Anzeige und Editierung der Datei verwenden. Sehen Sie dazu die Besprechung weiter unten. (Bei binären Übertragungen wird der Umsetzungsschlüssel ignoriert.)

Der HP 48 Zeichensatz enthält bestimmte Zeichen, die mit den meisten Computeranwendungsprogrammen nicht dargestellt werden können. Die Zeichen mit den Kennzahlen 160 bis einschließlich 255 verlangen Anwendungsprogramme, die mit dem ISO 8859 Zeichensatz arbeiten. Die weiteren Zeichen mit Kennzahlen 128 bis einschließlich 159 verlangen Anwendungsprogramme, die entwickelt wurde, den HP 48 zu unterstützen, wie zum Beispiel das Programm "Development Link" von Hewlett-Packard.

Der Umsetzungsschlüssel bestimmt, was mit diesen Zeichen geschieht, wenn sie vom HP 48 gesendet oder empfangen werden:

- Wenn Sie Computeranwendungsprogramme verwenden, die einige der HP 48 Zeichen nicht verarbeiten, verwenden Sie Umsetzungsschlüssel 2 oder 3.
- Übertragen Sie Zeichenketten mit Binärdaten, verwenden Sie Umsetzungsschlüssel 0.
- Wenn Sie einfach ASCII-Daten empfangen wollen, verwenden Sie Umsetzungsschlüssel 1 (die Standardeinstellung).
- Wenn der HP 48 Daten mit einer HP Kopfzeile empfängt, wird der Umsetzungsschlüssel ignoriert. Sehen Sie dazu "ASCII Übertragungen verstehen" auf Seite 33-26.

Die nächste Tabelle zeigt die Umsetzungen, die vom HP 48 bei ASCII Übertragungen durchgeführt werden. Sie zeigt die Zeichenkennzahlen und Zeichen, die umgesetzt werden. Die "10" und "10,13" Eingaben bedeuten Umsetzungen zwischen Zeilenenden, die Zeichen für Zeilenvorschub (10) und Druckkopfrücklauf (13) verwenden. Die *\trans* (Umsetzungs-) Eingaben "\" Umsetzungen, die spezielle HP 48 Zeichen (*char*) als ASCII-Text darstellen. Sie werden in der zweiten Tabelle definiert. (Undefinierte "\" Folgen werden *nicht* verändert.)

Die zweite Tabelle zeigt die "\" Umsetzungen für Zeichen mit Kennzeichennummern größer als 127. Sie werden nur mit Umsetzungsschlüssel 2 und 3 verwendet, wie in der ersten Tabelle angegeben.

Zusammenfassung der Optionen bei ASCII Datenumsetzungen

Option 0	Option 1	Option 2	Option 3
Daten vom HP 48 geschickt			
	10 → 10,13	10 → 10,13 \ → \\ 128 → *trans* ⋮ 159 → *trans*	10 → 10,13 \ → \\ 128 → *trans* ⋮ 255 → *trans*
Daten vom HP 48 empfangen			
	10,13 → 10	10,13 → 10 \\ → \ *trans* → *char* \000 → *char* ⋮ \159 → *char*	10,13 → 10 \\ → \ *trans* → *char* \000 → *char* ⋮ \255 → *char*

ASCII Zeichenumsetzungen (Zeichenschlüssel 128–255)

33

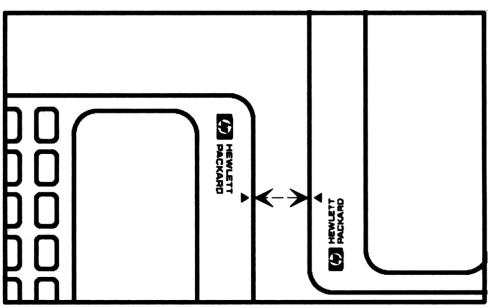
HP 48 Schlüs-sel	HP 48 Zei-chen	Um-set-zung	HP 48 Schlüs-sel	HP 48 Zei-chen	Um-set-zung	HP 48 Schlüs-sel	HP 48 Zei-chen	Um-set-zung
128	∠	\<)	142	←	\<-	156	π	\PI
129	x̄	\x-	143	↓	\\v	157	Ω	\GW
130	∇	\.V	144	↑	\\^	158	▮	\[]
131	√	\v/	145	γ	\Gg	159	∞	\oo
132	∫	\.S	146	δ	\Gd	171	«	\<<
133	Σ	\GS	147	ε	\Ge	176	°	\^o
134	▶	\\>	148	η	\Gn	181	μ	\Gm
135	π	\pi	149	θ	\Gh	187	»	\>>
136	∂	\.d	150	λ	\Gl	215	×	\.x
137	≤	\<=	151	ρ	\Gr	216	Ø	\O/
138	≥	\>=	152	σ	\Gs	223	β	\Gb
139	≠	\=/	153	τ	\Gt	247	÷	\:-
140	α	\Ga	154	ω	\Gw	*nnn*	oder	*nnn*
141	→	\->	155	Δ	\GD			

Datenübertragung zwischen zwei HP 48 Taschenrechnern

Wie man HP 48-nach-HP 48 Übertragungen aufstellt:

1. **Absender.** Schalten Sie in das Verzeichnis um, wo die zu sendenden Variable gespeichert sind.
2. **Absender.** Verwenden Sie das I/O SETUP Menü, um die Modi IR und Binär und die Prüfsumme 3 einzustellen.
3. **Empfänger.** Schalten Sie in das Verzeichnis um, wo die Variablen gespeichert werden sollen.
4. **Empfänger.** Verwenden Sie das I/O SETUP Menü, um den IR Modus einzustellen.
5. **Empfänger.**
   - Um den einkommenden Daten zu erlauben, existierende Variablen mit denselben Namen zu ersetzen, setzen Sie das Flag −36.
   - Um Namenkonflikte durch Produzieren von neuen Namen mit numerischen Erweiterungen zu lösen, setzen Sie das Flag −36 zurück (seine Standardeinstellung).
6. Richten Sie die ▲ Markierungen (neben dem Firmenzeichen von Hewlett-Packard direkt über der Anzeige) aufeinander aus. Die Taschenrechner dürfen nicht weiter als 5 cm voneinander entfernt aufgestellt sein.

33



Wie man eine Variable überträgt (Konfiguration "lokal/lokal"):

1. **Empfänger.**
   - Um die Variable mit ihrem ursprünglichen Namen zu speichern, drücken Sie ⬅ I/O RECV .

- Um die Variable mit einem neuen Namen zu speichern, geben Sie einen Namen (mit ' oder " Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][I/O] [NXT] RECN.

2. **Absender.** Geben Sie den Namen der zu schickenden Variablen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][I/O] SEND.
3. Optional: Um weitere Variablen zu senden, wiederholen Sie die vorhergehenden Schritte.
4. **Absender und Empfänger.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [NXT] CLOSE.

Wie man eine Variable in der Konfiguration Lokal/Server sendet:

1. **Verteiler (Server).** Drücken Sie [→][I/O] (*oder* [←][I/O] SERVE).
2. **Lokal.**
   - Um eine Variable zu senden, geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][I/O] SEND).
   - Um eine Variable zu holen, geben Sie den Variablennamen (mit 'Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←][I/O] KGET.
3. Optional: Um weitere Variablen zu holen, wiederholen Sie Schritt 2.
4. **Lokal.** Um den Vorgang zu beenden, drücken Sie FINIS.
5. **Verteiler (Server) und Lokal.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [NXT] CLOSE.

33

Um mehrere Variablen auf einmal zu senden (in beiden Konfigurationen), verwenden Sie eine Liste in folgender Form { $Name_1$ $Name_2$ ... } als Argument für SEND oder KGET.

Um übertragenen Variablen neue Namen zu geben (Konfiguration Lokal/Verteiler (Server)), verwenden Sie eine verschachtelte Liste der Form { { $Name_{alt}$ $Name_{neu}$ } ... } als Argument für SEND oder KGET.

Wie man einen HP 48 Befehl an den Server (Lokal/Server) sendet:

1. Geben Sie den Befehl als Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein.
2. Geben Sie die Zeichenkette "C" ein.
3. Drücken Sie [←][I/O] [NXT] PKT.

Beispiel: Um die Variable *ABC* aus dem Verteiler (Server) zu löschen, geben Sie "'ABC' PURGE" und "C" ein, und drücken Sie dann PKT.

Wie man den Server-Modus des HP 48 Taschenrechners verläßt:

- Drücken Sie (ATTN).

Datenübertragung zwischen einem Computer und einem HP 48 Taschenrechner

Es gibt viele Gründe, Informationen zwischen Ihrem Computer und Ihrem HP 48 Taschenrechner zu übertragen. Vielleicht wollen Sie alle Daten im Benutzerspeicher Ihres Taschenrechners sichern; vielleicht wollen Sie ein Programm Ihres Taschenrechners auf Ihrem Computer editieren; oder Sie wollen vielleicht ein Programm auf Ihrem Computer schreiben und dann mit Ihrem Taschenrechner laufen lassen.

Das Programm "Development Link" von Hewlett-Packard macht einen leichten Prozess möglich, Daten zwischen einem Computer und Ihrem HP 48 Taschenrechner zu übertragen. Es wurde entwickelt, damit HP 48 Taschenrechnerprogramme produziert und editiert werden können. Es setzt I/O Parameter zur Übertragung von Daten und zur Sicherung des HP 48 Taschenrechner-Speichers automatisch.

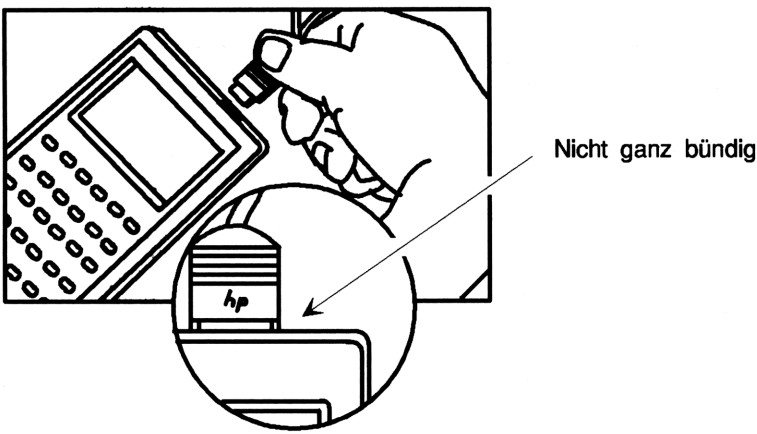
Wie man den Computer und den HP 48 Taschenrechner vorbereitet

Verwenden Sie ein serielles Schnittpunktkabel, um den HP 48 Taschenrechner und den Computer miteinander zu verbinden. Das Kabel ist auch in Ihrem Programm "Development Link" und mit dem "Serial Interface Kit" eingeschlossen. Beides können Sie von Hewlett-Packard erhalten. (Um weitere Informationen über diese Artikel zu erhalten, wenden Sie sich an Ihren HP Händler.)

Wie man Computer und HP 48 Taschenrechner miteinander anschließt:

1. Verbinden Sie den Computerstecker des seriellen Kabels mit der seriellen Schnittstelle am Computer. Falls notwendig, verwenden Sie einen Anschlußadapter. (Falls Sie mehr Informationen brauchen, lesen Sie die entsprechenden Hinweise in Ihrem Computerhandbuch.)

2. Halten Sie den 4-poligen Stecker so, daß das HP-Firmenzeichen daran nach oben zeigt, und dann schließen Sie das Kabel an den HP 48 Taschenrechner an. Dabei muß der Steckverbinder leicht einrasten.



Wie man das System für HP 48-nach-Computer Übertragungen aufstellt:

33

1. **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie (←)(I/O) SETUP), und stellen Sie die folgenden Parameter ein:
   - Wire-Modus.
   - ASCII *oder* Binär-Modus, was mit dem Kermit-Modus am Computer übereinstimmen muß. (Sehen Sie dazu "Zwischen ASCII oder Binär Übertragungen wählen" auf Seite 33-5.)
   - Übertragungsgeschwindikeit muß mit der Kermit-Übertragungsgeschwindikeit am Computer übereinstimmen.
   - Parität muß mit der Kermit-Parität am Computer übereinstimmen.
   - Prüfsumme kann irgendeine Option sein; Typ 1 ist der schnellste.
   - Umsetzungsschlüssel kann eine beliebige Option sein. Lesen Sie dazu "Die Umsetzungsoption wählen" auf Seite 33-6.)
2. **HP 48 Taschenrechner.** Schalten Sie in das Verzeichnis um, woher die Variablen zu senden sind oder wo sie gespeichert sind.
3. **HP 48 Taschenrechner.**
   - Um angekommene Daten zu erlauben, existierende Daten mit demselben Namen zu ersetzen, setzen Sie das Flag −36.

- Wenn Sie Namen mit numerischen Erweiterungen produzieren, um Namenkonflikte zu lösen, setzen Sie das Flag −36 zurück (seine Standardeinstellung).

4. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Drücken Sie [←] [I/O] [NXT] OPENI um die serielle Schnittstelle des HP 48 Taschenrechner zu öffnen. (Dieser Schritt ist nicht notwendig für die meisten Anschlüsse, aber es verhindert Schwierigkeiten, die durch die Unfähigkeit bestimmter Geräte, mit anderen Geräten mit geschlossenen Schnittstellen zu "sprechen", entstehen.)
5. **Computer.** Schalten Sie in das Verzeichnis um, wohin die Daten gesendet werden oder wo sie gespeichert werden sollen.
6. **Computer.** Lassen Sie das Programm im Computer laufen, welches das Kermit-Protokoll implementiert.
7. **Computer.** Falls der Binär-Modus eingestellt ist, und falls das Kermit-Programm im Computer einen Binär-Modus-Befehl hat, führen Sie den Befehl aus.

Variablen und Dateien übertragen

Wie man eine Datei zum HP 48 (Konfiguration Lokal/Lokal) sendet:

1. **HP 48 Taschenrechner.**
   - Um die Datei in einer Variablen mit demselben Namen zu speichern, drücken Sie [←] [I/O] RECV.
   - Um eine Datei in einer Variablen mit einem neuen Namen zu speichern, geben Sie den Namen (mit ' oder " Begrenzungszeichen) ein, and drücken Sie [←] [I/O] [NXT] RECN.
2. **Computer.** Führen Sie den Kermit-Befehl aus, um die Datei zu senden, so wie SEND *Datei*.
3. Optional: Um weitere Dateien zu senden, wiederholen Sie Schritte 1 und 2.
4. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [NXT] CLOSE.

Wie man eine Variable zu dem Computer (Konfiguration Lokal/Lokal) sendet:

1. **Computer.** Führen Sie den Kermit-Befehl aus, um die Datei zu empfangen, wie RECEIVE.
2. **HP 48 Taschenrechner.** Geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [←] [I/O] SEND.

3. Optional: Um weitere Variablen zu senden, wiederholen Sie Schritte 1 und 2.
4. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie (NXT) CLOSE.

Um mehrere Variablen auf einmal zu senden, verwenden Sie eine Liste der Form { *Name*$_1$ *Name*$_2$ ... } als Argument für SEND.

Wie man Daten mit dem HP 48 (Lokal/Verteiler (Server)) überträgt:

1. **Computer.** Führen Sie den Kermit-Befehl aus, um ihn zum Verteiler (Server) zu machen, so wie etwa SERVER.
2. **HP 48 Taschenrechner.**
   - Um eine Variable zu senden, geben Sie ihren Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie (←)(I/O) SEND.
   - Um eine Datei in einer Variable zu empfangen, geben Sie den Dateinamen (mit " "Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie (←)(I/O) KGET.
3. Optional: Um weitere Variablen zu übertragen, wiederholen Sie Schritt 2.
4. **HP 48 Taschenrechner.** Um den Vorgang zu beenden, drücken Sie FINIS.
5. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie (NXT) CLOSE.

Um mehrere Variablen auf einmal zu übertragen, verwenden Sie eine Liste der Form { *Name*$_1$ *Name*$_2$ ... } als Argument für SEND.

Um angekommenen Variablen neue Namen zu geben, verwenden Sie eine verschachtelte Liste der Form { { *Name*$_{alt}$ *Name*$_{neu}$ } ... } als Argument für KGET.

Wie man Daten mit dem Computer (Konfiguration Lokal/Verteiler (Server)) überträgt:

1. **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie (→)(I/O) (*oder* (←)(I/O) SERVE).
2. **Computer.**
   - Um eine Datei zum HP 48 Taschenrechner senden, führen Sie den Kermit-Befehl aus, um die Datei zu senden, so wie SEND *Datei*.
   - Um eine Variable vom HP 48 Taschenrechner aufzurufen, führen Sie den Kermit-Befehl aus, wie etwa GET *Datei*.
3. Optional: Um weitere Variablen zu übertragen, wiederholen Sie Schritt 2.

4. **Computer.** Um den Vorgang zu beenden, führen Sie den Kermit-Befehl aus, um den Verteiler (Server) abzustellen, wie etwa FINISH.
5. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [NXT] CLOSE.

Wie man einen Befehl zu einem Computer-Server (Konfiguration Lokal/Verteiler (Server)) sendet:

1. **HP 48 Taschenrechner.** Geben Sie den Befehl als eine Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein.
2. **HP 48 Taschenrechner.** Geben Sie die Zeichenkette "C" ein.
3. **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie [←] [I/O] [NXT] PKT.

Wie man einen Befehl an den HP 48-Server (Lokal/Server) sendet:

- **Computer.** Führen Sie einen Kermit REMOTE HOST *Befehl* aus, wobei *Befehl* ein oder mehrere HP 48 Taschenrechnerbefehle oder andere Objekte ist.

Wie man den Verteiler (Server)-Modus beim HP 48 abstellt:

- **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie [ATTN].

Alle Daten im HP 48 Taschenrechnerspeicher sichern

Sie können alle Daten des ganzen *HOME*-Verzeichnisses in einer Datei Ihres Computers sichern und wiederherstellen. Das *HOME* Verzeichnis schließt alle Variablen, benutzerdefinierte Tasten und Termine ein. Falls Sie wollen, können Sie auch alle Einstellungen der Flags einschließen.

Das Programm "Development Link" von Hewlett-Packard hat Befehle zum automatischen Sichern und Wiederherstellen des HP 48 Taschenrechnerspeichers von einem Computer aus.

Die folgenden Schritte setzen voraus, daß Sie den Computer und den HP 48 Taschenrechner zur Datenübertragung vorbereitet haben. Sehen Sie dazu "Wie man den Computer und den HP 48 Taschenrechner vorbereitet" auf Seite 33-11.

Vorsicht

Während des Sicherns des Speichers, vergewissern Sie sich, daß die laufende Uhr nicht in dem Display ist. Falls die Uhr im Display ist, könnte dadurch der Verlust von im Speicher gespeicherten Daten verursacht werden, nachdem das Sichern vollendet ist.

Wie man alle Daten des Benutzerspeichers in einer Computerdatei sichert:

1. **Computer.** Führen Sie den Kermit-Befehl aus, falls vorhanden, um binäre Übertragung aufzusetzen.
2. **Computer.** Führen Sie den Kermit-Befehl aus, um eine Datei zu empfangen oder daraus den Verteiler (Server) zu machen, wie etwa RECEIVE oder SERVER.
3. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Wenn Sie Flag-Einstellungen auch sichern wollen, drücken Sie [→] [MODES] [NXT] RCLF, und geben Sie einen Flag-Variablen-Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [STO].
4. **HP 48 Taschenrechner.** Geben Sie das markierte Objekt :IO: *Name* in den Stack, wobei *Name* der Name der Datei ist, die im Computer produziert werden soll.
5. **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] [NXT] ARCHI.
6. **HP 48 Taschenrechner.** Um den Vorgang zu beenden, drücken Sie [←] [I/O] FINIS.
7. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [NXT] CLOSE.

ARCHIVE verwendet immer binäre Übertragung, unabhängig von der ASCII/Binär Einstellung im HP 48 Taschenrechner.

Vorsicht

Verwenden Sie den RESTORE Befehl mit Vorsicht; wenn Sie gesicherte Daten des Benutzerspeichers wiederherstellen, werden dabei die Daten im aktuellen Benutzerspeicher vollkommen gelöscht und mit der gesicherten Kopie ersetzt.

Wie man die Daten im HP 48 Benutzerspeicher von der Computer-Datei wiederherstellt:

1. Übertragen Sie die Computer-Datei in eine HP 48-Variable mit Hilfe einer der Datenübertragungsmethoden, die im vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurden.
2. **HP 48 Taschenrechner.** Geben Sie den angekommenen Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [→][RCL], um das gesicherte Objekt aufzurufen.
3. **HP 48 Taschenrechner.** Drücken Sie [←][MEMORY] [NXT] [NXT] RESTO.
4. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die vorher gesicherten Flag-Einstellungen wiederherzustellen, geben Sie den Flag-Variablen-Namen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie [→][RCL], danach drücken Sie [→][MODES] [NXT] STOF.
5. **HP 48 Taschenrechner.** Optional: Um die Batterie zu sparen, drücken Sie [←][I/O] [NXT] CLOSE.

Beispiel: Um die Daten im Speicher in einer Datei namens *AUG1* zu sichern, geben Sie das markierte Objekt :IO:AUG1 als Sicherungsnamen ein. Wenn Sie dann später diese Daten in den HP 48 Taschenrechner aufrufen möchten, geben Sie 'AUG1' ein, und drücken Sie [→][RCL], um Backup HOMEDIR im Stack zu erhalten, und damit sind Sie zum RESTORE Befehl bereit.

33

Dateinamen wählen und verwenden

Die Konventionen für die Benennung von Dateien bei Computern sind von denen für die Bezeichnung von Variablen beim HP 48 Taschenrechner verschieden.

Wenn der HP 48 Taschenrechner eine Datei vom Computer *empfängt*, können gewisse Schwierigkeiten wegen des Namens der Computerdatei auftreten. (Sie können diese Schwierigkeiten vermeiden, indem Sie einen neuen Namen für die angekommenen Daten bestimmen wie in den Instruktionen zur Übertragung beschrieben.)

- Wenn der Dateiname ein in einem Variablennamen nicht erlaubtes Zeichen enthält (wie etwa AB# oder {ABC}), beendet der HP 48 die Übertragung und sendet eine Fehlermeldung zum Computer.

- Wenn der Dateiname einem eingebauten Befehl gleich ist (wie etwa SIN oder DUP), fügt der HP 48 eine numerische Erweiterung dem Namen hinzu (wie etwa SIN.1).
- Wenn der Name mit einem Variablennamen im aktuellen Verzeichnis übereinstimmt und das Flag −36 zurückgesetzt ist (um existierende Variablen zu beschützen), wird eine numerische Erweiterung dem Namen hinzugefügt (wie etwa NAME.1).

Wenn der HP 48 Taschenrechner dem Computer eine Variable *sendet*, könnte ihr Name nicht mit den Konventionen zur Benennung der Computer Anwendungsprogramme vereinbar sein. Die Übertragung einer solchen Datei kann zu einem Übertragungsfehler führen. (Sie können dieses Problem vermeiden, indem Sie der Variablen vor dem Senden einen neuen Namen geben.)

Daten von anderen Taschenrechnern erhalten

Der HP 48 hat die Fähigkeit, Daten von einem anderen Taschenrechner zu erhalten, der die Fähigkeit zur infraroten Druckerausgabe hat. Diese Daten werden als Zeichenkettenobjekte empfangen. Um dies möglich zu machen, brauchen Sie das INPRT Programm für den HP 48, was in dem "Serial Interface Kit" und eletronisch von dem "HP Calculator Bulletin Board" erhältlich ist. Sehen Sie dazu die Innenseite des hinteren Einbandes.

Kermit-Befehle senden

Wenn der HP 48 das *lokale* Gerät in der Konfiguration Lokal/Verteiler (Server) ist, können sie ihn dazu verwenden, Kermit-Befehle an den Verteiler (Server) zu senden, durch einen anderen HP 48 oder durch einen Computer. Wenn der HP 48 ein *Server* ist, können Sie ihm Kermit-Befehle senden. Die folgenden Schritte setzen voraus, daß der Empfänger schon als Server aufgesetzt ist.

Wie man einen Kermit-Befehl von einem HP 48 sendet:

1. Geben Sie den Befehl als Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein.
2. Geben Sie den Pakettyp als Zeichenkette (mit " " Begrenzungszeichen) ein.
3. Drücken Sie ◀ I/O NXT PKT.

Der Verteiler (Server) sendet eine der folgenden Antworten auf den PKT Befehl:

- Eine Bestätigungsmeldung. Die Antwort auf das Paket wird als Zeichenkette in Ebene 1 gesendet. Eine leere Zeichenkette wird gesendet, wenn keine Antwort angemessen ist.
- Ein Fehlerpaket. Der HP 48 zeigt kurz den Inhalt eines Fehlerpaketes an. Um das wieder aufzurufen, drücken Sie ◀ I/O NXT KERR.

Beispiel: Um eine Verzeichniseintragung zu verlangen, geben Sie "DIRECTORY" und "G" ein, und dann drücken Sie PKT. Das Verzeichnis wird als Zeichenkette geliefert.

Information über Kermit-Fehler erhalten

Wenn ein Kermit-Fehler während einer Übertragung vorkommt, ist die Übertragung fehlgegangen. In dieser Situation sehen Sie normalerweise eine Meldung im Display des HP 48 wie etwa Invalid Syntax und weitere Information.

Wie man das ganze Kermit-Fehler-Paket aufruft:

- Drücken Sie ◀ I/O NXT KERR.

Der KERRM Befehl liefert das letzte Kermit-Fehler-Paket als Zeichenkette. Die Zeichenkette wird durch den CLOSEIO Befehl gelöscht.

Zusammenfassung der Kermit-Befehle

Das I/O Menü: Kermit-Befehle

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
[←][I/O] (Seiten 1 und 2):		
SEND	SEND	Sendet den Inhalt einer oder mehrerer Variablen zu einem anderen Gerät. Nimmt ein Argument von Ebene 1, den Variablennamen oder eine Namenliste.
RECV	RECV	Fordert den HP 48 auf, den Empfang einer Variablen von einem anderen Kermit-Gerät zu erwarten.
SERVE	SERVER	Versetzt den HP 48 in den Kermit-Verteiler (Server)-Modus. (Wird auch durch [→][I/O] erreicht.) Drücken Sie [ATTN], um abzusagen.
KGET	KGET	Holt sich eine oder mehrere Variablen von einem Verteiler (Server). Entnimmt als Argument von Ebene 1 den Namen der gewünschten Variablen oder eine Namenliste.
FINIS	FINISH	Gibt den Kermitbefehl FINISH Befehl an den Verteiler (Server), um den Verteiler (Server)-Modus zu beenden.
SETUP		Zeigt das SETUP Menü zur Einstellung der I/O Parameter an.
RECN	RECN	Bewirkt dasselbe wie RECV für eine Variable, nur daß es als Argument einen Namen benötigt. Die angekommene Datei wird mit dem Namen gespeichert.
PKT	PKT	Bietet die Möglichkeit, ein Paket von Kermit-Befehlen an einen Server zu senden. Es nimmt das Paket-Daten-Feld als eine Zeichenkette in Ebene 2 und den Pakettyp als Zeichenkette in Ebene 1.

Das I/O Menü: Kermit-Befehle (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
KERR	KERRM	Liefert den Text der letzten Kermit-Fehlermeldung.
OPENI	OPENIO	Öffnet die serielle Schnittstelle, wobei die I/O Parameter in *IOPAR* verwendet werden.
CLOSE	CLOSEIO	Schließt die serielle Schnittstelle, löscht die KERRM Fehlermeldung, und löscht den Eingabepuffer.
(→)(I/O)		Versetzt den HP 48 in den Kermit-Verteiler(Server)-Modus. (Wie SERVE.) Drücken Sie (ATTN), um abzusagen.

Daten ohne Kermit senden und empfangen

Sie können Daten und Befehle senden und empfangen mit seriellen Geräten die das Kermit-Protokoll *nicht* verwenden, so wie serielle Drucker und Instrumente. Serielle I/O Befehle für Allgemeinzwecke ermöglichen das.

Wie man serielle Daten mit einem Nicht-Kermit seriellen Gerät sendet:

1. Drücken Sie [←] [I/O] SETUP, und setzen Sie die I/O Parameter ein, um mit dem seriellen Gerät übereinzustimmen.
2. Wenn das serielle Gerät Empfangs- oder Übertragungstaktsteuerungen verwendet (XON/XOFF signals) während der Übertragungen, drücken Sie [←] [I/O] [NXT] OPENI CLOSE, um sicher zu gehen, daß *IOPAR* existiert, und dann drücken Sie [VAR] ['] IOPAR [→] [VISIT]:
   - Um Daten mit Hilfe von Taktsteuerung zu erhalten, ändern Sie die dritte Zahl zu 1.
   - Um Daten mit Hilfe von Taktsteuerung zu senden, ändern Sie die vierte Zahl zu 1 beispielsweise, { 9600 0 0 1 3 1 }.

   Drücken Sie [ENTER].
3. Optional: Drücken Sie [←] [I/O] [NXT] OPENI, um die serielle Schnittstelle des HP 48 zu öffnen. (Dieser Schritt ist bei den meisten Verbindungen nicht nötig, aber er verhindert Schwierigkeiten, die durch die Unfähigkeit bestimmter Geräte, bei einer geschlossenen Schnittstelle Verbindung aufzunehmen, verursacht werden.)
4. Um serielle Daten zu senden oder zu empfangen, verwenden Sie die I/O Menütasten für die gewünschten Operationen, Lesen Sie dazu die Tabelle weiter unten.

Vorsicht

Wenn Sie die unten beschriebenen Befehle verwenden, um Daten mit einer Übertragungsrate von 9600 Baud zu senden, sollten Sie vorher sicherstellen, daß die Uhr im Anzeigefeld nicht zu sehen ist. Falls die Uhr im Display ist, so kann es sein, daß eine Datenübertragung unterbrochen oder die übertragenen Daten verfälscht werden.

Das I/O Menü: Serielle I/O Befehle

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
⬅ I/O (Seite 3):		
XMIT	XMIT	Sendet eine Zeichenkette in Ebene 1 ohne das Kermit-Protokoll. Nachdem die ganze Zeichenkette übertragen ist, wird 1 in Ebene 1 geliefert. Konnte die Zeichenkette nicht vollständig übertragen werden, wird 0 in Ebene 1 geliefert, und der nicht übertragene Teil der Eingabezeichenkette wird in Ebene 2 zurückgeliefert. Führen Sie ERRM durch, um die Fehlermeldung zu sehen.
SRECV	SRECV	Empfängt die Zahl der Zeichen, die in Ebene 1 bestimmt ist. Bei einer erfolgreichen Übertragung werden die Zeichen in Ebene 2 als eine Zeichenkette geliefert, und 1 wird in Ebene 1 geliefert. Bei einer erfolglosen Übertragung wird eine leere oder unvollständige Zeichenkette in Ebene 2 geliefert, und 0 wird in Ebene 1 abgelegt. Führen Sie ERRM durch, um die Fehlermeldung zu liefern. (Eine erfolglose Übertragung kommt vor, wenn die Zeichen einen Paritätsfehler, Synchronisierfehler oder Überlauffehler enthalten oder wenn weniger als die angegebenen Zahlen an Zeichen empfangen worden sind, bevor die Wartezeit abgelaufen ist, 10 Sekunden in der Standardeinstellung.) Zeichen werden aus dem Eingabepuffer genommen. Keine Wartezeit kommt vor, wenn Sie die Zahl der Zeichen im Puffer bestimmen, was durch BUFLE geliefert wird.

Das I/O Menü: Serielle I/O Befehle (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
STIME	STIME	Stellt die serielle Sende/Empfang-Wartezeit in Sekunden ein, die in Ebene 1 bestimmt wird. Die Wartezeit kann von 0 bis 25,4 Sekunden andauern. Wenn Sie 0 bestimmen, wartet der HP 48 ins Unendliche, was unnötigen Batterieverbrauch verursachen könnte.
SBRK	SBRK	Sendet eine serielles BREAK Signal.
BUFLE	BUFLEN	Liefert die *Zahl* der Zeichen im Eingabepuffer in Ebene 2, und den Fehlerstatus in Ebene 1 (1=kein Synchronisierfehler oder UART Überlauf, oder 0=Synchronisierfehler oder UART Überlauf). Wird 0 in Ebene 1 geliefert, stellt die Zahl der Zeichen, die in Ebene 2 geliefert wird, den Teil der *vor* dem Fehler gelieferten Daten dar. Sie können diese dazu gebrauchen, um festzustellen, wo der Fehler aufgetreten ist.

33

Hinweis

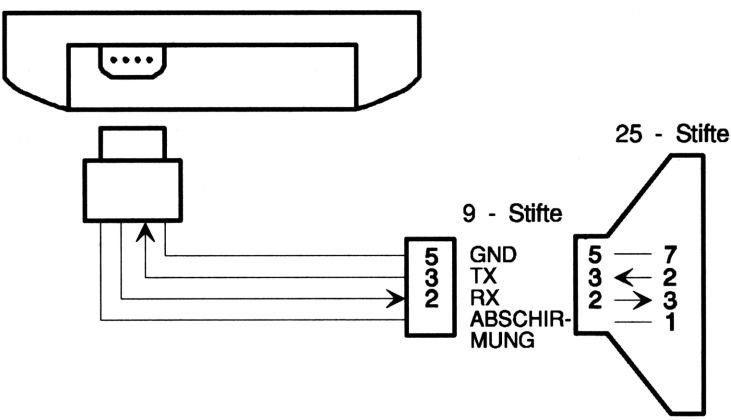
Obwohl XMIT, SRECV und BUFLEN die Sende- und Empfangsmechanismen steuern, wird die Vollständigkeit der Daten nicht überprüft. Um zu garantieren, daß die empfangenen mit den gesendeten Daten identisch sind, fügt man eine Prüfsumme an die gesendeten Daten und vergleicht sie mit der beim Empfang gebildeten Prüfsumme.

OPENIO, XMIT, SRECV und SBRK öffnen automatisch die IR-/serielle Schnittstelle, wobei die aktuellen Werte der ersten vier *IOPAR* Parameter (Baud, Parität, Taktsteuerung beim Empfang und beim Senden) und die aktuelle IR- /Leitungseinstellung verwendet werden (stellen Sie den Gebrauch von IR/W im I/O SETUP Menü

ein). Wenn Sie den Eingabepuffer öffnen, kann dieser einkommende Daten empfangen (bis zu 255 Zeichen), sogar bevor Sie SRECV durchführen.

Eine serielle Verbindung herstellen

Normalerweise gebrauchen Sie das serielle Schnittstellenkabel, um die serielle Schnittstelle anzuschließen. Dieses Kabel ist auch mit dem Programm "Development Link" und dem "Serial Interface Kit" von Hewlett-Packard erhältlich. (Für weitere Information über diese Produkte sehen Sie Ihren HP Händler.) Das folgende Diagramm zeigt das Schaltschema, das vom PC für das serielle Kabel und seinen Adapter verwendet wird.



Serielle Schnittstellenkabel und -adapter (PC Version)

33

ASCII Übertragungen verstehen

Sie *müssen* den ASCII Modus verwenden, wenn Sie Ihre HP 48 Datei mit Hilfe eines Computers anzeigen, editieren oder drucken wollen.

Wenn Daten von dem HP 48 im ASCII Modus *übertragen* werden:

- Die Daten werden von ihrem internen HP 48-Format in eine Zeichenfolge umgesetzt.
- Eine HP Kopfzeile wird dem Anfang der Daten hinzugefügt. Es beschreibt bestimmte aktuelle Einstellungen: den Umsetzungsschlüssel, Winkelmodus und die Bruchmarke.

Wenn Daten vom HP 48 im ASCII Modus *empfangen* werden:

- Die Daten werden in das interne Format des HP 48 umgesetzt.
- Wenn eine HP Kopfzeile vorhanden ist, werden alle Modi, die in dieser Zeile bestimmt werden, auf bestimmte Zeit im HP 48 für die Dauer der Übertragung eingestellt, damit der empfangende Taschenrechner das Objekt, das vom Computer übertragen wird, richtig rekonstruieren kann. Wenn kein Modus bestimmt ist, oder wenn keine Kopfzeile eingeschlossen ist, verwendet der HP 48 seine aktuelle Einstellung.

33 Die %%HP Kopfzeile ermöglicht eine sinnvolle Weise, den Umsetzungsschlüssel, Winkelmodus und die Bruchmarke einzustellen, ohne diese Einstellung zur Zeit der Übertragung überprüfen zu müssen. Hier ist das Format der Kopfzeile:

%%HP: T(*Schlüssel*)A(*Winkel*)F(*Marke*);

wobei

T(*Schlüssel*)	Wenn vorhanden, bestimmt es den Umsetzungsschlüssel, der verwendet wird, wenn der HP 48 Daten *empfängt*: T(0) (keine Umsetzung), T(1) (Kennzeichenzahl 10), T(2) (Kennzeichenzahlen 128–159) oder T(3) (Kennzeichenzahlen 128–255). Sehen Sie dazu "Die Umsetzungsoption wählen" auf Seite 33-6.
A(*Winkel*)	Wenn vorhanden, bestimmt den Winkelmodus, der verwendet wird, wenn der HP 48 Daten *empfängt*: A(D) (Grad), A(R) (Radiant) oder A(G) (Gon).

Wenn die Daten einen Winkel enthalten, ist diese Einstellung von Wichtigkeit.

F(*Marke*) Wenn vorhanden, bestimmt die Bruchmarkierung, die vom HP 48 verwendet wird, wenn Daten *empfangen* werden: F(.) (Punkt) oder F(,) (Komma). Wenn die Daten eine Bruchmarkierung enthalten, ist diese Einstellung von Wichtigkeit.

Falls Sie Ihren Computer dazu verwenden, Daten zu produzieren (wie etwa ein HP 48 Programm), oder Daten grundsätzlich zu ändern, die ursprünglich von Ihrem Taschenrechner kamen, dann wollen Sie wahrscheinlich eine HP Kopfzeile am Anfang der Datei einschließen. Sie garantiert, daß die Datei richtig übertragen und interpretiert wird.

Beispiel: Die Kopfzeile %%HP:A(D); verursacht, daß der Winkelmodus in Grad für die Dauer der Übertragung eingestellt wird. Der aktuelle Umsetzungsschlüssel und Bruchmarkierung werden verwendet.

Beispiel: Die Kopfzeile %%HP:T(2)A(G)F(,); bewirkt, daß während der Übertragung Umsetzungsschlüssel auf 2 eingestellt wird, der Winkelmodus auf GON und die Bruchmarkierung auf Komma.

Die IOPAR Variable verstehen

Die reservierte Variable *IOPAR* speichert die I/O Parameter, die benötigt werden, um eine Verbindung mit einem Computer herzustellen. Das wird im *HOME* Verzeichnis produziert, wenn Sie zum ersten Mal Daten übertragen oder die serielle Schnittstelle öffnen (OPENI). Es wird automatisch aktualisiert, wenn Sie die Einstellungen mit den Befehlen im I/O SETUP Menü verwenden. *IOPAR* enthält eine Liste, die aus den in der folgenden Tabelle beschriebenen Elementen besteht:

{ *Baud Parität Empfangstaktsteuerung Sendetaktsteuerung Prüfsumme Umsetzungsschlüssel* }

Inhalt der IOPAR Liste

Element	Beschreibung	Standard-einstellung
Baud	Übertragungsgeschwindigkeit (1200, 2400, 4800 oder 9600).	9600
Parität	Parität (0=keine, 1=ungerade, 2=gerade, 3=Markierung, 4=Leertaste).	0
Empfangs-takt-steuerung	Nur bei Nicht-Kermit-Übertragungen (0=abgestellt, *nicht Null*=angestellt). Empfangstaktsteuerung sendet XOFF, wenn der Empfangspuffer fast voll ist, und sendet XON, wenn er mehr Daten aufnehmen kann.	0
Sendetakt-steuerung	Nur bei Nicht-Kermit-Übertragungen (0=abgestellt, *nicht Null*=angestellt). Sendetaktsteuerung stoppt Übertragung, wenn XOFF empfangen wird, und fährt fort, wenn XON empfangen wird.	0
Prüfsumme	Fehlerfinden-Schema für SEND (1=einstellige Prüfsumme, 2=zweistellige Prüfsumme, 3=dreistellige zyklische Redundanzüberprüfung).	3
Umsetzungs-schlüssel	Zeichenumsetzung (0=keine, 1=Kennzeichenzahl 10, 2=Kennzeichenzahlen 128–159, 3=Kennzeichenzahlen 128–255). Wird bei binären Übertragungen nicht verwendet. Sehen Sie dazu "Die Übertragungsoption wählen" auf Seite 33-6.	1

34

Speicher, Einsteckkarten, und Bibliotheken

Der HP 48 enthält einen eingebauten Speicher (ROM), der nicht verändert werden kann, und einen eingebauten Benutzerspeicher (RAM). Eine speziell eingebaute Speicherschnittstelle (Schnittstelle 0) kann auch für Speicheroperationen verwendet werden. *Außer beim HP 48S Modell* hat der HP 48 auch zwei Einsschübe (Ports 1 und 2), mit denen Sie den eingebauten Speicherbereich erweitern können, indem Sie Anwendungsprogramm- und RAM-Einsteckkarten verwenden.

In diesem Kapitel wird folgendes beschrieben:

- Die Arten der Speicher.
- Einbau und Ausbau von Einsteckkarten (nicht beim HP 48S).
- Erweiterung des Benutzerspeichers (nicht beim HP 48S).
- Sicherung der Daten.
- Bibliotheken verwenden.

Speicherarten

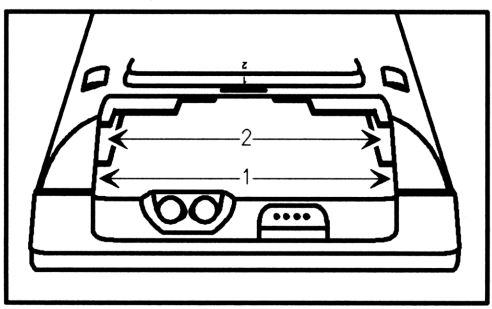
Der HP 48 hat zwei unterschiedliche Speicher:

- **Festwertspeicher oder ROM (Read-only-Memory).** Ein Speicher, der nicht verändert werden kann. Der HP 48 hat 256 KB von eingebautem ROM, der seinen Befehlssatz enthält. Außer beim HP 48S kann man den ROM-Bereich durch den Einbau von Steckkarten mit Bibliotheken erweitern.

- **Schreib-Lese-Speicher oder RAM (Random Access Memory).** Ein Speicher, den man verändern kann. Man kann im RAM Daten speichern, seinen Inhalt verändern und Daten löschen. Der HP 48 enthält 32 KB von eingebautem RAM. Außer beim HP 48S kann der RAM-Bereich mit Hilfe von RAM-Einsteckkarten erweitert werden.

Einbau und Ausbau von Einsteckkarten (Nicht beim HP 48S)

Die zwei Einschübe zum Einbau von Einsteckkarten sind als Port 1 und Port 2 gekennzeichnet. Port 1 befindet sich näher an der Vorderseite des Taschenrechners (weiter innen), und Port 2 ist näher an der Rückseite (weiter außen). Sie können eine Einsteckkarte in den einen oder anderen Port einbauen.



34

Wenn Sie eine *neue* RAM Einsteckkarte einbauen, lesen Sie den nächsten Abschnitt, sonst lesen Sie direkt "Einbau und Ausbau von RAM und ROM Einsteckkarten" auf Seite 34-6.

Vorsicht

Nicht anerkannte Einsteckkarten und Zusatzteile können den HP 48 beschädigen. Sie können zwischen Einsteckkarten und Einsteckzusatzteilen , die entweder möglicherweise den Taschenrechner beschädigen können, und denen, die von HP anerkannten Einsteckkarten unterscheiden, indem Sie auf die Rückseite der Einsteckkarte, wo diese in den HP 48 eingesteckt wird, nachsehen. Eine anerkannte Einsteckkarte hat einen Verschluß aus Metall zum Schutz des HP 48 Taschenrechners vor statischen Spannungen. Die nicht anerkannten Einsteckkarten und Zusatzteile, die bis heute von HP überprüft worden sind, haben diesen Verschluß nicht. Sie haben stattdessen goldene freigelegte Anschlüsse.

Eine neue RAM Einsteckkarte vorbereiten

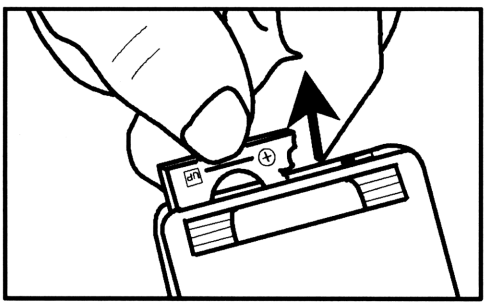
Bevor Sie eine neue RAM Einsteckkarte installieren, müssen Sie zuerst ihre Batterie einsetzen, die mitgeliefert wurde.

Vorsicht

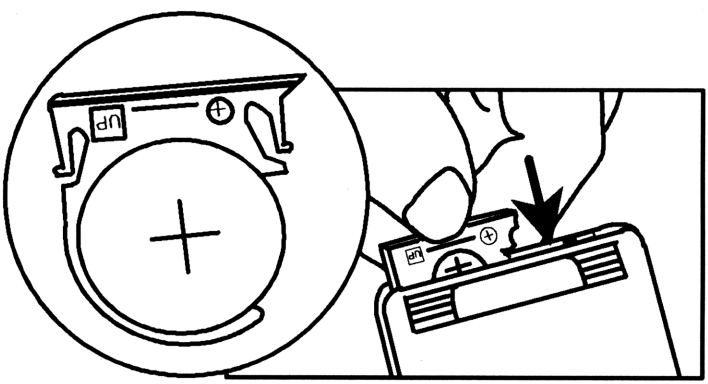
Wenden Sie diesen Vorgang *nicht* an, um die Batterie in einer RAM Einsteckkarte zu ersetzen. Es könnte zu einem Verlust des Speichers in der RAM Einsteckkarte führen. Wie man eine Batterie *austauscht*, lesen Sie in "Wie man die Batterie der RAM Karte wechselt" auf Seite A-10.

Wie man eine Batterie in die neue RAM Einsteckkarte installiert:

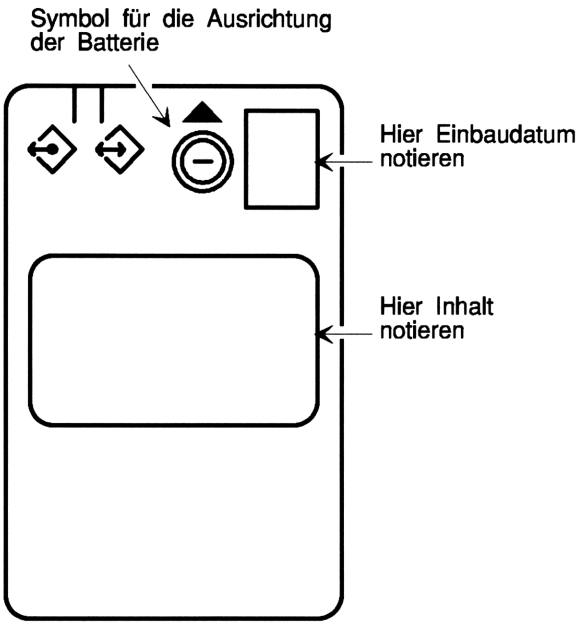
1. Entfernen Sie die Batterie-Abdeckung von der Einsteckkarte, indem Sie Ihren Fingernagel oder einen kleinen Schraubenzieher in die schmale Rille stecken und in die angebene Richtung ziehen.



2. Die geriffelte Seite der Batteriehalterung ist mit einem + Symbol und dem Wort UP markiert. Setzen Sie die Batterie mit dem + Pol nach oben in die Halterung, und dann schieben Sie die Halterung wieder in die Einsteckkarte hinein.



3. Schreiben Sie das Datum der Installierung mit einem wasserfesten feinen Markierer auf die Einsteckkarte. Das Datum ist wichtig, damit Sie wissen, wann Sie die Batterie ersetzen müssen.



4. Stellen Sie im Taschenrechner einen Termin etwa 1 Jahr nach dem Datum der Installation ein. Dieser Termin soll Sie daran erinnern, die Batterie rechtzeitig auszuwechseln. (Vom Gebrauch abhängig sollte die Batterie zwischen 1 und 3 Jahren gut sein. Wenn die Batterie ersetzt werden muß, wird das durch eine Meldung angezeigt, aber *nur wenn die Einsteckkarte sich im Taschenrechner befindet.* Sie setzen diesen Termin, um sich selbst daran zu erinnern, im Falle daß die Einsteckkarte sich nicht im Taschenrechner befindet, wenn die Batterie schwach wird.) Wie man den Termin setzt, können Sie unter "Einstellen von Terminen" auf Seite 24-5 lesen. Wie man eine Batterie der RAM-Einsteckkarte ersetzt, können Sie in "Wie man die Batterie der RAM Karte weschselt" auf Seite A-10 lesen.

Einbau und Ausbau von RAM und ROM Einsteckkarten

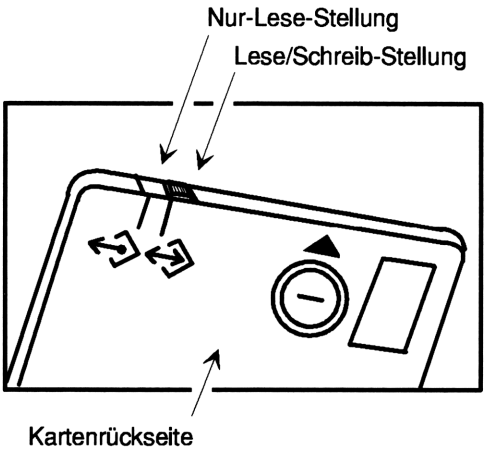
Vorsicht

Stellen Sie den Taschenrechner ab, *bevor* Sie eine Einsteckkarte installieren oder ausbauen. Sonst könnten alle Daten im Benutzerspeicher gelöscht werden.

Der Ein- oder Ausbau einer Einsteckkarte bewirkt beim HP 48 eine Systemunterbrechung, was bedeutet, daß der Inhalt des Stacks verlorengehen könnte. Lesen Sie dazu "Den Stack sichern und neu aufladen" auf Seite 5-3.

Wie man eine Einsteckkarte installiert:

1. Wenn Sie eine *neue* RAM Einsteckkarte installieren, müssen Sie zuerst ihre Batterie, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, einsetzen.
2. Bei einer RAM Einsteckkarte, prüfen oder stellen Sie den Schreibschutzschalter richtig ein. *Bei einer neuen RAM Einsteckkarte stellen Sie ihn auf Lesen/Schreiben.*
   - **Nur Lesen.** Sie können den Inhalt einer Einsteckkarte lesen, aber Sie können ihn nicht ändern, löschen oder ihre Daten speichern. Das schützt die RAM Einsteckkarte davor, ungewollt überschrieben zu werden.
   - **Lesen/Schreiben.** Sie können den Inhalt lesen, ändern und Daten löschen und speichern wie bei eingebauten Benutzerspeichern.



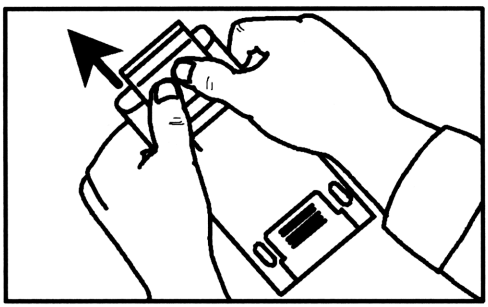
Vorsicht

Wie man den Verlust von Daten im Benutzerspeicher verhindert:

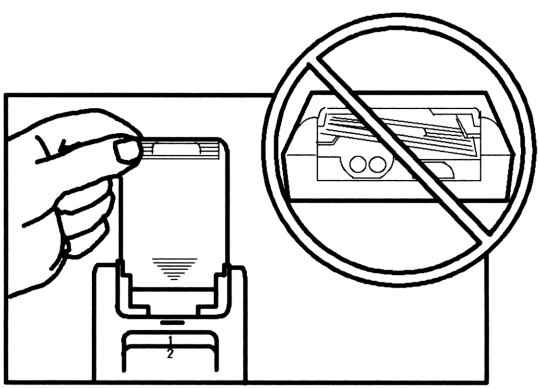
- Stellen Sie immer den Taschenrechner ab, bevor Sie den Schreibschutzschalter der installierten Einsteckkarte umstellen.
- Verwenden Sie den Schreibschutz nicht bei einer RAM Einsteckkarte, die einen Teil des Benutzerspeichers enthält. Sie sollten nur einen *ungebundenen* Speicher vor dem Beschreiben schützen.

3. Stellen Sie den Taschenrechner ab. *Drücken Sie nicht* (ON), *bis Sie die Installation beendet haben.*

4. Entfernen Sie die Portabdeckung oben am Taschenrechner, indem Sie zuerst gegen den Griffbereich und dann in die angegebene Richtung schieben. Indem Sie die Abdeckung entfernen, werden die zwei Einschübe sichtbar.



5. Wählen Sie einen beliebigen leeren Einschub für die Einsteckkarte.
6. Halten Sie die Einsteckkarte wie dargestellt fest. Der dreieckige Pfeil auf der Einsteckkarte muß nach unten in Richtung auf den Taschenrechner zeigen. Vergewissern Sie sich, daß die Einsteckkarte richtig in eine Portöffnung eingeschoben und dabei nicht verkantet wird.



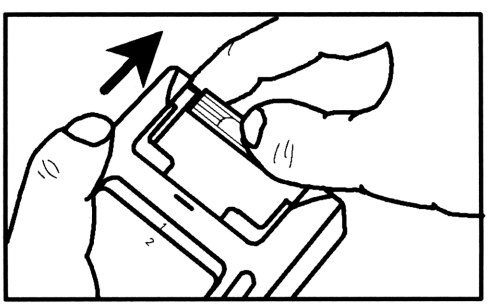
7. Schieben Sie die Karte fest bis zum Anschlag in das Port. Beim ersten fühlbaren Widerstand hat die Karte noch etwa 6 mm, bis sie anstößt.
8. Schieben Sie die Abdeckung wieder in ihre Führung, bis sie einrastet.
9. Drücken Sie [ON], um den Taschenrechner anzustellen.

Hinweis

Wenn Sie eine neue RAM Einsteckkarte installieren und den Taschenrechner anstellen, erhalten Sie die Meldung `Invalid Card Data`, weil die Einsteckkarte noch nicht initialisiert ist. Beachten Sie die Meldung nicht; denn die Einsteckkarte wird bei der ersten Verwendung automatisch initialisiert.

Wie man eine Einsteckkarte ausbaut:

1. *Wenn Sie eine RAM Einsteckkarte ausbauen, vergewissern Sie sich, daß sie nur ungebundenen Speicher enthält*, sehen Sie dazu den Vorsichtshinweis weiter unten, und lesen Sie außerdem "Den Speicher einbinden, freigeben und schützen" auf Seite 34-12.
2. Stellen Sie den Taschenrechner ab. *Drücken Sie nicht* [ON], *bis Sie die Einsteckkarte ausgebaut haben.*
3. Entfernen Sie die Portabdeckung.
4. Drücken Sie auf die Griffläche wie unten dargestellt und schieben Sie die Einsteckkarte aus dem Port.



5. Schieben Sie die Portabdeckung wieder ein.

Vorsicht

Bauen Sie niemals eine RAM Einsteckkarte mit *eingebundenem* Speicher aus. Das wird wahrscheinlich den Verlust der im Benutzerspeicher gespeicherten Daten verursachen. Bevor Sie die RAM Einsteckkarte ausbauen, müssen Sie den gebundenen Speicher *freigeben*. Lesen Sie dazu "Den Speicher einbinden, freigeben und schützen" auf Seite 34-12.

Wenn Sie die Einsteckkarte mit gebundenem Speicher ungewollt ausbauen und die Meldung `Replace RAM, Press ON` (ersetzen Sie Ram, drücken Sie ON) sehen, können Sie den Speicherverlust minimalisieren, indem Sie *den Taschenrechner angestellt lassen*, die Einsteckkarte wieder in *das gleiche* Port einschieben, und dann [ON] drücken.

Einsteckkarten verwenden (Nicht beim HP 48S)

RAM Einsteckkarten oder Anwendungsprogramm-Einsteckkarten in Port 1 oder 2 ermöglichen die Erweiterung des im HP 48 eingebauten Speichers. (Der HP 48S hat keine Einschübe.)

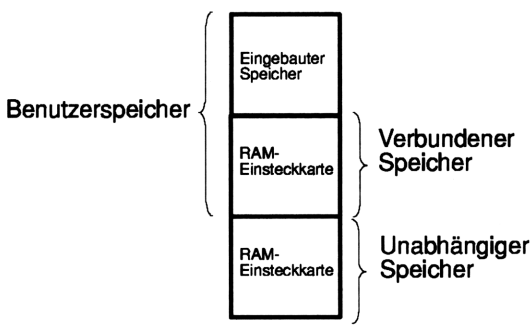
RAM Einsteckkarten verwenden

RAM-Einsteckkarten ermöglichen die Erweiterung von RAM in Ihrem HP 48. Jede RAM Einsteckkarte ist mit einer Batterie versehen, die ihren Inhalt schützt, wenn der Taschenrechner abgestellt ist und nachdem Sie die Einsteckkarte richtig aus dem Taschenrechner ausgebaut haben. (Die Batterien des Taschenrechners liefern nur dann Strom an die RAM Einsteckkarte, wenn der Taschenrechner angestellt ist.)

Sie können die RAM Einsteckkarte so vorbereiten, daß Sie diese in einer von zwei Arten von Speichern verwenden können. Jede Art hat ihre eigenen Vorteile. Sie können zwischen den beiden Arten hin- und herschalten. Aber Sie können nicht eine Einsteckkarte gleichzeitig für beide Arten verwenden. Wenn Sie *zwei* RAM-Einsteckkarten installieren, können Sie jede Einsteckkarte anders verwenden.

- **Der eingebundene Speicher.** Der Teil des Benutzerspeichers, der in einer RAM Einsteckkarte enthalten ist. Der Speicher der Einsteckkarte ist an den eingebauten Benutzerspeicher *gebunden*. Dieses erlaubt Ihnen, den Bereich des Benutzerspeichers zum Zwecke der Erzeugung von Variablen und Verzeichnissen und des Ablegens von Objekten in den Stack zu erweitern. Sehen Sie dazu "Den Benutzerspeicher erweitern" auf Seite 34-17.
- **Der ungebundene Speicher.** Der RAM Speicher, der nicht an den Benutzerspeicher *gebunden* ist, der *ungebunden* ist. Er ist im eingebauten Speicher (im Port 0) oder in einer RAM Einsteckkarte (in Port 1 oder 2). Sie können individuelle Objekte oder ganze Inhaltsverzeichnisse in fast derselben Weise auf eine RAM Karte kopieren, wie Sie Computerkarteien auf einer Diskette sichern würden. Nachdem Sie die Daten kopiert haben, können Sie die Karte herausnehmen und an einem sicheren Ort aufbewahren. Sie können es auch dazu verwenden, Daten in einen anderen HP 48 zu übertragen, indem Sie die Karte dort installieren und die Daten kopieren. Sehen Sie dazu "Daten sichern" auf Seite 34-17.

Das folgende Diagramm illustriert ein System mit zwei RAM Einsteckkarten. Eine enthält einen *gebundenen* Speicher und die andere einen *ungebundenen* Speicher.

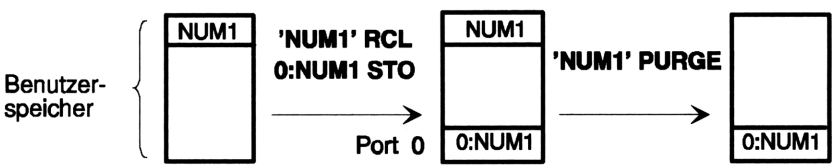


Anwendeprogrammeinsteckkarten verwenden

Anwendungsprogrammeinsteckkarten enthalten normalerweise Bibliotheken, die als Erweiterungen des eingebauten Befehlssatzes funktionieren können. Lesen Sie dazu "Bibliotheken verwenden" auf Seite 34-23.

Port 0 verwenden

Port 0 ist ein spezieller Teil des Speichers, der als ungebundener Speicher operiert, ähnlich den ungebundenen Speichern in RAM-Einsteckkarten. Jedoch ist Port 0 selbst dann vorhanden, wenn es keine Einschübe wie beim HP 48S gibt. Der Speicher für Port 0 wird aus dem Benutzerspeicher genommen. Mit anderen Worte, Objekte, die in Port 0 gespeichert sind, vermindern den Bereich des vorhandenen Benutzerspeichers. Die Größe von Port 0 ist dynamisch, es wächst und schrinkt wie sein Inhalt.



Wenn Sie keinen Port 1 oder 2 haben oder beide nicht verwenden wollen, können Sie Port 0 zum Sichern von Objekten und Bibliotheken verwenden. Sie können im Port auch Daten "verstecken", d.h. Sie können dort gewisse Variablen bereithalten, die aber in keinem Verzeichnis erscheinen.

Den Speicher einbinden, freigeben und schützen (Nicht beim HP 48S)

Wenn Sie zuerst eine RAM Einsteckkarte installieren, ist sie als *ungebundener* ("freier") Speicher aufgesetzt, damit Sie dort Sicherungsobjekte und Bibliotheken speichern können. Um Ihre gesicherten Objekte und Bibliotheken zu schützen, können Sie den Schreibschutzschalter der Einsteckkarte dazu benutzen, Änderungen der Daten zu verhindern.

Wenn Sie den Benutzerspeicher erweitern wollen, setzen Sie den Speicher der Einsteckkarte als *gebundenen* Speicher auf. Sie müssen den Schreibschutzschalter bei einer gebundenen Einsteckkarte auf "nur lesen" einstellen. Der HP 48 muß zu jeder Zeit in der Lage sein, Zugriff zum Benutzerspeicher zu haben.

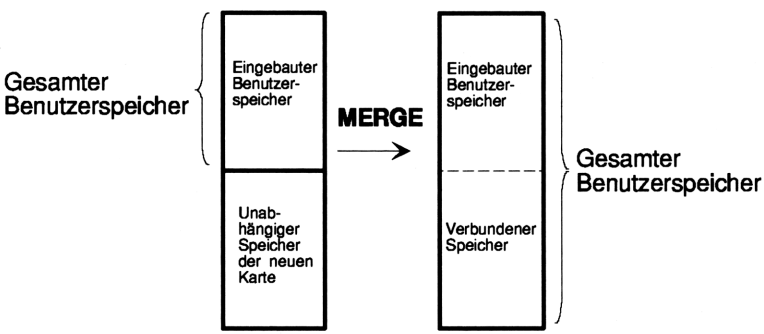
Wie man die Speicherart in einem Port prüft:

- Geben Sie die Zahl des Einschubs ein (1 oder 2), und dann drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] PVARS. Das Resultat in Ebene 1 zeigt die Speicherart an:

"ROM"	ROM ist eine Programmeinsteckkarte.
"SYSRAM"	Gebundener Speicher in einer RAM Einsteckkarte.
Zahl	Ungebundener Speicher in einer RAM Einsteckkarte.

Wie man mit einer RAM Karte Benutzerspeicher erweitert:

1. Vergewissern Sie sich, daß der Schreibschutzschalter der Einsteckkarte auf Lesen/Schreiben eingestellt ist. (*Stellen Sie den Taschenrechner ab, wenn Sie die Einstellung ändern müssen.*)
2. Geben Sie die Portzahl (1 oder 2) ein, wo die Einsteckkarte installiert werden soll, und danach drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] [NXT] MERG.



Wenn Sie eine RAM-Karte einbinden, auf der Sicherungsobjekte oder Bibliotheken gespeichert sind, überträgt der MERGE Befehl diese automatisch in einen speziellen Teil; des Speichers, das Port 0. Lesen Sie dazu "Port 0 verwenden" auf Seite 34-12.

Vorsicht

Auf keinen Fall dürfen Sie eine RAM Einsteckkarte ausbauen, die einen *gebundenen* Speicher enthält; denn das wird wahrscheinlich zum Verlust der im Benutzerspeicher gespeicherten Daten führen. Bevor Sie die RAM Einsteckkarte ausbauen, müssen Sie den eingebundenen Speicher *freigeben*. Sehen Sie die Schritte dazu weiter unten.

Wenn Sie ungewollt eine Einsteckkarte mit gebundenem Speicher ausbauen und die Meldung `Replace RAM, Press ON` sehen, können Sie einen größeren Datenverlust vermeiden, indem Sie den *Taschenrechner angestellt lassen*, Einsteckkarte in das gleiche Port wieder einschieben, und dann [ON] drücken.

Wie man eine Einsteckkarte freigibt, die im Benutzerspeicher gebunden ist:

1. Drücken Sie [←] [{}] [ENTER], um eine leere Liste einzugeben.
2. Geben Sie die Zahl des Ports ein, wo die Einsteckkarte installiert ist (1 oder 2).
3. Drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] [NXT] FREE. (Wenn Sie eine Fehlermeldung erhalten, sehen Sie dazu weiter unten.)
4. Optional: Stellen Sie den HP 48 ab, und ziehen Sie die Einsteckkarte heraus. Lesen Sie dazu "Vie man eine Einsteckkarte ausbaut" auf Seite 34-9.

Wenn die RAM Einsteckkarte schon frei ist (ein ungebundener Speicher ist), werden Sie die Fehlermeldung `Port Not Available` erhalten, wenn Sie FREE ausführen.

Wenn nicht genug Speicherraum vorhanden ist, die RAM Einsteckkarte freizugeben, erhalten Sie eine Speicherfehlermeldung, wenn sie FREE durchführen. Um nach dieser Situation zu prüfen, drücken Sie [←] [MEMORY] MEM. Die Zahl, die geliefert wird, gibt den unbesetzten Raum im Benutzerspeicher in Bytes an. *Um in der Lage zu sein, die RAM Einsteckkarte freizugeben, müssen Sie einen unbesetzten Raum im Speicher haben, der gößer als oder so groß wie der Speicherraum der RAM Einsteckkarte ist*, sonst hat der HP 48 nicht genug unbesetzten Speicher, welcher der Einsteckkarte zugeteilt werden kann.

Wenn Sie nicht genug Speicherraum zur Verfügung haben, die RAM Einsteckkarte feizugeben, können Sie die folgenden Ideen verwenden, um den zur Verfügung stehenden Speicherraum groß genug zu machen:

- Löschen Sie unnötige Variablen aus dem Benutzerspeicher.
- Sichern Sie Daten, die Sie in eine in einem anderen Port installierte RAM Einsteckkarte kopieren können, und löschen Sie dann die ursprünglichen Variablen.
- Sichern und kopieren Sie Daten in Port 0, und dann übertragen Sie die Sicherungsobjekte in die RAM Einsteckkarte, so wie diese freigegeben wird:
  1. Stellen Sie die Menge der Daten fest, die Sie Benutzerspeicher entfernen müssen. (Ein Beispiel: Wenn Sie eine 128-KB RAM Einsteckkarte entfernen und der unbesetzte Benutzerspeicher 126 KB ist, müssen Sie wenigstens 2 KB der Variablen entfernen.)
  2. Sichern Sie die Mengenzahl von Daten ins Port 0, und löschen Sie die ursprünglichen Variablen.
  3. Geben Sie die Einsteckkarte frei, *und* übertragen Sie die Sicherungsobjekte dorthin. Sehen Sie dazu die nächsten Schritte weiter unten.

Wie man eine gebundene RAM Karte freigibt und Sicherungsobjekte dorthin überträgt:

1. Sichern Sie die gewünschte Objekte ins Port 0. Lesen Sie dazu "Einzelne Objekte sichern" auf Seite 34-18.
2. Geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) und mit den Namen der Sicherungsobjekte im Port 0 ein.
3. Geben Sie die Portzahl ein, wo die Einsteckkarte installiert ist (1 oder 2).
4. Drücken Sie [←] [MEMORY] [NXT] [NXT] FREE.
5. Optional: Stellen Sie den HP 48 ab und ziehen Sie die Einsteckkarte heraus. Lesen Sie dazu "Wie man eine Einsteckkarte ausbaut" auf Seite 34-9.

Die auf der Liste genannten Objekte werden aus Port 0 entfernt und in der gerade erst freigegebenen RAM Einsteckkarte (mit ungebundenem Speicher) gespeichert.

Beispiel: Nehmen Sie an, daß die Sicherungsobjekte *NUM1* und *ADD3* im Port 0 gespeichert sind und eine RAM Einsteckkarte in Port 1 als gebundener Benutzerspeicher aufgesetzt ist. Um diese zwei Objekte zur Aufbewahrung in die RAM Einsteckkarte zu übertragen,

geben Sie { NUM1 ADD3 } ein, dann geben Sie 1 ein, und danach führen Sie FREE durch. Jetzt können Sie die Einsteckkarte entfernen. Sie enthält die zwei Sicherungsobjekte, die auch vom Port 0 gelöscht wurden.

Vorsicht

Vermeiden Sie, Daten im Benutzerspeicher zu verlieren:

- Stellen Sie immer den Taschenrechner ab, bevor Sie den Schreibschutzschalter der installierten Einsteckkarte umschalten.
- Die RAM Einsteckkarte mit dem *gebundenen* Speicher darf nur auf Lesen/Schreiben stehen. Die Einstellung "Nur Lesen" darf nur beim *ungebundenen* Speicher verwendet werden.

34

Wie man den Schreibschutzschalter der installierten Karte umstellt:

1. *Vergewissern Sie sich, daß die Einsteckkarte nur einen ungebundenen Speicher enthält.* Lesen Sie dazu "Wie man nach der Speicherart im Port prüft" auf Seite 34-13.
2. Stellen Sie den HP 48 ab.
3. Stellen Sie den Schalter in die richtige Position um:
   - Für "Nur Lesen" ist der Schalter *zur* Ecke der Einsteckkarte gerichtet.
   - Für Lesen/Schreiben ist der Schalter *weg von der Ecke* der Einsteckkarte gerichtet.

Den Benutzerspeicher erweitern (Nicht beim HP 48S)

Sie können die RAM Einsteckkarte dazu verwenden, den Benutzerspeicher zu erweitern. Setzen Sie die Einsteckkarte einfach als gebundenen Speicher auf. Wenn Sie später die Einsteckkarte ausbauen wollen, müssen Sie zuerst den gebundenen Speicher freigeben.

Vorsicht

Vermeiden Sie, Daten aus dem Benutzerspeicher zu verlieren:

- Stellen Sie die RAM Einsteckkarte mit dem *gebundenen* Speicher auf Lesen/Schreiben ein.
- Bauen Sie die RAM Einsteckkarte mit *gebundenem* Speicher nicht aus.

Wie man eine installierte RAM Karte einstellt, um den Benutzerspeicher zu erweitern:

- Binden Sie den RAM-Einsteckkarten-Speicher ein. Lesen Sie dazu "Den Speicher einbinden, freigeben und schützen" auf Seite 34-12.

Wie man eine mit dem Benutzerspeicher gebundene Einsteckkarte freigibt oder entfernt:

- Geben Sie den RAM-Einsteckkarten-Speicher frei. Lesen Sie dazu "Den Speicher einbinden, freigeben und schützen" auf Seite 34-12.

Daten sichern

Der HP 48 verwendet einen speziellen Objekttyp, den *Sicherungsobjekttyp*, um Daten zu sichern. Ein Sicherungsobjekt enthält ein anderes Objekt, seinen Namen und seine Prüfsumme. Einfach ausgedrückt heißt das, daß ein Sicherungsobjekt eine Variable oder ein Verzeichnis und seine Prüfsumme enthält.

Sicherungsobjekte existieren nur im *ungebundenen Speicher*:

- Port 0.

- Ports 1 und 2, wenn sie RAM-Einsteckkarten enthalten, die als ungebundene Speicher gesetzt sind. Wenn Sie zuerst eine Einsteckkarte installieren, ist sie als ungebundener Speicher gesetzt. (Ports 1 und 2 existieren nicht im HP 48S.)

Wie man eine Einsteckkarte als ungebundenen Speicher setzt:

- Stellen Sie den RAM Einsteckkartenspeicher frei, Lesen Sie dazu "Den Speicher einbinden, freigeben und schützen" auf Seite 34-12. (Wenn Sie die Einsteckkarte nicht als *gebundenen* Speicher gesetzt haben, dann ist sie schon als *ungebundener* Speicher gesetzt.)

Einzelne Objekte sichern

Wie man ein Objekt sichert:

1. Legen Sie das Objekt im Stack ab.
2. Geben Sie ein *Sicherungskennzeichen* ein, um das Sicherungsobjekt zu produzieren. Lesen Sie dazu die Information weiter unten.
3. Drücken Sie (STO).
4. Optional: Löschen Sie das ursprüngliche Objekt im Benutzerspeicher.

Der STO Befehl produziert eine Sicherungskopie mit Hilfe des Ports und des durch das *Sicherungskennzeichen* bestimmten Namens in der folgenden Form:

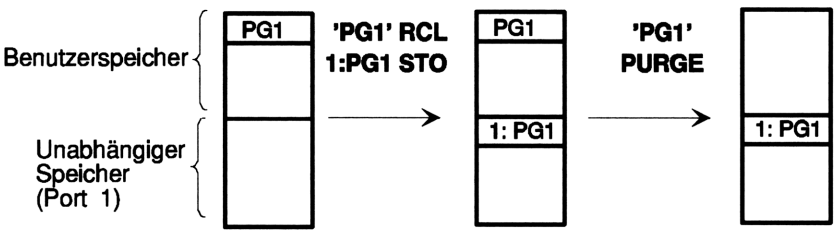
: *Port*: *Name*,

wobei *port* die Portzahl (0, 1 oder 2) und *name* der Name ist, wo die Sicherungskopie gespeichert ist. Wenn Sie Port 1 oder 2 verwenden, muß es als ungebundener Speicher aufgesetzt sein. Der Name des Sicherungsobjektes kann vom ursprünglichen Namen verschieden sein.

Sie können ein ganzes Verzeichnis (und seine Unterverzeichnisse) in einer Sicherungskopie sichern, indem Sie das Verzeichnisobjekt im Stack ablegen und eine Sicherungskopie produzieren.

Wenn ein Sicherungsobjekt mit einem gegebenen Sicherungskennzeichen existiert, müssen Sie das Sicherungsobjekt löschen, bevor Sie das Kennzeichen mit einem anderen Sicherungsobjekt verwenden können.

Beispiel: Um ein Programm namens *PG1* in einem ungebundenen Speicher in Port 1 zu sichern, rufen Sie das Programm in den Stack auf, indem Sie 'PG1' eingeben und dann (→)(RCL) drücken. Danach geben Sie das Sicherungskennzeichen :1:PG1 ein, und dann drücken Sie (STO).



Beispiel: Um ein Unterverzeichnis namens *CHEM* (im *HOME* Verzeichnis) in einem Sicherungsobjekt namens *BCHEM* zu sichern, drücken Sie (→)(HOME)(VAR)(→) CHEM, um das Verzeichnis im Stack abzulegen, und dann geben Sie :1:BCHEM ein, und drücken Sie (STO).

Wie man ein Port Menü der Sicherungsobjekte und Bibliotheken anzeigt:

1. Drücken Sie (←)(LIBRARY).
2. Drücken Sie PORT0, PORT1, oder PORT2 für das von Ihnen gewollte Port.

PORT0, PORT1, oder PORT2 zeigt ein Menü der Sicherungsobjekte und Bibliotheken in dem Port an.

Wie man das Sicherungskennzeichen eines Sicherungsobjektes eingibt:

- Lassen Sie sich das entsprechende PORT Menü anzeigen, und dann drücken Sie (→)(ENTRY), die Menütaste für das Objekt, und (ENTER).

Wie man ein Sicherungsobjekt in den Stack aufruft:

- Lassen Sie sich das entsprechende PORT Menü anzeigen, und dann drücken Sie (→) und die Menütaste für das Objekt.
  oder

- Geben Sie das Sicherungskennzeichen für das Sicherungsobjekt ein, und drücken Sie [→][RCL].

Wie man ein Sicherungsobjekt auswertet:

- Lassen Sie sich das entsprechende Port Menü anzeigen, und dann drücken Sie die Menütaste für das Objekt.
  oder
- Geben Sie das Sicherungskennzeichen für das Sicherungsobjekt ein, und drücken Sie [EVAL].

Um mehrere Sicherungsobjekte der Reihe nach auszuwerten, geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) ein, welche die Sicherungskennzeichen enthält, und dann drücken Sie [EVAL].

Beispiel: Um das Programm Sicherungsobjekt im Port 0 namens *BPRG* laufen zu lassen, drücken Sie [←][LIBRARY] PORT0 BPRG.

Wie man ein Sicherungsobjekt löscht:

- Geben Sie das Sicherungskennzeichen für das Sicherungsobjekt ein, und dann drücken Sie [←][PURGE].

Um mehrere Sicherungsobjekte zu löschen, geben Sie eine Liste (mit { } Begrenzungszeichen) ein, welche die Sicherungskennzeichen enthält, und dann drücken Sie [←][PURGE].

Sie können ein Sicherungsobjekt, das Sie in den Stack aufgerufen haben, nicht löschen. Sie erhalten nur die Fehlermeldung Object in Use. Wenn Sie zuerst das Objekt aus dem Stack löschen oder zuerst das Objekt in einer Variablen speichern, dann können Sie das Sicherungsobjekt löschen.

Wie man alle Ports nach einem Objekt absucht:

1. Geben Sie das Sicherungskennzeichen für das Objekt ein, *aber* verwenden Sie & für die Portzahl. (Drücken Sie [α][←][ENTER], um & einzutippen.)
2. Führen Sie RCL, EVAL oder PURGE aus.

Wenn Sie das & "Stellvertreterzeichen" als Portzahl verwenden, sucht der HP 48 die Ports 2, 1, 0 und den Hauptspeicher nach dem Sicherungsobjekt ab. Er verwendet dann das erste Auftreten des Namens.

Beispiel: Wenn Sie :&:BPG1 eingeben und (←)(PURGE) drücken, löschen Sie das erste Auftreten von *BPG1* in den Ports 2, 1, 0 oder dem Hauptspeicher.

Wie man eine Liste der Sicherungsobjekte in einem Port erhält:

- Geben Sie die Portzahl (0, 1 oder 2) ein, und drücken Sie (←)(MEMORY)(NXT) PVARS.

Der PVARS Befehl liefert zwei Resultate. Ebene 1 zeigt die Speicherart in dem Port an: "ROM" (Programmeinsteckkarte), "SYSRAM" (gebundener Speicher) oder eine Zahl (die Zahl der unbenutzten Bytes im Benutzerspeicher für das Port 0 oder den im Port ungebundenen Speicher für Port 1 oder 2). Ebene 2 enthält eine Liste mit Sicherungskennzeichen und Bibliothekkennzeichen.

Wie man eine ungebundene RAM Karte mit den Sicherungsobjekten entfernt:

- Stellen Sie den HP 48 ab, und bauen Sie die Einsteckkarte aus. Lesen Sie dazu "Wie man eine Einsteckkarte ausbaut" auf Seite 34-9.

Wie man Sicherungsobjekte von einer Einsteckkarte in einen anderen HP 48 kopiert:

1. Stellen Sie den HP 48 ab, und installieren Sie die Einsteckkarte. Lesen Sie dazu "Einbau und Ausbau von RAM und ROM Einsteckkarten" auf Seite 34-6.
2. Stellen Sie den HP 48 an.
3. Rufen Sie das Objekt in den Stack auf. Lesen Sie dazu "Wie man Sicherungsobjekt in den Stack aufruft" auf Seite 34-19.

Sie können auch Objekte zwischen zwei HP 48 Taschenrechnern mit Hilfe des infraroten Ports übertragen. Lesen Sie dazu "Datenübertragung zwischen zwei HP 48 Taschenrechnern" auf Seite 33-9.

Alle Daten des Speichers sichern

Sie können alle Daten des gesamten *HOME* Verzeichnisses in einem Sicherungsobjekt sichern und daraus wiederherstellen. Das *HOME* Verzeichnis enthält alle Variablen, benutzerdefinierte Tasten und Termine. Falls Sie wollen, können Sie auch alle Flageinstellungen einschließen.

Sie können die Daten eines Speichers auch in die Datei eines Computers sichern. Lesen Sie dazu "Alle Daten im HP 48 Taschenrechnerspeicher sichern" auf Seite 33-15.

Vorsicht

Während Sie die Daten des Speichers sichern, vergewissern Sie sich, daß die angestellte Uhr nicht im Display ist. Falls das der Fall ist, werden Ihre Sicherungsdaten verfälscht.

Wie man alle Daten des Benutzerspeichers im Sicherungsobjekt sichert:

1. Optional: Um auch die Flageinstellungen zu sichern, drücken Sie (→)(MODES)(NXT) RCLF, geben Sie den Variablennamen (mit ' Begrenzungszeichen) ein, und dann drücken Sie (STO).
2. Geben Sie ein Sicherungskennzeichen ein, um das Sicherungsobjekt zu produzieren.
3. Drücken Sie (←)(MEMORY)(NXT)(NXT) ARCHI.

ARCHIVE sichert nur die Daten im Benutzerspeicher. Es sichert die Daten im ungebundenen Speicher *nicht*.

Vorsicht

Wenn Sie RESTORE ausführen, wird der ganze Inhalt des Benutzerspeichers mit dem Inhalt des Sicherungsobjektes *überschrieben*. Um den Stack zu sichern, können Sie ihn in einem anderen Sicherungsobjekt sichern. Lesen Sie dazu "Den Stack sichern und neu aufladen" auf Seite 5-3.

Wie man den HP 48 Benutzerspeicher aus dem Sicherungsobjekt wiederherstellt:

1. Rufen Sie das Sicherungsobjekt auf. Lesen Sie dazu "Wie man ein Sicherungsobjekt in den Stack aufruft" auf Seite 34-19.

2. Drücken Sie ◀ (MEMORY) (NXT) (NXT) RESTO.
3. Optional: Um die vorher gesicherten Flageinstellungen wiederherzustellen, rufen Sie den Inhalt der Variablen mit den Flagdaten auf, und drücken Sie ▶ (MODES) (NXT) STOF.

Beispiel: Um im Port 2 das Sicherungsobjekt *JUN12* für den gesamten Benutzerspeicher zu produzieren, geben Sie :2:JUN12 ein, und führen Sie ARCHIVE durch. Um dann den Benutzerspeicher aus dem Sicherungsobjekt wiederherzustellen, geben Sie :2:JUN12 ein, und führen Sie RESTORE durch.

Bibliotheken verwenden

Eine *Bibliothek* ist ein Objekt mit benannten Objekten, die als Erweiterungen des eingebauten Befehlssatz funktionieren können. Der Hauptverwendungszweck einer Bibliothek ist der, daß sie für Anwendungsprogramme, die in ROM oder RAM eingegeben sind, als Server funktionieren kann. Eine ROM Bibliothek wohnt in einer Programmeinsteckkarte (wie etwa HP Solve oder Gleichungsbibliothekkarte), und wird installiert, indem man man die Einsteckkarte in Port 1 oder 2 einschiebt. (Der HP 48S hat keine Ports.) Eine RAM Bibliothek kann in der RAM Einsteckkarte wohnen, oder sie kann in den Benutzerspeicher von dem infraroten oder seriellen E/A Port übertragen werden. (Lesen Sie die Beschreibung für Bibliotheken für Details).

Bibliotheken haben mehrere Vorteile den Programmen gegenüber:

- Die von Ihnen geschriebenen Anwendungsprogramme sind vor dem Kopieren geschützt, weil der Inhalt einer Bibliothek nicht besichtigt, editiert oder in den Stack aufgerufen werden kann.
- Bibliotheken machen schnelleres Zugreifen auf von anderen Programmen verwendete Variablen möglich.
- Sie können die in Programmen verwendeten Variablen "verstecken" (nicht benennen) , was das Überladen des Bibliothekenmenüs verhindert.

Bibliotheken produzieren

Man kann keine Bibliothek direkt mit dem HP 48 produzieren. Aber man kann eine mit dem Computer produzieren und dann in den HP 48 aufladen.

Wie man eine Bibliothek mit dem Computer produziert:

1. **HP 48.** Produzieren Sie ein Verzeichnis der Objekte, die in der Bibliothek enthalten sein sollen.
2. **HP 48 und Computer.** Übertragen Sie die Verzeichnisvariable nach dem Computer. Lesen Sie dazu "Datenübertragung zwischen einem Computer und einem HP 48 Taschenrechner" auf Seite 33-11.
3. **Computer.** Führt ein Programm namens USRLIB durch, das Bibliotheken bildet und in Ihrem Computer wohnt. Lesen Sie dazu die Information weiter unten.
4. **HP 48 und Computer.** Übertragung der Bibliothek nach dem HP 48.

USRLIB kann elektronisch vom "HP Calculator Bulletin Board" bezogen werden. Lesen Sie dazu die hintere Innenseite dieses Handbuches.

Bibliotheken aufsetzen

Wie man eine Bibliothek aufsetzt:

1. Installieren Sie die Bibliothek in einem Port:
   - Für eine Programm-Einsteckkarten-Bibliothek *stellen Sie den HP 48* ab, und schieben Sie die Einsteckkarte in Port 1 oder 2 ein.
   - Für eine RAM Bibliothek speichern Sie diese im ungebundenen Speicher (Port 0, 1 oder 2).
2. Binden Sie die Bibliothek an:
   - Bei gewissen Bibliotheken müsssen Sie nur den HP 48 an- und abstellen.
   - Bei anderen Bibliotheken müssen Sie diese von Hand anbinden. Lesen Sie dazu die Information weiter unten.

Um eine Bibliothek zu verwenden, muß sie in einem Port installiert und an ein Verzeichnis im Benutzerspeicher angebunden sein. Das Anbinden kann automatisch geschehen, wenn Sie eine

Programm-Einsteckkarte installieren, oder Sie müsssen es selber machen.

Wie man eine RAM Bibliothek ungebunden speichert:

1. Legen Sie die Bibliothek im Stack ab. (Merken Sie sich ihre Bibliothekenzahl und -namen.)
2. Geben Sie die Portzahl zum Speichern der Bibliothek (0, 1 oder 2) ein.
3. Drücken Sie (STO).
4. Optional: Löschen Sie die ursprüngliche Bibliothek im Benutzerspeicher.

Wenn Sie Port 0 gebrauchen, ist die Bibliothek immer erhältlich, selbst wenn Sie die Einsteckkarten entfernen. Wenn Sie Port 1 oder 2 gebrauchen, muß es eine RAM Einsteckkarte mit ungebundenem Speicher enthalten.

Wie man eine im Port wohnende Bibliothek anbindet:

1. Schalten Sie in das gewünschte Verzeichnis um:
   - Um Zugriff von allen Verzeichnissen aus zu haben, ändern Sie das *HOME* Verzeichnis.
   - Um begrenzten Zugriff zu haben, ändern Sie das gewünschte Verzeichnis. Die Bibliothek ist nur in diesem Verzeichnis und seinen Unterverzeichnissen erhältlich.
2. Geben Sie das *Bibliothekenkennzeichen* für die Bibliothek ein. Es hat folgende Form: **:** *Port* **:** *Zahl*. Sehen Sie dazu die Information weiter unten.
3. Drücken Sie (←)(MEMORY)(NXT) ATTAC.

Sie können nur eine Bibliothek an jedes Verzeichnis anbinden, *aber* an das *HOME* Verzeichnis können Sie eine beliebige Anzahl anbinden. (Lesen Sie dazu die Dokumentation, die mit der Programm-Einsteckkarte oder der RAM Bibliothek kommt, um weitere Informationen über das Anbinden der Bibliothek zu erhalten.)

Jede Bibliothek ist auf zweierlei Arten identifiziert:

- Ein *Bibliothekenkennzeichen* hat folgende Form: **:** *Port* **:** *Zahl*, wobei *Zahl* nur mit dieser einzigen Bibliothek verbunden ist. Drücken Sie (←)(LIBRARY) und PORT0, PORT1, oder PORT2 für das Port, wo Sie die Bibliothek gespeichert haben, erscheint die Bibliothekenzahl im Menü.

- Ein *Bibliothekenname* ist eine Folge von Zeichen. Drücken Sie ◀ LIBRARY im Verzeichnis, wo Sie die Bibliothek oder ein beliebiges Unterverzeichnis angebunden haben, erscheint der Bibliothekenname im Menü.

Wie man eine Bibliothek löscht:

1. Schalten Sie in das Verzeichnis um, wo die Bibliothek angebunden ist.
2. Geben Sie das *Bibliothekenkennzeichen* für die Bibliothek im ungebundenen Speicher ein. Es hat die Form **:** *Port* **:** *Zahl.*
3. Drücken Sie wieder ENTER, um eine zweite Kopie des Bibliothekenkennzeichens zu machen.
4. Drücken Sie ◀ MEMORY NXT DETAC, um es von dem Verzeichnis freizugeben.
5. Drücken Sie ◀ PURGE, um die Bibliothek aus dem ungebundenen Speicher zu löschen.

Bibliotheken verwenden

Wie man das Menü der Bibliothekenoperationen aufruft:

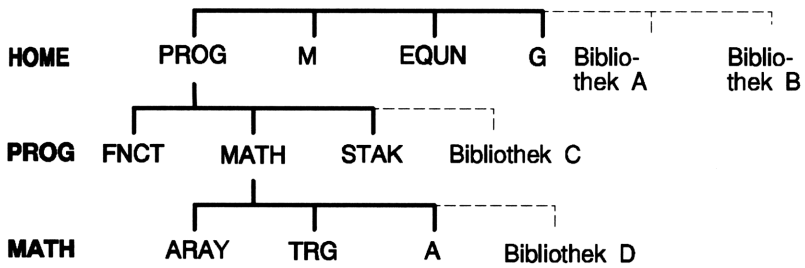
34

1. Wenn die Bibliothek nicht dem *HOME* Verzeichnis angebunden ist, schalten Sie in das Verzeichnis um, woran sie gebunden ist, oder aber in eins der Unterverzeichnisse.
2. Drücken Sie ◀ LIBRARY und die Menütaste für den Bibliothekennamen.

Das LIBRARY Menü enthält die Namen der vorhandenen Bibliotheken, d.h. Bibliotheken die im aktuellen Verzeichnispfad sind, nicht nur im aktuellen Verzeichnis. Das Menü für eine individuelle Bibliothek enthält die Operationen dieser Bibliothek. Drücken Sie jene Menütasten, welche die Bibliothekenoperationen ausführen.

Beispiel: Wenn Sie die HP Solve Gleichungsbibliothek-Einsteckkarte installiert haben, wird sie automatisch an das *HOME* Verzeichnis angebunden. Drücken Sie ◀ LIBRARY EQLIB, um das Menü aller Operationen in der EQLIB Bibliothek anzuzeigen.

Beispiel: Nehmen Sie an, Ihr HP 48 hätte die folgende Verzeichnistruktur und die folgenden angebundenen Bibliotheken.



Drücken Sie ◀ LIBRARY im *HOME* Verzeichnis, schließt das Menü A und B ein. Drücken Sie ◀ LIBRARY im *PROG* Verzeichnis, zeigt das Menü A, B, und C.

Zusammenfassung der Bibliothekenbefehle

Bibliothekenbefehle

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
STO	STO	Speichert eine Bibliothek aus Ebene 2 in dem ungebundenen Speicher des in Ebene 1 bestimmten Ports.
▶ RCL	RCL	Ruft die Bibliothek auf, die durch das Bibliothekenkennzeichen (: *Port* : *Zahl*) in Ebene 1 bestimmt ist.

34

Bibliothekenbefehle (fortgesetzt)

Taste	Programmierbarer Befehl	Beschreibung
↰ PURGE	PURGE	Löscht die RAM Bibliothek, die von dem Bibliothekenkennzeichen (: *Port*: *Zahl*) in Ebene 1 bestimmt ist.
↰ MEMORY (Seite 2):		
PVARS	PVARS	Liefert in Ebene 2 für die Portzahl, die in Ebene 1 bestimmt ist, die Liste der Sicherungskennzeichen und Bibliothekenkennzeichen und in Ebene 1 den Speichertyp: "ROM" (Programm-Einsteckkarte), "SYSRAM" (gebundener Speicher) oder eine Zahl (die Zahl der unbenutzten Bytes im Benutzerspeicher des Ports 0 oder in den ungebundenen Speichern für Port 1 oder 2).
LIBS	LIBS	Zeigt eine Liste mit den Namen, Bibliothekenzahlen und Portzahlen aller Bibliotheken, die an das aktuelle Verzeichnis gebunden sind.
ATTAC	ATTACH	Bindet die Bibliothek an das aktuelle Verzeichnis, die durch die Bibliothekenzahl in Ebene 1 bestimmt ist.
DETAC	DETACH	Gibt die Bibliothek vom aktuellen Verzeichnis frei, die durch die Bibliothekenzahl in Ebene 1 bestimmt ist.

Teil 6

Anhänge und Verzeichnisse

A

Unterstützung, Batterien und Wartung

Wenn manches nicht mehr funktioniert

Wenn Sie Probleme haben, entweder nachdem Sie die Beispiele in diesem Handbuch oder nachdem Sie Ihre eigenen Aufgaben gelöst haben, können Sie diese Hinweise dazu benutzen, die Probleme zu beseitigen. Im nächsten Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" und im Anhang B "Meldungen" können Sie weitere Informationen finden.

Wenn Sie eine Meldung löschen wollen:

- Drücken Sie [ATTN] (die [ON] Taste).

Wenn Sie in einer ungewöhnlichen Situation steckenbleiben:

- Drücken Sie [ATTN] ein oder mehrere Male, bis Sie die normale Stackanzeige sehen.

Wenn Sie einen Fehler rückgängig machen wollen:

- Um die letzte Befehlszeile, die Sie ausgeführt haben, wieder aufzurufen, (damit Sie diese ändern und wieder ausführen können), drücken Sie [←][LAST CMD] (oberhalb der [3] Taste).
- Um das letzte Resultat zu entfernen und die ursprünglichen Daten wieder aufzurufen, drücken Sie [←][LAST STACK] (oberhalb der [2] Taste).
- Um das letzte Resultat zu behalten *und* die ursprünglichen Daten wieder aufzurufen, drücken Sie [→][LAST ARG] (oberhalb der [2] Taste.

Wenn Ihre Befehlszeile in ungültiger Syntax erscheint:

- Versuchen Sie den Fehler im Text der Befehlszeile zu erkennen, besonders bei der ▮ Marke, und, nachdem Sie die Zeile editiert

haben, drücken Sie [ENTER].
oder

- Drücken Sie [ATTN] [ATTN], um von vorne anzufangen.

Wenn Sie alle Modi des Taschenrechners neu einstellen müssen:

1. Drücken Sie [ATTN] [→] [#] 1008 [α] [←] D, (um `#1008d` zu erhalten).
2. Drücken Sie [→] [CST] [NXT] STOF.

Wenn Sie den Taschenrechner neu einstellen (und den ganzen Speicher dabei löschen) müssen:

1. *Wenn Sie irgendetwas im Speicher aufbewahren wollen, stellen Sie den Taschenrechner nicht neu ein.*
2. Drücken Sie und halten Sie [ON] gedrückt.
3. Zur gleichen Zeit drücken Sie die linke und die rechte Menütasten (A und F), und danach lassen Sie diese los.
4. Lassen Sie die [ON] Taste los.
5. Drücken Sie NO.

Die obigen Schritte löschen auch den Inhalt einer RAM Karte, aber *nur* wenn ihr RAM an den Hauptspeicher des Taschenrechners gebunden ist.

Wenn Sie den Taschenrechner nicht anstellen können:

1. Halten Sie [ON] gedrückt, und drücken Sie [+] mehrere Male, um zu nach irgendeinem Licht im Display zu prüfen.
2. Installieren Sie drei neue AAA Batterien wie unter "Batterienwechseln" auf Seite A-8 beschrieben.
3. Prüfen Sie den Taschenrechner. Lesen Sie dazu "Überprüfung der Taschenrechnerfunktion" auf Seite A-12.

A

Wenn Sie denken, daß der Taschenrechner repariert werden muß:

1. Prüfen Sie seine Funktionen. Lesen Sie dazu "Überprüfung der Taschenrechnerfunktion" auf Seite A-12.
2. Rufen Sie die HP Abteilung für Kundenbetreuung an. Sehen Sie dazu die Innenseite des Einbandes.
3. Schicken Sie ihn nach Hewlett-Packard. Lesen Sie dazu "Wenn der Taschenrechner repariert oder gewartet werden muß" auf Seite A-20.

Antworten auf häufige Fragen

Alle Fragen, die bei der Arbeit mit Ihrem Taschenrechner auftauchen, beantworten Ihnen die Mitarbeiter unserer Abteilung für Kundenbetreuung. Nach unserer Erfahrung haben viele Kunden gleiche oder ähnliche Fragen zu unseren Produkten; aus diesem Grund haben wir den folgenden Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" in das Handbuch aufgenommen. Wenn Sie hier keine Antwort finden, können Sie Ihre Fragen auch schriftlich oder telefonisch an uns richten. Unsere Anschrift und die Rufnummer finden Sie hinten in diesem Handbuch auf der Innenseite des Einbandes.

Q: *Ich bin nicht sicher, ob der Taschenrechner nicht richtig funktioniert oder ob ich einen Fehler bei der Bedienung mache. Wie kann ich überprüfen, ob der Taschenrechner fehlerfrei arbeitet?*

A: Lesen Sie bitte den Abschnitt "Überprüfung der Taschenrechnerfunktion" auf Seite A-12.

Q: *Der Indikator ((•)) bleibt sichtbar, auch wenn der Taschenrechner ausgeschaltet ist. Ist irgendetwas nicht in Ordnung?*

A: Das deutet auf eine zu niedrige Batteriespannung im Taschenrechner oder auf einer RAM-Karte hin; es kann auch auf einen überfälligen Termin hinweisen. Schalten Sie den Taschenrechner aus und wieder ein, um die Ursache für das ständig sichtbare Symbol ((•)) festzustellen. Im Anzeigefeld erscheint eine Meldung, die die Störung bezeichnet. Lesen Sie dazu "Batterienwechseln" auf Seite A-7 oder "Einstellen von Terminien" auf Seite 24-5.

Q: *Wie kann ich feststellen, wieviel Speicherplatz im Taschenrechner mir noch zur Verfügung steht?*

A: Drücken Sie ◀ (MEMORY) MEM. Die Anzahl der Bytes im verfügbaren Speicher erscheint dann in der rechten unteren Ecke des Anzeigefeldes. Ein Beispiel: Bei einem leeren Speicher des HP 48SX muß hier ungefähr 30000 (Bytes des internen RAM) angezeigt werden (ohne installierte RAM-Karten).

Q: *Wie ändere ich die Anzahl der Dezimalstellen, die der HP 48 anzeigt?*

A: Führen Sie die folgenden Schritte aus: (Lesen Sie dazu "Den Anzeigemodus einstellen" auf Seite 2-15):

1. Rufen Sie Seite 1 im Menü MODES auf: Drücken Sie ◀ (MODES).

A

2. Geben Sie über die Ziffertasten die benötigte Anzahl der Dezimalstellen ein (0 — 11).
3. Drücken Sie die Menütaste für das gewünschte Anzeigeformat (FIX , SCI , oder ENG).

Q: *Wie kann ich in Decimalrahlen das Komma in einen Punkt umwandeln oder umgekehst?*

A: Führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Rufen Sie Seite 4 im MODES Menü auf (Drücken Sie ◀ MODES NXT NXT NXT).
2. Drücken Sie die FM, Menütaste. (Der ▪ wird nur angezeigt, wenn Komma verwendet wird.)

Q: *Was bedeutet ein "E" in einer Zahl (zum Beispiel: 2.51E–13)?*

A: Das "E" kennzeichnet den Exponenten von 10 (zum Beispiel: $2,51 \times 10^{-13}$). Lesen Sie dazu "Eintippen von Zahlen" auf Seite 2-7 und "Den Anzeigemodus einstellen" auf Seite 2-15.

Q: *Warum geben mir trigonometrische Funktionen unerwartete Resultate?*

A: Sie könnten für Ihre Aufgabe den falschen Winkelmodus eingestellt haben. Prüfen Sie den Modusindikator: RAD bedeutet Radiant, GRAD bedeutet Gon und "nichts" bedeutet Grad. Drücken Sie ◀ RAD, oder verwenden Sie das ◀ MODES Menü, um den Winkelmodus umzustellen.

Q: *Warum erhalte ich 'SIN(π)' anstelle einer Zahl, wenn ich im Gradmodus den Sinus von π bestimme?*

A: Der Taschenrecher arbeitet im Modus zur Darstellung von symbolischen Ergebnissen; 'SIN(π)' ist das symbolische Ergebnis. Drücken Sie ▶ →NUM, um 'SIN(π)' in seinen Zahlenwert .0548 ... mit maximal 11 Dezimalstellen umzuwandeln (sin 3,14°). Sie können auch SYM▪ auf Seite 1 des Menüs MODES drücken, um den Modus zur Darstellung von Zahlenwertergebnissen aufzurufen und damit die symbolische Darstellung auszuschalten.

Q: *Was bedeutet "Objekt" ?*

A: "Objekt" ist der allgemeine Ausdruck für alle Datenelemente, mit denen der HP 48 arbeitet. Zahlen, mathematische Ausdrücke, Felder, Programme, auch Grafiken, all dies sind verschiedene Arten von Objekten. Im Kapitel 4 "Objekte" sind die Objekttypen beschrieben, die der Taschenrechner verwendet.

Q: *Was bedeuten drei Punkte (...) an beiden Enden einer Zeile in der Anzeige ?*

A: Die drei Punkte (bezeichnet als *ellipsis*) bedeuten, daß das angezeigte Objekt zu lang für die Anzeige in einer Zeile ist. Die nicht angezeigten Anteile des Objektes können Sie durch Betätigen der Cursortasten [◀] oder [▶] darstellen.

Q: *Wie stelle ich den* HALT *Indikator ab?*

A: Drücken Sie [PRG] CTRL KILL .

Q: *Das akustische Signal des Taschenrechners ertönt, und in der Anzeige erscheint* Bad Argument Type ("Falscher Argumenttyp"). *Was ist nicht richtig?*

A: Die Objekte im Stack entsprechen nicht dem Typ, den Sie für die Ausführung des gewünschten Befehls benötigen. Zum Beispiel führt die Ausführung von →UNIT (auf Seite 2 des Menüs PRG OBJ) mit einer Zahl in den Stackebenen 1 und 2 zu diesem Fehler.

Q: *Das akustische Signal des Taschenrechners ertönt, und in der Anzeige erscheint* Too Few Arguments ("Zu wenige Argumente"). *Was ist nicht richtig?*

A: Es sind weniger Argumente im Stack vorhanden, als Sie für die Ausführung des gewünschten Befehls benötigen. Zum Beispiel führt die Ausführung von [+] mit nur einem Argument oder einer Zahl auf dem Stack zu diesem Fehler.

Q: *Das akustische Signal des Taschenrechners ertönt und in der Anzeige erscheint eine andere Meldung als die zuvor beschriebenen Meldungen. Wie kann ich feststellen, wo der Fehler liegt?*

A: Lesen Sie den Anhang B: "Meldungen" .

Q: *Ich kann einige Variable, die ich zu einem früheren Zeitpunkt verwendet habe, nicht wiederfinden. Wohin können sie verschwunden sein?*

A: Es ist möglich, daß Sie die Variablen in einem anderen Datenverzeichnis verwendet haben. Wenn Sie sich nicht mehr an das verwendete Verzeichnis erinnern können, müssen Sie alle Dateiverzeichnisse in Ihrem Taschenrechner durchsehen.

Q: *Manchmal scheint der HP 48 bei der Durchführung von Berechnungen eine Pause von einigen Sekunden zu machen. Deutet das auf einen Fehler hin?*

A: Nein. Von Zeit zu Zeit organisiert der Taschenrechner seinen Speicher neu und beseitigt dabei vorübergehend benötigte Objekte, die bei normalen Rechenoperationen entstehen. Dadurch entsteht freier Speicherplatz für die gerade ausgeführten Operationen. Dies geschieht weniger oft, wenn genug Speicherraum vorhanden ist.

Q: *Während des normalen Betriebs werden einige Zeilen vom Drucker sehr schnell gedruckt; danach wird er langsamer. Warum?*

A: Der Taschenrechner überträgt eine bestimmte Datenmenge sehr schnell zum Drucker und verringert dann seine Übertragungsgeschwindigkeit, damit der Drucker Schritt halten kann.

Q: *Wie kann ich die Druckgeschwindigkeit meines Infrarotdruckers HP 82240B erhöhen.*

A: Verwenden Sie einen AGC-Adapter für Ihren Drucker HP 82240B, so daß der Drucker schneller arbeiten kann. Passen Sie außerdem an Ihrem Taschenrechner die Verzögerungszeit zwischen zwei Zeilen an die Druckgeschwindigkeit an. (Lesen Sie dazu "Wie man den zeitlichen Abstand zwischen gedruckten Zeilen ändert" auf Seite 32-7).

Umgebungsbedingungen

Um die zuverlässige und fehlerfreie Funktion Ihrer Produkte zu gewährleisten, müssen Sie dafür sorgen, daß der Taschenrechner und die Einsteckkarten nicht feucht werden und daß die folgenden Höchstwerte für die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit nicht überschritten werden:

Taschenrechner:

- Betriebstemperatur: 0° bis 45°C (32° bis 113°F).
- Lagertemperatur: −20 bis 65 °C (−4 bis 149 °F).
- Luftfeuchtigkeit bei Betrieb und Lagerung: Maximal 90% relative Feuchtigkeit bei 40 °C (104 °F).

Einsteckkarten:

- Betriebstemperatur: 0 bis 45 °C (32 bis 113 °F).
- Lagertemperatur: −20 bis 60 °C (−4 bis 140 °F).
- Lagertemperatur zur Erhaltung der Daten bei RAM-Karten: 0 to 60 °C (32 to 140 °F).

- Luftfeuchtigkeit bei Betrieb und Lagerung: Maximal 90% relative Luftfeuchtigkeit bei 40 °C (104 °F).

Wann die Batterien zu ersetzen sind

Bei einer zu niedrigen Batteriespannung bleibt der Indikator ((•)) sichtbar; auch wenn der Taschenrechner ausgeschaltet ist. Wird der Taschenrechner bei einer zu niedrigen Batteriespannung eingeschaltet, erscheint für ungefähr 3 Sekunden die Anzeige `Warning: LowBat( )` ("Achtung: zu niedrige Batteriespannung").

`LowBat(P1)` bezieht sich auf Port 1.
`LowBat(P2)` bezieht sich auf Port 2.
`LowBat(S)` weist auf die (System-) Batterien des Taschenrechners hin.

Tauschen Sie die RAM-Kartenbatterie oder die Batterien des Taschenrechners möglichst bald aus, nachdem der Indikator ((•)) und die Warnungsmeldung für zu niedrige Batteriespannung erscheinen. Wenn Sie trotz der ((•)) Meldung mit Ihrem Taschenrechner weiterarbeiten, wird die Anzeige immer schwächer, und es ist möglich, daß Daten im Rechner und auf der RAM-Karte verloren gehen.

Unter den üblichen Betriebsbedingungen hält eine RAM-Kartenbatterie zwischen 1 und 3 Jahren. Denken Sie daran, das Datum auf der Karte zu notieren, an dem Sie die Batterie eingesetzt haben. Ist die RAM-Karte nicht im Rechner installiert, wenn die Batterie ausgetauscht werden muß, sollten Sie sich durch einen Termin 1 Jahr nach diesem Datum daran erinnern lassen, eine neue Batterie einzusetzen. RAM-Karten werden ohne Batterie geliefert.

Batterienwechseln

Der HP 48 akzeptiert die folgenden zwei Batterietypen:

- **Batterien des Taschenrechners.** Batterien der Größe AAA eines beliebigen Fabrikates. *Achten Sie darauf, daß alle drei Batterien vom selben Hersteller und vom gleichen Typ sind.*

  (Von wiederaufladbaren Batterien wird abgeraten, da diese eine geringere Kapazität und kürzere Warnzeit bei niedrigen Spannungen haben.)

- **Batterien für RAM Einsteckkarten.** Knopfzelle 2016 (3 Volt).

Folgen Sie den unten angegebenen Schritten, um die Batterie des Taschenrechners auszutauschen. Wie man eine Batterie bei RAM-Karten wechselt, dazu lesen Sie "Wie man die Batterie der RAM Karte wechselt" auf Seite A-10.

Vorsicht

Achten Sie immer darauf, daß der Taschenrechner ausgeschaltet ist, wenn Sie die Batterien aus dem Taschenrechner herausnehmen. *Drücken Sie die Taste* [ON] *erst dann*, wenn Sie die neuen Batterien eingesetzt haben. *Wenn Sie die Taste* [ON] *betätigen, obwohl sich keine Batterien im Taschenrechner befinden, können alle Daten im Speicher des Rechners verloren gehen.*

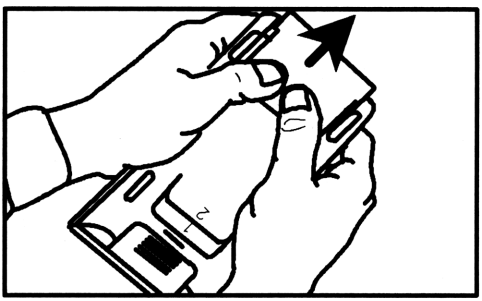
Wie man die Batterien des Taschenrechners austauscht:

A

1. Schalten Sie den Taschenrechner aus. Der Inhalt des Speichers im Taschenrechner und auf der RAM-Karte kann verloren gehen, wenn Sie die Batterien im eingeschalteten Zustand aus dem Gerät herausnehmen.

2. Legen Sie drei neue Batterien desselben Herstellers und vom gleichen Typ bereit. Wischen Sie die beiden Pole jeder einzelnen Batterie mit einem sauberen, trockenen Tuch ab.

3. Nehmen Sie die Abdeckung des Batteriefaches heraus: Drücken Sie, wie auf der folgenden Abbildung dargestellt, die Abdeckung leicht nach innen und schieben Sie sie aus dem Rechnergehäuse heraus. Achten Sie darauf, daß Sie dabei nicht auf die [ON]-Taste des Gerätes drücken. Sehen Sie dazu die folgende Illustration.



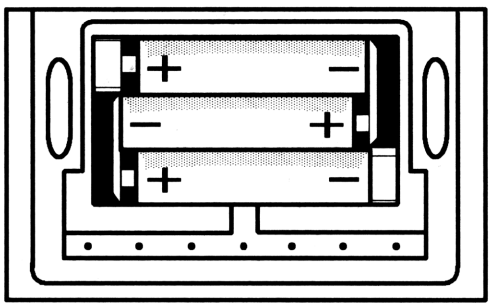
4. Drehen Sie den Taschenrechner um, und entfernen Sie die Batterien durch leichtes Schütteln aus ihrem Fach. Wenn Sie die Batterien herausgenommen haben, sollten Sie sie innerhalb von 2 Minuten durch neue ersetzen, um einen Verlust von Speicherdaten zu vermeiden.

Warnung

Verbrauchte Batterien dürfen nicht zerstört oder offenem Feuer ausgesetzt werden. Die Batterien können platzen oder explodieren und dabei gefährliche chemische Substanzen freisetzen. Beachten Sie bei der Entsorgung verbrauchter Batterien die Hinweise des Herstellers.

A

5. Beachten Sie beim Einbau der Batterien hinsichtlich der Pole das Schema am Boden des Batteriefaches. *Vermeiden Sie es, die Batterieanschlüsse zu berühren.* Die Batterien lassen sich leichter einbauen, wenn Sie die (flache) Seite mit dem negativen Pol zuerst einsetzen und die mittlere Batterie als letzte installieren. Es entspricht der folgenden Abbildung:.

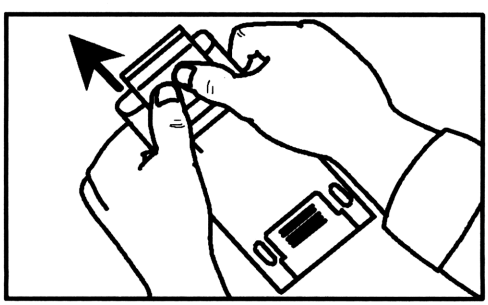


6. Schieben Sie die Abdeckung des Batteriefaches mit den Laschen in die Führung im Rechnergehäuse.
7. Drücken Sie (ON), um den Taschenrechner einzuschalten.

Wie man die Batterie der RAM Karte wechselt:

1. Drehen Sie den Taschenrechner um und nehmen Sie die Kunststoffabdeckung über der Einsteckkarte ab (an dem Ende des Taschenrechners, an dem sich das Anzeigefeld befindet).

A



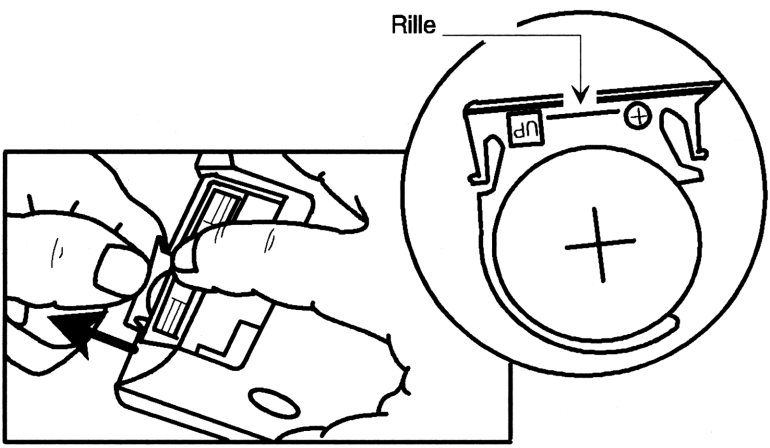
2. *Schalten Sie den Taschenrechner ein*; die RAM-Karte muß sich dabei in Port 1 oder 2 befinden.

Vorsicht

Vergewissern Sie sich, daß *der Taschenrechner angestellt ist*, bevor Sie die Batterie der RAM Karte wechseln. RAM-Karten werden über die Batterien des Taschenrechners nur dann versorgt, wenn das Gerät eingeschaltet ist. Der Speicherinhalt des RAM kann verloren gehen, wenn Sie eine RAM-Kartenbatterie bei ausgeschaltetem Taschenrechner ersetzen.

---

3. Legen Sie Ihren Zeigefinger in die Vertiefung an der offenen Seite der RAM—Karte, dadurch verhindern Sie, daß die Karte beim Herausnehmen der Batteriehalterung ebenfalls aus dem Rechner herausgezogen wird. Fassen Sie dann mit der freien Hand den schwarzen Batteriehalter und ziehen Sie ihn aus der Karte heraus. Vorne an dem Halter ist eine Rille für Ihren Daumennagel vorgesehen.



4. Nehmen Sie die alte Batterie aus der Kunststoff-Batteriehalterung heraus.

A

Warnung

Verbrauchte Batterien dürfen nicht zerstört oder offenem Feuer ausgesetzt werden. Die Batterien können platzen oder explodieren und dabei gefährliche chemische Substanzen freisetzen. Beachten Sie bei der Entsorgung verbrauchter Batterien die Hinweise des Herstellers.

5. Setzen Sie eine neue 3-Volt-Knopfzelle 2016 in den Kunststoff-Batteriehalter ein, und schieben Sie den Batteriehalter (mit Batterie) wieder in die RAM-Karte. *Achten Sie darauf, daß die mit "+" markierte Seite der Batterie zur vorderen Seite der Karte hin zeigt* (siehe Abbildung oben).
6. Notieren Sie das Datum auf der Karte, an dem Sie die Batterie eingesetzt haben. Stellen Sie zusätzlich einen Termin ein, der Sie ein Jahr nach diesem Datum daran erinnert, daß die Batterie gewechselt werden muß. Dies ist wichtig für den Fall, daß die Karte nicht in Ihrem Rechner installiert sein sollte.
7. Setzen Sie die Abdeckung über dem Anschluß für die Einsteckkarte wieder ein.

Überprüfung der Taschenrechnerfunktion

Führen Sie die im folgenden beschriebenen Bedienungsschritte aus, wenn Sie überprüfen wollen, ob Ihr Taschenrechner fehlerfrei funktioniert. Testen Sie Ihren Taschenrechner nach jedem einzelnen Schritt, um festzustellen, ob er wieder einwandfrei arbeitet. Wenn Ihr Taschenrechner gewartet werden muß, lesen Sie dazu "Wenn der Taschenrechner repariert oder gewartet werden muß" auf Seite A-20.

A

Wenn der Taschenrechner sich nicht anstellen läßt und nicht auf Tastendrücke reagiert:

1. Vergewissern Sie sich, daß drei neue Batterien im Taschenrechner richtig eingebaut sind.
2. Drücken Sie [ON], und lassen Sie los.
3. Wenn das Anzeigefeld leer ist, müssen Sie [ON] drücken und festhalten. Drücken Sie nun mehrfach [+], bis Zeichen auf der

Anzeige sichtbar werden. Lassen Sie anschließend [ON] los. Sind jetzt keine Zeichen mehr im Anzeigefeld zu sehen, muß der Rechner zur Reparatur eingeschickt werden.

4. Wenn ein unterbrochenes Programm nicht auf die Betätigung der Taste [ATTN] reagiert, versuchen Sie es noch einmal.

5. Wenn die Tastatur "gesperrt" ist, können Sie eine Systemunterbrechung mit folgenden Schritten herbeiführen:

   a. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste gedrückt.
   b. Drücken Sie die dritte Taste von links in der oberen Reihe (die Taste neben dem C), und lassen Sie sie wieder los.
   c. Lassen Sie [ON] wieder los. Es muß eine leere Stackanzeige erscheinen.

6. Besteht das Problem immer noch, setzen Sie den Speicher zurück:

   a. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste gedrückt.
   b. Drücken Sie und halten Sie die "A" und "F" Tasten (die Tasten mit A und dem F neben sich) gedrückt.
   c. Lassen Sie alle drei Tasten los.

   Es ertönt das akustische Signal des Taschenrechners, und es erscheint die Anzeige `Try To Recover Memory?` ("Speicherinhalt wieder herzustellen versuchen?") oben im Anzeigefeld.
   Drücken Sie `YES`, um soviel wie möglich vom Speicherinhalt wiederherzustellen .

Läßt sich mit den beschriebenen Schritten eine störungsfreie Funktion des Taschenrechners nicht wiederherstellen, muß das Gerät repariert werden.

A

Wenn der Taschenrechner auf Tastendrücke reagiert, aber Sie vermuten, daß es fehlerhaft funktioniert:

1. Lassen Sie den Selbsttest laufen, der im nächsten Abschnitt beschrieben ist.
   - Tritt beim Selbsttest ein Fehler auf, muß der Taschenrechner repariert werden.
   - Läuft der Selbsttest fehlerfrei ab, kann die Ursache der Störung ein Bedienungsfehler sein. Lesen Sie die entsprechenden Abschnitte des Handbuches noch einmal, und beachten sie auch die Hinweise im Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" auf Seite A-3.

2. Wenden Sie sich an unsere Abteilung zur Kundenbetreuung für Taschenrechner. Anschrift und Rufnummer finden Sie hinten in diesem Handbuch auf der Innenseite des Einbandes.

Sellbsttest

Wenn sich das Anzeigefeld einschalten läßt, der Taschenrechner aber nicht fehlerfrei zu funktionieren scheint, sollten Sie den folgenden Selbsttest zur Diagnose laufen lassen:

Wie man den Selbsttest laufen läßt:

1. Stellen Sie den Taschenrechner an.
2. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste fest.
3. Drücken Sie die "E" Taste (die Taste neben E), und lassen Sie diese Taste wieder los.
4. Lassen Sie [ON] los.

Bei diesem Selbsttest zur Diagnose werden die internen RAM- und ROM-Speicher überprüft und außerdem verschiedene Muster erzeugt und im Anzeigefeld dargestellt. Die Prüfung wird bis zu ihrem Abbruch kontinuierlich wiederholt.

Wie man den Selbsttest (Systemunterbrechung) abbricht:

1. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste gedrückt.
2. Drücken Sie die "C" Taste (die Taste mit C neben sich), und lassen Sie die Taste wieder los.
3. Lassen Sie [ON] los. Es muß eine leere Stackanzeige erscheinen.

A

Weist der Selbsttest auf einen Fehler der internen RAM- oder ROM-Speicher hin (wenn IROM OK und IRAM OK nicht angezeigt sind), muß der Taschenrechner zur Reparatur eingeschickt werden.

Der Selbsttest zur Diagnose muß fehlerfrei abgelaufen sein, bevor irgendeiner der anderen Tests in den folgenden Abschnitten ausgeführt wird.

Testen der Tastatur

Mit diesem Test soll festgestellt werden, ob alle Tasten des Taschenrechners fehlerfrei funktionieren.

Wie man den interaktiven Tastaturtest ausführt:

1. Stellen Sie den Taschenrechner an.
2. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste fest.
3. Drücken Sie die "D" Taste in der oberen Reihe (die Taste neben dem D), und lassen Sie die Taste wieder los.
4. Lassen Sie [ON] los.
5. Drücken Sie die "E" Taste in der oberen Reihe (die Taste neben E) und lassen Sie die Taste wieder los. In der linken oberen Ecke des Anzeigefeldes erscheint KBD1.
6. Drücken Sie nun nacheinander die 49 Tasten auf der Tastatur. Beginnen Sie in der oberen linken Ecke und gehen Sie dabei von links nach rechts.

Wenn Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge drücken und sie ohne Fehler funktionieren, ertönt nach jedem Tastendruck ein hochfrequentes akustisches Signal. Wenn Sie die 49. Taste gedrückt haben, muß in der Anzeige KBD1 OK erscheinen.

Wenn Sie eine der Tasten außer der Reihe betätigen, erscheint neben KBD1 eine fünfstellige Hexadezimalzahl. Brechen Sie die Prüfung der Tastatur ab (führen Sie dazu die oben beschriebenen Schritte 1 bis 3 aus) und beginnen Sie den Test von vorn.

Wenn eine Taste nicht richtig funktioniert, wird mit dem nächsten Tastendruck die erwartete und die empfangene hexadezimale Adresse angezeigt. Wenn Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt haben und trotzdem diese Meldung erhalten, muß der Rechner repariert werden. Eine Beschreibung des Fehlers und die bei der Tastaturprüfung angezeigte Fehlermeldung sollten Sie den Unterlagen beifügen, wenn Sie das Gerät zur Reparatur einschicken.

Wie man aus dem Tastaturtest umschaltet (Systemunterbrechung):

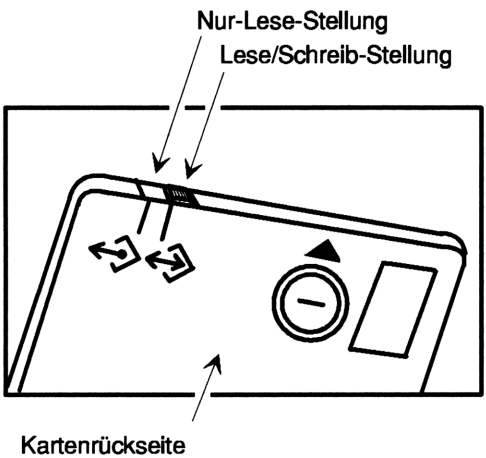
1. Drücken und halten Sie [ON] gedrückt.
2. Drücken Sie und lassen Sie die "C" Taste (die Taste mit C daneben) los.
3. Lassen Sie [ON] los. Der leere Stack sollte erscheinen.

Testen des Port-RAM

Durch den Test des Port-RAM können Sie die feststellen, ob die Ports und die installierten Einsteckkarten fehlerfrei arbeiten. (Die Speicherinhalte der RAM-Einsteckkarten bleiben dabei erhalten.)

Wie man den Port-RAM Test durchführt:

1. Kontrollieren Sie, ob eine RAM Einsteckkarte richtig in Port 1 und/oder Port 2 installiert ist.
2. Prüfen Sie, ob auf jeder Karte der Schalter in der Stellung "Lesen/Schreiben" steht.



A

3. Stellen Sie den Taschenrechner an.
4. Drücken Sie und halten Sie [ON] gedrückt.
5. Drücken Sie und lassen Sie die "D" Taste (die Taste mit D daneben) los.
6. Lassen Sie [ON] los. Eine senkrechte Linie erscheint an beiden Enden und in der Mitte des Displays.
7. Drücken Sie und lassen Sie [▲] los.

In der oberen linken Ecke des Anzeigefeldes erscheint RAM1 oder RAM2; die Speichergröße der entsprechenden RAM-Einsteckkarte (32K oder 128K) wird in der rechten oberen Ecke angezeigt. Wenn der RAM-Test fehlerfrei abgelaufen ist, wird das durch die Meldung OK rechts neben RAM1 oder RAM2 bestätigt.

Für jeden Port ohne RAM-Einsteckkarte erscheint eine Fehlermeldung (zum Beispiel RAM1 00002). Sie erscheint auch dann, wenn der Lese-Schreib-Schalter der Karte in der Stellung "Schreibschutz" steht. Diese Meldung können Sie ignorieren.

Wenn die Meldung OK nicht erscheint, obwohl die RAM-Karte auf "Lesen/Schreiben" eingestellt ist, muß die Karte mit dem anderen Port verbunden und der Test neu gestartet werden. Wird die Meldung OK nach Ablauf der Prüfung immer noch nicht angezeigt, muß die RAM-Karte gegen eine neue Karte ausgetauscht werden.

Wie man aus dem Port-RAM-Test umschaltet (Systemstop):

1. Drücken Sie (ON) und halten Sie die Taste fest.
2. Drücken Sie die dritte Taste von links in der oberen Reihe (die Taste neben dem C), und lassen Sie die Taste wieder los.
3. Lassen Sie (ON) los. Es muß eine leere Stackanzeige erscheinen.

Schleifentest des IR-Anschlusses

Mit diesem Test werden die Funktion der Sende- und Empfangssensoren für die IR-Übertragung und die zugehörigen elektronischen Schaltkreise geprüft.

Wie man einen Schleifentest des IR-Anschlusses durchführt:

1. Stellen Sie den Taschenrechner an.
2. Drücken Sie (ON) und halten Sie die Taste fest.
3. Drücken Sie die "D" Taste (die Taste mit D daneben), und lassen Sie die Taste wieder los.
4. Lassen Sie (ON) los. Eine vertikale Linie erscheint an beiden Seiten und in der Mitte des Anzeigefeldes.
5. Achten Sie darauf, daß die Kunststoffabdeckung der Einsteckkarte sich an ihrem Platz befindet und daß sie die beiden durchsichtigen Lampen am oberen Ende des Taschenrechners verdeckt.
6. Drücken Sie die Taste (EVAL).

   In der oberen linken Ecke des Bildschirms wird IRLB angezeigt. Die Meldung OK erscheint rechts neben IRLB, wenn dieser Test des Taschenrechners ohne Fehler abgelaufen ist.

A

Wenn die Meldung OK nicht erscheint, muß der Taschenrechner zur Reparatur eingeschickt werden.

Wie man aus dem IR-Port Schleifentest umschaltet (Systemunterbrechung):

1. Drücken Sie und halten Sie [ON] gedrückt.
2. Drücken Sie die "C" Taste (die Taste mit C daneben), und lassen Sie die Taste wieder los.
3. Lassen Sie [ON] los. Es muß eine leere Stackanzeige erscheinen.

Schleifentest des seriellen Anschlusses

Mit diesem Test wird die Funktion der Sende- und Empfangsschaltungen des seriellen Anschlusses am oberen Ende des Taschenrechners überprüft.

Wie man den Schleifentest des seriellen Anschlusses durchführt:

1. Stellen Sie den Taschenrechner an.
2. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste fest.
3. Drücken sie die "D" Taste (die Taste mit D daneben), und lassen Sie die Taste wieder los.
4. Lassen Sie [ON] wieder los. Eine vertikale Linie erscheint an beiden Seiten und in der Mitte des Anzeigefeldes.
5. Verbinden Sie für den Test die beiden mittleren Stifte (Kurzschluß der Stifte 2 und 3) des 4-poligen, seriellen Steckverbinders am oberen Ende des Taschenrechners. Achten Sie darauf, daß die Anschlußstifte nicht verbogen oder abgebrochen werden.
6. Drücken Sie die Taste [PRG].

A

In der linken oberen Ecke des Anzeigefeldes erscheint die Meldung U_LB. Wenn diese Prüfung des Taschenrechners ohne Fehler abläuft, erscheint die Meldung OK rechts neben U_LB.

Erscheint die Meldung OK nicht, muß der Taschenrechner zur Reparatur eingeschickt werden.

Hinweis

Wenn Sie versehentlich die Anschlußstifte 1 und 2 oder 3 und 4 des seriellen Steckverbinders kurzschließen, meldet der Schleifentest `U_LB 00001` oder `U_LB 00002` (Fehlermeldung bei der Prüfung); der Taschenrechner wird dadurch jedoch nicht beschädigt.

Wie man in die normale Taschenrechner-Funktion zurückschaltet:

1. Drücken Sie [ON] und halten Sie die Taste fest.
2. Drücken Sie die "C" Taste (die Taste mit C daneben), und lassen Sie die Taste los.
3. Lassen Sie [ON] wieder los. Es muß eine leere Stackanzeige erscheinen.

Begrenzte Ein-Jahres-Garantie

Was wird von der Garantie abgedeckt. Hewlett-Packard übernimmt bei *dem Taschenrechner und seinem Zubehör* die Garantie für die Ausführung von Reparaturen und die erforderlichen Ersatzteile während eines Zeitraums von einem Jahr vom Tag der Anschaffung durch den Kunden an. Von dieser Garantie ausgenommen sind die Batterien oder Schäden, die durch die Batterien verursacht werden. *Wenn Sie Ihr Gerät verkaufen oder verschenken, gehen die Garantieansprüche im Garantiezeitraum von einem Jahr automatisch auf den neuen Besitzer über.* Während der Garantiezeit wird ein defektes Gerät von uns repariert oder kostenlos gegen ein anderes Gerät ausgetauscht. Voraussetzung ist, daß Sie das Produkt auf Ihre Kosten an Ihr Hewlett-Packard-Reparaturzentrum senden. (Wir behalten uns vor, ein defektes Gerät gegen ein neueres Modell mit gleichen oder verbesserten Funktionen auszutauschen.)

Was wird nicht von der Garantie übernommen. *Batterien und Schäden, die durch die Batterien verursacht werden, sind nicht durch die Garantie von Hewlett-Packard gedeckt. Bitte beachten Sie die Garantiebedingungen des Batterieherstellers.*

Beschädigungen, die im HP 48 durch den Gebrauch von nicht anerkannten Einsteckkarten oder Einsteckzubehör auftreten, sind nicht durch die Garantie von Hewlett-Packard gedeckt.

Die Garantie verfällt, wenn das Produkt versehentlich oder durch Einsatz unter Bedingungen, für die es nicht vorgesehen ist, beschädigt wurde oder wenn ein Schaden bei Wartung oder Veränderung durch einen nicht von Hewlett-Packard autorisierten Reparaturbetrieb entstanden ist.

Andere Garantieleistungen sind ausgeschlossen. Sie haben Rechtsanspruch ausschließlich auf Reparatur oder Austausch eines Produktes. **Irgendeine andere enthaltene Garantieleistung in Bezug auf Marktfähigkeit oder Funktionstüchtigkeit ist auf die ein Jahr, das ist die Dauer dieser geschriebenen Garantie, begrenzt.** Einige Staaten, Provinzen oder Länder erlauben keine Begrenzungen für enthaltene Garantieleistungen. Es ist also möglich, daß diese Einschränkungen für Sie nicht gelten. **Hewlett Packard ist in keinem Fall für Folgeschäden verantwortlich.** Einige Staaten, Provinzen oder Länder erlauben keine Begrenzungen oder Auschlüsse von versehentlichen Schäden oder Folgeschäden. Es ist also möglich, daß diese Einschränkungen für Sie nicht gelten.

Beim Verkauf der Produkte sind die technischen Daten zum Zeitpunkt der Herstellung maßgebend. Hewlett-Packard ist nicht dazu verpflichtet, bereits verkaufte Produkte zu modifizieren oder auf den neuen technischen Stand zu bringen.

Wenn der Taschenrechner repariert oder gewartet werden muß

Hewlett-Packard hat Reparaturzentren in vielen Ländern eingerichtet. In diesen Reparaturzentren wird der Taschenrechner repariert oder durch das gleiche Modell mit gleichen oder verbesserten Funktionen ausgetauscht; unabhängig davon, ob die Garantiezeit abgelaufen ist oder nicht. Nach Ablauf der Garantiezeit werden Wartungs- oder Reparaturkosten berechnet. Die Taschenrechner werden in der Regel innerhalb von 5 Tagen repariert oder gewartet und an den Kunden zurückgesandt.

Hinweis

Wenn Sie in Ihrem Taschenrechner wichtige Daten gespeichert haben, sollten Sie diese Daten auf einer RAM-Einsteckkarte, in einem anderen HP 48 oder in einem Computer speichern, bevor Sie das Gerät zur Reparatur einschicken.

- **In Deutschland:** Wenden Sie sich direkt an das Reparaturzentrum in Frankfurt:

  Reparaturzentrum Frankfurt
  Berner Straße 119
  6000 Frankfurt 50
  Tel. (069)5 00 06-0

- **In Europa:** Wenden Sie sich an Ihr Verkaufsbüro von Hewlett-Packard, an Ihren Händler oder an die europäische Zentrale (Anschrift siehe unten), um die Adresse des nächsten Wartungszentrums zu erfahren. *Setzen Sie sich zuerst mit einer Geschäftstelle von Hewlett-Packard in Verbindung, bevor Sie den Taschenrechner zur Reparatur einsenden.*

  Hewlett-Packard S.A.
  150, Route du Nant-d'Avril
  P.O. Box CH 1217 Meyrin 2
  Geneva, Switzerland
  Telephone: 022 780.81.11

- **In anderen Ländern:** Wenden Sie sich an Ihr Verkaufsbüro von Hewlett-Packard, an Ihren Händler oder schreiben Sie an das Corvallis Service Center, um die Anschrift anderer Wartungszentren zu erfahren. Wenn eine Reparatur oder Wartung in Ihrer Nähe nicht möglich ist, können Sie das Gerät an das Corvallis Service Center senden.

  Alle Formalitäten beim Versand und für die Wiedereinfuhr müssen vom Kunden geregelt werden. Der Kunde hat auch die Zollgebühren zu bezahlen.

Versandvorschriften. Senden Sie Ihren Taschenrechner an das nächste autorisierte Reparaturzentrum oder an die nächste Geschäftstelle, wenn das Gerät repariert werden muß.

- Geben Sie die Rücksendeadresse an und legen Sie eine Fehlerbeschreibung bei.

- Legen Sie Ihre Garantiekarte mit Angabe des Kaufdatums bei, wenn die Garantiezeit noch nicht abgelaufen ist.
- Versenden Sie Ihren Taschenrechner auf *Ihre* Kosten und in einer geeigneten Schutzverpackung, um Beschädigungen beim Transport zu vermeiden. Beschädigungen beim Transport werden nicht von den Garantieleistungen gedeckt; deshalb ist eine Transportversicherung zu empfehlen.

Garantie auf Wartungsleistungen. Bei Wartungsleistungen wird eine Garantie auf Material und Ausführung für einen Zeitraum von 90 Tagen vom Tag der Wartung an übernommen.

B

Meldungen

Dieser Anhang listet ausgewählte HP 48 Meldungen auf. In den folgenden Tabellen werden Meldungen zuerst alphabetisch nach ihrem Inhalt und dann numerisch nach ihrer Meldungszahl geordnet.

Meldungen alphabetisch geordnet

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Acknowledged	Alarm bestätigt.	619
Alarm	Alarm noch nicht bestätigt.	(keine)
Autoscaling	Der Taschenrechner skaliert automatisch die x- und/oder y- Achse.	610
Awaiting Server Cmd.	Server-Modus aktiv.	C0C
Bad Argument Type	Der Typ eines oder mehrerer Stack-Parameter ist mit der durchgeführten Operation nicht vereinbar.	202
Bad Argument Value	Parameterwert außerhalb des Gültigkeitsbereiches.	203
Bad Guess(es)	Schätzwert für HP-SOLVE oder ROOT liegt außerhalb des Gleichungsbereiches.	A01
Bad Packet Block check	Die berechnete Prüfsumme des Paketes stimmt nicht mit der Prüfsumme im Paket überein.	C01

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Can't Edit Null Char.	Versuch, eine Zeichenkette mit dem Zeichen char# 0 zu editieren.	102
Circular Reference	Versuch, einen Variablennamen in sich selbst zu speichern.	129
Connecting	Zeigt die Prüfung der Infrarot- oder der seriellen Verbindung an.	C0A
Constant?	HP-SOLVE oder ROOT haben an jedem Punkt der aktuellen Gleichung denselben Wert geliefert.	A02
Copied to stack	→STK hat die ausgewählte Gleichung in den Stack kopiert.	623
Current equation:	Kennzeichnet die aktuelle Gleichung.	608
Deleting Column	Der MatrixWriter löscht gerade eine Spalte.	504
Deleting Row	Der MatrixWriter löscht gerade eine Zeile.	503
Directory Not Allowed	Der Name einer existierenden Verzeichnisvariablen wird als Argument verwendet.	12A
Directory Recursion	Versuch, ein Verzeichnis in sich selbst zu speichern.	002

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Empty catalog	Keine Daten im aktuellen Katalog (Gleichung, Statistik, Termin)	60D
Enter alarm, press SET	Aufforderung zur Alarmeingabe.	61A
Enter eqn, press NEW	Neue Gleichung in *EQ* speichern.	60A
Enter value (zoom out if >1), press ENTER	Aufforderung zur Ausführung der Zoom-Funktion.	622
Extremum	Das von HP-SOLVE oder von ROOT übertragene Ergebnis ist ein Extremwert und keine Nullstelle der Funktion.	A06
HALT Not Allowed	Ein Programm mit der Anweisung HALT wurde ausgeführt, während der MatrixWriter, DRAW oder die HP-SOLVE aktiv waren.	126
I/O setup menu	Kennzeichnet das Menü zur Einstellung der E/A-Parameter.	61C
Implicit () off	Implizite Klammern ausgeschaltet.	207
Implicit () on	Implizite Klammern eingeschaltet.	208
Incomplete Subexpression	(▶), (▼), oder (ENTER) gedrückt, bevor alle Parameter einer Funktion eingegeben waren .	206
Inconsistent Units	Versuch einer Umwandlung mit nicht passenden Einheiten.	B02

B

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Infinite Result	Mathematischer Fehler: Berechnung mit einer unendlichen Größe als Ergebnis, zum Beispiel die Division 1/0.	305
Inserting Column	Der MatrixWriter fügt gerade eine Spalte ein.	504
Inserting Row	Der MatrixWriter fügt gerade eine Zeile ein.	503
Insufficient Memory	Nicht genügend freier Speicherplatz zur Ausführung einer Funktion.	001
Insufficient Σ Data	Ein Statistikbefehl wurde ausgeführt, ΣDAT enthielt jedoch nicht genügend Datenpunkte zur Berechnung.	603
Interrupted	HP-SOLVE oder ROOT wurden durch (ATTN) unterbrochen.	A03
Invalid Array Element	(ENTER) hat Daten des falschen Typs geliefert, sie passen nicht in die aktuelle Matrix.	502
Invalid Card Data	Der HP 48 erkennt Daten auf der Steckkarte nicht, oder die Karte ist noch ganz neu.	008
Invalid Date	Ein Argument ist keine reelle Zahl im richtigen Format oder liegt außerhalb des Bereiches.	D01
Invalid Definition	Falscher Aufbau einer Gleichung für DEFINE.	12C
Invalid Dimension	Ein Feldargument hatte falsche Dimensionen.	501

B

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Invalid EQ	Versuch einer Bedienung aus dem Menü GRAPHICS FCN oder DRAW in der Darstellungsart CONIC auszuführen, wenn beidemal *EQ* keinen algebraischen Ausdruck enthielt.	607
Invalid IOPAR	*IOPAR* enthält keine Liste, oder ein oder mehrere Parameter in der Liste fehlen oder sind ungültig.	C12
Invalid Name	Empfang eines unzulässigen Dateinamens oder das Steuergerät hat zum Senden eines unzulässigen Dateinamens aufgefordert.	C17
Invalid PPAR	*PPAR* enthält keine Liste, oder ein oder mehrere Parameter in der Liste fehlen oder sind ungültig.	12E
Invalid PRTPAR	*PRTPAR* enthält keine Liste, oder ein oder mehrere Parameter in der Liste fehlen oder sind ungültig.	C13
Invalid PTYPE	Plottyp für die aktuelle Gleichung ist ungültig.	620
Invalid Repeat	Wiederholungsintervall für die Terminerinnerung liegt außerhalb des zulässigen Bereiches .	D03

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Invalid Server Cmd.	Empfang eines ungültigen Befehls im Server-Modus.	C08
Invalid Syntax	Der HP 48 kann (ENTER) oder STR→ nicht ausführen wegen ungültiger Syntax eines Objektes.	106
Invalid Time	Der Zeitparameter ist keine reelle Zahl im richtigen Format oder liegt außerhalb des zulässigen Bereiches.	D02
Invalid Unit	Versuch einer Operation mit einer ungültigen oder nichtdefinierten Benutzereinheit.	B01
Invalid User Function	Art oder Aufbau des Objektes, das als benutzerdefinierte Funktion ausgeführt wurde, war falsch.	103
Invalid Σ Data	Versuch, einen Statistikbefehl auszuführen, wobei ein ungültiges Objekt in ΣDAT gespeichert war.	601
Invalid Σ Data LN(Neg)	Versuch, eine nicht lineare Kurve zu ermitteln, wobei ΣDAT ein negatives Element enthielt.	605
Invalid Σ Data LN(0)	Versuch, eine nicht lineare Kurve zu ermitteln, wobei die Matrix ΣDAT ein 0-Element enthielt.	606
Invalid ΣPAR	ΣPAR enthält keine Liste oder ein oder mehrere Parameter in der Liste fehlen oder sind ungültig.	604

B

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
LAST CMD Disabled	[LAST CMD] wurde gedrückt, obwohl diese Funktion gesperrt war.	125
LAST STACK Disabled	[LAST STACK] wurde gedrückt, obwohl diese Funktion gesperrt war.	124
LASTARG Disabled	LASTARG wurde ausgeführt, obwohl diese Funktion gesperrt war.	205
LowBat( )	Ersetzen Sie die Batterien (S) des Taschenrechners, oder die der Einsteckkarten (P1) oder (P2)	(keine)
Low Battery	Die Batteriespannung des Systems ist zu gering, um fehlerfrei zu drucken oder eine Eingabe/Ausgabe auszuführen.	C14
Memory Clear	Der Speicher wurde gelöscht.	005
Name Conflict	Versuch, | (wobei) auszuführen, um einer Integrationsvariablen oder einem Summierungsindex einen Wert zuzuweisen.	13C
Name the equation, press ENTER	Der Gleichung einen Namen zuweisen und in *EQ* speichern.	60B
Name the stat data, press ENTER	Den Statistikdaten einen Namen zuweisen und in ΣDAT speichern.	621
Negative Underflow	Mathematischer Fehler: Die Berechnung lieferte ein negatives Ergebnis ungleich Null, das größer als −MINR ist.	302

B

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
No Current Equation	SOLVR, DRAW oder RCEQ wurde auszuführen versucht, ohne daß *EQ* existierte.	104
No current equation	Statusmeldung von PLOT oder HP-SOLVE.	609
No Room in Port	Nicht genügend freier Speicher im angegebenen RAM-Port.	00B
No Room to Save Stack	Nicht genug freier Speicher, um die Kopie des Stacks zu sichern. LAST STACK wird automatisch gesperrt.	101
No Room to Show Stack	Objekte im Stack werden wegen nicht ausreichendem Speicherplatz nur durch ihren Typ dargestellt.	131
No stat data to plot	Keine Daten in ΣDAT gespeichert.	60F
Non-Empty Directory	Versuch, ein nicht leeres Verzeichnis zu löschen.	12B
Non-Real Result	Die Ausführung von HP-SOLVE, von ROOT, DRAW oder $\int$ lieferte ein anderes Ergebnis als eine reelle Zahl oder eine Einheit.	12F
Nonexistent Alarm	Ein Termin, der durch einen Terminbefehl angegeben wurde, ist in der Terminliste nicht enthalten	D04
Nonexistent ΣDAT	Ein Statistikbefehl wurde ausgeführt, obwohl ΣDAT nicht existierte.	602

B

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Object Discarded	Der Sender hat ein EOF-(Z)-Paket mit einem "D" im Datenfeld übertragen.	C0F
Object In Use	Versuch, PURGE oder STO auf ein Sicherungsobjekt anzuwenden, als der zugehörige gespeicherte Datenblock bearbeitet wurde.	009
Object Not in Port	Versuch, auf ein nichtvorhandenes Sicherungsobjekt oder eine Bibliothek zuzugreifen.	00C
(OFF SCREEN)	Funktionswert, Nullstelle, Extremwert oder Schnittpunkt waren innerhalb des aktuellen Anzeigefeldes nicht sichtbar.	61F
Out of Memory	Eines oder mehrere Objekte müssen gelöscht werden, um den Betrieb des Taschenrechners fortsetzen zu können.	135
Overflow	Mathematischer Fehler: Die Berechnung lieferte ein Ergebnis, dessen absoluter Wert größer als MAXR ist.	303
Packet #	Gibt die Paketnummer während des Sendens oder beim Empfang an.	C10
Parity Error	Das Paritätsbit der empfangenen Bytes entspricht nicht der aktuellen Paritätseinstellung.	C05

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Port Closed	Mögliche Gerätestörung bei Infrarot- oder serieller Schnittstelle. Selbstest ausführen.	C09
Port Not Available	Es wurde ein Befehl angewendet, der auf ein leeres Port oder auf das ROM statt auf das RAM zugreift. Ports 1 und 2 existieren im HP 48S nicht. Versuch, einen Server Befehl auszuführen, der selbst den E/A-Anschluß verwendet.	00A
Positive Underflow	Mathematischer Fehler: Die Berechnung lieferte ein positives Ergebnis ungleich Null, das kleiner als MINR ist.	301
Power Lost	Der Taschenrechner wurde nach einem Spannungsausfall wieder eingeschaltet. Es ist möglich, daß der Speicherinhalt verfälscht ist.	006
Processing Command	Meldet, daß ein Befehlspaket des Leitrechners verarbeitet wird.	C11
Protocol Error	Empfang eines Paketes, dessen Länge kürzer war als ein Nullpaket. Der Parameter für die maximale Paketlänge des anderen Rechners ist ungültig.	C07

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Receive Buffer Overrun	Kermit: Es wurden mehr als 255 wiederholte Bytes gesendet, bevor der HP 48 ein neues Paket empfangen hat. SRECV: Die ankommenden Daten haben zu einem Überlauf geführt.	C04
Receive Error	UART-Datenverlust oder Synchronisierfehler.	C03
Receiving	Erkennt den Namen des Objektes während des Empfangs.	C0E
Retry #	Zeigt die Anzahl der Versuche während der Wiederholung des Paketaustausches an.	C0B
Select a model	Statistikmodell zur Kurvenermittlung wählen.	614
Select plot type	Darstellungsart wählen.	60C
Select repeat interval	Wiederholungsintervall für Terminerinnerung wählen.	61B
Sending	Erkennt den Namen des Objektes während des Sendens.	C0D
Sign Reversal	HP-SOLVE oder ROOT konnte keinen Punkt finden, an dem die verwendete Gleichung zu Null wird; fand aber zwei benachbarte Punkte, zwischen denen die Gleichung das Vorzeichen wechselte.	A05

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Timeout	Drucken über den seriellen Anschluß: Empfang von XOFF, Unterbrechung, es wird auf XON gewartet. Kermit: Unterbrochen, es wird auf die Ankunft eines Paketes gewartet.	C02
Too Few Arguments	Der Befehl erforderte mehr Argumente, als im Stack zur Verfügung standen.	201
Transfer Failed	10 aufeinander folgende Versuche, ein geeignetes Paket zu empfangen, sind fehlgeschlagen.	C06
Unable to Isolate	ISOL konnte nicht ausgeführt werden, weil der angegebene Name fehlt oder im Argument einer Funktion enthalten ist, die keine Umkehrung besitzt.	130
Undefined Local Name	Hat einen lokalen Namen ausgeführt oder aufgerufen, für den eine entsprechende lokale Variable nicht existiert.	003
Undefined Name	Hat einen globalen Namen ausgeführt oder aufgerufen, für den eine entsprechende Variable nicht existiert.	204
Undefined Result	Eine Berechnung wie z.B. 0/0 hat ein mathematisch nicht definiertes Ergebnis geliefert.	304
Undefined XLIB Name	Versuch, einen XLIB-Namen auszuführen, es fehlte jedoch die angegebene Bibliothek.	004

Meldungen alphabetisch geordnet (fortgesetzt)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Wrong Argument Count	Anwenderdefinierte Funktion mit einer falschen Anzahl von Klammerausdrücken ausgewertet.	128
x and y-axis zoom.	Kennzeichnet eine Zoom-Option.	627
x axis zoom.	Kennzeichnet eine Zoom-Option.	625
x axis zoom w/AUTO.	Kennzeichnet eine Zoom-Option.	624
y axis zoom.	Kennzeichnet eine Zoom-Option.	626
ZERO	Das von HP-SOLVE oder ROOT gelieferte Ergebnis ist eine Nullstelle (der Punkt, woran der der Funktionswert der verwendeten Gleichung zu Null wird).	A04
""	Kennzeichnet keine Ausführung, wenn EXECS gedrückt wird.	61E

B

Numerisch zusammengestellte Meldungen

# (hex)	Meldung
Allgemeine Meldungen	
001	Insufficient Memory
002	Directory Recursion
003	Undefined Local Name
004	Undefined XLIB Name
005	Memory Clear
006	Power Lost
008	Invalid Card Data
009	Object In use
00A	Port Not available
00B	No Room in Port
00C	Object Not in Port
101	No Room to Save Stack
102	Can't Edit Null Char.
103	Invalid User Function
104	No Current Equation
106	Invalid Syntax
124	LAST STACK Disabled
125	LAST CMD Disabled
126	HALT Not Allowed
128	Wrong Argument Count
129	Circular Reference
12A	Directory Not Allowed
12B	Non-Empty Directory
12C	Invalid Definition
12E	Invalid PPAR
12F	Non-Real Result
130	Unable to Isolate
131	No Room to Show Stack
Aufforderungen bei nicht genügend Speicher	
135	Out of Memory
13C	Name Conflict

B

Numerisch zusammengestellte Meldungen (fortgesetzt)

# (hex)	Meldung
	Fehler im Stack
201	Too Few Arguments
202	Bad Argument Type
203	Bad Argument Value
204	Undefined Name
205	LASTARG Disabled
	Meldungen des EquationWriters
206	Incomplete Subexpression
207	Implicit () off
208	Implicit () on
	Gleitkomma-Fehler
301	Positive Underflow
302	Negative Underflow
303	Overflow
304	Undefined Result
305	Infinite Result
	Feldmeldungen
501	Invalid Dimension
502	Invalid Array Element
503	Deleting Row
504	Deleting Column
505	Inserting Row
506	Inserting Column
	Statistik-Meldungen
601	Invalid Σ Data
602	Nonexistent ΣDAT
603	Insufficient Σ Data
604	Invalid ΣPAR
605	Invalid Σ Data LN(Neg)
606	Invalid Σ Data LN(0)

Numerisch zusammengestellte Meldungen (fortgesetzt)

# (hex)	Meldung
	Plot, E/A, Zeit, und HP-Solve Meldungen
607	Invalid EQ
608	Current equation:
609	No current equation.
60A	Enter eqn, press NEW
60B	Name the equation, press ENTER
60C	Select plot type
60D	Empty catalog
60F	No Statistics data to plot
610	Autoscaling
614	Select a model
619	Acknowledged
61A	Enter alarm, press SET
61B	Select repeat interval
61C	I/O setup menu
61D	Plot type:
61E	""
61F	(OFF SCREEN)
620	Invalid PTYPE
621	Name the stat data, press ENTER
622	Enter value (zoom out if >1), press ENTER
623	Copied to stack
624	x axis zoom w/AUTO.
625	x axis zoom.
626	y axis zoom.
627	x and y-axis zoom.
A01	Bad Guess(es)
A02	Constant?
A03	Interrupted
A04	Zero
A05	Sign Reversal
A06	Extremum

B

Numerisch zusammengestellte Meldungen (fortgesetzt)

# (hex)	Meldung
	Verwalten der Einheiten
B01	Invalid Unit
B02	Inconsistent Units
	E/A und Drucken
C01	Bad Packet Block check
C02	Timeout
C03	Receive Error
C04	Receive Buffer Overrun
C05	Parity Error
C06	Transfer Failed
C07	Protocol Error
C08	Invalid Server Cmd
C09	Port Closed
C0A	Connecting
C0B	Retry #
C0C	Awaiting Server Cmd.
C0D	Sending
C0E	Receiving
C0F	Object Discarded
C10	Packet #
C11	Processing Command
C12	Invalid IOPAR
C13	Invalid PRTPAR
C14	I/O: Batt Too Low
C15	Empty Stack
C17	Invalid Name
	Zeitmeldungen
D01	Invalid Date
D02	Invalid Time
D03	Invalid Repeat
D04	Nonexistent Alarm
	Allgemeine Meldungen
70000	(DOERR Fehler)

B

C

Kennzeichen (Codes) des HP 48

Der HP 48 Zeichensatz, mit Ausnahme von den Zeichen mit den Nummern 128 bis einschließlich 159, ist auf dem ISO 8859 Latein 1 Zeichensatz aufgebaut.

Sie können die *meisten* der HP 48 Zeichen direkt von der Alpha-Tastatur eintippen. Betrachten Sie dazu das Alpha-Tastatur-Diagramm auf Seite 2-9. Bestimmte Zeichen sind allerdings *nicht* auf der Alpha-Tastatur. Um diese Zeichen einzutippen, müssen Sie sich auf ein Kennzeichen (Zeichencode) beziehen. *Irgendein* Zeichen des HP 48 kann mit Hilfe dieser Kennzeichen eingetippt werden.

Wie man irgendein Zeichen als Zeichenkette eintippt:

1. Geben Sie sein Kennzeichen (Zeichencode) ein.
2. Drücken Sie [PRG] OBJ [NXT] [NXT] CHR (der CHR Befehl).

Wie man das Kennzeichen für das erste Zeichen in einer Zeichenkette holt:

1. Legen Sie die Zeichenkette in Ebene 1 ab.
2. Drücken Sie [PRG] OBJ [NXT] [NXT] NUM (der NUM Befehl).

Wenn Sie ein Zeichen öfters verwenden, das weder auf der Haupt- noch auf der Alphatastatur vorhanden ist, können Sie dieses Zeichen zum Zwecke des leichteren Zugriffs der Tastatur zuordnen. Lesen Sie dazu "Benutzertasten umbelegen" auf Seite 15-6.

Kennzeichen (Zeichencodes)

NUM	CHR	NUM	CHR	NUM	CHR	NUM	CHR
0	■	32		64	@	96	`
1	■	33	!	65	A	97	a
2	■	34	"	66	B	98	b
3	■	35	#	67	C	99	c
4	■	36	$	68	D	100	d
5	■	37	%	69	E	101	e
6	■	38	&	70	F	102	f
7	■	39	'	71	G	103	g
8	■	40	(	72	H	104	h
9	■	41	)	73	I	105	i
10	■	42	*	74	J	106	j
11	■	43	+	75	K	107	k
12	■	44	,	76	L	108	l
13	■	45	-	77	M	109	m
14	■	46	.	78	N	110	n
15	■	47	/	79	O	111	o
16	■	48	0	80	P	112	p
17	■	49	1	81	Q	113	q
18	■	50	2	82	R	114	r
19	■	51	3	83	S	115	s
20	■	52	4	84	T	116	t
21	■	53	5	85	U	117	u
22	■	54	6	86	V	118	v
23	■	55	7	87	W	119	w
24	■	56	8	88	X	120	x
25	■	57	9	89	Y	121	y
26	■	58	:	90	Z	122	z
27	■	59	;	91	[	123	{
28	■	60	<	92	\	124	|
29	■	61	=	93	]	125	}
30	■	62	>	94	^	126	~
31	■	63	?	95	_	127	▒

C

Kennzeichen (Zeichencodes) (fortgesetzt)

NUM	CHR	NUM	CHR	NUM	CHR	NUM	CHR
128	∠	160		192	À	224	à
129	x̄	161	¡	193	Á	225	á
130	▽	162	¢	194	Â	226	â
131	√	163	£	195	Ã	227	ã
132	∫	164	¤	196	Ä	228	ä
133	Σ	165	¥	197	Å	229	å
134	▶	166	¦	198	Æ	230	æ
135	π	167	§	199	Ç	231	ç
136	∂	168	¨	200	È	232	è
137	≤	169	©	201	É	233	é
138	≥	170	ª	202	Ê	234	ê
139	≠	171	«	203	Ë	235	ë
140	α	172	¬	204	Ì	236	ì
141	→	173	-	205	Í	237	í
142	←	174	®	206	Î	238	î
143	↓	175	¯	207	Ï	239	ï
144	↑	176	°	208	Ð	240	ð
145	γ	177	±	209	Ñ	241	ñ
146	δ	178	²	210	Ò	242	ò
147	ε	179	³	211	Ó	243	ó
148	η	180	´	212	Ô	244	ô
149	θ	181	µ	213	Õ	245	õ
150	λ	182	¶	214	Ö	246	ö
151	ρ	183	·	215	×	247	÷
152	σ	184	¸	216	Ø	248	ø
153	τ	185	¹	217	Ù	249	ù
154	ω	186	º	218	Ú	250	ú
155	Δ	187	»	219	Û	251	û
156	Π	188	¼	220	Ü	252	ü
157	Ω	189	½	221	Ý	253	ý
158	■	190	¾	222	Þ	254	þ
159	∞	191	¿	223	ß	255	ÿ

C

D

Menüzahlen und Menükarten

Die folgende Tabelle listet die eingebauten Menüs und die entsprechenden Menüzahlen des HP 48 Taschenrechners auf. Die Menüzahl für eine Bibliothek ist die gleiche wie die Bibliothekenzahl.

Menüzahlen und Menünamen

No.	Name	No.	Name
0	Last Menu	21	MODES
1	CST		Benutzeranpassung
2	VAR	22	MEMORY
3	MTH	23	MEMORY Arithmetik
4	MTH PARTS	24	LIBRARY
5	MTH PROB	25	PORT 0
6	MTH HYP	26	PORT 1
7	MTH MATR	27	PORT 2
8	MTH VECTR	28	EDIT
9	MTH BASE	29	SOLVE
10	PRG	30	SOLVE SOLVR
11	PRG STK	31	PLOT
12	PRG OBJ	32	PLOT PTYPE
13	PRG DISP	33	PLOT PLOTR
14	PRG CTRL	34	ALGEBRA
15	PRG BRCH	35	TIME
16	PRG TEST	36	TIME ADJST
17	PRINT	37	TIME ALRM
18	I/O	38	TIME ALRM RPT
19	I/O SETUP	39	TIME SET
20	MODES		

Menüzahlen und Menünamen (fortgesetzt)

No.	Name	No.	Name
40	STAT	50	UNITS ENRG
41	STAT MODL	51	UNITS POWR
42	UNITS Katalog	52	UNITS PRESS
43	UNITS LENG	53	UNITS TEMP
44	UNITS AREA	54	UNITS ELEC
45	UNITS VOL	55	UNITS ANGL
46	UNITS TIME	56	UNITS LIGHT
47	UNITS SPEED	57	UNITS RAD
48	UNITS MASS	58	UNITS VISC
49	UNITS FORCE	59	UNITS Befehl

MTH

PARTS	PROB	HYP	MATR	VECTR	BASE

PARTS

ABS	SIGN	CONJ	ARG	RE	IM
MIN	MAX	MOD	%	%CH	%T
MANT	XPON	IP	FP	FLOOR	CEIL
RND	TRNC	MAXR	MINR		

PROB

COMB	PERM	!	RAND	RDZ	
UTPC	UTPF	UTPN	UTPT		

HYP

SINH	ASINH	COSH	ACOSH	TANH	ATAN
EXPM	LNP1				

MATR

CON	IDN	TRN	RDM	DET	RSD
ABS	RNRM	CNRM			

VECTR

XYZ■	R∠Z	R∠∠	CROSS	DOT	ABS
V→	→V2	→V3	D→R	R→D	

BASE

HEX	DEC■	OCT	BIN	STWS	RCWS
RL	RR	RLB	RRB	R→B	B→R
SL	SR	SLB	SRB	ASR	
AND	OR	XOR	NOT		

PRG

STK	OBJ	DSPL	CTRL	BRCH	TEST

STK

OVER	ROT	ROLL	ROLLD	PICK	DEPTH
DUP	DUP2	DUPN	DROP2	DRPN	

OBJ

OBJ→	EQ→	→ARR	→LIST	→STR	→TAG
R→C	C→R	DTAG	→UNIT	TYPE	VTYPE
SIZE	POS	REPL	SUB	NUM	CHR
PUT	GET	PUTI	GETI		

DSPL

PICT	PVIEW	LINE	TLINE	BOX	ARC
PDXON	PDXOF	PDX?	PX→C	C→PX	SIZE
→GRO	BLAN	GOR	GXOR	REPL	SUB
→LCD	LCD→	CLLCD	DISP	FREEZ	TEXT

CTRL

DBUG	SST	SST↓	NEXT	HALT	KILL
INPUT	PROM	DISP	MENU	WAIT	KEY
DOERR	ERRN	ERRM	ERR0	BEEP	OFF

BRCH

IF	CASE	START	FOR	DO	WHILE
THEN	END	NEXT	STEP	UNTIL	REPEA
ELSE	IFERR	IFT	IFTE		

TEST

AND	OR	XOR	NOT	SAME	TYPE
==	≠	<	>	≤	≥
SF	CF	FS?	FC?	FS?C	FC?C

D

MTH und PRG Menüs

PRINT

PR1	PRST	PRSTC	PRLCD	PRVAR	CR
DELAY	OLDPR				

I/O

SEND	RECV	SERVE	KGET	FINIS	SETUP
RECN	PKT	KERR		OPENI	CLOSE
XMIT	SRECV	STIME	SBRK	BUFLE	

SETUP

IRW	ASCII	BAUD	PARIT	CKSM	TRAN

MODES

STD■	FIX	SCI	ENG	SYM■	BEEP■
STK■	ARG■	CMD■	CNC■	ML■	CLK
DEG■	RAD	GRAD	XYZ■	R∠Z	R∠∠
HEX	DEC■	OCT	BIN	FM,	

MODES

ASN	STOK	RCLK	DELK	MENU	CST
TMEN	RCLM	STOF	RCLF	SF	CF
FS?	FC?	FS?C	FC?C		

MEMORY

MEM	BYTES	VARS	ORDER	PATH	CRDIR
TVARS	PVARS	NEWO	LIBS	ATTAC	DETAC
MERG	FREE	ARCHI	RESTO	PGDIR	

MEMORY

STO+	STO−	STO*	STO/	INCR	DECR
SINV	SNEG	SCON			

GRAPH

ZOOM	Z-BOX	CENT	COORD	LABEL	FCN
DOT+	DOT−	LINE	TLINE	BOX	CIRCL
MARK	REPL	SUB	DEL	+/−	KEYS

ZOOM

XAUTO	X	Y	XY		EXIT

FCN

ROOT	ISECT	SLOPE	AREA	EXTR	EXIT
F(X)	F'	NXEQ			

MATRIX

EDIT	VEC■	←WID	WID→	GO→■	GO↓
+ROW	−ROW	+COL	−COL	→STK	↑STK

EDIT

←SKIP	SKIP→	←DEL	DEL→	INS■	↑STK

SOLVE

SOLVR	ROOT	NEW	EDEQ	STEQ	CAT

CAT

PLOTR	SOLVR	EQ+	EDIT	→STK	VIEW
ORDER	PURG	FAST			

D

PRINT, I/O, MODES, MEMORY, GRAPH, MATRIX, EDIT, SOLVE Menüs

PLOT

PLOTR	PTYPE	NEW	EDEQ	STEQ	CAT

PLOTR

ERASE	DRAW	AUTO	XRNG	YRNG	INDEP
DEPN	PTYPE	RES	CENT	SCALE	RESET
AXES	DRAX	LABEL	*H	*W	PDIM

PTYPE

FUNC	CONIC	POLAR	PARA	TRUTH	BAR
HIST	SCATT				

CAT

PLOTR	SOLVR	EQ+	EDIT	→STK	VIEW
ORDER	PURG	FAST			

PLOT

ERASE	DRAW	AUTO	XRNG	YRNG	INDEP
DEPN	PTYPE	RES	CENT	SCALE	RESET
AXES	DRAX	LABEL	*H	*W	PDIM

ALGEBRA

COLCT	EXPA	ISOL	QUAD	SHOW	TAYLR
↑MAT	↓MAT	|	APPLY	QUOT	→Qπ

ALGEBRA

PLOTR	SOLVR	EQ+	EDIT	→STK	VIEW
ORDER	PURG	FAST			

TIME

SET	ADJST	ALRM	ACK	ACKA	CAT
DATE+	DDAYS	DATE	TIME	TSTR	TICKS
→HMS	HMS→	HMS+	HMS−		

SET

→DAT	→TIM	A/PM	12/24	M/D	

ADJST

HR+	HR−	MIN+	MIN−	SEC+	SEC−
CLKA					

ALRM

>DATE	>TIME	A/PM	EXEC	RPT	SET
STOAL	RCLAL	DELAL	FINDA		

RPT

WEEK	DAY	HOUR	MIN	SEC	NONE

CAT

PURG		EXECS	EDIT	→STK	VIEW

STAT

Σ+	CLΣ	NEW	EDITΣ	STOΣ	CAT
TOT	MEAN	SDEV	MAXΣ	MINΣ	BINS
XCOL	YCOL	BARPL	HISTP	SCATR	ΣLINE
LR	PREDX	PREDY	CORR	COV	MODL
ΣX	ΣY	ΣX^2	ΣY^2	ΣX*Y	NΣ

MODL

LIN	LOG	EXP	PWR	BEST	

CAT

1-VAR	PLOT	2-VAR	EDIT	→STK	VIEW
ORDER	PURG				

STAT

TOT	MEAN	SDEV	MAXΣ	MINΣ	BINS
XCOL	YCOL	BARPL	HISTP	SCATR	ΣLINE
LR	PREDX	PREDY	CORR	COV	MODL
ΣX	ΣY	ΣX^2	ΣY^2	ΣX*Y	NΣ
Σ+	CLΣ	NEW	EDITΣ	STOΣ	CAT

D

PLOT, ALGEBRA, TIME, STAT Menüs

UNITS

LENG	AREA	VOL	TIME	SPEED	MASS
FORCE	ENRG	POWR	PRESS	TEMP	ELEC
ANGL	LIGHT	RAD	VISC		

LENG

M	CM	MM	YD	FT	IN
MPC	PC	LYR	AU	KM	MI
NMI	MIUS	CHAIN	RD	FATH	FTUS
MIL	µ	A	FERMI		

AREA

M^2	CM^2	B	YD^2	FT^2	IN^2
KM^2	HA	A	MI^2	MIUS^	ACRE

VOL

M^3	ST	CM^3	YD^3	FT^3	IN^3
L	GALU	GALC	GAL	QT	PT
ML	CU	OZFL	OZUK	TBSP	TSP
BBL	BU	PK	FBM		

TIME

YR	D	H	MIN	S	HZ

SPEED

M/S	CM/S	FT/S	KPH	MPH	KNOT
C	GA				

MASS

KG	G	LB	OZ	SLUG	LBT
TON	TOMU	T	OZT	CT	GRAIN
U	MOL				

FORCE

N	DYN	GF	KIP	LBF	PDL

ENRG

J	ERG	KCAL	CAL	BTU	FT*LB
THER	MEV	EV			

POWR

W	HP				

PRESS

PA	ATM	BAR	PSI	TORR	MMH
INHG	INH20				

TEMP

°C	°F	K	°R		

ELEC

V	A	C	Ω	F	W
FDY	H	MHO	S	T	WB

ANGL

°	R	GRAD	ARCMI	ARCS	SR

LIGHT

FC	FLAM	LX	PH	SB	LM
CD	LAM				

RAD

GY	RAD	REM	SV	BQ	CI
R					

VISC

P	ST				

UNITS

CONV	UBASE	UVAL	UFACT	→UNIT	

▲

ECHO	VIEW	PICK	ROLL	ROLLD	→LIST
DUPN	DRPN	KEEP	LEVEL		

D

UNITS und Interaktive Stack-Menüs

E

HP 48 System-Flags

Dieser Anhang enthält die System-Flags des HP 48 nach Funktionsgruppen geordnet. Alle Flags können gesetzt, rückgesetzt und getestet werden. Die Standardeinstellung der Flags ist *rückgesetzt*; mit Ausnahme der Flags, welche die Wortlänge von Binärzahlen bestimmen (Flags −5 bis −10).

System-Flags

Flag	Beschreibung
	Symbol-Flags für mathematische Funktionen
−1	Hauptlösung. *Rückgesetzt*: QUAD und ISOL liefern ein Ergebnis, das alle möglichen Lösungen darstellt. *Gesetzt*: QUAD und ISOL liefern nur die Hauptlösung.
−2	Symbolische Darstellung von Konstanten. *Rückgesetzt*: Symbolische Konstanten (e, i, π, MAXR und MINR) bleiben bei der Berechnung in ihrer symbolischen Form erhalten, wenn nicht das Flag−3 für die numerische Darstellung der Ergebnisse gesetzt ist. *Gesetzt*: Symbolische Konstanten werden durch ihren Zahlenwert ersetzt, unabhängig vom Zustand des Flag −3.
−3	Numerische Darstellung von Ergebnissen. *Rückgesetzt*: Funktionen mit symbolischen Argumenten einschließlich symbolischer Konstanten werden nach der Berechnung in symbolischer Form dargestellt. *Gesetzt*: Funktionen mit symbolischen Argumenten einschließlich symbolischer Konstanten werden nach der Berechnung numerisch dargestellt.
−4	Wird nicht verwendet.

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	Binärzahlen-Flags
−5 bis −10	Wortlänge von Binärzahlen. Mit den Flags −5 bis einschließlich −10 wird die Wortlänge zwischen 1 und 64 Bit eingestellt.
−11 und −12	Binärzahlenbasis. HEX: −11 *gesetzt*, −12 *gesetzt*. DEC: −11 *rückgegesetzt*, −12 *rückgegesetzt*. OCT: −11 *gesetzt*, −12 *rückgesetzt*. BIN: −11 *rückgesetzt*, −12 *gesetzt*.
−13 und −14	Wird nicht verwendet.
	Koordinatensystem-Flags
−15 und −16	Rechteckkoordinaten: −15 *rückgesetzt*, −16 *rückgesetzt*. Polar-/Zylinderkoordinaten: −15 *rückgesetzt*, −16 *gesetzt*. Polar-/Kugelkoordinaten: −15 *gesetzt*, −16 *gesetzt*.
	Trigonometrische Winkelmodus-Flags
−17 und −18	Grad: −17 *rückgesetzt*, −18 *rückgesetzt*. Radianten: −17 *gesetzt*, −18 *rückgesetzt*. Gon: −17 *rückgesetzt*, −18 *gesetzt*.
	KomplexModus-Flags
−19	*Rückgesetzt*:→V2 und [→][2D] bilden aus 2 reellen Zahlen einen 2-dimensionalen Vektor. *Gesetzt*:→V2 und [→][2D] bilden aus 2 reellen Zahlen eine komplexe Zahl.
	Flags zur Behandlung mathematischer Sonderfälle
−20	Unterschreitungsausnahme. *Rückgesetzt*: Unterschreitungsausnahme liefert 0 und setzt Flag −23 oder −24. *Gesetzt*: Unterschreitungsausnahme wird als Fehler behandelt.
−21	Überlaufsausnahme. *Rückgesetzt*: Überlaufsausnahme liefert ±9.99999999999E499 und setzt Flag −25. *Gesetzt*: Überlaufsausnahme wird als Fehler behandelt.

E

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
Flags zur Behandlung mathematischer Sonderfälle (fortgesetzt)	
−22	Unendliche Ergebnisausnahme. *Rückgesetzt*: Das unendliche Ergebnis wird als Fehler behandelt. *Gesetzt*: Bei einem unendlichen Ergebnis wird ±9.99999999999E499 zurückgesendet, und das Flag −26 wird gesetzt.
−23 −24 −25 −26	Anzeige negative Bereichsunterschreitung. Anzeige positive Bereichsunterschreitung. Anzeige Überlauf. Anzeige eines unendlichen Ergebnisses. Tritt ein mathematisch nicht zulässiger Zustand ein, wird das entsprechende Flag (−23 bis −26) nur dann *gesetzt*, wenn dieser nicht zulässige Zustand *nicht* als Fehler behandelt wird.
−27 bis −29	Wird nicht verwendet.
Flags für grafische Darstellung	
−30	Grafische Darstellung von Funktionen. *Rückgesetzt*: Bei Gleichungen der Form $y = f(x)$ wird nur $f(x)$ grafisch dargestellt. *Gesetzt*: Bei Gleichungen der Form $y = f(x)$ werden y und $f(x)$ getrennt grafisch dargestellt.
−31	Verbinden von Punkten zu einer Kurve. *Rückgesetzt*: Punkte werden miteinander zu einer Kurve verbunden. *Gesetzt*: Punkte werden nicht verbunden.
−32	Grafikcursor. *Rückgesetzt*: Der Grafikcursor ist immer dunkel. *Gesetzt*: Der Grafikcursor erscheint dunkel auf hellem Hintergrund und hell auf dunklem Hintergrund.

E

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	E/A- und Druck-Flags
−33	E/A-Gerät. *Rückgesetzt*: Daten für nichtdruckendes E/A-Gerät werden zum seriellen Anschluß übertragen. *Gesetzt*: Daten für nichtdruckendes E/A-Gerät werden zum IR-Anschluß übertragen.
−34	Drucker. *Rückgesetzt*: Daten für den Drucker werden zum IR-Anschluß übertragen. *Gesetzt*: Daten für den Drucker werden zum seriellen Anschluß übertragen.
−35	E/A-Datenformat. *Rückgesetzt*: Objekte werden im ASCII-Format übertragen. *Gesetzt*: Objekte werden in binärer Form (Speicherbildformat) übertragen.
−36	Überschreiben mit RECV. *Rückgesetzt*: Wenn ein vom HP 48 empfangener Dateiname mit einem vorhandenen Variablennamen des HP 48 übereinstimmt, wird ein neuer Variablennamen mit einem Ziffernzusatz angelegt, um das Überschreiben der vorhandenen Variablen zu verhindern. *Gesetzt*: Wenn ein vom HP 48 empfangener Dateiname mit einem vorhandenen Variablennamen des HP 48 übereinstimmt, wird die vorhandene Variable überschrieben.
−37	Zweizeiliger Druck. *Rückgesetzt*: Einzeiliger Druck. *Gesetzt*: Zweizeiliger Druck.
−38	Zeilenvorschub. *Rückgesetzt*: Am Ende jeder Druckzeile wird das Zeichen für Zeilenvorschub zum Drucker geschickt. *Gesetzt*: Das Zeichen für Zeilenvorschub wird am Zeilenende nicht geschickt.
−39	E/A-Meldungen. *Rückgesetzt*: E/A-Meldungen werden angezeigt. *Gesetzt*: E/A-Meldungen werden unterdrückt.

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	Zeit- und Datum-Flags
−40	Anzeige der Uhr. *Rückgesetzt*: Die Uhr wird nur angezeigt, wenn das Menü TIME gewählt wurde. *Gesetzt*: Die Uhr wird immer angezeigt.
−41	Zeitanzeigeformat. *Rückgesetzt*: 12-Stunden-Anzeige. *Gesetzt*: 24-Stunden-Anzeige.
−42	Datumsformat. *Rückgesetzt*: Format MM/DD/YY (Monat/Tag/Jahr). *Gesetzt*: Format DD.MM.YY (Tag.Monat.Jahr).
−43	Wiederholungstermine nicht neu ansetzen. *Rückgesetzt*: Nicht bestätigte Wiederholungstermine zu festen Zeiten werden automatisch neu angesetzt. *Gesetzt*: Nicht bestätigte Wiederholungsalarme zu festen Zeiten werden nicht neu angesetzt.
−44	Bestätigte Alarme werden gespeichert. *Rückgesetzt*: Bestätigte Alarme werden aus der Terminliste gelöscht. *Gesetzt*: Bestätigte Termine werden weiter in der Terminliste gespeichert.
	Anzeigeformat-Flags
−45 bis −48	Anzahl der Dezimalstellen. Mit den Flags −45 bis einschließlich −48 wird die Anzahl der Dezimalstellen im FIX-, SCI- und ENG-Modus eingestellt.
−49 and −50	Zahlendarstellungsformat. Standard: −49 *rückgesetzt*, −50 *rückgesetzt*. Fix: −49 *gesetzt*, −50 *rückgesetzt*. SCI-Modus: −49 *rückgesetzt*, −50 *gesetzt*. ENG-Modus: −49 *gesetzt*, −50 *gesetzt*.

E

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	Anzeigeformat-Flags (fortgesetzt)
−51	Dezimaltrennzeichen *Rückgesetzt*: Das Dezimalzeichen ist der . (Punkt). *Gesetzt*: Das Dezimalzeichen ist das , (Komma).
−52	Einzeilige Anzeige. *Rückgesetzt*: Das Objekt in Ebene 1 wird angezeigt, wobei maximal vier Zeilen der Stackanzeige verwendet werden. *Gesetzt*: Die Anzeige des Objektes in Ebene 1 ist auf eine Zeile beschränkt.
−53	Vorrang von Rechenoperationen. *Rückgesetzt*: Bestimmte Klammern in algebraischen Ausdrücken werden unterdrückt, um die Lesbarkeit zu verbessern. *Gesetzt*: Alle Klammern in algebraischen Ausdrücken werden dargestellt.
−54	Wird nicht verwendet.
	Sonstige Flags
−55	Letztes Argument. *Rückgesetzt*: Die Argumente einer Operation werden gesichert. *Gesetzt*: Die Argumente einer Operation werden nicht gesichert.
−56	Akustisches Fehlersignal. *Rückgesetzt*: Die akustischen Signale bei einer Fehlermeldung und bei Ausführung des Befehls BEEP sind aktiviert. *Gesetzt*: Die akustischen Signale bei einer Fehlermeldung und bei Ausführung des Befehls BEEP werden unterdrückt.
−57	Akustisches Alarmsignal. *Rückgesetzt*: Das akustische Alarmsignal ist aktiviert. *Gesetzt*: Das akustische Alarmsignal wird unterdrückt.

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	Sonstige Flags (fortgesetzt)
−58	Ausführliche Meldungen.
	Rückgesetzt: Meldungen mit Bedienerhinweisen und Daten werden automatisch angezeigt. *Gesetzt*: Die automatische Anzeige von Meldungen mit Bedienerhinweisen und Daten wird unterdrückt.
−59	Schnelle Kataloganzeige. *Rückgesetzt*: Der Gleichungskatalog (und die Meldungen in den Menüs SOLVE, SOLVR, PLOT und PLOTR) zeigen die Gleichung und den Gleichungsnamen an. *Gesetzt*: Der Gleichungskatalog (und die Meldungen in den Menüs SOLVE, SOLVR, PLOT und PLOTR) zeigen nur den Gleichungsnamen an.
−60	Verriegelung des Alpha-Modus. *Rückgesetzt*: Der Alpha-Modus für Einzeltasten wird durch einmaliges Drücken von [α] aktiviert. Der Alpha-Modus für Einzeltasten wird durch zweimaliges Drücken von [α] verriegelt. *Gesetzt*: Der Alpha-Modus wird durch einmaliges Drücken von [α] aktiviert. (Alpha für Einzeltasten nicht vorhanden).
−61	Verriegeln des Benutzermodus. *Rückgesetzt*: Der Benutzermodus wird durch einmaliges Drücken von [↰][USR] aktiviert. Der Benutzermodus wird durch zweimaliges Drücken von [↰][USR] verriegelt. *Gesetzt*: Der Benutzermodus wird durch einmaliges Drücken von [↰][USR] verriegelt. (1-Benutzermodus nicht vorhanden).
−62	Benutzermodus. *Rückgesetzt*: Der Benutzermodus ist nicht aktiviert. *Gesetzt*: Der Benutzermodus ist aktiviert.

E

System-Flags (fortgesetzt)

Flag	Beschreibung
	Sonstige Flags (fortgesetzt)
−63	Benutzerdefiniertes [ENTER]. *Rückgesetzt*: [ENTER] wertet die Befehlszeile aus. *Gesetzt*: Das benutzerdefinierte [ENTER] ist aktiviert.
−64	Anzeiger für den Index. *Rückgesetzt*: Die letzte Ausführung von GETI oder PUTI hat den Index beim Erhöhen nicht auf den Anfangswert zurückgesetzt. *Gesetzt*: Die letzte Ausführung von GETI oder PUTI hat den Index beim Erhöhen auf den Anfangswert zurückgesetzt.

E

F

Vergleich zwischen dem HP 48 und dem HP 41

Die "RPN" Stack und "RPN" Logik als Fundament für alle Operationen sind bei dem HP 48 und dem HP 41 gleich. Jedoch reichen der Stack mit vier Ebenen und die Struktur mit festem Register des HP 41 weder dazu aus, mit verschiedenen Datentypen (verschiedenen *Objekttypen*) zu arbeiten, noch symbolische Berechnungen durchzuführen. Der HP 48 hat das traditionelle "RPN" Modell mit Fähigkeiten erweitert, um verfeinerte Operationen durchzuführen.

Um Ihnen beim Anfang mit dem HP 48 zu helfen, hebt dieser Anhang einige der Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen dem HP 48 und dem HP 41 hervor. (Sollten Sie sich mit einem anderen RPN als dem HP auskennen, sollten Ihnen die Vergleiche in diesem Anhang trotzdem helfen.) Um eine komplette Beschreibung zu erhalten, lesen Sie in *HP 41/HP 48 Transitions* by William C. Wickes, Larken Publications, 1990.

Was hat sich nicht geändert?

Wie man RPN Berechnungen mit der Tastatur durchführt:

Sie können Zahlen auf dem HP 48 genau so wie auf dem HP 41 berechnen. Das Grundschema ist das gleiche geblieben.

In den folgenden Beispielen wird 4 × 15, sin 30°, und 2^3 berechnet.

HP 41	**HP 48**
4 [ENTER↑] 15 [×]	4 [ENTER] 15 [×]
HP 41	**HP 48**
30 [SIN]	30 [SIN]
HP 41	**HP 48**
2 [ENTER] 3 ■ [y^x]	2 [ENTER] 3 [y^x]

Wie man Befehle ausführt:

Die Grundregel für den HP 41 wie für den HP 48 ist: *Geben Sie die Daten für den Befehl ein, und dann führen Sie ihn aus.* Normalerweise werden die Resultate in den Stack geliefert.

Der Stack

Die Stackgröße

F

Der HP 41 Stack enthält vier Register (X, Y, Z und T), die durch das LAST X Register und das ALPHA Register erweitert werden. Jedes der numerischen Register kann einen realen Zahlenwert (oder sechs Zeichen) annehmen. Das ALPHA Register kann 24 Zeichen annehmen.

Der HP 48 Stack enthält nur so viele *Ebenen* wie von der Anzahl der eingegebenen Objekte verlangt werden. Der Stack beginnt mit Ebene 1 und wächst mit dem Bedarf. (Das Display zeigt mehrere der ersten Ebenen an.) Jede Stackebene kann ein *Objekt*, ein Datenelement, enthalten. Ein Objekt kann eine reelle Zahl, eine komplexe Zahl, eine beliebig lange Zeichenkette, ein ganzes Programm oder ein oder mehrere andere Datentypen sein. Hierbei ist es wichtig, daß der Stack sowohl in Hinsicht auf die Anzahl der Ebenen wie auf die Komplexität der Information in jeder Ebene dynamisch ist.

Wenn Sie Text in den HP 48 eingeben wollen, geben Sie ihn als Zeichenkette ein. Das bedeutet, daß Sie ihn in den Stack eingeben können und Sie somit kein separates ALPHA Register brauchen.

Der Stackspeicher

Der HP 41 Stack nimmt einen festegelegten Teil des Speichers ein. Seine Göße verändert sich nie.

Der dynamische Stack des HP 48 hat den Vorteil, daß Sie während der Eingabe neuer Daten nie andere Daten verlieren. Jedoch hat er den Nachteil, daß Sie aus dem soeben genannten Grund einen signifikanten Teil des Speichers mit alten Daten belegen können, falls Sie diese im Stack lassen. Sie sollten sich daran gewöhnen, unnötige Daten aus dem Stack zu löschen.

Wie man alle Daten aus dem Stack löscht:

Wenn Sie das X-Register oder den Stack im HP 41 löschen, wird 0 in den entsprechenden Registern gespeichert. Diese 0 Zeichen können als Daten verwendet werden.

Löschen Sie mit CLEAR den Stack des HP 48, löschen Sie alle Objekte und Ebenen des Stacks. *Nichts* bleibt im Stack. Keine Daten sind dort mehr vorhanden. Löschen Sie Ebene 1 des Stacks mit DROP, werden alle Objekte im Stack nach unten bewegt, wodurch dann das ehemalige Ebene 2 Objekt in Ebene 1 ist und eine Ebene weniger vorhanden ist. Keine Löschoperation produziert 0.

Wie man Daten eingibt:

Geben Sie Zahlen in den HP 41 ein, geben Sie diese in das X-Register ein. Wenn Sie [ENTER↑] drücken, wird die Zahl im Y-Register dupliziert, und der Stack-Lift wird abgestellt.

Wenn Sie Zahlen oder andere Objekte in den HP 48 eingeben, tippen Sie diese in der *Befehlszeile* ein. Auf diese Weise werden die Stackebenen nicht beeinflußt, während Sie eintippen. Drücken Sie [ENTER], wird die Befehlszeile ausgeführt. Hatten Sie vorher eine Zahl eingegeben, wird sie in Ebene 1 abgelegt, und der Rest der Objekte im Stack werden eine Ebene nach oben bewegt. Drücken Sie anstattdessen [ATTN], wird die Befehlszeile gelöscht, und der Stack wird nicht verändert.

Sie können beim HP 48 in der Tat mehr als ein Objekt in die Befehlszeile eingeben, indem Sie [SPC] nach jedem Objekt drücken. Wenn Sie mehrere Zahlen eingeben und [ENTER] drücken, werden alle der Reihe nach in den Stack abgelegt, eine Zahl pro Ebene. Wenn Sie irgendeine andere Taste drücken, wie etwa [+], wird die Befehlszeile automatisch verarbeitet (die Zahlen werden in den Stack geliefert), und danach wird der Befehl ausgeführt.

Wie man sich den Stack anschaut:

Beim HP 41 können Sie [R↓] verwenden, um sich den Stack anzuschauen.

Beim HP 48 sehen Sie normalerweise die vier Stackebenen im Display. Wenn Sie mehr vom Stack sehen wollen, können Sie [▲] drücken, um den Interaktivstack zu aktivieren, mit dessen Hilfe Sie durch den ganzen Stack blättern können.

Wie man Stackdaten dupliziert:

Beim HP 41 können Sie [ENTER↑] drücken, um eine Kopie des X-Registers in das Y-Register abzulegen. Wenn Sie außerdem Zahlen aus dem Stack entnehmen, wird die Zahl im T-Register automatisch in das Z-Register dupliziert. Auf diese Weise haben Sie eine unendliche Anzahl von T-Registerwerten.

Beim HP 48 können Sie DUP ausführen, um das Ebene 1 Objekt in Ebene 2 zu duplizieren. (Zur leichteren Handhabung können Sie das gleiche erreichen, wenn Sie [ENTER] drücken, wenn die Befehlszeile nicht vorhanden ist.) Sie können DUP2 und DUPN verwenden, um zwei oder mehr Ebenen zu duplizieren. Jedoch ist kein eingebauter HP 48 Mechanismus zum automatischen Kopieren der Daten vorhanden, der mit der HP 41 T-Registeroperation verglichen werden kann, weil der HP 48 Stack keine bestimmte Anzahl von Ebenen hat. (Natürlich können Sie ein einfaches Programm schreiben, welches jedesmal eine gegebene Zahl liefert, wenn Sie es ausführen.)

F

Wie man Stackdaten neu ordnet:

Beim HP 41 können Sie Stackdaten mit Hilfe von R↑, RDN und X<>Y neu ordnen.

Die entsprechenden HP 48 Befehle sind ROLL, ROLLD und SWAP. *Jedoch* verlangen ROLL und ROLLD je ein Argument,

welches bestimmt, wie viele Stackebenen in die "ROLL" Operation einzuschließen sind. (Der Stack könnte viele Ebenen mit Daten haben, die Sie nicht beeinflussen wollen.) Andere Stackbefehle sind im PRG STK (Stack) Menü eingetragen.

Berechnungen

Wie man mit verschiedenen Arten berechnet:

Die HP 41 Berechnungen verwenden RPN Syntax. (Bei komplizierten Berechnungen fangen Sie normalerweise mit den inneren Operationen an, weil die Stackgröße sich nicht verändert.)

Die HP 48 Berechnungen werden mit RPN Syntax, der sogenannten *Stack*-Syntax, ausgeführt. (Sie können in irgendeiner Reihenfolge Berechnungen ausführen, weil die Stackgröße unbegrenzt ist.) Alternativ können Sie auch mit *algebraischer* Syntax berechnen. Algebraische Syntax bestimmt eine Berechnung in algebraischer Kennzeichnung. Außerdem können Sie die Berechnung in dieser Form sichern, oder Sie können diese nach ihrem numerischen Wert auswerten.

Die folgenden Beispiele berechnen $1/\sqrt{2}$. (Das dritte Beispiel wertet den Ausdruck `'1/√2'` aus.)

HP 41	HP 48	HP 48
1 [ENTER↑]	1 [ENTER]	['] 1 [÷] [√x] 2
2 [√x]	2 [√x]	[ENTER]
[÷]	[÷]	[EVAL]

F

Wie man das Anzeigeformat kontrolliert:

Beim HP 41 gibt es drei Anzeigeformate: das feste, das wissenschaftliche und das technische Format.

Beim HP 48 gibt es vier Anzeigeformate: das feste, das wissenschaftliche und das technische Format und das Standardformat (die Grundeinstellung). Das Standardformat zeigt nur die Anzahl der Stellen, die notwendig sind, die Zahl darzustellen (bis zu 12).

Wie man rechteckige und polare Koordinaten verwendet:

Beim HP 41 verwenden Sie zwei Register, um die rechteckigen oder polaren Koordinaten eines 2D Vektors oder eine komplexen Zahl zu erhalten. Sie verwenden die R–P und P–R Befehle, um zwischen den Koordinatentypen zu wechseln.

Beim HP 48 verwenden Sie einen 2D Vektor oder ein komplexes Zahlenobjekt, um die Menge darzustellen. Sie verändern den Koordinatenmodus, um die Art der Darstellung zu ändern.

Die folgenden Beispiele zeigen einen 2D Vektoren oder eine komplexe Zahl als polare Koordinaten.

HP 41	HP 48	HP 48
1 [ENTER↑] 1 [R→P] ([x⇄y] [x⇄y] zur Anschauung)	1 [ENTER] 1 [←] [2D] [→] [POLAR]	[←] [( )] 1 [SPC] 1 [ENTER] [→] [POLAR]

Befehle

Wie man Befehle ausführt:

Beim HP 41 können Sie umgeschaltete und nicht umgeschaltete Tasten dazu verwenden, Tastaturbefehle durch deren Betätigung auszuführen. Sie können auch [XEQ] [ALPHA] drücken und den Befehlsnamen zur Ausführung eintippen.

F

Beim HP 48 erscheinen Befehle auf umgeschalteten und nicht umgeschalteten Tasten. Beachten Sie die *links* und *rechts* Umschalttasten. Andere Befehle finden Sie in den *Menüs*. Die werden ausgeführt, indem Sie das Menü aufrufen und die entsprechende Menütaste drücken, was in diesem Handbuch in geschweiften Klammern ( ) angezeigt wird. Beispielsweise können Sie [MTH] PARTS ABS drücken, um den Befehl des absoluten Wertes durchzuführen. Außerdem können Sie einen Befehl ausführen, indem Sie seinen Namen in die Befehlszeile eintippen und [ENTER] drücken. Aber Sie müssen [α] verwenden, um Alphazeichen einzutippen.

Die folgenden Beispiele wechseln vom Radiantmodus in den DEG Modus.

HP 41	HP 48	HP 48	HP 48
[XEQ] [ALPHA] DEG [ALPHA]	[↰] [RAD]	[↰] [MODES] [NXT] [NXT] DEG	[α] [α] DEG [ENTER]

Wie man ohne Umschaltung kennzeichnet:

Beim HP 41 verlangen bestimmte Befehle eine Registerzahl, Flagzahl oder ähnliche Parameter. Alle diese Befehle fordern Sie auf, diese Parameter einzugeben, *nachdem* Sie den Befehlsnamen ausgeführt haben. Ein Beispiel: STO 01, FIX 2, und CF 03 holen ihre Parameter, nachdem Sie den Befehlsnamen ausgeführt haben.

Beim HP 48 verlangen *alle* Befehle, daß ihre Argumente sich im Stack befinden, *bevor* Sie den Befehl ausführen. Ein Beispiel: Sie können 'N1' STO, 2 FIX und 3 CF ausführen.

Die folgenden Beispiele ändern den Anzeigemodus, um vier Dezimalstellen anzuzeigen.

HP 41	HP 48
■ [FIX] 4	4 [↰] [MODES] FIX

Wie man alte Daten wiederherstellt:

Beim HP 41 können Sie LASTX verwenden, um den Inhalt von dem L-Register aufzurufen, was der ehemalige Inhalt des X-Registers ist. Dieses erlaubt Ihnen, Daten wieder zu verwenden, vielleicht dazu, die letzte Berechnung rückgängig zu machen.

Beim HP 48 können Sie LASTARG verwenden, um *alle* Argumente des zuletzt ausgeführten Befehls wieder aufzurufen, nicht nur das Argument aus Ebene 1. Sie können [LAST STACK] verwenden, einen ganzen Stack so wiederherzustellen, wie er vor dem letzten Befehl war.

Wie man Eingabedaten entfernt:

Bei gewissen HP 41-Befehlen werden die Daten für den Befehl im Stack gelassen, nachdem der Befehl ausgeführt wurde. Ein Beispiel: 123 STO 01 läßt 123 im Stack.

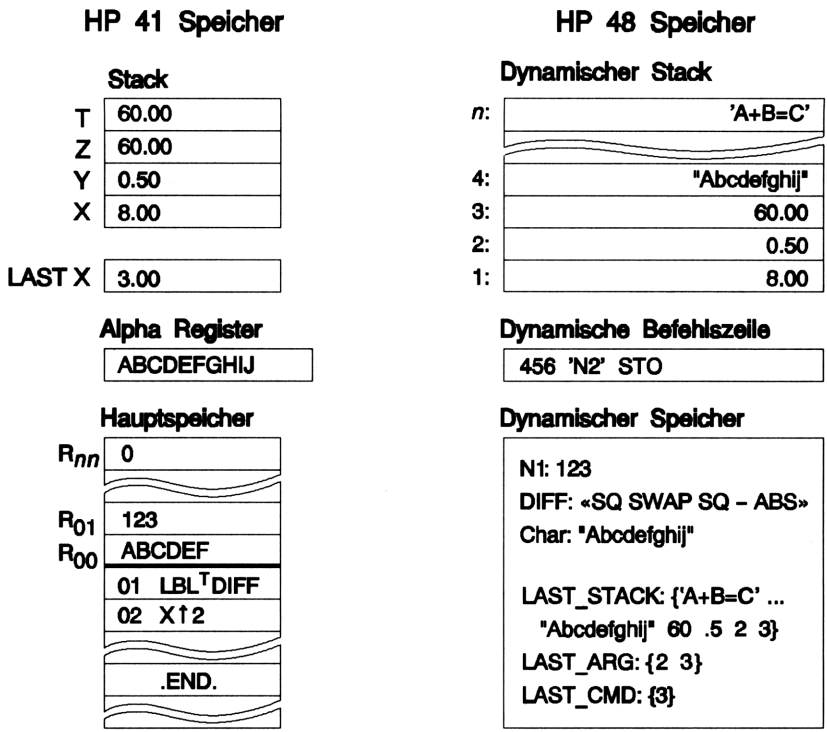
Bei fast allen HP 48-Befehlen werden die Eingabedaten für den Befehl vom Stack entfernt. Ein Beispiel: 123 'N1' STO läßt nichts im Stack. Das hilft, daß der Stack nicht überladen wird. Falls Sie eine Kopie eines Argumentes im Stack halten wollen, können Sie DUP verwenden, um die Kopie zu machen. Ein Beispiel: 123 DUP 'N1' STO läßt 123 im Stack. (Wenn keine Befehlszeile vorhanden ist, können Sie [ENTER] drücken, um das Ebene 1 Objekt zu kopieren.)

Der Speicher

Wie man den Speicher organisiert:

Der HP 41 Hauptspeicher ist in Datenspeicher-Register und Programmspeicher aufgeteilt. Sie bestimmen die Speichergöße in jedem Abschnitt mit dem SIZE Befehl. Extra Speicherraum in irgendeinem Abschnitt kann nicht zu einem anderen Zweck verwendet werden. Außerdem hat der HP 41 einen Stack mit vier Ebenen und mit einem 24-Zeichen Alpha-Register.

Der HP 48 Benutzerspeicher ist nicht so aufgeteilt oder so reserviert, daß nur bestimmte Arten von Daten darin gespeichert werden können. Das ist auch so für die Objekte im Stack. Speicherraum wird dynamisch für die von Ihnen eingegebenen oder gespeicherten Objekte angewiesen: für Zahlen, Programme oder andere Objekttypen. Die Zahl und Größe der Objekte wird nur von der Größe des vorhandenen freien Speicherraumes begrenzt.



Wie man Daten speichert:

Beim HP 41 speichern Sie mit dem STO Befehl reelle Zahlen (und begrenzte Alpha-Daten) in Speicherregistern. Jedes Register wird an einem zweistelligen Parameter identifiziert, wie etwa R_{01}. Sie müssen sich daran erinnern, welche Daten in welchem Register gespeichert sind.

Beim HP 48 speichern Sie reelle Zahlen, Alpha Zeichenketten von beliebiger Länge, komplexe Zahlen und andere Objekttypen in *Variablen*. Jede Variable wird durch einen *Variablennamen* identifiziert, den Sie angeben. Und sie enthält nur ein Objekt. Das Objekt kann eine einfache Zahl oder ein großes Programm oder ein beliebiger Objekttyp sein. Wenn Sie die (VAR)-Taste drücken, sehen Sie die Namen der Variablen, die Sie produziert haben. Sie können Namen wählen, die die gespeicherten Daten spiegeln, wie *N1*.

Diese Beispiele speichern die Zahl 123 (im Register R_{01} oder in der Variablen *N1*).

HP 41	HP 48	HP 48
123	123	123
[STO] 01	['] [α] N1	[VAR] [↰] N1
	[STO]	

Wie man gespeicherte Daten verwendet:

Sie können sowohl mit dem HP 41 wie dem HP 48 gespeicherte Daten aufrufen und verändern. Das HP 48 VAR Menü gibt Ihnen Abkürzungen, um mit den Variablen zu arbeiten.

Diese Beispiele rufen eine gespeicherte Zahl auf (aus R_{01} oder aus der Variablen *N1*).

HP 41	HP 48	HP 48	HP 48
[RCL] 01	[VAR] N1	[α] N1	['] [α] N1
		[ENTER]	[↱] [RCL]

Wie man den Speicher löscht:

Beim HP 41 löschen Sie das Speicherregister, indem Sie 0 dort speichern. Sie können CLRG verwenden, um 0 in allen Registern zu speichern.

Beim HP 48 verwenden Sie PURGE, um eine oder mehrere Variablen zu löschen. Sie werden vom Speicher entfernt, und ihr Speicherplatz ist wiederhergestellt. Sie können CLVAR verwenden, um alle Variablen zu löschen.

Programmierung

Wie man den Programminhalt erkennt:

Beim HP 41 besteht ein Programm aus numerierten Zeilen mit einem Befehl pro Zeile. Typischerweise beginnt ein Programm mit einer LBL Anweisung und endet mit einer END oder RTN Anweisung. Bestimmte Befehle, die Parameter verlangen, erscheinen in einer Zeile wie CF 03. Das Anfangsfeld dient oft als "Name" des Programms.

Beim HP 48 besteht ein Programm aus Folgen von Befehlen, Zahlen oder anderen Objekten, die zwischen « » Programmanführungszeichen eingeschlossen sind. Es gibt keine Befehle mit angeschlossenen Parametern. Alle solche Argumente werden vor dem Befehl eingebeben, so wie 3 CF etwa. Ein Programmobjekt hat keinen angeborenen "Namen". Es erhält einen Namen, wenn Sie es in einer Variablen speichern, der Sie einen Namen geben.

Die folgenden drei Programme nehmen zwei Zahlen *x2* und *x1* aus dem Stack und berechnen $|x1^2 - x2^2|$. Die Tastenbetätigungen, die zur Eingabe des Programmes verwendet werden, sind nicht angegeben. (Das dritte Programm verwendet *lokale Variablen*, die beim HP 41 nicht vorhanden sind.)

HP 41	HP 48	HP 48
[PRGM]	«	«
01 LBL⊤DIFF	SQ	→ x2 x1
02 X↑2	SWAP	'ABS(x1^2-x2^2)'
03 X<>Y	SQ	»
04 X↑2	-	['] [α] [α]
05 -	ABS	DIFF [α] [STO]
06 ABS	»	
07 END	['] [α] [α]	
[PRGM]	DIFF [α] [STO]	

Wie man Programme laufen läßt:

Beim HP 41 können Sie ein Programm ablaufen lassen, indem Sie seinen Namen ausführen.

Beim HP 48 können Sie ein Programm ablaufen lassen, indem Sie seinen Namen eintippen oder im VAR Menü seine Taste drücken.

Diese Beispiele geben die Zahlen 5 und 6 ein, und lassen das Programm *DIFF* ablaufen.

HP 41	**HP 48**	**HP 48**
5 [ENTER] 6	5 [ENTER] 6	5 [ENTER] 6
[XEQ] [ALPHA]	[α] [α] DIFF	[VAR] DIFF
DIFF [ALPHA]	[ENTER]	

Wie man Programme strukturiert:

Ein HP 41 Programm hat mehrere Eingangspunkte (LBL Befehle) und mehrere Ausgangspunkte (GTO und RTN Befehle). Verzweigungen und Schleifen werden mit Bedingungsbefehlen, GTO Befehlen und ISG und DSE Befehlen zur Verfügung gestellt. Teilprogramme werden durch XEQ und RTN Befehle zur Verfügung gestellt. Bis zu sechs offene Eingabebefehle sind erlaubt.

Ein HP 48 Programm hat nur einen Eingangspunkt (den Anfang) und nur einen Ausgangspunkt (das Ende). Es gibt keine "geh-zu" Fähigkeiten. Jedoch sind komplizierte Verzweigungs- und Schweif-*Strukturen* vorhanden wie etwa IF...THEN...ELSE...END und FOR...NEXT. Teilprogramme sind auch zur Verwendung vorhanden, indem man einfach den Namen des "Teilprogramms" einschließt. Es gibt keine Begrenzungen für die Zahl der offenen Programme. Alle diese Eigenschaften unterstützen *strukturierte Programmierung* beim HP 48.

Diese Programmausschnitte liefern den Wert 1 oder 2, was von dem Wert der Zahl im Stack abhängt.

HP 41	HP 48	HP 48
26 X>0	« ...	« ...
27 GTO 00	IF 0 >	→ x
28 2	THEN 1	'IFTE(x>0,1,2)'
29 GTO 01	ELSE 2	... »
30 LBL 00	END	
31 1	... »	
32 LBL 01		

Diese Programmabschnitte rufen zwei Zahlen auf und führen das Teilprogramm *DIFF* aus.

HP 41	HP 48
14 RCL 08	« ...
15 RCL 09	X Y DIFF
16 XEQ⊤DIFF	... »

Diese Programmabschnitte berechnen $\sum_{j=1}^{10} j^2$. (Die ersten zwei Abschnitte verwenden Schleifen. Die dritte verwendet die Summierungsfunktion.)

HP 41	HP 48	HP 48
32 1.010	« ...	« ...
33 STO 00	0	'Σ(j=1,10,SQ(j))'
34 CLX	1 10	EVAL
35 LBL 00	FOR j	... »
36 RCL 00	j SQ +	
37 INT	NEXT	
38 X^2	... »	
39 +		
40 ISG 00		
41 GTO 00		

F

Wie man Programme speichert:

Beim HP 41 werden Programme im Programmspeicher gespeichert.

Beim HP 48 werden Programme in Variablen genau wie andere Objekttypen gespeichert. Sie können auch Programmobjekte im Stack lassen. Ein Programm nimmt nur eine Stackebene ein.

Wie man an den Programmen arbeitet:

Beim HP 41 arbeitet man gewöhnlich mit dem Programmspeicher. Programmspeicher werden von Zeit zu Zeit gepackt, um den Speicherraum zu maximalisieren. Man verwendet SIZE, um die Speichergröße, die zum Verwenden vorhanden ist, zu ändern.

Beim HP 48 wird der Speicherraum dynamisch zugewiesen. Der gesamte Benutzerspeicher ist zur Verwendung für Programme und andere Objekttypen vorhanden. Der HP 48 säubert den Speicher automatisch, um den freien Speicherraum zu maximalisieren.

Wie man mit Zwischenlösungen arbeitet:

Ein HP 41 Programm muß die Anzahl der Werte im Stack in Rechnung ziehen. Sind mehr als vier Werte im Stack, geht der Überlauf verloren. Sie können Speicheregister verwenden, um die feste Stackgröße auszugleichen.

Ein HP 48 Programm kann so viele Argumente wie nötig vom Stack akzeptieren. Es kann auch so viele Objekte wie nötig in den Stack liefern. Dabei entsteht kein Datenverlust. Dieses erlaubt Ihnen, Bausteinprogramme zu schreiben, die angegebene Aufgaben ausführen und Daten untereinander und mit dem Stack austauschen.

Wie man Flags verwendet:

Der HP 41 ist mit 56 Flags ausgestattet. Die Flags 00 bis 10 sind für Allgemeinzwecke. Flags 11 bis 56 sind Systemflags. Sie können die Einstellungen der Flags 00 bis 29 ändern.

Der HP 48 ist mit 128 Flags (−1 bis −64 und 1 bis 64) ausgestattet. Flags 1 bis 64 sind für Allgemeinzwecke. Flags −1 bis −64 sind Systemflags. Sie können alle Flageinstellungen ändern.

Wie man Ausgaben beschriftet:

Ein HP 41 Programm kann seine Ausgaben beschriften, indem es ARCL verwendet, eine Zahl mit der Alphabeschriftung zu vereinen. (Das Resultat ist eine Alpha-Zeichenkette, die nicht direkt in einer anderen Berechnung verwendet werden kann.)

Ein HP 48 Programm zeigt seine Ausgabe als eine Alpha-Zeichenkette. Alternativ kann es ein numerisches Resultat mit einer Alpha-Beschriftung "markieren." Das Resultat kann dann immer noch als Zahl in einer anderen Berechnung verwendet werden.

Diese Programmabschnitte zeigen die Zahl 3 mit der Beschriftung "X". (Die ersten beiden Abschnitte liefern Alpha-Resultate. Der dritte Abschnitt liefert ein numerisches Resultat, welches Sie in anderen Berechnungen verwenden können.)

HP 41	HP 48	HP 48
53 FIX 2	« ...	« ...
54ᵀX=	2 FIX	2 FIX
55 3	"X="	3 "X" →TAG
56 ARCL X	3 →STR	... »
57 AVIEW	+	
	... »	

F

G

Verzeichnis der Operationen

Dieses Verzeichnis enthält alle Informationen, die für die Arbeit mit dem HP 48 erforderlich sind. Für jede Operation gibt dieses Verzeichnis an:

- **Name, Taste oder Menüfeld.** Jeder Operation ist ein Name, eine Taste oder ein Menüfeld zugeordnet. Operationsnamen erscheinen als Tasten oder Menüfelder.
- **Beschreibung.** Was die Operation bewirkt (oder welches ihr Wert ist, wenn es sich um eine Einheit handelt).
- **Art.** Die Art der Operation wird durch einen der folgenden Buchstaben gekennzeichnet.

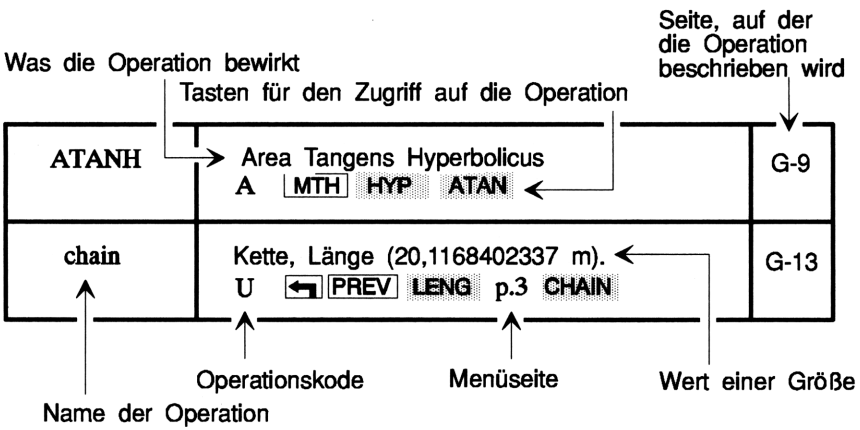
Op.-Kode	Beschreibung
O	**Operation.** Eine Operation, die nicht in die Befehlszeile, in ein Programm oder in einen algebraischen Ausdruck aufgenommen werden kann.
C	**Befehl.** Eine Operation, die in Programme, aber *nicht* in algebraische Ausdrücke aufgenommen werden kann.
F	**Funktion.** Eine Operation, die in algebraische Ausdrücke aufgenommen werden kann.
A	**Analytische Funktion.** Eine Funktion, für die der HP 48 die Umkehrfunktion und die Ableitung bilden kann.
U	**Einheit.**

- **Tasten.**

  Die Tasten, über die man eine Operation aufrufen kann. Wenn einer Tastenfolge ein " ... " vorangestellt ist, so ist der Zugriff über mehr als ein Menü möglich—die Tastenfolgen, die durch das " ... " dargestellt werden, können Sie in diesem Verzeichnis der Beschreibung der Operation entnehmen, die unmittelbar auf das " ... " folgt. Bei Operationen in mehrseitigen Menüs finden Sie auch die entsprechende Seitenzahl des Menüs. Operationen, die sich nicht über die Tastatur ausführen lassen, werden durch die "Bitte eintippen" gekennzeichnet.

- **Seite.** Die Seite, auf der die Operation in diesem Handbuch beschrieben ist.

Die Eintragungen in diesem Verzeichnis sind in der folgenden Weise geordnet:



Operationen, deren Name alphabetische und Sonderzeichen enthalten, sind alphabetisch aufgelistet. Operationen, deren Namen ausschließlich Sonderzeichen enthalten, sind am Ende dieses Verzeichnisses zusammengestellt.

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
a	Ar, Fläche (100 m^2). U ↰(UNITS) AREA p.2 A	D-6
A	Ampere, elektrischer Strom (1 A). U ↰(UNITS) p.2 ELEC A	D-6
Å	Angstrom, Länge (1×10^{-10} m). U ↰(UNITS) LENG p.4 A	D-6
←A	Verbinden links. O ↰(EQUATION) ◀ RULES ←A	22-16
↱ ←A	Führt ←A aus, bis keine Änderung im Klammerausdruck mehr auftritt. O ↰(EQUATION) ◀ RULES ↱ ←A	22-19
A→	Verbinden rechts. O ↰(EQUATION) ◀ RULES →A	22-16
↱ A→	Führt A→ aus, bis keine Änderung im Klammerausdruck mehr auftritt. O ↰(EQUATION) ◀ RULES ↱ A→	22-19
ABS	Absolutwert. (MTH) PARTS ABS (MTH) MATR p.2 ABS F (MTH) VECTR ABS	9-15
ACK	Bestätigt den angezeigten überfälligen Termin. C ↰(TIME) ACK	24-7
ACKALL	Bestätigt alle überfälligen Termine. C ↰(TIME) ACKA	24-8
ACOS	Arcuscosinus. A ↰(ACOS)	9-9
ACOSH	Area cosinus hyperbolicus. A (MTH) HYP ACOSH	9-6
acre	Ar, Fläche (4046,87260987 m^2). U ↰(UNITS) AREA p.2 ACRE	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ADJST	Wählt das TIME ADJST Menü (einstellen). O ◀ TIME ADJST	D-5
AF	Addiert Brüche. O ◀ EQUATION ◀ RULES AF	22-19
◀ ALGEBRA	Wählt das ALGEBRA Menü. O ◀ ALGEBRA	D-5
▶ ALGEBRA	Wählt den Gleichungskatalog. O ▶ ALGEBRA	17-7
ALOG	Exponentialfunktion (Basis 10). A ◀ 10^x	9-6
ALRM	Wählt das TIME ALRM (Termin) Menü. O ◀ TIME ALRM	D-5
AND	Logisches oder binäres UND. MTH BASE p.4 AND F PRG TEST AND	 14-5 26-4
ANGL	Wählt das UNITS ANGL Menü. O ◀ UNITS p.3 ANGL	D-6
APPLY	Übergibt ausgewertete Ausdrücke als Argument(e) an einen nicht ausgewerteten lokalen Namen. F ◀ ALGEBRA p.2 APPLY	
ARC	Erzeugt in *PICT* einen Kreisbogen mit dem Radius r und einem Mittelpunkt bei (x,y) bei θ_1 to θ_2. C PRG DSPL ARC	19-28
ARCHIVE	Legt eine Sicherungskopie im HOME Verzeichnis an. C ◀ MEMORY p.3 ARCHI	34-22
arcmin	Bogenminute, Winkel in der Ebene. $(4{,}62962962963 \times 10^{-5})$ U ◀ UNITS p.3 ANGL ARCMI	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
arcs	Bogensekunde, Winkel in der Ebene. ($7{,}71604938272 \times 10^{-7}$) U ◀ (UNITS) p.3 ANGL ARCS	D-6
AREA	Berechnet und stellt die Fläche unter einem Funktionsgraphen zwischen zwei x-Werten dar, die durch die Marke und den Cursor definiert sind; überträgt die Fläche zurück in den Stack. O ... FCN AREA	18-30
AREA	Wählt das UNITS AREA Menü. O ◀ (UNITS) AREA	D-6
ARG	Liefert den Polarwinkel θ. F (MTH) PARTS ARG	11-11
ARG	Aktiviert/sperrt die Möglichkeit der LASTARG Wiederherstellung. O ◀ (MODES) p.2 ARG	15-12
ARRY→	Übergibt Feldelemente in den Stack. C Muß eingetippt werden.	
→ARRY	Setzt Zahlen in einem Feld zusammen. C (PRG) OBJ →ARR	4-13
ASCII	Schaltet zwischen ASCII- und Binärmodus um. O ◀ (I/O) SETUP ASCII	33-4
ASIN	Arcussinus. A ◀ (ASIN)	9-9
ASINH	Area sinus hyperbolicus. A (MTH) HYP ASINH	9-6
ASN	Macht eine einzelne benutzerspezifische Tastenbelegung. C ▶ (MODES) ASN	15-6
ASR	Schiebt arithmetisch um ein Bit nach rechts. C (MTH) BASE p.3 ASR	14-5

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ATAN	Arcustangens. A [←] [ATAN]	9-9
ATANH	Area tangens hyperbolicus. A [MTH] HYP ATAN	9-6
atm	Atmosphäre, Druck (101325 kg/m·s^2). U [←] [UNITS] p.2 PRESS ATM	D-6
ATTACH	Bindet eine angegebene Bibliothek an das aktuelle Verzeichnis an. C [←] [MEMORY] p.2 ATTAC	34-25
[ATTN] ([ON])	Unterbricht Programmausführung; verläßt die Befehlszeile und spezielle Umgebungen; klärt Meldungen. O [ON]	2-7
AU	Astronomische Einheit, Länge ($1{,}495979 \times 10^{11}$ m). U [←] [UNITS] LENG p.2 AU	D-6
AUTO	Skaliert automatisch die y-Achse. ... PLOTR AUTO C [→] [PLOT] AUTO	18-17
AUTO	Skaliert automatisch die y-Achse, und plottet dann die Gleichung. ... PLOTR AUTO O [→] [PLOT] AUTO	18-17
AXES	Bestimmt die Koordinaten des Schnittpunktes der Koordinatenachsen; legt die Achsenbeschriftung fest. ... PLOTR p.3 AXES C [→] [PLOT] p.3 AXES	19-3
[→] AXES	Ruft die Achsenschnittpunkte in den Stack auf. ... PLOTR p.3 [→] AXES O [→] [PLOT] p.3 [→] AXES	19-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
A/PM	Schaltet die Uhr zwischen AM und PM um. O ◀(TIME) SET A/PM Schaltet die Uhrzeit des Termins zwischen AM und PM um. O ◀(TIME) ALRM A/PM	24-2 24-5
b	Scheune, Fläche (1×10^{-28} m^2). U ◀(UNITS) AREA B	D-6
bar	Bar, Druck (100000 $kg/m{\cdot}s^2$). U ◀(UNITS) p.2 PRESS BAR	D-6
BAR	Wählt den Plottyp BAR. C ... PTYPE BAR	19-14
BARPLOT	Erzeugt ein Balkendiagramm der Daten in ΣDAT. C ◀(STAT) p.3 BARPL	21-21
BASE	Wählt das MTH BASE Menü. O (MTH) BASE	D-3
BAUD	Stellt eine von vier möglichen Übertragungsraten ein. C ◀(I/O) SETUP BAUD	33-4
bbl	Tonne, Volume (0,158987294928 m^3). U ◀(UNITS) VOL p.4 BBL	D-6
BEEP	Erzeugt ein akustisches Signal (piepst). C (PRG) CTRL p.3 BEEP	29-14
BEEP	Aktiviert/sperrt das akustische Fehlersignal BEEP. O ◀(MODES) BEEP	15-12
BESTFIT	Wählt das statistische Modell, das den größten Korrelationskoeffizienten (Absolutwert) liefert, und L.R. führt aus. C ◀(STAT) p.4 MODL BEST	21-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
BIN	Setzt die binäre Basis. (MTH) BASE BIN C (↰) MODES p.4 BIN	14-2
BINS	Sortiert Werte der unabhängigen Variablen aus der Spalte ΣDAT in $N + 2$ Intervalle (bis zu einem Maximum von 1048573 Intervallen). C (↰)(STAT) p.2 BINS	21-10
BLANK	Erzeugt eine leere Grafik. C (PRG) DSPL p.3 BLAN	19-31
BOX	Zeichnet einen Kasten, dessen gegenüberliegende Ecken durch bestimmte Koordinaten definiert sind. C (PRG) DSPL BOX	19-28
BOX	Zeichnet einen Kasten, dessen gegenüberliegende Ecken durch eine Marke und den Cursor definiert sind. ... DRAW p.2 BOX ... AUTO p.2 BOX O (↰)(GRAPH) p.2 BOX	19-26
Bq	Becquerel, Aktivität (1 1/s). U (↰)(UNITS) p.3 RAD BQ	D-6
BRCH	Wählt das PRG BRCH (Programmzweig) Menü. O (PRG) BRCH	D-3
Btu	Internationale Btu Tabelle, Energie (1055,05585262 kg·m^2/s^2) U (↰)(UNITS) p.2 ENRG BTU	D-6
bu	Scheffel, Volumen (0,03523907 m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.4 BU	D-6
BUFLEN	Liefer die Anzahl der Zeichen im seriellen Pufferspeicher. C (↰)(I/O) p.3 BUFLE	33-24

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
BYTES	Liefert die Größe eines Objektes (in Bytes) und seine Prüfsumme. C ◀(MEMORY) BYTES	5-2
B→R	Binär-nach-reell Umwandlung. C (MTH) BASE p.2 B→R	14-5
c	Lichtgeschwindigkeit (299792458 m/s). U ◀(UNITS) SPEED p.2 C	D-6
C	Coulomb, electrische Ladung (1 A·s). U ◀(UNITS) p.2 ELEC C	D-6
°C	Grad Celsius, Temperatur. U ◀(UNITS) p.2 TEMP °C	D-6
cal	Kalorie, Energie (4,186 $kg \cdot m^2/s^2$) U ◀(UNITS) p.2 ENRG CAL	D-6
CASE	Leitet eine CASE-Struktur ein. C (PRG) BRCH CASE	26-7
◀ CASE	Tippt CASE THEN END ein. O (PRG) BRCH ◀ CASE	26-8
▶ CASE	Tippt THEN END ein. O (PRG) BRCH ▶ CASE	26-8
CAT	Wählt den Gleichungskatalog. ◀(PLOT) CAT ◀(SOLVE) CAT O ▶(ALGEBRA)	17-7
	Wählt den Katalog STAT. O ◀(STAT) CAT	21-6
	Wählt den Terminkatalog. ◀(TIME) CAT O ▶(TIME)	24-13
cd	Candela, Lichtstärke (1 cd). U ◀(UNITS) p.3 LIGHT p.2 CD	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CEIL	Liefert die nächstgrößere ganze Zahl. F (MTH) PARTS p.3 CEIL	9-15
CENT	Zeichnet den Graphen mit Mittelpunkt bei der Cursorposition neu. ... DRAW CENT ... AUTO CENT O (←)(GRAPH) CENT	18-25
CENTR	Setzt den Mittelpunkt der Plotanzeige bei den bestimmten (x, y) Koordinaten. ... PLOTR p.2 CENT C (→)(PLOT) p.2 CENT	18-11
(→) CENT	Ruft die Koordinaten des Plotmittelpunktes in den Stack auf. ... PLOTR p.2 (→) CENT O (→)(PLOT) p.2 (→) CENT	18-18
CF	Setzt ein bestimmtes Flag zurück. (PRG) TEST p.3 CF C (→)(MODES) p.2 CF	28-2
%CH	Liefert den prozentualen Unterschied zwischen Ebenen 2 und 1. F (MTH) PARTS p.2 %CH	9-7
chain	Kette, Länge (20,1168402337 m). U (←)(UNITS) LENG p.3 CHAIN	D-6
CHR	Wechselt die Zeichencode in eine Zeichenkette von einem Zeichen um. C (PRG) OBJ p.3 CHR	4-13
Ci	Curie, Aktivität ($3{,}7 \times 10^{10}$ 1/s). U (←)(UNITS) p.3 RAD CI	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CIRCL	Zeichnet einen Kreis mit Mittelpunkt bei der Marke und einem Radius, der gleich dem Abstand von Cursor zur Marke ist. ... DRAW p.2 CIRCL ... AUTO p.2 CIRCL O ◀(GRAPH) p.2 CIRCL	19-26
CKSM	Wählt eine der drei möglichen Prüfsummen zur Fehlererkennung. C ◀(I/O) SETUP CKSM	33-4
CLEAR	Löscht den Stack. C ▶(CLR)	3-5
(CLR)	Löscht das Display im EquationWriter-Eingabemodus. O ◀(EQUATION) ▶(CLR) Löscht *PICT*. ... DRAW ▶(CLR) ... AUTO ▶(CLR) O ◀(GRAPH) ▶(CLR)	16-4 18-23
CLK	Schaltet die Anzeige der Uhr ein und aus. O ◀(MODES) p.2 CLK	15-13
CLKADJ	Addiert eine bestimmte Anzahl von Uhrzyklen zur Systemzeit. C ◀(TIME) ADJST p.2 CLKA	24-4
CLLCD	Blendet die Stackanzeige aus. C (PRG) DSPL p.4 CLLCD	29-21
CLOSEIO	Schließt den I/O Anschluß. C ◀(I/O) p.2 CLOSE	33-21
CLΣ	Löscht statistische Daten in *ΣDAT*. C ◀(STAT) CLΣ	21-2
CLUSR	Löscht alle Benutzervariablen. C Muß eingetippt werden.	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CLVAR	Löscht alle Benutzervariablen. C (→)(PURGE)	6-10
cm	Centimeter, Länge (0,01 m). U (←)(UNITS) LENG CM	D-6
CMD	Aktiviert/sperrt die Wiederherstellung der letzten Befehlszeile. O (←)(MODES) p.2 CMD	15-13
cm^2	Quadratzentimeter, Fläche (1×10^{-4} m^2). U (←)(UNITS) AREA CM^2	D-6
cm^3	Kubikzentimeter, Volumen (1×10^{-6} m^3). U (←)(UNITS) VOL CM^3	D-6
cm/s	Zentimeter pro Sekunde, Geschwindigkeit (0,01 m/s). U (←)(UNITS) SPEED CM/S	D-6
CNCT	Schaltet das Zeichnen eines Kurvenzugs an und aus. O (←)(MODES) p.2 CNCT	18-16
CNRM	Berechnet die Spaltennorm eines Feldes. C (MTH) MATR p.2 CNRM	20-18
+COL	Fügt im MatrixWriter bei der Cursorposition eine Spalte von Nullen ein. O (→)(MATRIX) p.2 +COL	20-8
-COL	Löscht die aktuelle Spalte im MatrixWriter. O (→)(MATRIX) p.2 -COL	20-8
COLCT	Faßt gleiche Terme in einem Ausdruck zusammen. C (←)(ALGEBRA) COLCT	22-9
COLCT	Faßt gleiche Terme eines bestimmten Teilausdrucks zusammen. O (←)(EQUATION) (◄) RULES COLCT	22-15

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
COLΣ	Bestimmt die abhängigen und unabhängigen Spalten in ΣDAT. C Muß eingetippt werden.	
COMB	Liefert die Zahl der Kombinationen von n Elementen mit m Elementen auf einmal genommen. F (MTH) PROB COMB	9-14
CON	Erzeugt ein konstantes Feld. C (MTH) MATR CON	20-19
CONIC	Wählt den CONIC Plottyp. C ... PTYPE CONIC	19-14
CONJ	Liefert die komplexe Konjugierte. F (MTH) PARTS CONJ	11-11
CONT	Setzt ein unterbrochenes Programm fort. C (↰)(CONT)	29-20
CONVERT	Wandelt die Einheit eines Objektes in eine andere bestimmte Einheit um. C (↱)(UNITS) CONV	13-10
COORD	Zeigt die Cursorkoordinaten links unten im Display an. ... DRAW COORD ... AUTO COORD O (↰)(GRAPH) COORD	18-22
CORR	Berechnet den Korrelationskoeffizienten der statistischen Daten in ΣDAT. C (↰)(STAT) p.4 CORR	21-14
COS	Cosinus. A (COS)	9-9
COSH	Cosinus hyperbolicus. A (MTH) HYP COSH	9-6
COV	Berechnet die Kovarianz der statistischen Daten in ΣDAT. C (↰)(STAT) p.4 COV	21-14

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CR	Bewirkt einen Druckkopfrücklauf/Zeilenvorschub des Druckers. C ◀ PRINT CR	32-9
CRDIR	Erzeugt ein Verzeichnis. C ◀ MEMORY CRDIR	7-3
CROSS	Kreuzprodukt eines 2- oder 3-elementigen Vektors. C MTH VECTR CROSS	20-11
CST	Wählt das CST (benutzerspezifische) Menü. O CST	15-2
CST	Liefert Inhalt der *CST* Variablen. O ▶ MODES CST	15-2
ct	Karat, Masse (0,0002 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 CT	D-6
CTRL	Wählt das PRG CTRL (Programmkontrolle) Menü. O PRG CTRL	D-3
cu	US Tasse, Volumen ($2{,}365882365 \times 10^{-4}$ m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 CU	D-6
C→PX	Wandelt Benutzerkoordinaten in Pixelkoordinaten um. C PRG DSPL p.2 C→PX	19-10
C→R	Zerlegt eine komplexe Zahl in zwei reelle Zahlen. C PRG OBJ pg.2 C→R	4-13
d	Tag, Zeit (86400 s). U ◀ UNITS TIME D	D-6
2D	Zusammensetzen oder zerlegen einer komplexen Zahl oder eines 2D Vektors. O ◀ 2D	12-4

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
[3D]	Zusammensetzen oder zerlegen eines 3D Vektors. O [→][3D]	12-4
←D [→] ←D	Verteilen nach links. O [←][EQUATION] [◀] RULES ←D Führt ←D aus, bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O [←][EQUATION] [◀] RULES [→] ←D	22-17 22-19
D→ [→] D→	Verteilt nach rechts. O [←][EQUATION] [◀] RULES D→ Führt D→ aus, bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O [←][EQUATION] [◀] RULES [→] D→	22-17 22-19
DATE	Liefert das Systemdatum. C [←][TIME] p.2 DATE	24-19
DATE+	Liefert neues Ddatum aus einem angegebenen Datum und einer Anzahl von Tagen. C [←][TIME] p.2 DATE+	24-19
→DATE	Stellt ein bestimmtes Systemdatum ein. C [←][TIME] SET →DAT	24-2
>DATE	Stellt ein Datum für einen Termin ein. O [←][TIME] ALRM >DATE	24-5
DAY	Stellt ein Terminwiederholungsintervall auf *n* Tage ein. O [←][TIME] ALRM RPT DAY	24-6
DBUG	Unterbricht die Programmausführung vor dem ersten Objekt. O [PRG] CTRL DBUG	25-27
DDAYS	Berechnet die Anzahl der Tage zwischen zwei Daten. C [←][TIME] p.2 DDAYS	24-19

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DEC	Stellt die Dezimalbasis ein. (MTH) BASE DEC C (↰) MODES p.4 DEC	14-2
DECR	Verringert den Wert einer bestimmten Variablen. C (↱)(MEMORY) DECR	27-13
DEFINE	Erzeugt eine Variable oder benutzerdefinierte Funktion. C (↰)(DEF)	6-4 10-1
→DEF	Erweitert trigonometrische und hyperbolische Funktionen, die EXP und LN enthalten. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES →DEF	22-19
DEG	Stellt den Winkelmodus DEG ein. C (↰)(MODES) p.3 DEG	9-8
(DEL)	Löscht das Zeichen unter dem Cursor. O (DEL)	3-17
DEL	Löscht den Bereich, dessen gegeüberliegende Ecken durch Marke und Cursor definiert sind. ... DRAW p.3 DEL ... AUTO p.3 DEL O (↰)(GRAPH) p.3 DEL	19-26
←DEL	Löscht alle Zeichen vom Cursor bis zum Wortanfang. (↰)(EDIT) ←DEL O ... EDIT ←DEL	3-9
(↱) ←DEL	Löscht alle Zeichen vom Cursor bis zum Zeilenanfang. (↰)(EDIT)(↱) ←DEL O ... EDIT (↱) ←DEL	3-9

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DEL→	Löscht alle Zeichen vom Cursor bis zum Anfang des nächsten Wortes. (↰)(EDIT) DEL→ O ... EDIT DEL→	3-9
(↱) DEL→	Löscht alle Zeichen vom Cursor bis zum Zeilenende. (↰)(EDIT) (↱) DEL→ O ... EDIT (↱) DEL→	3-9
DELALARM	Löscht einen Termin aus der Systemterminliste. C (↰)(TIME) ALRM p.2 DELAL	24-17
DELAY	Srellt die Verzögerungsdauer zwischen den Zeilen ein, die zum Drucker gesendet werden. C (↰)(PRINT) p.2 DELAY	32-7
DELKEYS	Löscht bestimmte benutzerdefinierte Tastenbelegungen. C (↱)(MODES) DELK	15-9
DEPND	Bestimmt den Namen der abhängigen Plotvariablen. ... PLOTR p.2 DEPN C (↱)(PLOT) p.2 DEPN	19-2
(↱) DEPN	Ruft die abhängige Plotvariable in den Stack auf. ... PLOTR p.2 (↱) DEPN O (↱)(PLOT) p.2 (↱) DEPN	19-6
DEPTH	Liefert Anzahl der Objekte in den Stack. C (PRG) STK DEPTH	3-20
DET	Determinante einer Matrix. C (MTH) MATR DET	20-19
DETACH	Koppelt eine bestimmte Bibliothek vom aktuellen Verzeichnis ab. C (↰)(MEMORY) p.2 DETAC	34-26

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DINV	Invertiert doppelt. O ↰ EQUATION ◀ RULES DINV	22-14
DISP	Zeigt ein Objekt in einer bestimmten Displayzeile an. PRG DSPL p.4 DISP C PRG CTRL p.2 DISP	29-4
DNEG	Negiert doppelt. O ↰ EQUATION ◀ RULES DNEG	22-14
DO	Beginnt eine unbestimmte Schleife. C PRG BRCH DO	27-9
↰ DO	Tippt DO UNTIL END ein. O PRG BRCH ↰ DO	27-10
DOERR	Bricht Programmausführung ab und zeigt eine bestimmte Meldung an. C PRG CTRL p.3 DOERR	30-3
DOT	Skalarprodukt von zwei Vektoren. C MTH VECTR DOT	20-11
DOT+	Schaltet Pixel ein, über die sich der Cursor bewegt. ... DRAW p.2 DOT+ ... AUTO p.2 DOT+ O ↰ GRAPH p.2 DOT+	19-25
DOT-	Schaltet Pixel ab, über die sich der Cursor bewegt. ... DRAW p.2 DOT- ... AUTO p.2 DOT- O ↰ GRAPH p.2 DOT-	19-25
DRAW	Plottet eine Gleichung ohne Koordinatenachsen. ... PLOTR DRAW C ↱ PLOT DRAW	18-17

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DRAW	Plottet eine Gleichung mit Koordinatenachsen. ... PLOTR DRAW O (→)(PLOT) DRAW	18-17
DRAX	Zeichnet Koordinatenachsen. ... PLOTR p.3 DRAX C (→)(PLOT) p.3 DRAX	19-7
DROP	Entfernt ein Objekt in Ebene 1; bewegt alle anderen Objekte eine Ebene nach unten. C (←)(DROP)	3-5
DROPN	Entfernt *n* Objekte aus dem Stack. C (PRG) STK pg.2 DRPN	3-20
DRPN	Entfernt alle Objekte aus dem Stack beim und unter dem Zeiger. O ... ↑STK p.2 DRPN	3-12
DROP2	Entfernt die ersten beiden Objekte aus dem Stack. C (PRG) STK pg.2 DROP2	3-20
DSPL	Wählt das PRG DSPL (Programmanzeige) Menü. O (PRG) DSPL	D-3
DTAG	Entfernt alle Marken vom Objekt. C (PRG) OBJ pg.2 DTAG	4-13
DUP	Dupliziert Objekt in Ebene 1. C (PRG) STK pg.2 DUP	3-5
DUPN	Dupliziert *n* Objekte im Stack. C (PRG) STK pg.2 DUPN	3-20
DUPN	Dupliziert alle Objekte im Stack vom Zeiger bis zur Stackebene 1. O ... ↑STK p.2 DUPN	3-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DUP2	Dupliziert Objekte in Ebene 1 und Ebene 2. C (PRG) STK pg.2 DUP2	3-20
dyn	dyn, Kraft (0,00001 kg·m/s^2). U (↰)(UNITS) p.2 FORCE DYN	D-6
D→R	Umwandlung von Grad in Radiant. F (MTH) VECTR p.2 D→R	9-12
e	Symbolische Konstant *e* (2,71828182846). F (α)(↰)(E)	9-17
ECHO	CKopiert Objekt in der aktuellen Ebene in die Befehlszeile. O ... ↑STK ECHO	3-12
EDEQ	Liefert den Inhalt von *EQ* zum Editieren in die Befehlszeile. (↰)(PLOT) EDEQ O (↰)(SOLVE) EDEQ	17-12
(EDIT)	Wenn die Befehlszeile nicht aktiv ist, wird das Ebene-1 Objekt in die Befehlszeile kopiert, und das EDIT Menü wird gewählt.	3-8
	Wenn die Befehlszeile aktiv ist, wird das EDIT Menü gewählt. O (↰)(EDIT)	3-9
	Wählt das EDIT Menü. O (↱)(MATRIX)(↰)(EDIT)	20-8
	Liefert eine Gleichung in die Befehlszeile und wählt das EDIT Menü. O (↰)(EQUATION)(↰)(EDIT)	16-18
	Editiert die aktuelle Stackebene. O ... ↑STK (↰)(EDIT)	3-13

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
EDIT	Kopiert die gewählte Gleichung in die Befehlszeile und wählt das EDIT Menü. (↰)(PLOT) CAT EDIT (↰)(SOLVE) CAT EDIT O (↱)(ALGEBRA) EDIT	17-8
	Kopiert den Teilausdruck in die Befehlszeile und wählt das EDIT Menü. O (↰)(EQUATION)(◀) EDIT	16-19
	Kopiert die gewählte Matrix in den MatrixWriter. O (↰)(STAT) CAT EDIT	21-7
	Editiert die aktuelle Matrixzelle. O (↱)(MATRIX) EDIT	20-8
	Zeigt den gesetzten Termin an und wählt das ALRM (Termin) Menü. O (↰)(TIME) CAT EDIT	24-13
EDITΣ	Kopiert statistische Daten in ΣDAT in den MatrixWriter. O (↰)(STAT) EDITΣ	21-4
EEX	Tippt E ein oder bewegt den Cursor auf den existierenden Exponenten in der Befehlszeile. O (EEX)	2-8
ELEC	Wählt das UNITS ELEC (electrische) Menü. O (↰)(UNITS) p.2 ELEC	D-6
erg	erg, Energie (0,0000001 $kg \cdot m^2/s^2$) U (↰)(UNITS) p.2 ENRG ERG	D-6
ELSE	Leitet die "falsch" Anweisung ein. C (PRG) BRCH p.3 ELSE	26-6
END	Beendet die Programmstrukturen. C (PRG) BRCH p.2 END	26-5

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ENG	Stellt den technischen Anzeigemodus ein. C (←)(MODES) ENG	2-17
ENRG	Wählt das UNITS ENRG (Energie) Menü. O (←)(UNITS) p.2 ENRG	D-6
(ENTER)	Gibt den Inhalt in die Befehlszeile ein. Wenn keine Befehlszeile vorhanden ist, wird DUP ausgeführt. O (ENTER)	3-2
(ENTRY)	Schaltet zwischen dem algebraischen Eingabemodus und dem Programmeingabemodus um. O (→)(ENTRY)	3-18
(EQUATION)	Wählt den EquationWriter. O (←)(EQUATION)	16-4
EQ+	Fügt die gewählte Gleichung der Liste in *EQ* bei. (←)(PLOT) CAT EQ+ (←)(SOLVE) CAT EQ+ O (→)(ALGEBRA) EQ+	17-29
(←) EQ+	Entfernt die letzte Eingabe von der Liste in *EQ*. (←)(PLOT) CAT (←) EQ+ (←)(SOLVE) CAT (←) EQ+ O (→)(ALGEBRA) (←) EQ+	17-29
EQ→	Trennt die Gleichung in ihre linke und rechte Seiten ab. C (PRG) OBJ EQ→	4-14
ERASE	Löscht *PICT*. ... PLOTR ERASE C (→)(PLOT) ERASE	18-17
ERRM	Liefert die letzte Fehlermeldung. C (PRG) CTRL p.3 ERRM	30-4

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ERRN	Liefert die letzte Fehlerzahl. C (PRG) CTRL p.3 ERRN	30-4
ERR0	Löscht die letzte Fehlerzahl. C (PRG) CTRL p.3 ERR0	30-4
eV	Elektronenvolt, Energie ($1{,}60219 \times 10^{-19}$ kg·m^2/s^2) U (↰)(UNITS) p.2 ENRG p.2 EV	D-6
EVAL	Wetet das Objekt aus. C (EVAL)	4-20
EXEC	Legt die Wirkung eines Termins fest. O (↰)(TIME) ALRM EXEC	24-12
(↱) EXEC	Ruft die Wirkung eines Termins in den Stack auf. O (↰)(TIME) ALRM (↱) EXEC	24-12
EXECS	Zeigt an, was bei einem Termin geschieht. (↰)(TIME) CAT EXECS O (↱)(TIME) EXECS	24-15
EXIT	Verläßt die Auswahlumgebung. O (↰)(EQUATION)(◀) EXIT Verläßt das FCN (FUNCTION) Menü. O ... FCN EXIT Verläßt das ZOOM Menü. O ... ZOOM EXIT	22-13 18-30 18-25
EXP	Die Konstante e wird zu dem Grad des Objekts in Ebene 1 gehoben. A (↰)(e^x)	9-6
EXPAN	Erweitert das algebraische Objekt. C (↰)(ALGEBRA) EXPA	22-10
EXPFIT	Wählt die Exponentialfunktion als Näherungsmodell. C (↰)(STAT) p.4 MODL EXP	21-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
EXPM	Exponentialfunktion (Basis e) minus 1 ($e^x - 1$). A (MTH) HYP p.2 EXPM	9-7
EXPR	Hebt den Teilausdruck hervor, für den das angegebene Objekt die Hauptfunktion ist. O (↰)(EQUATION)(◀) EXPR	16-23 22-12
EXPR=	Liefert den Wert des Ausdrucks oder die Werte der Gleichung. O ... SOLVR EXPR=	17-16
EXTR	Bewegt den Grafikcursor zum nächsten Extremwert, zeigt die Koordinaten an und legt sie im Stack ab. O ... FCN EXTR	18-30
E^	Ersetzt ein Produkt zweier Potenzen durch die Potenzeiner Potenz. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES E^	22-18
E()	Ersetzt die Potenz einer Potenz durch ein Produkt zweier Potenzen. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES E()	22-18
F	Farad, Kapazität (1 $A^2 \cdot s^4/kg \cdot m^2$). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC F	D-6
°F	Grad Fahrenheit, Temperatur. U (↰)(UNITS) p.2 TEMP °F	D-6
FAST	Schaltet um zwischen der Darstellung nur von Gleichungsnamen und der Darstellung der Namen zusammen mit den Gleichungen. O ... CAT p.2 FAST	17-9
fath	Fathom, Länge (1,82880365761 m). U (↰)(UNITS) LENG p.3 FATH	D-6
fbm	Board foot, Volumen (0,002359737216 m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.4 FBM	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
fc	Footcandle, Beleuchtungsstärke ($0{,}856564774909$ cd/m^2) U ◀(UNITS) p.3 LIGHT FC	D-6
FCN	Wählt das GRAPHICS FCN (FUNCTION) Menü. ... DRAW FCN ... AUTO FCN O ◀(GRAPH) FCN Plottet das statistische Modell. ◀(STAT) p.3 SCATR FCN	D-4 21-16
FC?	Testet, of das bestimmte Flag rückgesetzt ist. (PRG) TEST p.3 FC? C ▶(MODES) p.3 FC?	28-3
FC?C	Testet, ob das bestimmte Flag rückgesetzt ist; setzt es anschließend zurück. (PRG) TEST p.3 FC?C C ▶(MODES) p.3 FC?C	28-3
Fdy	Farad, elektrische Ladung (96487 A·s). U ◀(UNITS) p.2 ELEC p.2 FDY	D-6
fermi	Fermi, Länge (1×10^{-15} m). U ◀(UNITS) LENG p.4 FERMI	D-6
FINDALARM	Liefert den ersten fälligen Termin nach einem angegebenen Zeitpunkt. C ◀(TIME) ALRM p.2 FINDA	24-17
FINISH	Beendet den Kermitservermodus. C ◀(I/O) FINIS	33-20
FIX	Wählt den Fix Anzeigemodus. C ◀(MODES) FIX	2-16
flam	Footlambert, Leuchtdichte ($3{,}42625909964$ cd/m^2) U ◀(UNITS) p.3 LIGHT FLAM	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
FLOOR	Die nächste geringere ganze Zahl. F (MTH) PARTS p.3 FLOOR	9-15
FM,	Wechselt Dezimalzeichen von Punkt nach Komma um. O (←) MODES p.4 FM,	2-17
FOR	Beginnt eine bestimmte Schleife. C (PRG) BRCH FOR	27-5
(←) FOR	Tippt FOR NEXT ein. O (PRG) BRCH (←) FOR	27-7
(→) FOR	Tippt FOR STEP ein. O (PRG) BRCH (→) FOR	27-9
FORCE	Wählt das UNITS FORCE Menü. O (←)(UNITS) p.2 FORCE	D-6
FP	Liefert den Nachkommteil einer Zahl. F (MTH) PARTS p.3 FP	9-15
FREE	Gibt den Speicher in einer RAM-Karte frei, der vorher gebunden war. C (←)(MEMORY) p.3 FREE	34-14
FREEZE	Friert ein oder mehrere Bereiche des Displays. C (PRG) DSPL p.4 FREEZ	19-32 29-4
FS?	Testet, ob ein bestimmtes Flag gesetzt ist. (PRG) TEST p.3 FS? C (→)(MODES) p.3 FS?	28-2
FS?C	Testet, ob ein bestimmtes Flag gesetzt ist; setzt es anschließend zurück. (PRG) TEST p.3 FS?C C (→)(MODES) p.3 FS?C	28-3
ft	International foot, Länge (0,3048 m). U (←)(UNITS) LENG FT	D-6
ft^2	Square foot, Fläche (0,09290304 m^2). U (←)(UNITS) AREA FT^2	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ft^3	Cubic foot, Volumen (0,028316846592 m^3). U ◀ UNITS VOL FT^3	D-6
ftUS	Survey foot, Länge (0,304800609601 m). U ◀ UNITS LENG p.3 FTUS	D-6
ft/s	Feet/second, Geschwindigkeit (0,3048 m/s). U ◀ UNITS SPEED FT/S	D-6
ft*lbf	Foot-poundf, Energie (1,35581794833 $kg{\cdot}m^2/s^2$). U ◀ UNITS p.2 ENRG FT*LB	D-6
FUNCTION	Wählt den FUNCTION Plottyp. C ... PTYPE FUNC	19-14
F(X)	DZeigt den Wert der Funktion für den durch die Cursorposition angegebenen x-Wert. Liefert den Funktionswert in den Stack. O ... FCN p.2 F(X)	18-30
F'	Plottet die erste Ableitung der Funktion, plottet die Funktion wieder, und addiert die Ableitung und *EQ*. O ... FCN p.2 F'	18-30
g	Gramm, Masse (0,001 kg). U ◀ UNITS MASS G	D-6
ga	Normalfallbeschleunigung (9,80665 m/s^2). U ◀ UNITS SPEED p.2 GA	D-6
gal	US Gallone, Volumen (0,003785411784 m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 GAL	D-6
galC	Kanadische Gallone, Volumen (0,00454609m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 GALC	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
galUK	Britische Gallone, Volumen (0,004546092 m^3). U [←][UNITS] VOL p.2 GALU	D-6
GET	Holt Element aus dem Feld oder der Liste. C [PRG] OBJ p.4 GET	4-14
GETI	Holt Element aus dem Feld oder der Liste und erhöht den Index. C [PRG] OBJ p.4 GETI	4-14
gf	Gramm, Kraft (0,00980665 kg·m/s^2). U [←][UNITS] p.2 FORCE GF	D-6
GOR	Überlagert eine Grafik auf eine andere Grafik. C [PRG] DSPL p.3 GOR	19-31
GO↓	Stellt den Eingabemodus von "oben nach unten" ein. O [→][MATRIX] GO↓	20-8
GO→	Stellt den Eingabemodus von "links nach rechts" ein. O [→][MATRIX] GO→	20-8
GRAD	Wählt den Winkelmodus GON. C [←][MODES] p.3 GRAD	9-8
grad	Grad, Winkel in der Ebene (0,0025). U [←][UNITS] p.3 ANGL GRAD	D-6
grain	Grain, Masse (0,00006479891 kg). U [←][UNITS] MASS p.2 GRAIN	D-6
GRAPH	Ruft die Grafikumgebung auf. C [←][GRAPH]	18-22
[GRAPH]	Ruft den Rollmodus auf. [←][EQUATION] [←][GRAPH] ... DRAW [←][GRAPH] ... AUTO [←][GRAPH] O [←][GRAPH] [←][GRAPH]	 16-3 18-23

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
→GROB	Wandelt ein Objekt in eine Grafik um. C (PRG) DSPL p.3 →GRO	19-31
GXOR	Überlagert eine Grafik einer invertierten Grafik. C (PRG) DSPL p.3 GXOR	19-31
Gy	Gray, absorbierte Dosis (1 m^2/s^2). U (↰)(UNITS) p.3 RAD GY	D-6
h	Stunde, Zeit (3600 s). U (↰)(UNITS) TIME H	D-6
H	Henry, Induktivität (1 $kg \cdot m^2/A^2 \cdot s^2$). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC p.2 H	D-6
*H	Stellt vertilale Plotskalierung neu ein. C ... PLOTR p.3 *H	19-7
ha	Hektar, Fläche (10000 m^2). U (↰)(UNITS) AREA p.2 HA	D-6
HALT	Hält die Programmausführung an. C (PRG) CTRL HALT	25-27 29-4
HEX	Stellt den Hexadezimalmodus ein. (MTH) BASE HEX C (↰)(MODES) p.4 HEX	14-2
HISTPLOT	Erzeugt das Histogramm der Daten in ΣDAT. C (↰)(STAT) p.3 HISTP	21-21
HISTOGRAM	Wählt den HISTOGRAM Plottyp. C ... PTYPE p.2 HIST	19-14
HMS+	Addiert im HMS Format. C (↰)(TIME) p.3 HMS+	9-12 24-21
HMS−	Subtrahiert im HMS Format. C (↰)(TIME) p.3 HMS−	9-12 24-21
HMS→	Wandelt vom HMS ins dezimale Format um. C (↰)(TIME) p.3 HMS→	9-12 24-21

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
→HMS	Wandelt von der Dezimalbasis zum HMS Format um. C ◀ TIME p.3 →HMS	9-12 24-21
HOME	Wählt das *HOME* Verzeichnis. C ▶ HOME	7-5
HOUR	Stellt das Wiederholintervall für Termine auf *n* Stunden ein. O ◀ TIME ALRM RPT HOUR	24-6
hp	Pferdestärke, Leistung (745,699871582 kg·m^2/s^3). U ◀ UNITS p.2 POWR HP	D-6
HR+	Stellt die Zeit um eine Stunde vor. O ◀ TIME ADJST HR+	24-4
HR-	Stellt die Zeit um eine Stunde zurück. O ◀ TIME ADJST HR-	24-4
HYP	Wählt das MTH HYP (Mathematik- und Hyperbelfunktionen) Menü. O MTH HYP	D-3
Hz	Hertz, Frequenz (1/s). U ◀ UNITS TIME HZ	D-6
i	Symbolische Konstante *i*. F α ◀ CST	9-17
IDN	Erzeugt Gleichheitsmatrix eines bestimmten Bereichs. C MTH MATR IDN	20-19
IF	Beginnt die Testanweisunng. C PRG BRCH IF	26-5
◀ IF	Tippt IF THEN END ein. O PRG BRCH ◀ IF	26-5
▶ IF	Tippt IF THEN ELSE END ein. O PRG BRCH ▶ IF	26-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
IFERR	Beginnt die Testanweisung. C (PRG) BRCH p.3 IFERR	30-4
(←) IFERR	Tippt IFERR THEN END ein. O (PRG) BRCH p.3 (←) IFERR	30-5
(→) IFERR	Tippt IFERR THEN ELSE END ein. O (PRG) BRCH p.3 (→) IFERR	30-6
IFT	IF-THEN Befehl. C (PRG) BRCH p.3 IFT	26-6
IFTE	IF-THEN-ELSE Funktion. F (PRG) BRCH p.3 IFTE	26-7
IM	Liefert imaginären Teil einer komplexen Zahl oder eines Feldes. F (MTH) PARTS IM	11-11
in	Zoll, Länge (0,0254 m). U (←) (UNITS) LENG IN	D-6
in^2	Quadratzoll, Fläche (0,00064516 m^2). U (←) (UNITS) AREA IN^2	D-6
in^3	Kubikzoll, Volumen (0,000016387064 m^3). U (←) (UNITS) VOL IN^3	D-6
INCR	Erhöht den Wert einer bestimmten Variablen. C (→) (MEMORY) INCR	27-13
INDEP	Bestimmt die unabhängige Variable in einem Plot. ... PLOTR INDEP C (→) (PLOT) INDEP	18-18
(→) INDEP	Ruft die unabhängige Variable in den Stack. ... PLOTR (→) INDEP O (→) (PLOT) (→) INDEP	18-18

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
inHg	Zoll Quecksilbersäule, Druck (3386,38815789 kg/m·s^2). U [←][UNITS] p.2 PRESS p.2 INHG	D-6
inH2O	Zoll Wasser, Druck (248.84 kg/m·s^2). U [←][UNITS] p.2 PRESS p.2 INH2O	D-6
INPUT	Unterbricht die Programmausführung, zeigt Meldung an und wartet auf Daten. C [PRG] CTRL p.2 INPUT	29-6
INS	Schaltet um zwischen Einfügen/Überschreiben von Zeichen. O [←][EDIT] INS	3-9
INV	Kehrwert (Umkehrwert). A [1/x]	9-3
[←][I/O]	Wählt das I/O (Eingabe/Ausgabe) Menü. O [←][I/O]	D-4
[→][I/O]	Wählt den Kermitservermodus. O [→][I/O]	33-21
IP	Ganzzahliger Teil einer rellen Zahl. F [MTH] PARTS p.3 IP	9-15
IR/W	Schaltet um zwischen der Übertragung über den IR-Anschluß und der Übertragung über den seriellen Anschluß. O [←][I/O] SETUP IR/W	33-4
ISECT	Bewegt den Grafikcursor zum nächsten Schnittpunkt von zwei Funktionen, zeigt die Schnittpunktkoordinaten an und legt sie im Stack ab. O ... FCN ISECT	18-29
ISOL	Isoliert die Variable auf einer Seite der Gleichung. C [←][ALGEBRA] ISOL	22-2

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
J	Joule, Energie (1 kg·m^2/s^2). U ⟵ UNITS p.2 ENRG J	D-6
K	Kelvin, Temperatur (1 K). U ⟵ UNITS p.2 TEMP K	D-6
kcal	Kilokalorie, Energie (4186 kg·m^2/s^2) U ⟵ UNITS p.2 ENRG KCAL	D-6
KEEP	Löscht alle Ebenen über der aktuellen Ebene. O ... ↑STK p.2 KEEP	3-13
KERRM	Liefert den Text des letzten KERMIT-Fehler-Pakets. C ⟵ I/O p.2 KERR	33-21
KEY	Liefert die Zahl der zuletzt gedrückten Taste. C PRG CTRL p.2 KEY	29-16
KEYS	Enfernt Menüfelder. ... DRAW p.3 KEYS ... AUTO p.3 KEYS O ⟵ GRAPH p.3 KEYS	18-23
kg	Kilogramm, Masse (1 kg). U ⟵ UNITS MASS KG	D-6
KGET	Holt Daten von einem anderen Gerät. C ⟵ I/O KGET	33-20
KILL	Verläßt alle unterbrochenen Programme. C PRG CTRL KILL	25-27
kip	Kilopound, Kraft (4448,22161526 kg·m/s^2). U ⟵ UNITS p.2 FORCE KIP	D-6
km	Kilometer, Länge (1 km). U ⟵ UNITS LENG p.2 KM	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
km^2	Quadratkilometer, Fläche (1 km^2). U ◀ UNITS AREA p.2 KM^2	D-6
knot	Nautische Meilen pro Stunde, Geschwindigkeit (0,514444444444 m/s). U ◀ UNITS SPEED KNOT	D-6
kph	Kilometer pro Stunde, Geschwindigkeit (0,277777777778 m/s). U ◀ UNITS SPEED KPH	D-6
l	Liter, Volumen (0,001 m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 L	D-6
LABEL	Bezeichnet Koordinatenachsen mit Variablennamen und Bereichen. ... PLOTR p.3 LABEL C ▶ PLOT p.3 LABEL	19-3
LABEL	Bezeichnet Koordinatenachsen mit Variablennamen und Bereichen. ... DRAW LABEL ... AUTO LABEL O ◀ GRAPH LABEL	18-22
lam	Lambert, Leuchtstärke (3183,09886184 cd/m^2). U ◀ UNITS p.3 LIGHT p.2 LAM	D-6
LAST	Liefert das letzte Argument(e) in den Stack. C Muß eingetippt werden.	
LASTARG	Liefert das letzte Argument(e) in den Stack. C ▶ LAST ARG	3-6
LAST CMD	Zeigt den letzten Inhalt der Befehlszeile an. O ◀ LAST CMD	3-19

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
LAST MENU	Wählt die zuletzt angezeigte Seite des vorhergehenden Menüs an. O ↱ LAST MENU	2-14
LAST STACK	Stellt den vorhergehenden Stack wieder her. O ↰ LAST STACK	3-6
lb	Avoirdupois pound, Masse (0,45359237 kg). U ↰ UNITS MASS LB	D-6
lbf	Gewichtskraft (4,44822161526 kg·m/s^2). U ↰ UNITS p.2 FORCE LBF	D-6
lbt	Troy pound, Masse (0,3732417 kg). U ↰ UNITS MASS LBT	D-6
LCD→	Liefert die Grafik in den Stack, die das Stackdisplay darstellt. C PRG DSPL p.4 LCD→	19-32
→LCD	Stellt eine bestimmte Grafik im Stackdisplay dar. C PRG DSPL p.4 →LCD	19-32
LENG	Wählt das UNITS LENG (Länge) Menü. O ↰ UNITS LENG	D-6
LEVEL	Gibt die Zahl der aktuellen Ebene in Ebene 1 ein. O ... ↑STK p.2 LEVEL	3-13
LIBRARY	Wählt das LIBRARY Menü. O ↰ LIBRARY	34-19 34-26
LIBS	Listet alle Bibliotheken auf, die dem aktuellen Verzeichnis angebunden sind. C ↰ MEMORY p.2 LIBS	34-28
LIGHT	Wählt das UNITS LIGHT Menü. O ↰ UNITS p.3 LIGHT	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
LINE	Erzeugt eine Linie zwischen den Koordinaten in den Ebenen 1 und 2. C (PRG) DSPL LINE	19-28
LINE	Erzeugt eine Linie zwischen der Marke und dem Cursor. ... DRAW p.2 LINE ... AUTO p.2 LINE O (↶)(GRAPH) p.2 LINE	19-25
ΣLINE	Liefert die bestangepaßte Kurve für die Daten in ΣDAT entsprechend dem gewählten statistischen Modell. C (↶)(STAT) p.3 ΣLINE	21-13
LINFIT	Wählt die Gerade als Näherungsmodell. C (↶)(STAT) p.4 MODL LIN	21-12
LIST→	Liefert eine Liste der Elemente in den Stack. C Muß eingetippt werden.	
→LIST	Vereint bestimmte Objekte in einer Liste. C (PRG) OBJ →LIST	4-14
→LIST	Vereint Objekte aus Ebene 1 mit der aktuellen Ebene in einer Liste. O ... ↑STK →LIST	3-12
lm	Lumen, Lichtstrom ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$ cd). U (↶)(UNITS) p.3 LIGHT LM	D-6
LN	Natürlicher Logarithmus (Basis e). A (↷)(LN)	9-6
LNP1	Natürlicher Logarithmus des (*Arguments* + 1). A (MTH) HYP p.2 LNP1	9-7
LOG	Zehnerlogarithmus (Basis 10). A (↷)(LOG)	9-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
LOGFIT	Wählt die Logarithmusfunktion als Näherungsmodell. C ◀ STAT p.4 MODL LOG	21-12
LR	Berechnet lineare Regression. C ◀ STAT p.4 LR	21-13
lx	Lux, Beleuchtungsstärke ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$ cd/m^2). U ◀ UNITS p.3 LIGHT LX	D-6
lyr	Lichtjahr, Länge ($9{,}46052840488 \times 10^{15}$ m). U ◀ UNITS LENG p.2 LYR	D-6
L*	Ersetzt den Logarithmus einer Potenz durch das Produkt mit einem Logarithmus. O ◀ EQUATION ◀ RULES L*	22-18
L( )	Ersetzt das Produkt mit einem Logarithmus durch den Logarithmus einer Potenz. O ◀ EQUATION ◀ RULES L( )	22-18
←M	Faßt Faktoren links zusammen. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←M	22-17
▶ ←M	Führt ←M aus, bis bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ ←M	22-20
M→	Faßt Faktoren rechts zusammen. O ◀ EQUATION ◀ RULES M→	22-17
▶ M→	Führt M→ aus, bis bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ M→	22-19
m	Meter, Länge (1 m). U ◀ UNITS LENG M	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
m^2	Quadratmeter, Fläche (1 m^2). U ⟲ UNITS AREA M^2	D-6
m^3	Kubikmeter (Stere), Volumen (1 m^3). U ⟲ UNITS VOL M^3	D-6
MANT	Mantisse (Dezimalteil) einer Zahl. F MTH PARTS p.3 MANT	9-15
MARK	Setzt die Marke bei der Cursorposition. ... DRAW p.3 MARK ... AUTO p.3 MARK O ⟲ GRAPH p.3 MARK	18-22
MASS	Wählt das UNITS MASS Menü. O ⟲ UNITS MASS	D-6
↑MATCH	Muster suchen und ersetzen; beginnend mit den Teilausdrücken. C ⟲ ALGEBRA p.2 ↑MAT	22-26
↓MATCH	Muster suchen und ersetzen; beginnend mit dem Gesamtobjekt. C ⟲ ALGEBRA p.2 ↓MAT	22-26
MATR	Wählt das MTH MATR (mathematische Matrizen) Menü. O MTH MATR	D-3
MATRIX	Wählt den MatrixWriter. O ↱ MATRIX	20-3
MAX	Maximum zweier reeller Zahlen. F MTH PARTS p.2 MAX	9-15
MAXR	Größte reelle Zahl, die mit dem Taschenrechner darstellbar ist (9.99999999999E499). F MTH PARTS p.4 MAXR	9-17
MAXΣ	Maximum der Spaltwerte in der statistischen Matrix in ΣDAT. C ⟲ STAT p.2 MAXΣ	21-10

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
MEAN	Berechnet den Medianwert der statistischen Daten in ΣDAT. C [↰][STAT] p.2 MEAN	21-10
MEM	Verfügbarer Speicher in Bytes. C [↰][MEMORY] MEM	5-2
[↰][MEMORY]	Wählt das MEMORY Menü. O [↰][MEMORY]	D-4
[↱][MEMORY]	Wählt das MEMORY Arithmetik Menü. O [↱][MEMORY]	D-4
MENU	Zeigt eingebautes oder benutzerspezifisches Menü an. [↱][MODES] MENU C [PRG] CTRL p.2 MENU	 15-1 29-22
MERGE	Bindet Einsteck-RAM-Kartenspeicher mit dem Hauptspeicher. C [↰][MEMORY] p.3 MERG	34-13
μ	Micron, Länge (1×10^{-6} m). U [↰][UNITS] LENG p.4 μ	D-6
MeV	Megaelektronenvolt, Energie (1.60219×10^{-13} kg·m²/s²). U [↰][UNITS] p.2 ENRG p.2 MEV	D-6
mho	Siemens, electrischer Leitwert (1 $A^2 \cdot s^3/kg \cdot m^2$). U [↰][UNITS] p.2 ELEC p.2 MHO	D-6
mi	Internationale Meile, Länge (1609,344 m). U [↰][UNITS] LENG p.2 MI	D-6
mi^2	Internationale Quadratmeile, Fläche (2589988,11034 m^2). U [↰][UNITS] AREA p.2 MI^2	D-6
mil	Tausendstel Zoll, Länge (0,0000254 m). U [↰][UNITS] LENG p.4 MIL	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
min	Minute, Zeit (60 s). U ◀ (UNITS) TIME MIN	D-6
MIN	Minimum zweier reeller Zahlen. F (MTH) PARTS p.2 MIN	9-15
MIN	Stellt das Wiederholungsintervall fär Termine in Minuten ein. O ◀ (TIME) ALRM RPT MIN	24-6
MINR	Kleinste reelle Zahl, die vom Taschenrechner dargestellt werden kann (1.00000000000E−499). F (MTH) PARTS p.4 MINR	9-17
MIN+	Stellt die Systemuhr eine Minute vor. O ◀ (TIME) ADJST MIN+	24-4
MIN-	Stellt die Systemuhr eine Minute zurück. O ◀ (TIME) ADJST MIN-	24-4
MINΣ	Findet den Minimalwert der Spalte in der statistischen Matrix in ΣDAT. C ◀ (STAT) p.2 MINΣ	21-10
miUS	US-Meile, Länge (1609,34721869 m). U ◀ (UNITS) LENG p.3 MIUS	D-6
miUS^2	US-Quadratmeile, Fläche (2589998,47032 m^2). U ◀ (UNITS) AREA p.2 MIUS^	D-6
mm	Millimeter, Länge (.001 m). U ◀ (UNITS) LENG MM	D-6
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule (Torr), Druck (133,322368421 $kg/m{\cdot}s^2$). U ◀ (UNITS) p.2 PRESS MMH	D-6
ml	Milliliter (Kubikzentimeter), Volumen (1×10^{-6} m^3). U ◀ (UNITS) VOL p.3 ML	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ML	Schaltet zwischen mehrzeiliger und einzeiliger Anzeige um. O (←)(MODES) p.2 ML	15-13
MOD	Modulo. F (MTH) PARTS p.2 MOD	9-15
(←)(MODES)	Wählt das MODES Menü. O (←)(MODES)	D-4
(→)(MODES)	Wählt das MODES benutzerspezifische Menü. O (→)(MODES)	D-4
MODL	Wählt das STAT MODL (statistische Modell) Menü. O (←)(STAT) p.4 MODL	21-12
mol	Mol, Masse (1 mol). U (←)(UNITS) MASS p.3 MOL	D-6
Mpc	Megaparsec, Länge ($3{,}08567818585 \times 10^{22}$ m). U (←)(UNITS) LENG p.2 MPC	D-6
mph	Meilen pro Stunde, Geschwindigkeit (0,44704 m/s). U (←)(UNITS) SPEED MPH	D-6
(MTH)	Wählt das MTH (Mathematik) Menü. O (MTH)	D-3
M/D	Schaltet das Datumsanzeigeformat um. O (←)(TIME) SET M/D	24-2
m/s	Meter pro Sekunde, Geschwindigkeit (1 m/s). U (←)(UNITS) SPEED M/S	D-6
N	Newton, Kraft (1 $kg{\cdot}m/s^2$). U (←)(UNITS) p.2 FORCE N	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
NΣ	Liefert Anzahl der Reihen in ΣDAT. C ◀ STAT p.5 NΣ	21-22
NEG	Negieren. A +/–	9-3
NEW	Holt ein algebraisches Objekt oder eine Matrix vom Stack, fordert nach dem Namen auf und speichert das benannte algebraische Objekt in EQ, oder die benannte Matrix in ΣDAT. ◀ PLOT NEW ◀ SOLVE NEW O ◀ STAT NEW	 18-5 17-4 21-3
NEWOB	Wandelt ein Ojekt, das von einem komplexen Objekt oder einer Variablen genommen wurde, in ein neues, unabhängiges Objekt um. C ◀ MEMORY p.2 NEWO	
NEXT	Beendet eine bestimmte Schleife. C PRG BRCH p.2 NEXT	27-2 27-5
NEXT	Zeigt das nächste oder die beiden nächsten Objekte in einem unterbrochenen Programm an, aber führt keine Operationen mit ihnen aus. O PRG CTRL NEXT	25-27
nmi	Nautische Meile, Länge (1852 m). U ◀ UNITS LENG p.3 NMI	D-6
NONE	Löscht das Wiederholungsintervall für Termine und kehrt zum TIME ALRM Menü zurück. O ◀ TIME ALRM RPT NONE	24-6
NOT	Logisches oder binäres NOT. PRG TEST NOT F MTH BASE p.4 NOT	 26-4 14-5

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
NUM	Liefert das Kennzeichen des ersten Zeichens in der Zeichenkette. C (PRG) OBJ p.3 NUM	4-15
→NUM	Wetet ein algebraisches Objekt in eine Zahl aus. C (↱)(→NUM)	8-5
NXEQ	Rotiert die Liste der Gleichungen in *EQ*. ... SOLVR NXEQ O ... FCN p.2 NXEQ	 17-29 18-30
(NXT)	Wählt die nächste Seite des Menüs. O (NXT)	2-13
OBJ	Wählt das PRG OBJ (Programm-Objekt) Menü. O (PRG) OBJ	D-3
OBJ→	Liefert die Objektkomponenten in den Stack. C (PRG) OBJ OBJ→	4-15
OCT	Stellt den Oktalmodus ein. (MTH) BASE OCT C (↰) MODES p.4 OCT	14-2
(OFF)	Stellt den Taschenrechner ab. O (↱)(OFF)	1-5
OFF	Stellt den Taschenrechner ab. C (PRG) CTRL p.3 OFF	29-27
OLDPRT	Führt eine Anpassung des HP 48 Zeichensatzes an den HP 82240A Infrarotdrucker durch. C (↰)(PRINT) p.2 OLDPR	32-2
(ON)	Stellt den Taschenrechner an. O (ON)	1-5
OPENIO	Öffnet den seriellen Port. C (↰)(I/O) p.2 OPENI	33-21

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
OR	Logisches oder binäres OR. (MTH) BASE p.4 OR F (PRG) TEST OR	 14-5 26-4
ORDER	Ordnet das VAR Menü in in einer bestimmten Liste neu. C (↰)(MEMORY) ORDER	6-9
ORDER	Setzt eine ausgewählte Gleichung an die erste Stelle der Liste im Gleichungskatalog. (↰)(PLOT) CAT p.2 ORDER (↰)(SOLVE) CAT p.2 ORDER O (↱)(ALGEBRA) p.2 ORDER Setzt ausgewählte statistische Daten an die erste Stelle der Liste im Statistikkatalog. O (↰)(STAT) CAT p.2 ORDER	17-8 21-7
OVER	Dupliziert ein Objekt in Ebene 2 in Ebene 1. C (PRG) STK OVER	3-21
oz	Unze, Masse (0,028349523135 kg). U (↰)(UNITS) MASS OZ	D-6
ozfl	US Flüssigkeitsunze, Volumen ($2{,}95735295625 \times 10^{-5}$ m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.3 OZFL	D-6
ozt	Troy Unze (tr), Masse (0,031103475 kg). U (↰)(UNITS) MASS p.2 OZT	D-6
ozUK	Britische Flüssigkeitsunze, Volumen ($2{,}8413075 \times 10^{-5}$ m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.3 OZUK	D-6
P	Poise, dynamische Viscosität (0,1 kg/m·s) U (↰)(UNITS) p.3 VISC P	D-6
Pa	Pascal, Druck (1 kg/m·s^2) U (↰)(UNITS) p.2 PRESS PA	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PARAMETRIC	Wählt den PARAMETRIC Plottyp. C ... PTYPE PARA	19-14
PARITY	Wählt eine von 5 möglichen Paritätseinstellungen. C ◀(I/O) SETUP PARIT	33-4
PARTS	Wählt das MTH PARTS Menü. O (MTH) PARTS	D-3
PATH	Liefert eine Liste mit dem Pfad des aktuellen Verzeichnisses. C ◀(MEMORY) PATH	7-3
pc	Parsec, Länge (3,08567818585 × 10^{16} m). U ◀(UNITS) LENG p.2 PC	D-6
PDIM	Ändert die Größe von *PICT*. ... PLOTR p.3 PDIM C ▶(PLOT) p.3 PDIM	19-11
▶ PDIM	Ruft die Größe von *PICT* in den Stack auf. ... PLOTR p.3 ▶ PDIM O ▶(PLOT) p.3 ▶ PDIM	19-7
pdl	Poundal, Kraft (0,138254954376 kg·m/s^2). U ◀(UNITS) p.2 FORCE PDL	D-6
PERM	Permutationen. F (MTH) PROB PERM	9-14
PGDIR	Löscht ein bestimmtes Verzeichnis. C ◀(MEMORY) p.3 PGDIR	7-6
ph	Phot, Beleuchtungsstärke (795,774715459 cd/m^2) U ◀(UNITS) p.3 LIGHT PH	D-6
PICK	Kopiert Objekt in Ebene *n* nach Ebene 1. C (PRG) STK PICK	3-21

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PICK	Kopiert Objekt in der aktuellen Ebene nach Ebene 1. O ... ↑STK PICK	3-12
PICT	Liefert *PICT* in Ebene 1. C (PRG) DSPL PICT	19-33
PIXOFF	Stellt bestimmte Pixel in *PICT* ab. C (PRG) DSPL p.2 PIXOF	19-28
PIXON	Stellt bestimmte Pixel in *PICT* an. C (PRG) DSPL p.2 PIXON	19-28
PIX?	Testet, ob bestimmte Pixel in *PICT* an- oder abgestellt sind. C (PRG) DSPL p.2 PIX?	19-28
pk	Peck, Volumen (0,0088097675 m^3). U (←)(UNITS) VOL p.4 PK	D-6
PKT	Sendet KERMIT Befehle zu einem Server. C (←)(I/O) p.2 PKT	33-20
(←)(PLOT)	Wählt das PLOT Menü. O (←)(PLOT)	D-5
(→)(PLOT)	Wählt das PLOT PLOTR Menü. O (→)(PLOT)	D-5
PLOT	Macht die ausgewählte Eingabe die aktuelle statistische Matrix und zeigt die dritte Seite des STAT Menüs an. O (←)(STAT) CAT PLOT	21-7
PLOTR	Wählt das PLOT PLOTR Menü. (←)(PLOT) PLOTR (←)(PLOT) CAT PLOTR (→)(ALGEBRA) PLOTR O (←)(SOLVE) CAT PLOTR	D-5
PMAX	Setzt die Koordinaten der rechten oberen Ecke des Plotbereichs fest. C Muß eingetippt werden.	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PMIN	Setzt die Koordinaten der linken unteren Ecke des Plotbereichs fest. C Muß eingetippt werden.	
(POLAR)	Schaltet zwischen Rechteck- und Polarkoordinaten um. O (→)(POLAR)	11-2
POLAR	Wählt den POLAR Plottyp. C ... PTYPE POLAR	19-14
POS	Liefert die Position der Teilkette in die Zeichenkette oder ein Objekt auf der Liste. C (PRG) OBJ p.3 POS	4-16
POWR	Wählt das UNITS POWR (Kraft) Menü. O (←)(UNITS) p.2 POWR	D-6
PREDV	Vorhersagewert (genau wie PREDY). C Muß eingetippt werden.	
PREDX	Liefert Vorhersagewert der unabhängigen Variablen aus dem gegebenen Wert der abhängigen Variablen. C (←)(STAT) p.4 PREDX	21-13
PREDY	Liefert Vorhersagewert der abhängigen Variablen aus dem gegebenen Wert der unabhängige Variablen. C (←)(STAT) p.4 PREDY	21-13
PRESS	Wählt das UNITS PRESS (Druck) Menü. O (←)(UNITS) p.2 PRES	D-6
(←)(PREV)	Wählt ddie vorhergehende Seite des Menüs. O (←)(PREV)	2-13
(→)(PREV)	Wählt die erste Seite des Menüs. O (→)(PREV)	2-13
(PRG)	Wählt das PRG (Programm) Menü. O (PRG)	D-3

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
(PRINT)	Wählt das PRINT Menü. O (↰)(PRINT)	D-4
PRLCD	Druckt das Display. C (↰)(PRINT) PRLCD O Gleichzeitig (ON) (MTH) drücken.	32-4
PROB	Wählt das MTH PROB (Wahrscheinlichkeit) Menü. O (MTH) PROB	D-3
PROMPT	Zeigt eine Aufforderung (Zeichenkette) im Statusbereich an und unterbricht die Programmausführung. C (PRG) CTRL p.2 PROM	29-2
PRST	Druckt alle Objekte im Stack. C (↰)(PRINT) PRST	32-4
PRSTC	Druckt alle Objekte im Stack im kompakten Format. C (↰)(PRINT) PRSTC	32-4
PRVAR	Druckt Namen und Inhalt einer oder mehrerer Variablen (Portnamen eingeschlossen). C (↰)(PRINT) PRVAR	32-4
PR1	Druckt Objekt in Ebene 1. (↰)(PRINT) PR1 C (↱)(PRINT)	32-4
psi	Pfund pro Quadratzoll, Druck (6894,75729317 kg/m·s^2). U (↰)(UNITS) p.2 PRESS PSI	D-6
pt	Pint, Volumen (0,000473176473 m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.2 PT	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PTYPE	Wählt das PLOT PTYPE Menü. (↰)(PLOT) PTYPE ... PLOTR p.2 PTYPE O (↱)(PLOT) p.2 PTYPE	D-5
PURGE	Löscht eine oder mehrere bestimmte Variablen. C (↰)(PURGE)	6-9
(PURGE)	Löscht eine oder mehrere bestimmte Variablen. Wenn nur eine unmarkierte Variable bestimmt wurde, wird der vorhergehende Inhalt zur Wiederherstellung durch LASTARG gesichert. O (↰)(PURGE)	6-11
PURG	Löscht die ausgewählte Gleichung. (↰)(SOLVE) CAT p.2 PURG (↱)(PLOT) CAT p.2 PURG O (↱)(ALGEBRA) CAT p.2 PURG Löscht ausgewählte statistische Matrix. O (↰)(STAT) CAT p.2 PURG Löscht ausgewählten Termin. (↰)(TIME) CAT PURG O (↱)(TIME) PURG	17-9 21-8 24-13
PUT	Ersetzt Element im Feld oder auf der Liste. C (PRG) OBJ p.4 PUT	4-16
PUTI	Ersetzt Element im Feld oder auf der Liste und erhöht den Index. C (PRG) OBJ p.4 PUTI	4-16
PVARS	Liefert Liste der aktuelle Sicherungsobjekte und Bibliotheken innerhalb eines Ports. C (↰)(MEMORY) p.2 PVARS	34-21

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PVIEW	Zeigt *PICT* mit bestimmten Pixel in deroberen linken Ecke des Displays an. C (PRG) DSPL PVIEW	19-30
PWRFIT	Wählt die Potenzfunktion als Näherungsmodell. C (↰)(STAT) p.4 MODL PWR	21-12
PX→C	Wandelt Pixelkoordinaten in benutzerspezifische Koordinaten um. C (PRG) DSPL p.2 PX→C	19-10
→Q	Wandelt Zahl in einen Näherungsbruch um. C (↰)(→Q)	9-5
QUAD	Findet Lösungen von Polynomen erster oder zweiter Ordnung. C (↰)(ALGEBRA) QUAD	22-3
QUOTE	Liefert unausgewerteten Ausdruck. F (↰)(ALGEBRA) p.2 QUOT	8-2
qt	Quart, Volumen (0,000946352946 m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.2 QT	D-6
→Qπ	Berechnet und vergleicht Quotienten einer Zahl und Zahl/π. C (↰)(ALGEBRA) p.2 →Qπ	9-5
r	Radiant, Winkel in der Ebene (0,1591549343092). U (↰)(UNITS) p.3 ANGL R	D-6
R	Roentgen, Strahlungsbelastung (0,000258 A·s/kg). U (↰)(UNITS) p.3 RAD p.2 R	D-6
°R	Grad Rankine, Temperatur. U (↰)(UNITS) p.2 TEMP °R	D-6
rad	Rad, Energiedosis (0,01 m^2/s^2). U (↰)(UNITS) p.3 RAD RAD	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RAD	Stellt Radiantmodus ein. C ◀(MODES) p.3 RAD	9-8
(RAD)	Schaltet zwischen Radiant- und Gradmodus um. O ◀(RAD)	9-8
RAD	Wählt das UNITS RAD (Strahlung) Menü. O ◀(UNITS) p.3 RAD	D-6
RAND	Liefert Zufallszahl. C (MTH) PROB RAND	9-14
RATIO	Präfixform von / wird intern vom EquationWriter verwendet. F Muß eingetippt werden.	
RCEQ	Liefert eine Gleichung in *EQ* nach Ebene 1. ◀(PLOT) ▶ STEQ ◀(SOLVE) ▶ STEQ ... PLOTR ▶ DRAW C ▶(PLOT) ▶ DRAW	17-12
RCL	Ruft ein Objekt, das in einer bestimmten Variablen gespeichert ist, in den Stack. C ▶(RCL)	6-5
(RCL)	Fügt ein algebraisches Objekt aus Ebene 1 in den EquationWriter ein. O ▶(RCL)	16-22
RCLALARM	Ruft einen angegebenen Termin aus der Systemterminliste auf. C ◀(TIME) ALRM p.2 RCLAL	24-17
RCLF	Liefert einen ganzzahligen Binärwert, der die Einstellungen der Systemflags darstellt. C ▶(MODES) p.2 RCLF	28-5

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RCLKEYS	Liefert Liste der aktuellen benutzerspezifischen Tastenbelegungen. C (→)(MODES) RCLK	15-10
RCLMENU	Liefert Menüzahl des aktuellen Menüs. C (→)(MODES) p.2 RCLM	29-23
RCLΣ	Ruft aktuelle statistische Matrix in ΣDAT auf. C (←)(STAT)(→) STOΣ	21-6
RCWS	Ruft Wortgröße der ganzzahligen Binärwerte auf. C (MTH) BASE RCWS	14-2
rd	Rod, Länge (5,0292100584 m). U (←)(UNITS) LENG p.3 RD	D-6
RDM	Dimensioniert ein Feld neu. C (MTH) MATR RDM	20-19
RDZ	Legt den Ausgangswert für die Erzeugung von Zufallszahlen fest. C (MTH) PROB RDZ	9-14
RE	Liefert den numerischen Teil der komplexen Zahlen oder Felder. F (MTH) PARTS RE	11-12
RECN	Wartet auf Daten von einem anderen Gerät, das mit dem Kermit-Protokoll arbeitet. Daten wurden vom Stack bestimmt. C (←)(I/O) p.2 RECN	33-20
RECV	Wartet auf Daten von einem anderen Gerät, das mit dem Kermit-Protokoll arbeitet. Daten wurden vom Sender bestimmt. C (←)(I/O) RECV	33-20

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
rem	Rem, Dosisäquivalent (0,01 m^2/s^2). U (↰)(UNITS) p.3 RAD REM	D-6
REPEAT	Beginnt Schleifenanweisung. C (PRG) BRCH p.2 REPEA	27-12
REPL	Ersetzt einen Teil eines Objektes mit einem anderen, ähnlichen Objekt. (PRG) OBJ p.3 REPL C (PRG) DSPL p.3 REPL	 4-17 19-32
REPL	Ersetzt einen Teil von *PICT* mit der Ebene-1 Grafik. ... DRAW p.3 REPL ... AUTO p.3 REPL O (↰)(GRAPH) p.3 REPL	19-30
REPL	Ersetzt sbestimmten Teilausdruck mit einem algebraischen Objekt vom Stack. O (↰)(EQUATION)(◀) REPL	16-24
RES (↱) RES	Stellt die Abstände zwischen Plotpunkten ein. ... PLOTR p.2 RES C (↱)(PLOT) p.2 RES Ruft Abstände in den Stack auf. ... PLOTR p.2 (↱) RES O (↱)(PLOT) p.2 (↱) RES	19-4 19-6
RESET	Setzt Plotparameter in *PPAR* im aktuellen Verzeichnis in ihre Grundeinstellungen neu ein und löscht und dimensioniert *PICT* neu. ... PLOTR p.2 RESET O (↱)(PLOT) p.2 RESET	18-18
RESTORE	Ersetzt *HOME* Verzeichnis mit Sicherungskopie. C (↰)(MEMORY) p.3 RESTO	34-22

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
(REVIEW)	Zeigt statistische Daten in ΣDAT an. O (↰)(STAT)(↰)(REVIEW) Zeigt die aktuelle Gleichung und Plotparameter an. ... PLOTR (↰)(REVIEW) (↱)(PLOT)(↰)(REVIEW) ... DRAW (↰)(REVIEW) ... AUTO (↰)(REVIEW) O (↰)(GRAPH)(↰)(REVIEW) Zeigt die aktuelle Gleichung an. O (↰)(SOLVE)(↰)(REVIEW) (↰)(PLOT)(↰)(REVIEW) Zeigt die aktuelle Gleichung und die Werte der SOLVR-Variablen an. O ... SOLVR (↰)(REVIEW) Zeigt die Namen der Einheiten an, die dem ausgewählten Menü entsprechen. O (↰)(UNITS) ... (↰)(REVIEW) Zeigt den nächsten fälligen Termin an. O (↰)(TIME)(↰)(REVIEW) In anderen Menüs: Listet Namen der Operationen und Typen auf. O (↰)(REVIEW)	21-6 18-18 18-23 17-12 18-8 17-14 13-6 24-5 6-8
RL	Rotiert um ein Bit nach links. C (MTH) BASE p.2 RL	14-6
RLB	Rotiert um ein Byte nach links. C (MTH) BASE p.2 RLB	14-6
RND	Rundet den Dezimalbruch einer Zahl oder eines Namens. F (MTH) PARTS p.4 RND	9-16
RNRM	Berechnet die Reihennorm eines Feldes. C (MTH) MATR p.2 RNRM	20-19

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ROLL	"Rollt" *n* Ebenen im Stack nach oben, Ebene *n*+1 nach Ebene 1. C (PRG) STK ROLL	3-21
ROLL	"Rollt" den Stack nach oben, Zeiger-Ebene nach Ebene 1. O ... ↑STK ROLL	3-12
ROLLD	"Rollt" *n* Ebenen nach unten im Stack, Ebene 2 nach Ebene *n*. C (PRG) STK ROLLD	3-21
ROLLD	"Rollt" den Stack nach unten, Ebene 1 zur Zeiger-Ebene. O ... ↑STK ROLLD	3-12
ROOT	Löst nach der unbekannten Variablen in der Gleichung auf. C (↰)(SOLVE) ROOT	17-11
ROOT	Bewegt den Grafikcursor zum Schnittpunkt des Graphen und der *x*-Achse, zeigt den Wert der Nullstelle an und legt den Wert im Stack ab. O (↰)(GRAPH) FCN ROOT	18-29
ROT	Bewegt das Objekt in Ebene 3 nach Ebene 1. C (PRG) STK ROT	3-21
+ROW	Fügt an der aktuellen Reihe eine Reihe mit Nullen ein. O (↱)(MATRIX) p.2 +ROW	20-8
-ROW	Löscht die aktuelle Reihe. O (↱)(MATRIX) p.2 -ROW	20-8
RPT	Wählt das TIME ALRM RPT (Wiederholungstermin) Menü. O (↰)(TIME) ALRM RPT	D-5
RR	Rotiert nach rechts um ein Bit. C (MTH) BASE p.2 RR	14-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RRB	Rotiert nach rechts um ein Byte. C (MTH) BASE p.2 RRB	14-6
RSD	Berechnet Verbesserungen zu den Auflösungen des Gleichungssystems. C (MTH) MATR RSD	20-20
RULES	Aktiviert das RULES Transformationsmenü für bestimmte Objekte. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES	22-13
R→B	Umwandlung von reell nach binär. C (MTH) BASE p.2 R→B	14-5
R→C	Umwandlung von reell nach komplex. C (PRG) OBJ pg.2 R→C	4-17
R→D	Umwandlung von Radiant nach Grad. F (MTH) VECTR p.2 R→D	9-12
R∡Z	Wählt den Polar- oder Zylindermodus. (MTH) VECTR R∡Z O (↰)(MODES) p.3 R∡Z	12-3
R∡∡	Wählt den Polar- oder Kugelmodus. (MTH) VECTR R∡∡ O (↰)(MODES) p.3 R∡∡	12-3
s	Sekunde, Zeit (1 s). U (↰)(UNITS) TIME S	D-6
S	Siemens, electrischerLeitwert ($1\ A^2 \cdot s^3/kg \cdot m^2$). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC p.2 S	D-6
SAME	Testet, ob zwei Objekte gleich sind. C (PRG) TEST SAME	26-2
sb	Stilb, Leuchtdichte ($10000\ cd/m^2$) U (↰)(UNITS) p.3 LIGHT SB	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SBRK	Sendet eine Unterbrechung für den seriellen Anschluß. C ◀ I/O p.3 SBRK	33-24
SCALE	Setzt die Skalierung der PLOT Koordinatenachsen. ... PLOTR p.2 SCALE C ▶ PLOT p.2 SCALE	18-11
▶ SCALE	Ruft die Skalierung in den Stack auf. ... PLOTR p.2 ▶ SCALE O ▶ PLOT p.2 ▶ SCALE	18-18
SCATRPLOT	Erzeugt ein Streudiagramm der statistischen Daten in ΣDAT. C ◀ STAT p.3 SCATR	21-21
SCATTER	Wählt den SCATTER Plottyp. C ... PTYPE p.2 SCATT	19-14
SCI	Wählt den wissenschaftlichen Anzeigemodus. C ◀ MODES SCI	2-16
SCLΣ	Skaliert Daten in ΣDAT automatisch für das Steudiagramm. C Muß eingetippt werden.	
SCONJ	Konjugiert den Inhalt einer Variablen. C ▶ MEMORY p.2 SCON	6-12
SDEV	Berechnet die Standardabweichung. C ◀ STAT p.2 SDEV	21-10
SEC	Setzt den Wiederholungsintervall der Termine auf *n* Sekunden. O ◀ TIME ALRM RPT SEC	24-6
SEC+	Stellt die aktuelle Zeit um 1 Sekunde vor. O ◀ TIME ADJST SEC+	24-4

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SEC-	Stellt die aktuelle Zeit um 1 Sekunde zurück. O ◀ TIME ADJST SEC-	24-4
SEND	Sendet den Inhalt einer Variablen zu einem anderen Gerät. C ◀ I/O SEND	33-20
SERVER	Schaltet den HP 48 in den Kermit-Server-Modus um. ◀ I/O SERV C ▶ I/O	33-20
SET	Wählt das TIME SET Menü. O ◀ TIME SET	D-5
SET	Setzt einen Termin fest. O ◀ TIME ALRM SET	24-6
SETUP	Wählt das I/O SETUP Menü. O ◀ I/O SETUP	D-4
SF	Setzt ein bestimmtes Flag. PRG TEST p.3 SF C ▶ MODES p.2 SF	28-2
SHOW	Rekonstruiert einen Ausdruck, um den impliziten Variablennamen sichtbar zu machen. C ◀ ALGEBRA SHOW	22-7
SIGN	Liefert ein Zeichen einer Zahl. F MTH PARTS SIGN	9-16
SIN	Sinus. A SIN	9-9
SINH	Sinus hyperbolicus. A MTH HYP SINH	9-6
SINV	Ersetzt Inhalt einer Variablen mit ihrem Kehrwert. C ▶ MEMORY p.2 SINV	6-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SIZE	Findet die Dimensionen einer Liste, eines Feldes, einer Zeichenkette, eines algebraischen Objektes, eines Objektes oder einer Grafik. (PRG) OBJ p.3 SIZE C (PRG) DSPL p.2 SIZE	 4-17 19-31
←SKIP	Bewegt den Cursor nach links zum nächsten logischen Stop. (↰)(EDIT) ←SKIP O ... EDIT ←SKIP	3-9
SKIP→	Bewegt den Cursor nach rechts zum nächsten logischen Stop. (↰)(EDIT) SKIP→ O ... EDIT SKIP→	3-9
SL	Schiebt um ein Bit nach links. C (MTH) BASE p.3 SL	14-6
SLB	Shiebt um ein Byte nach links. C (MTH) BASE p.3 SLB	14-6
SLOPE	Berechnet und zeigt die Steigung einer Funktion bei der Cursorposition an und legt dann die Steigung im Stack ab. O ... FCN SLOPE	18-29
slug	Slug, Masse (14,5939029372 kg). U (↰)(UNITS) MASS SLUG	D-6
SNEG	Negiert den Inhalt einer Variablen. C (↱)(MEMORY) p.2 SNEG	6-12
(↰)(SOLVE)	Wählt das SOLVE Menü. O (↰)(SOLVE)	17-11
(↱)(SOLVE)	Wählt das SOLVR Menü. O (↱)(SOLVE)	17-18

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SOLVR	Wählt das SOLVR Menü. [↰] [SOLVE] SOLVR [↰] [SOLVE] CAT SOLVR [↱] [SOLVE] [↰] [PLOT] CAT SOLVR O [↱] [ALGEBRA] SOLVR	17-18
[SPC]	Tippt eine Leerstelle in die Befehlszeile ein. O [SPC]	3-3
SPEED	Wählt das UNITS SPEED Menü. O [↰] [UNITS] SPEED	D-6
SQ	Liefert das Quadrat des Objektes in Ebene-1. A [↰] [x^2]	9-3
SR	Shiebt um ein Bit nach rechts. C [MTH] BASE p.3 SR	14-6
sr	Steradiant, Raumwinkel ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$). U [↰] [UNITS] p.3 ANGL SR	D-6
SRB	Shiebt um ein Byte nach rechts. C [MTH] BASE p.3 SRB	14-6
SRECV	Liest eine angegebene Zahl von Zeichen vom I/O Port. C [↰] [I/O] p.3 SRECV	33-23
SST	Durchläuft ein unterbrochenes Programm schrittweise. O [PRG] CTRL SST	25-27
SST↓	Durchläuft ein unterbrochenes Programm und seine Unterprogramme schrittweise. O [PRG] CTRL SST↓	25-27
st	Stere, Volumen (1 m^3). U [↰] [UNITS] VOL ST	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
St	Stokes, kinematische Viscosität (0,0001 m^2/s). U ◀(UNITS) p.3 VISC ST	D-6
START	Beginnt eine bestimmte Schleife. C (PRG) BRCH START	27-2
◀START	Tippt START NEXT ein. O (PRG) BRCH ◀START	27-3
▶START	Tippt START STEP ein. O (PRG) BRCH ▶START	27-5
◀(STAT)	Wählt das STAT (Statistik) Menü. O ◀(STAT)	D-5
▶(STAT)	Wählt Seite 2 des STAT Menüs. O ▶(STAT)	D-5
STD	Wählt den Standarddisplaymodus. C ◀(MODES) STD	2-16
STEP	Beendet eine bestimmte Schleife. C (PRG) BRCH p.2 STEP	27-3 27-7
STEQ	Speichert die Ebene 1 Gleichung in *EQ*. ◀(PLOT) STEQ ... PLOTR ◀DRAW ▶(PLOT) ◀DRAW C ◀(SOLVE) STEQ	17-5
STIME	Legt fest, nach welcher Wartezeit eine serielle Übertragung unterbrochen wird. C ◀(I/O) p.3 STIME	33-24
STK	Wählt das PRG STK (Programm Stack) Menü. O (PRG) STK	D-3
STK	Schaltet den Wiederherstellungsmodus des letzten Stacks an und ab. O ◀(MODES) p.2 STK	15-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
↑STK	Wählt den interaktiven Stack. ... EDIT ↑STK (←)(EDIT) ↑STK (→)(VISIT) ↑STK O (→)(MATRIX) p.2 ↑STK	 3-11 20-8
→STK	Kopiert eine ausgewählte Gleichung nach Ebene 1. ... CAT p.2 →STK O (→)(ALGEBRA) p.2 →STK Kopiert eine ausgewählte Matrix nach Ebene 1. O (←)(STAT) CAT →STK Kopiert einen festgesetzten Termin nach Ebene 1. (←)(TIME) CAT →STK O (→)(TIME) →STK Kopiert ein ausgewähltes Matrixelement nach Ebene 1. O (→)(MATRIX) p.2 →STK	17-8 21-7 24-15 20-8
STO	Speichert ein Objekt in einer Variablen. C (STO)	6-3
(STO)	Speichert ein Objekt in einer Variablen und sichert den vorhergehenden Inhalt der Variablen zum Zwecke der Wiederherstellung mit LASTARG. O (STO) Liefert die EquationWriter-Gleichung oder *PICT* in den Stack. O (STO)	6-11 16-3 18-23
STOALARM	Speichert den Termin in Ebene 1 in der Systemterminliste. C (←)(TIME) ALRM p.2 STOAL	24-17

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
STOF	Legt den Status der System- und Benutzerflags fest. C (→)(MODES) p.2 STOF	28-5
STOKEYS	Macht mehrfache Benutzer-Tastenbelegungen. C (→)(MODES) STOK	15-7
STO+	Addiert den Inhalt einer bestimmten Variablen und einer bestimmten Zahl oder eines anderen Objektes. C (→)(MEMORY) STO+	6-12
STO−	Berechnet den Unterschied zwischen dem Inhalt einer bestimmten Variablen und einer bestimmten Zahl oder eines anderen Objektes. C (→)(MEMORY) STO−	6-12
STO*	Multipliziert den Inhalt einer bestimmten Variablen und einer bestimmten Zahl oder eines anderen Objektes. C (→)(MEMORY) STO*	6-12
STO/	Berechnet den Quotient des Inhalts einer bestimmten Variablen und und einer bestimmten Zahl oder eines anderen Objektes. C (→)(MEMORY) STO/	6-12
STOΣ	Speichert die aktuelle Statistik-Matrix in *ΣDAT*. C (←)(STAT) STOΣ	21-5
STR→	Wandelt eine Zeichenkette in die Objektkomponente um. C Must be typed in.	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
→STR	Wandelt ein Objekt in eine Zeichenkette um. C (PRG) OBJ →STR	4-17
STWS	Setzt die Wortgröße eines ganzzahligen Binärwertes fest. C (MTH) BASE STWS	14-1
SUB	Erstellt einen bestimmten Auszug aus einer Liste, einer Zeichenkette oder einer Grafik. (PRG) OBJ p.3 SUB C (PRG) DSPL p.3 SUB	 4-18 19-32
SUB	Liefert einen bestimmten Teil von *PICT* in den Stack. ... DRAW p.3 SUB ... AUTO p.3 SUB O (↰)(GRAPH) p.3 SUB	19-30
SUB	Liefert einen bestimmten Teilausdruck in den Stack. O (↰)(EQUATION)(◀) SUB	22-13
Sv	Sievert, Dosisäquivalent (0,01 m^2/s^2) U (↰)(UNITS) p.3 RAD SV	D-6
SWAP	Tauscht Objekte in den Ebenen 1 und 2 aus. C (↰)(SWAP)	3-4
SYM	Schaltet zwischen dem symbolischen und dem numerischen Lösungsmodus um. O (↰)(MODES) SYM	9-17
SYSEVAL	Wetet ein Systemobjekt aus. *Nur verwenden, wenn durch ein HP-Anwendeprogramm angebegen.* C Muß eingetippt werden.	
t	Metrische Tonne, Masse (1000 kg). U (↰)(UNITS) MASS p.2 T	D-6
T	Tesla, Magnetischer Fluß (1 kg/As^2). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC p.2 T	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
←T	Terme nach links verschieben. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES ←T	22-15
(↱) ←T	Führt ←T aus, bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES (↱) ←T	22-20
T→	Terme nach rechtsverschieben. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES T→	22-15
(↱) T→	Führt T→ aus, bis keine Änderung mehr im Teilausdruck auftritt. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES (↱) T→	22-20
%T	Liefert prozxentualen Bruch des Anteils der Ebene 1 von Ebene 2. F (MTH) PARTS p.2 %T	9-7
→TAG	Vereint Objekte in Ebenen 1 und 2, um ein markiertes Objekt zu erzeugen. C (PRG) OBJ →TAG	4-18
TAN	Tangens. A (TAN)	9-9
TANH	Tangens hyperbolicus. A (MTH) HYP TANH	9-6
TAYLR	Berechnet ein Taylorpolynom. C (↰)(ALGEBRA) TAYLR	23-9
tbsp	Tablespoon, Volumen ($1{,}47867647813 \times 10^{-5}$ m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.3 TBSP	D-6
TEMP	Wählt das UNITS TEMP (Temperatur) Menü. O (↰)(UNITS) p.2 TEMP	D-6
TEST	Wählt das PRG TEST (Programm-Test) Menü. O (PRG) TEST	D-3

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
TEXT	Zeigt das Stackdisplay an. C (PRG) DSPL p.4 TEXT	19-32
THEN	Beginnt die Wahranweisung. C (PRG) BRCH p.2 THEN	26-5
therm	Wärmeeinheit EEC, Energie (105506000 $kg \cdot m^2/s^2$) U (↰)(UNITS) p.2 ENRG p.2 THER	D-6
TICKS	Liefert Systemzeit als ganzzahligen Binärwert in Einheiten der Uhrzyklen. C (↰)(TIME) p.2 TICKS	24-21
TIME	Liefert die aktuelle Zeit als Zahl. C (↰)(TIME) p.2 TIME	24-21
(↰)(TIME)	Wählt das TIME Menü. O (↰)(TIME)	D-5
(↱)(TIME)	Wählt den Terminkatalog. O (↱)(TIME)	24-13
TIME	Wählt das UNITS TIME Menü. O (↰)(UNITS) TIME	D-6
→TIME	Stellt die Systemzeit. C (↰)(TIME) SET →TIM	24-2
>TIME	Setzt die Terminzeit. O (↰)(TIME) ALRM >TIME	24-5
TLINE	Tauscht Pixel in der Linie, die von den Koordinaten in den Ebenen 1 und 2 bestimmtist, aus. C (PRG) DSPL TLINE	19-28
TLINE	Schaltet Pixel an und ab zwischen der Marke und dem Cursor. ... DRAW p.2 TLINE ... AUTO p.2 TLINE O (↰)(GRAPH) p.2 TLINE	19-26

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
TMENU	Zeigt eine Liste des definierten Menüs an, aber ändert den Inhalt von *CST* nicht. C (→)(MODES) p.2 TMEN	29-22
ton	Short ton, Masse (907,18474 kg). U (←)(UNITS) MASS p.2 TON	D-6
tonUK	(Britische) Long ton, Masse (1016,0469088 kg). U (←)(UNITS) MASS p.2 TONU	D-6
torr	Torr (mmHg), Druck (133,322368421 kg/ms^2). U (←)(UNITS) p.2 PRESS TORR	D-6
TOT	Summiert jede Spalte der Matrix in ΣDAT. C (←)(STAT) p.2 TOT	21-10
TRANSIO	Wählt eine von drei Einstellungen zur Zeichenumsetzung. C (←)(I/O) SETUP TRAN	33-5
TRG*	Erweitert trigonometrische und hyperbolische Funktionen der Summen und Unterschiede. O (←)(EQUATION)(◀) RULES TRG*	22-19
→TRG	Ersetzt eine Potenzfunktion mit einer trigonometrischen Funktion. O (←)(EQUATION)(◀) RULES →TRG	22-18
TRN	Transponiert eine Matrix. C (MTH) MATR TRN	20-19
TRNC	Rundet eine Zahl in Ebene 2 wie in Ebene 1 bestimmt ab. F (MTH) PARTS p.4 TRNC	9-16
TRUTH	Wählt den TRUTH Plottyp. C ... PTYPE TRUTH	19-14

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
tsp	Teaspoon, Volumen ($4{,}92892159375 \times 10^{-6}$ m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 TSP	D-6
TSTR	Wandelt Datum und Zeit vom Zahlenformat in die Zeichenkettenform um. C ◀ TIME p.2 TSTR	24-19
TVARS	Liefert Variablen mit bestimmten Objekttypen. C ◀ MEMORY p.2 TVARS	4-20
TYPE	Liefert Typenzahl des Arguments für das Objekt. PRG OBJ p.2 TYPE C PRG TEST TYPE	4-19
u	Atom-Masseneinheit ($1{,}66057 \times 10^{-27}$ kg). U ◀ UNITS MASS p.3 U	D-6
UBASE	Wandelt Objekte mit Einheit in SI Basiseinheiten um. F ▶ UNITS UBASE	13-12
UFACT	Klammert bestimmte zusammengesetzte Einheiten aus. C ▶ UNITS UFACT	13-14
→UNIT	Vereint Objekte in Ebenen 1 und 2, um ein Objekt mit Einheit zu erzeugen. PRG OBJ p.2 →UNIT C ▶ UNITS →UNIT	4-18
◀ UNITS	Wählt das UNITS Katalogmenü. O ◀ UNITS	D-6
▶ UNITS	Wählt das UNITS Befehlsmenü. O ▶ UNITS	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
UNTIL	Beginnt die Testanweisung. C (PRG) BRCH p.2 UNTIL	27-9
UPDIR	Macht das übergeordnete Verzeichnis zum aktuellen Verzeichnis. C (←)(UP)	7-5
(USR)	Stellt Benutzermodus an und ab. O (←)(USR)	15-5
UTPC	Liefert die Wahrscheinlichkeit, daß die chi-Quadrat verteilte Zufallszahl größer als x ist. C (MTH) PROB p.2 UTPC	21-23
UTPF	Liefert die Wahrscheinlichkeit, daß Snedecor's F Zufallszahl größer als x ist. C (MTH) PROB p.2 UTPF	21-23
UTPN	Liefert die Wahrscheinlichkeit that normal random variable is greater than x. C (MTH) PROB p.2 UTPN	21-23
UTPT	Liefert die Wahrscheinlichkeit, daß die Student's t Zufallszahl größer als x ist. C (MTH) PROB p.2 UTPT	21-23
UVAL	Liefert das Skalarpridukt eines bestimmten Objektes mit Einheit. F (→)(UNITS) UVAL	13-25
V	Volt, electrische Potentialdifferenz ($1\ kg{\cdot}m^2/A{\cdot}s^3$). U (←)(UNITS) p.2 ELEC V	D-6
VAR	Berechnet vdie Vrianz der statistischen Datenspalten in ΣDAT. C Muß eingetippt werden.	21-10
(VAR)	Wählt das VAR (Variablen) Menü. O (VAR)	6-3

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
1-VAR	Macht die ausgewählte Eingabe zur aktuellen statistischen Matrix und zeigt die zweite Seite des STAT Menüs an. O ◀ STAT CAT 1-VAR	21-7
2-VAR	Macht die ausgewählte Eingabe zur aktuellen statistischen Matrix und zeigt die vierte Seite des STAT Menüs an. O ◀ STAT CAT 2-VAR	21-7
VARS	Liefert die Liste der Variablen im aktuellen Verzeichnis. C ◀ MEMORY VARS	6-9
VEC	Tauscht Vector- und Feldmodus aus. O ▶ MATRIX VEC	20-8
VECTR	Wählt das MTH VECTR (mathematischer Vektor) Menü. O MTH VECTR	D-3
VIEW	Kopiert das Objekt in der aktuellen Ebene in die geeignete Umgebung zum Zwecke des Anschauens. ▲ VIEW O ... →STK VIEW Zeigt die ausgewählte Gleichung an. O ... CAT VIEW Zeigt die ausgewählte Matrix an. O ◀ STAT CAT VIEW Zeigt den ausgewählten Termin an. O ◀ TIME CAT VIEW	3-12 17-8 21-7 24-13
▶ VIEW	Kopiert das Objekt, das in einer Variablen in der aktuellen Ebene gespeichert ist, in eine geeignete Umgebung zum Zwecke des Anschauens. O ... →STK ▶ VIEW	3-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
VISC	Wählt das UNITS VISC (Viscosität) Menü. O ◀ UNITS p.3 VISC	D-6
VISIT	Wenn das Argument ein Name ist, werden die Inhalte der zugehörigen Variablen in die Befehlszeile zum Editieren kopiert. Wenn das Argument eine Stackebenenzahl ist, wird das Objekt in der Ebene zum Editieren in die Befehlszeile kopiert. O ▶ VISIT	3-8
VOL	Wählt das UNITS VOL (Volumen) Menü. O ◀ UNITS VOL	D-6
VTYPE	Liefert die Typenzahl des Objektes,das in einem lokalen oder globalen Namen gespeichert ist. C PRG OBJ p.2 VTYPE	4-19
→V2	Vereint zwei reele Zahlen in einen 2-D Vektor oder eine komplexe Zahl. C MTH VECTR p.2 →V2	12-15
→V3	Vereint drei reelle Zahlen in einen 3-D Vektor. C MTH VECTR p.2 →V3	12-15
V→	Zerlegt einen 2- oder 3-elementigen Vektor entsprechend dem aktuellen Winkelmodus. C MTH VECTR p.2 V→	12-15
W	Watt, Leistung (1 $kg{\cdot}m^2/s^3$) ◀ UNITS p.2 POWR W U ◀ UNITS p.2 ELEC W	D-6
*W	Legt den horizontalen Plotmaßstab fest. C ... PLOTR p.3 *W	19-7

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
WAIT	Unterbricht die Programmausführung für eine bestimmte Zahl von Sekunden, oder bis eine Taste gedrückt wird. C (PRG) CTRL p.2 WAIT	29-20
Wb	Weber, magnetischer Fluß (1 kg·m^2/A·s^2). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC p.2 WB	D-6
WEEK	Stellt das Wiederholungsintervall für Termine auf *n* Wochen. O (↰)(TIME) ALRM RPT WEEK	24-6
WHILE	Beginnt unbestimmte Schleife. C (PRG) BRCH WHILE	27-12
(↰)WHILE	Tippt WHILE REPEAT END ein. O (PRG) BRCH (↰)WHILE	27-13
WID→	Erhöht Spaltenbreite und verringert Anzahl der Spalten. O (↱)(MATRIX) WID→	20-8
←WID	Verringert Spaltenbreite und erhöht Anzahl der Spalten. O (↱)(MATRIX) ←WID	20-8
X	Wählt den Zoomfaktor für die *x*-Koordinatenachse. O ... ZOOM X	18-25
ΣX	Liefert Summe der Daten in einer unabhängigen Spalte in *ΣDAT*. C (↰)(STAT) p.5 ΣX	21-22
ΣX^2	Liefert Summe der Quadrate der Daten in der unabhängigen Spalte in *ΣDAT*. C (↰)(STAT) p.5 ΣX^2	21-22
XAUTO	Wählt den Zoom-Faktor für die *x*-Koordinateachse mit automatischer Skalierung. O ... ZOOM XAUTO	18-25

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
XCOL	Legt die Spalte der unabhängigen Variablen in der Matrix in ΣDAT fest. C ◀ STAT p.3 XCOL	21-12
▶ XCOL	Ruft die Spaltenzahle der unabhängigen Variablen in den Stack. O ◀ STAT p.3 ▶ XCOL	21-13
XMIT	Führt serielles Senden von Zeichenketten ohne das Kermit-Protokoll durch. C ◀ I/O p.3 XMIT	33-23
XOR	Logisches oder binäres ausschließliches OR. MTH BASE p.4 XOR F PRG TEST XOR	 14-6 26-4
XPON	Liefert Exponenten einer Zahl. F MTH PARTS p.3 XPON	9-16
XRNG	Bestimmt den Anzeigebereich der x-Koordinatenachse. ... PLOTR XRNG C ▶ PLOT XRNG	18-10
▶ XRNG	Ruft den Anzeigebereich der x-Koordinatenachse in den Stack. ... PLOTR ▶ XRNG O ▶ PLOT ▶ XRNG	18-17
XROOT	Liefert in Ebene 1 die Wurzel der reellen Zahl in Ebene 2. A ▶ $\sqrt[x]{y}$	9-3
XY	Wählt den Zoomfaktor für die x- und y-Koordinatenachsen. O ... ZOOM XY	18-25
XYZ	Wählt den Rechteckmodus. MTH VECTR XYZ O ◀ MODES p.3 XYZ	12-3

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ΣX*Y	Liefert die Summe der Produkte der Daten in der unabhängigen und der abhängigen Spalte in *ΣDAT*. C ◀ STAT p.5 ΣX*Y	21-22
Y	Wählt den Zoomfaktor für die *y*-Koordinatenachse. O ... ZOOM Y	18-25
ΣY	Liefert die Summe der Daten in der abhängigen Spalte in *ΣDAT*. C ◀ STAT p.5 ΣY	21-22
ΣY^2	Liefert die Summe der Quadrate der Daten in der abhängigen Spalte in *ΣDAT*. C ◀ STAT p.5 ΣY^2	21-22
YCOL	Wählt die angebene Spalte in *ΣDAT* als abhängige Variablenspalte für die Statistik mit zwei Variablen. C ◀ STAT p.3 YCOL	21-12
▶ YCOL	Ruft die Zahl der Spalte der abhängigen Variablen in den Stack. O ◀ STAT p.3 ▶ YCOL	21-13
yd	Internationaler yard, Länge (0,9144 m). U ◀ UNITS LENG YD	D-6
yd^2	Quadratyard, Fläche (0,83612736 m^2). U ◀ UNITS AREA YD^2	D-6
yd^3	Kubikyard, Volumen (0,764554857984 m^3). U ◀ UNITS VOL YD^3	D-6
yr	Jahr, Zeit (31556925,9747 s). U ◀ UNITS TIME YR	D-6

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
YRNG	Bestimmt den Anzeigebereich der y-Koordinatenachse. ... PLOTR YRNG C (→)(PLOT) YRNG	18-10
(→) YRNG	Ruft den Anzeigebereich der y-Koordinatenachse in den Stack. ... PLOTR (→) YRNG O (→)(PLOT) (→) YRNG	18-17
Z-BOX	Zoomt in das Rechteck, deren gegeüberliegenden Ecken durch Marke und Cursor definiert sind. ... DRAW Z-BOX ... AUTO Z-BOX O (←)(GRAPH) Z-BOX	18-39
(←) Z-BOX	Zoomt in das Rechteck und skaliert dabei die y-Koordinatenachse autmatisch. ... DRAW (←) Z-BOX ... AUTO (←) Z-BOX O (←)(GRAPH) (←) Z-BOX	18-39
ZOOM	Wählt das GRAPHICS ZOOM Menü. ... DRAW ZOOM ... AUTO ZOOM O (←)(GRAPH) ZOOM	18-25
+	Addiert zwei Objekte. A (+)	4-13 9-3
(+/–)	Wenn der Cursor auf einer Zahl ist, wird das Zeichen der der Mantisse oder des Exponenten der Zahl geändert. Sonst wirkt sie als negative Taste. C (+/–)	2-8

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
+/−	Schaltet Cursorart zwischen Überschreibung und kreuzweise umkehren um. ... DRAW p.3 +/− ... AUTO p.3 +/− O [↰] [GRAPH] p.3 +/−	18-22
+1−1	Addiert und subtrahiert 1. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES +1−1	22-15
−	Subtrahiert zwei Objekte. A [−]	9-3
−( )	Doppelte Verneinung und Verteilung. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES −( )	22-18
*	Multipliziert zwei Objekte. A [×]	9-3
*1	Multipliziert mit 1. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES *1	22-14
/	Dividiert zwei Objekte. A [÷]	9-3
/1	Dividiert durch 1. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES /1	22-14
^	Erhebt eine Zahl zur angegebenen Potenz. A [y^x]	9-3
^1	Erhebt zur ersten Potenz. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES ^1	22-14
<	Vergleichsfunktion “kleiner-als”. [PRG] TEST p.2 < F [α] [↰] [2]	26-2
≤	Vergleichsfunktion “kleiner als oder gleich”. [PRG] TEST p.2 ≤ F [α] [↰] [3]	26-2

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
>	Vergleichsfunktion “größer als”. [PRG] TEST p.2 >>>>

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
Ω	Ohm, elektrischer Widerstand (1 $kg \cdot m^2/A^2 \cdot s^3$). U ◀ UNITS p.2 ELEC Ω	D-6
%	Liefert den prozentualen Anteil der Ebene 2 von Ebene 1. A MTH PARTS p.2 %	9-7
π	Symbolische Konstante π (3,14159265359). F ◀ π	9-17
Σ	Summierung. F ▶ Σ	23-5
Σ+	Addiert Datenpunkte zu einer Matrix in *ΣDAT*. C ◀ STAT Σ+	21-2
Σ−	Subtrahiert Datenpunkte von einer Matrix in *ΣDAT*. C ◀ STAT ◀ Σ+	21-4
√	Liefert die Quadratwurzel des Ebene-1 Objektes. A √x	9-3
|	Fügt einen lokalen Namen, oder eine Integrationsvariable und ihren Wert dem ausgewerteten Ausdruck hinzu. F ◀ ALGEBRA p.2 |	22-28
1/()	Invertiert zweimal und teilt auf. O ◀ EQUATION ◀ RULES 1/()	22-18
12/24	Schaltet zwischen dem 12-Stunden- und dem 24-Stunden Anzeigeformat um. O ◀ TIME SET 12/24	24-2
(( ))	Klammert benachbarte Größen ein. O ◀ EQUATION ◀ RULES (( ))	22-16

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
(←	Erweitert Teilausdruck nach links. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES (← Führt (← aus, bis im Teilausdruck keine Änderung mehr auftritt. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES [↱] (←	22-16 22-20
→( )	Verteilt Präfix-Funktion. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES →( )	22-17
→)	Erweitert Teilausdruck nach rechts. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES →) Führt →) aus, bis im Teilausdruck keine Änderung mehr auftritt. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES [↱] →)	22-16 22-20
←→	Vertauschte Argumente. O [↰] [EQUATION] [◀] RULES ←→	22-16
→	Erzeugt lokale Variablen. C [↱] [→]	25-14
[↰]	Umschalttaste links. O [↰]	2-6
[↱]	Umschalttaste rechts. O [↱]	2-6
[⊲]	Ohne Befehlszeile, entfernt Objekt aus Ebene 1. In der Befehlszeile wird das Zeichen links vom Cursor gelöscht. O [⊲] Löscht den Inhalt der aktuellen Stackebene. O ... ↑STK [⊲]	3-5 2-8 3-13

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
▲	Ohne oder mit einzeiliger Befehlszeile: Aktiviert interaktiven Stack.	3-11
	In mehrzeiliger Befehlszeile: Bewegt den Cursor eine Zeile nach oben.	3-17
	Im interaktiven Stack: Bewegt den Zeiger eine Ebene nach oben.	3-13
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor einen Pixel nach oben.	18-23
	Im Rollmodus: Bewegt das Fenster ein Pixel nach oben.	16-3
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor eine Reihe nach oben.	20-7
	Im EquationWriter: Beginnt den Zähler.	16-3
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor ein Objekt nach oben.	22-12
	In Katalogen: Bewegt den Zeiger eine Eingabe nach oben.	
	O ▲	
↰▲	In Katalogen: Bewegt den Zeiger eine Seite nach oben.	
	Im interaktiven Stack: Bewegt den Zeiger 4 Ebenen nach oben.	3-13
	O ↰▲	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
[→][▲]	In mehrzeiliger Befehlszeile: Bewegt den Cursor zur obersten Zeile.	3-17
	Im interaktiven Stack: Bewegt Zeiger zur höchsten gezählten Stackebene.	3-13
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor an den oberen Rand von *PICT*.	18-23
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor zum obersten Element der aktuellen Spalte.	20-7
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor zum obersten Objekt.	22-13
	In Katalogen: Bewegt Zeiger ganz nach oben in der Liste.	
	O [→][▲]	
[▼]	Mit keiner oder einzeiliger Befehlszeile: Aktiviert den "besten" Editor.	3-8
	In mehrzeiliger Befehlszeile: Bewegt den Cursor eine Zeile nach unten.	3-17
	Im interaktiven Stack: Bewegt Zeiger eine Ebene nach unten.	3-13
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor ein Pixel nach unten.	18-23
	Im Rollmodus: Bewegt das Fenster ein Pixel nach unten.	16-3
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor eine Reihe nach unten.	20-7
	Im EquationWriter: Beendet den Teilausdruck.	16-3
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor ein Objekt nach unten.	22-12
	In Katalogen: Bewegt Zeiger eine Eingabe nach unten.	
	O [▼]	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
⬅▼	In Katalogen: Bewegt Zeiger eine Seite nach unten.	
	Im interaktiven Stack: Bewegt Zeiger 4 Ebenen nach unten.	3-13
	O ⬅▼	
➡▼	In mehrzeiliger Befehlszeile: Bewegt den Cursor zur untersten Reihe.	3-17
	Im interaktiven Stack: Bewegt Zeiger nach Ebene 1.	3-13
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor zum unteren Rand von *PICT*.	18-23
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor zum letzten Element der aktuellen Spalte.	20-7
	Im EquationWriter: Beendet alle Teilausdrücke.	16-3
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor zum untersten Objekt.	22-13
	In Katalogen: Bewegt Zeiger ans Ende der Liste.	
	O ➡▼	
◀	Ohne Befehlszeile: Schaltet in die Grafikumgebung um.	18-22
	In der Befehlszeile: Bewegt den Cursor ein Zeichen nach links.	3-17
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor ein Pixel nach links.	18-23
	Im Rollmodus: Bewegt das Fenster um ein Pixel nach links.	16-3
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor eine Spalte nach links.	20-7
	Im EquationWriter: Aktiviert die Auswahlumgebung.	22-12
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor ein Objekt nach links.	22-12
	O ◀	

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
◀ (GRAPH)	Im EquationWriter und in der Grafikumgebung: Ruft den Rollmodus auf. O ◀ (GRAPH)	16-3 18-23
◀	In der Befehlszeile: Bewegt den Cursor tan den Anfang der aktuellen Zeile.	3-17
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor an den linken Rand von *PICT*.	18-23
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor zum ersten Element der aktuellen Reihe.	20-7
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor zu dem Objekt ganz links. O ◀	22-13
▶	Ohne Befehlszeile: Tauscht Objekte in den Ebenen 1 und 2 aus.	3-4
	In der Befehlszeile: Bewegt den Cursor ein Zeichen nach rechts.	3-17
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor ein Pixel nach rechts.	18-23
	Im Rollmodus: Bewegt das Fenster um ein Pixel nach rechts.	16-3
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor um eine Spate nach rechts.	20-7
	Im EquationWriter: Beedet einen Teilausdruck.	16-3
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor um ein Objekt nach rechts. O ▶	22-12

G

Name, Taste oder Feld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
⇧▶	In der Befehlszeile: Bewegt den Cursor ans Ende der aktuellen Zeile.	3-17
	In der Grafikumgebung: Bewegt den Cursor an den rechten Rand von *PICT*.	18-23
	Im MatrixWriter: Bewegt den Zellencursor zum letzten Element der aktuellen Reihe.	20-7
	Im EquationWriter: Beendet alle Teilausdrücke.	16-3
	In der Auswahlumgebung: Bewegt den Cursor tzu dem Objekt ganz rechts.	22-13
	O ⇧▶	

G

Index

Spezialbuchstaben

Indikatoren, 2-3, 2-6
α Indikator, 1-12, 2-3, 2-8
((•)) Indikator, 1-52, 2-3, 24-7, A-3, A-7
⌛ Indikator, 2-3
≫ Indikator, 2-3
1USR Indikator, 2-3, 15-6
R∠Z Indikator, 11-2, 12-3
R∠∠ Indikator, 11-2, 12-3
◆ Cursor, 3-9
▮ Cursor, 3-9
℗ Zeichen, 3-16, 25-13
∡ Zeichen
  Trennzeichen bei komplexen Zahlen, 4-2, 11-2, 11-6
  Trennzeichen beim Vektor, 12-3
= Zeichen, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
& Stellvertreterzeichen, 22-26, 34-20
... Zeichen, A-5
▒ gedruckt, 32-2
Begrenzungszeichen, 4-3, 14-1
_ Begrenzungszeichen, 4-9, 13-2
' ' Begrenzungszeichen
  algebraische Objekte, 1-22, 1-27, 4-6, 8-1
  Namen, 4-5
" " Begrenzungszeichen, 4-7
( ) Begrenzungszeichen, 4-2
[ ] Begrenzungszeichen, 4-4
{ } Begrenzungszeichen, 4-8
« » Begrenzungszeichen, 4-7
: : Begrenzungszeichen, 4-8
C$ Begrenzungszeichen, 4-7
π
  eingeben, 9-10
  Genauigkeit der, 9-9
  in Brüche umwandeln, 9-5
  numerischer Wert, 1-21, 9-9, 9-10, A-4
  symbolische Konstanten, 1-21, 9-9, 9-17, A-4
Σ. *Lesen Sie dazu* Summierungen
ΣDAT
  Größe, 21-22
  klären, 21-2
  mit Plot, 19-24
  reservierte Variable, 6-2
  statistische Daten, 21-2
ΣPAR
  mit Plot, 19-24
  reservierte Variable, 6-2
  statistische Parameter, 21-25
|. *Lesen Sie dazu* Wobei Funktion

A

abgezählte Zeichenketten, 4-7
abhängige Variable
  bestimmen, 19-6, 21-12
  in CONIC Diagrammen, 19-16

in TRUTH Diagrammen, 19-20
Plotbereich, 19-2
Werte vorhersagen, 21-13
Ablaufverfolgungsmodus, 31-50
Ableitungen
algebraische Syntax, 23-1
benutzerdefinierte Ableitungen, 23-4
benutzerdefinierte Funktionen, 10-3, 23-4
"der" Variablen, 6-2, 23-4
im EquationWriter, 16-8, 23-2
in der Grafikumgebung, 18-29, 18-30, 18-38
in einem Schritt, 23-4
Kettenregel, 23-3
schrittweise, 23-1
Syntax des Stacks, 23-4
absoluter Wert, 9-15, 11-11
Achsen
benennen, 18-22, 19-3, 19-24
neu skalieren, 18-25
Schnittpunkt, 19-3
skalieren, 1-36, 18-10
ADJST Menü, 24-4
aktualisieren, 25-24, 25-26
aktuelle Gleichung
als Programm, 17-32
auflösen, 1-32, 1-39, 17-12, 17-13, 18-29
editieren, 17-12, 18-8
einstellen, 1-32, 1-36, 17-4, 17-5, 18-5
in *EQ*, 17-2, 18-2
mehrfache Nullstellen, 1-34, 17-17
prüfen, 17-3, 18-5
Variablenmenü, 1-32, 17-12, 17-35
aktuelle statistische Matrix, 21-2, 21-5, 21-6
aktuelles Verzeichnisse
Variablen erzeugen, 6-3
aktuelle Verzeichnisse
angezeigt im Statusbereich, 2-1
das VAR Menü bestimmen, 7-1
im Statusbereich anzeigen, 7-2
Pfad aufrufen, 7-3
Pfad der, 7-2
akustisches Signal
in Programmen, 29-14
Alarmkatalog, 24-12, 24-15
Algebra
allgemeine Lösungen, 22-6
benutzerdefinierte Umwandlungen, 22-25
Gleichungen neuordnen, 22-9, 22-12, 22-25
Gleichungen umsortieren, 1-30
Glieder erweitern, 1-30
Glieder zusammenstellen, 1-30
Hauptlösung, 22-6
quadratische Gleichungen, 22-3
RULES Menü, 22-14
RULES Umwandlungen, 22-12
symbolische Lösungen, 1-24, 22-1
Terme erweitern, 22-10
Terme zusammenfassen, 22-9
verdeckte Variablen zeigen, 22-7
Wobei-Funktion, 22-28

algebraische Objekte. *Lesen Sie dazu* Ausdrücke, Gleichungen
Ableitungen, 23-1, 23-4
Aktionen in Programmen, 25-2
allgemeine Lösungen, 22-6
als Grafiken, 16-3
als Zeichenketten, 16-4
aufteilen, 4-15
aus den Stackoperationen, 1-28
auswerten, 1-22, 1-30, 4-20, 8-2, 8-3, 8-4, 8-6
Bedingungen testen, 26-7
Begrenzungszeichen, 1-22, 1-27, 4-6, 8-1
editieren in der Befehlszeile, 1-28
eingeben, 1-22, 1-25, 1-27, 8-1, 16-5
Feldelemente in, 20-17
Funktionen, 9-1
Grafiken, 19-31
grafisch auflösen, 1-39, 18-29
Hauptlösung, 22-6
im EquationWriter anschauen, 16-24
im EquationWriter editieren, 16-16, 16-24
in der Befehlszeile editieren, 16-18
in einem Schritt auswerten, 8-3
in komplexen Zahlen, 11-8
in lokalen Variablenstrukturen, 1-45
in Programmen editieren, 25-12
lokale Variablenstrukturen, 25-3, 25-14
mit der Rückleertaste editieren, 16-17
neuordnen, 22-9, 22-12, 22-25
numerisch auflösen, 1-32, 1-39, 17-1, 17-12, 18-29
numerische Resultate, 8-4, 8-5
numerische Werte, 1-30, 8-2
numerisch integrieren, 23-16
Objekte mit Einheit, 13-8
Objekttyp, 4-6
Objekttypenzahl, 4-19
plotten, 18-1
Priorität der Operatoren, 8-6
programmatisch umsortieren, 31-22
Stackobjekte einfügen, 16-22
symbolisch auflösen, 1-29, 22-1, 22-2, 22-3
symbolische Mathematik, 1-24
symbolisches Resultat, 8-4
symbolisch integrieren, 23-11
Teilausdrücke, 16-20, 22-9
Teilausdrücke editieren, 16-19
Teilausdrücke ersetzen, 16-23
Tests, 26-3, 26-4
Typen, 1-24, 8-7, 17-3
umsortieren, 1-30
verdeckte Variablen zeigen, 22-7
Vereinfachungen, 8-5
vergleichen, 26-3
verglichen mit Programmen, 8-2
von Stackoperationen, 9-20
wahlweise auswerten, 22-7
algebraischer Eingabemodus, 3-17

algebraischer Eingabemodus bei Programmen, 3-18, 25-12, 29-10
algebraische Syntax
  Ableitungen, 23-1
  Argumente, 1-22, 8-1
  Bedingungen testen, 26-7
  Bedingungsbefehle, 26-1, 26-3, 26-4
  benutzerdefinierte Funktionen, 1-42, 10-2
  Beschreibung, 8-1, 9-1
  Feldelemente, 20-17
  Integrale, 23-12, 23-16
  lokale Variablenstrukturen, 25-4
  Summierung, 23-5
ALGEBRA Menü, 22-8, 22-11
ALG Indikator, 2-3, 25-12
allgemeine Lösungen, 22-6
Alpha-Eingabemodus, 2-8. *Lesen Sie dazu* Alpha-Tastatur
Alpha-Tastatur
  automatisch festsetzen, 15-14, 29-10
  Diagramm, 2-9
  festsetzen, 1-12, 2-10
  Kleinbuchstaben festsetzen, 2-10
  Operation, 1-11, 2-5, 2-8
  Zeichen mit Akzenten, 2-11
ALRMDAT, 6-2, 24-13
ALRM Menü, 24-11
analytische Funktionen, 4-11, G-1
Anführungszeichen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
annulieren
  ändern der Variablen, 6-11
anschauen
  im EquationWriter, 16-24
  im MatrixWriter, 20-7
  Stackobjekte, 3-7
  Variablen, 3-7
Antworten und Fragen, A-3
Anwendeprogrammkarten
  Bibliotheken basiert im ROM, 34-23
  entfernen, 34-9
  installieren, 34-2, 34-6
  ROM erweitern, 34-1
  verwenden, 34-11
Anwendungsprogramme, 29-24
Anzeigebereich
  setzen, 18-10
Anzeigemodus
  ändern, 1-23, 2-16
  Einfluß auf Bruchumwandlungen, 9-5
  Kontrollzahlformat, 1-23
  Steuerungszahlenformat, 2-15
  Wirkung auf Abkürzung, 9-16
  Wirkung auf numerische Integrale, 23-16
  Wirkung auf runden, 9-16
Argumente
  algebraische Syntax, 1-22, 8-1
  bestätigen, 31-33
  das letzte aufrufen, 3-6
  definiert, 1-6
  im Stack, 1-6, 3-2
  mehrfache, 1-6, 3-3
  schlechte, A-5
  Syntax des Stacks, 1-6, 1-19, 3-2
  zu wenige, A-5

Arithmetik
Funktionen, 9-3
mit dem Datum, 24-18
mit einem Winkel, 24-20
mit Einheiten, 13-15, 13-20
mit Feldern, 20-10
mit komplexen Feldern, 20-15
mit Variablen, 6-11
mit Zeit, 24-20
verglichen mit dem HP 41, F-1, F-5
arithmetisch
mit Einheiten, 1-48
ASCIImodus, 33-4, 33-5, 33-26
auffordern, 29-2, 29-4, 29-6
aufheben
Fehler, A-1
auflösen
aktuelle Gleichung, 1-32, 1-39, 17-12, 17-13, 18-29
Gleichungen, 1-32, 17-1
Gleichungssysteme, 20-13, 20-14, 20-20, 20-21
grafisch, 1-39, 18-29
in Programmen, 17-11, 31-52
numerisch, 1-32, 1-39, 17-1, 17-12, 17-13, 18-29
Objekte mit Einheit , 1-50, 17-24
Programme, 17-3, 17-32
quadratische Gleichungen, 22-3
symbolisch, 1-29, 22-1, 22-2, 22-3
Auflösung, 19-4
aufrufen
das letzte Argument, 3-6
Flagstatus, 28-5
HP 48 Speicher vom Computer, 33-17
letzte Befehlszeile, 3-19
Menüzahlen, 29-23
Pfad der aktuellen Verzeichnisse, 7-3
Sicherungsobjekte, 34-20
Speicher vom Sicherungsobjekt, 34-23
Terminaktionsobjekte, 24-12
Termine, 24-15, 24-17
Variablen, 6-5, 17-13, 17-19
Ausdrücke. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
Ableitungen, 23-1, 23-4
auswerten. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
Definition, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
editieren. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
eingeben. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
lösen. *Lesen Sie dazu* Gleichungen
numerisch integrieren, 23-16
plotten. *Lesen Sie dazu* Gleichungen
symbolisch integrieren, 23-11
verglichen mit Gleichungen, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
Auswahlmodus
EquationWritermodus, 16-3
Teilausdrücke editieren, 16-19, 16-24
Auswahlumgebung
EquationWritermodus, 16-2
RULES Umwandlungen, 22-12
Auswegs-Sequenzen, 32-8
auswerten
algebraische Objekte, 1-22, 1-30, 8-2, 8-3, 8-6

den Pfad der Verzeichnisse, 7-5
den Variablennamen, 6-4
lokale Variablen, 25-16
nach Namen verhindern, 6-7
Sicherungsobjekte, 34-20
symbolische Konstanten, 9-17, 9-18
Testanweisungen, 26-5, 26-6, 26-7, 27-10, 27-12
Auswertung. *Lesen Sie dazu individuelle Objekttypen*
Definition, 4-20
automatisch skalieren, 1-36, 18-12, 18-27

B

b (Basismarke), 4-3, 14-1
BAR Diagramme
Achsen benennen, 19-24
Auflösung, 19-5
Beschreibung, 21-15
mit Plot, 19-14, 19-23
Statistik, 21-17
BASE Menü, 14-2, 14-5
Basis (binär)
Einstellung, 14-2
eintippen, 14-3
Optionen, 4-3, 14-1, 14-2
Wirkung auf das Display, 14-1
Batterien
Entsorgung, A-9, A-12
neue RAM-Karten, 34-3
RAM-Karten, A-7
RAM-Karten erhalten, 34-10
Taschenrechner, A-7
Typen, A-8
und drucken, 32-4
und I/O, 33-10, 33-13
wann ersetzen, 34-5, A-7
Warnung bei niedriger Spannung, A-7
wechseln (RAM-Karte), A-10
wechseln (Taschenrechner), A-8
Baud-Übertragungsgeschwindigkeit
HP 48-nach-Computer, 33-12
serieller Drucker, 32-11
setzen, 33-4, 33-28
Bausteinprogramme, 25-5
Bedingungsbefehle
algebraische Syntax, 26-1
Befehle, 26-5, 26-6, 26-7
Ergebnis der, 26-1, 26-2
Ergebnisse vereinen, 26-3
Flags testen, 28-2
in Bedingungsstrukturen, 26-1, 26-5
in Programmschleifen, 27-9, 27-12
logische Funktionen, 26-3
Syntax des Stacks, 26-1
Typen, 26-1
Vergleichsfunktionen, 26-2
Bedingungsstrukturen
Bedingungsbefehle, 26-5
Bedingungsbefehle in, 26-1, 26-5
Beispiele, 26-8
"CASE" Verzweigung, 26-7
Fehler verzweigen, 30-4, 30-6
"if" Verzweigung, 26-5, 26-6, 26-7, 30-4, 30-6
Programmelemente, 25-3
Befehle. *Lesen Sie dazu Anhang G*
allgemeine Mathematik, 9-3
allgemeine Regel, 1-5
Bruchumwandlung, 9-5

Computer-nach-HP 48 I/O, 33-15
HP 48-nach-Computer I/O, 33-15
HP 48-nach-HP 48 I/O, 33-10
in Benutzermenüs, 15-2
in Programmen, 25-2
Liste der, G-1
Objekttyp, 4-12
Objekttypenzahl, 4-19
Syntax des Stacks, 1-19, 3-2
Tastatur, auf der, 1-4
Untergruppe der Operationen, 4-11, G-1
verglichen mit dem HP 41, F-2, F-6
Befehlszeile
Argumente in den Stack, 3-2
ausführen, 3-17
Bemerkungen in der, 3-16
Cursortasten, 3-17
editieren, 1-8, 2-8, 3-17
Einfüge- und Ersetzmodus, 3-9
Eingabemodus, 3-17
Gleichungen eingeben, 1-27
im EquationWriter verwenden, 16-18, 16-19
löschen, 1-7, 2-7
mehrfache Argumente, 1-6, 3-3
mehrfache Objekte, 3-16
Objekte eingeben, 2-12
Operation, 1-7, 2-4, 3-16
Stackobjekte einfügen, 3-15
Umgebung editieren, 3-9
vorgebracht, 1-3
vorherige aufrufen, 3-19
während der Programmeingabe, 29-9
Begrenzungszeichen
auswerten nach Namen verhindern, 6-7
eingeben, 1-12, 2-12
' ' für algebraische Objekte, 1-22, 1-27, 4-6, 8-1
für ganzzahlige Binärwerte, 4-3, 14-1
_ für Objekte mit Einheiten, 4-9, 13-2
[ ] für Felder, 4-4, 20-1
( ) für komplexe Zahlen, 4-2, 11-2, 11-3
{ } für Listen, 4-8
: : für markierte Objekte, 4-8
[ ] für Matrizen, 20-1
' ' für Namen, 4-5
« » für Programme, 4-7, 25-1
[ ] für Vektoren, 12-3, 12-4, 20-2
DIR END für Verzeichnisse, 7-7
" " für Zeichenketten, 4-7
Grafik, 19-29
Liste von, 1-13
Behälter, 19-24, 21-10, 21-20
Beispielprogramme
Ablaufverfolgungsmodus, 31-50
algebraische Objekte umsortieren, 31-22
Argumente bestätigen, 31-33
Ausführungszeiten, 31-5
Besselfunktionen, 31-39
bewegte Darstellung mit Grafiken, 31-54
"Bubblesortierung", 31-15
Fibonacci-Zahlen, 31-2

ganzzahlige Binärwerte anzeigen, 31-7
Maximum und Minimum der Elemente, 31-26
Medianwert der statistischen Daten, 31-15
Taylorpolynom, 31-41
Tortendiagramme plotten, 31-45
Umkehrfunktionen, 31-52
Bemerkungen, 3-16
benutzerdefinierte Ableitungen, 23-4
benutzerdefinierte Einheiten, 13-23
benutzerdefinierte Fehler, 30-2, 30-3
benutzerdefinierte Funktionen
Ableitungen, 10-3, 23-4
Argumente, 1-41, 1-42, 10-1, 10-2
auswerten, 1-41, 10-2
Beschreibung, 10-1
erzeugen, 1-41, 10-1
interne Strukturen, 10-6, 25-19
plotten, 19-21
verschachteln, 10-4
benutzerdefinierte Umwandlungen, 22-25
Benutzereinheitskoordinaten, 19-9
Benutzerflags. *Lesen Sie dazu* Flags
Benutzermenüs
Aktionen hängen von Objekten ab, 15-2
Benutzerfelder, 15-4
erzeugen, 15-1
in jedem Verzeichnis, 15-3
Liste der Objekte, 15-1
Objekte, 15-2
Schreibhilfe, 15-2
SOLVR Menü, 17-26
umschalten, 15-4
Umschalttasten, 15-4
Benutzermodus
aktivieren, 15-5
automatisch festsetzen, 15-6, 15-14
Indikatoren für, 2-3
Operation, 15-5
Tasten belegen, 15-6
Tasten deaktivieren, 15-10
Tasten freigeben, 15-9
wieder aktivieren, 15-11
Benutzerspeicher
Beschreibung, 5-2
erweitern, 34-2, 34-11, 34-13, 34-17
benutzerspezifische Menüs
Anwendungsprogramme basiert auf Menüs, 29-24
benutzerdefinierte Einheiten, 13-24
Einheiten, 13-11
in Programmen, 29-22, 29-23
Benutzertasten
aktivieren, 15-5
belegen, 15-6
Belegungen editieren, 15-11
Belegungen packen, 15-11
Belegungen wiederaufrufen, 15-10
deaktivieren, 15-10
freigeben, 15-9
Operation, 15-5
Besselfunktionen, 31-39
beständige Einheiten, 1-48, 13-16, 17-24
beständige Einheiten in der Dimension, 17-24

beste Umgebung editieren, 3-8, 3-12
bestimmte Integrale
  numerisch, 23-16
  symbolische, 23-11
bewegte Darstellung, 31-54
Bibliotheken
  anbinden, 34-24, 34-25
  aufsetzen, 34-24
  aus Anwendeprogrammkarten, 34-11
  basiert im RAM oder ROM, 34-23
  Befehle der, 34-27
  Befehlssatz erweitern, 34-23
  erzeugen, 34-24
  freigeben, 34-26
  im ungebundenen Speicher, 34-25
  Kennzeichen, 34-25
  löschen, 34-26
  Menü der Operationen, 34-26
  nach Port 0 bewegen, 34-13
  Namen, 34-25
  Objekte enthalten, 34-23
  sichern, 34-18
  verglichen mit Programmen, 34-23
  Zugriff beschränken, 34-25
Bibliothekenkennzeichen, 34-25
Bibliothekennamen, 34-25
Bibliothekenobjekt
  Objekttyp, 4-12
  Objekttypenzahl, 4-19
Binärmodus, 33-4, 33-5
Bogen, 19-28
BRCH Menü, 26-5, 27-1
Brüche
  im EquationWriter, 16-6
  umwandeln, 9-5
Bruchstrich
  ändern, A-4
  für I/O, 33-27
  Wirkung auf komplexe Zahlen, 11-2, 11-9
Bruchteil, 9-15
"Bubblesortierung", 31-15
Buchstaben
  groß- und kleingeschrieben, 2-9, 2-10
  mit Akzenten, 2-11
Bytes
  benötigt von Objekten, 5-2
  des eingebauten Speicher, 5-1, 34-1
  verfügbarer Speicher, 5-2, A-3

C

□‡ Begrenzungszeichen, 4-7
"CASE" Verzweigung, 26-7
chi-Quadrat Verteilung, 21-23
Computer
  Bibliotheken erzeugen, 34-24
  Dateiennamen, 33-17
  HP 48 Daten anschauen, 33-6, 33-26
  HP 48 Speicher wiederherstellen, 33-17
  I/O mit HP 48, 33-13
  Programme erzeugen mit dem, 25-13
  zum HP 48 anschließen, 33-11
CONIC Diagramme, 19-2, 19-5, 19-14, 19-16
CST, 6-2, 15-1
CST Menü, 15-1. *Lesen Sie dazu* benutzerspezifische Memüs
CTRL Menü, 25-27
Cursor (Befehlszeile), 3-9, 29-9

Cursor (Grafik)
in Position bringen, 1-38
Position aufrufen, 18-22, 18-23
Typ setzen, 18-22

D

d (Basismarke), 4-3, 14-1
das letzte Argument
aufrufen, 3-6
Dateien
definiert, 33-2
HP 48-Computer I/O, 33-13
Namen wählen, 33-17
Speicher sichern, 33-15
Speicher wiederherstellen, 33-17
Datenübertragung. *Lesen Sie dazu* I/O
Datum
anzeigen, 1-52, 15-13, 24-2
Berechnungen, 24-18
Format ändern, 1-50, 24-2
in eine Zahl umwandeln, 24-19
in eine Zeichenkette umwandeln, 24-19
Optionen des Formats, 24-1
setzen, 24-2
stellen, 1-51
dauernde Ausführung, 25-24, 25-25, 29-2, 29-5
definieren
benutzerdefinierte Funktionen aus Gleichungen, 1-41, 10-1
Variablen aus Gleichungen, 6-4, 8-7
definierender Vorgang
lokale Variablen dabei, 25-17
lokale Variablenstrukturen, 25-14
DEG Modus, 9-8
"der" Namen, 6-2, 23-4
Determinante, 20-19
Dezimalstellen, 2-16
Dezimalzeichen
ändern, 2-17, 15-13
Differentiation. *Lesen Sie dazu* Ableitungen
dimensionslose Einheiten, 13-13
DIR, 7-7
Direkteingabemodus, 3-17
Display. *Lesen Sie dazu* Grafikdisplay, Stackanzeige
Anordnung, 2-1
Befehlszeile, 2-4
Bereichszahlen, 29-5
die Uhr anzeigen, 24-1
drucken, 32-4
einfrieren, 29-4
Indikatoren, 2-2
klären, 29-21
kompaktes Format, 15-13
Kontrast regulieren, 1-5
Stackebene, 2-4
Zahlenformat, 1-23, 2-15, A-3
Displaybereiche
einstellen, 1-36
und Plotbereich, 19-2
"do" durchlaufen, 27-9
Doppelpunkte. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
doppelte Anführungszeichen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
drucken
Ablaufverfolgungsmodus, 31-50
Auswegs-Sequenzen, 32-8

Batterie verwenden, 32-4
Daten ansammeln, 32-9
Display, 32-4
Geschwindigkeit, A-6
Grafiken, 32-5
Objekte, 32-3
PRTPAR, 32-11
Stack, 32-4
Steuerungszeichen, 32-8
Variablen, 32-5
Verzögerung setzen, 32-7, 32-11, 32-12
Zeichen, 32-5, 32-8
Zeichenketten, 32-5
Zeilenabschluß, 32-9, 32-12, 32-13
Zeilenlänge, 32-12
zum seriellen Port, 32-10
zweizeilig, 32-7
Drucker
Ablaufverfolgungsmodus, 31-50
Geschwindigkeit, A-6
Objekte drucken, 32-3
Pufferspeicher, 32-9
Zeilenabschluß, 32-12, 32-13
Zeilenlänge, 32-12

E

E (in Zahlen), 1-20, 2-8, A-4
e (symbolische Konstanten), 9-17
E/A. *Lesen Sie dazu* I/O
Ebenen. *Lesen Sie dazu* Stack
eckige Klammern. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
editieren
aktuelle Gleichung, 17-12, 18-8
algebraische Objekte, 1-28, 16-16
Änderungen annulieren, 3-7
Benutzertastenbelegungen, 15-11
Felder, 20-7
im EquationWriter, 16-16, 16-24
im MatrixWriter, 20-7
Objekte in algebraische Objekte einfügen, 16-22
Programme, 1-46, 25-12
Stackobjekte, 1-9, 1-28, 3-7
statistische Daten, 21-4
Teilausdrücke, 16-19, 16-23, 22-13
Termine, 24-13
Variablen, 1-16, 3-7, 6-6
EDIT Menü, 3-9
Einfügecursor, 3-9
Eingabemodus
Befehlszeile, 3-17
Indikatoren für, 2-3
von Hand umändern, 3-18
Eingabemodus (EquationWriter), 16-2
eingebaute Befehle. *Lesen Sie dazu* Befehle, Funktionen
eingebaute Konstanten. *Lesen Sie dazu* symbolische Konstanten
eingeben. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen, Gleichungen, Matrizen, Objekte, Programme, Vektoren, Zahlen, Zeichen
Einheiten, beständig in der Dimension, 13-16
Einsteckkarten. *Lesen Sie dazu* Anwendungsprogrammkarten, RAM-Karten
Anwendungsprogramm, 5-1, 34-1

entfernen, 34-9
erweitern ROM, 34-1
installieren, 34-2, 34-6
neue RAM-Karten, 34-3
nicht anerkannte, 34-3
RAM erweitern, 5-1, 34-2
ROM erweitern, 5-1
Umgebungshöchstwerte, A-6
Einsteckports
absuchen, 34-20
für Einsteckkarten, 34-1
Karten entfernen, 34-9
Karten installieren, 34-2
Liste der Sicherungsobjekte, 34-21
Menü der Objekte, 34-19
prüfen, A-16
Speichertyp, 34-13, 34-21
Stellvertreterzeichen, 34-20
eintippen. *Lesen Sie dazu* Tastatur
Einzelschrittausführung, 25-24, 25-25, 25-26, 25-27
Ellipse, 19-16
ellipsis (...), A-5
endliche Reihe, 23-5
EQ
aktuelle Gleichung, 17-2, 17-3, 18-2, 18-5
reservierte Variable, 6-2
EquationWriter
Ableitungen eingeben, 16-8, 23-2
algebraische Objekte anschauen, 16-24
algebraische Objekte editieren, 16-24
anstellen, 16-4
Auswahlmodus, 16-3, 16-19, 16-24
Auswahlumgebung, 16-2, 22-12
Beispiele, 16-12
Beschreibung, 16-2
Brüche eingeben, 16-6
Eingabemodus, 16-2
Einheiten eingeben, 16-10
Exponenten eingeben, 16-6
Gleichungen erzeugen, 1-25, 16-5
implizite Klammern, 16-12
in der Befehlszeile editieren, 16-18, 16-19
Integrale eingeben, 16-9, 23-12
Klammern eingeben, 16-7, 16-8
mathematische Operatoren eingeben, 16-5, 16-6
mit der Rückleertaste editieren, 16-17
Modus, 16-2
Namen eingeben, 16-5
Nullstellen eingeben, 16-7
Objekte mit Einheit anschauen, 16-24
Objekte mit Einheit editieren, 16-24
Objekte mit Einheit erzeugen, 13-5, 16-10
Operationen, 16-3
Potenzen eingeben, 16-8
Rollmodus, 16-2, 16-3, 16-4
RULES Umwandlungen, 22-12
Stackobjekte einfügen, 16-22
Summierung eingeben, 16-10, 23-6
Teilausdrücke, 16-20
Teilausdrücke editieren, 16-19
Teilausdrücke ersetzen, 16-23

Wobei-Funktion eingeben, 16-11
Zahlen eingeben, 16-5
Erläuterungen, 25-13
Ersetzcursor, 3-9
Exponenten
Anzeigeformat der, 2-16
im EquationWriter, 16-6
EXPR Wert, 17-17
Extremum
eines Graphen, 1-39, 18-30
in HP Solve, 17-21

F

Fakultäten, 9-14
falsch (Testergebnis), 26-1, 26-3
FCN Menü, 18-29
Fehler, A-1
Aktionen in Programmen, 30-2
analysieren, 30-2
Bedingungsstrukturen, 30-4, 30-6
benutzerdefinierte, 30-2, 30-3
die letzten klären, 30-2
Displaymeldungen, 30-2
eine Falle stellen, 30-4, 30-6
Gründe für, 30-2
Kermitfehler, 33-19
Meldungen aufgelistet, B-1
Meldungen aufrufen, 30-2
Piepser kontrolliert, 15-12
seriell I/O, 33-23, 33-24
Variablen ändern, 6-11
verursachen, 30-2
Zahlen für, 30-2, 30-3, B-1
Fehler der Syntax, A-2
Fehlern eine Falle stellen, 30-1
Felder. *Lesen Sie dazu* Matrizen, Vektoren
algebraische Syntax, 20-17
aufteilen, 4-15, 11-11
Begrenzungszeichen, 4-4
Berechnungen, 20-10, 20-15, 20-18
drucken, 32-3
editieren, 20-7
eingeben, 20-3, 20-6
einspaltige, 20-2, 20-8
einzeilige, 20-2, 20-8
Elemente aufrufen, 20-8
Elemente ersetzen, 4-16
Elemente holen, 4-14
erzeugen, 4-13, 20-19
Größe des, 4-17
Katalog der, 21-6, 21-7
klären, 21-8
komplexe, 20-15
komplexe erzeugen, 4-17
komplexe Konjugierte, 20-16
komplexe trennen, 4-13
Maximum und Minimum der Elemente, 31-26
Objekttyp, 4-4
Objekttypenzahl, 4-19
transponieren, 20-19
zerlegen, 20-16
zusammensetzen, 20-16
Feuchtigkeitshöchstwerte, A-6
Fibonacci-Zahlen, 31-2
FIX Anzeigemodus, 2-16
Flags
Alphafestsetzung (−60), 15-14
aufgehobene Termine bestätigen (−44), 24-8
Benutzer, 28-1, 28-4
Benutzermodus festsetzen (−61), 15-6, 15-14
bestätigte Termine aufgehoben (−44), 24-9
Drucker (−34), 32-10
einstellen, 15-14

Form des gannzahligen Binärwertes, 28-4
Funktionen plotten (−30), 18-19, 19-15
Grundeinstellung, E-1
Hauptlösung (−1), 22-6
Indikatoren, 28-2
in Sicherungsobjekten sichern, 34-22
I/O Datenformat (−35), 33-5
I/O Gerät (−33), 32-10, 33-5
klären, 15-14, 28-2
Komplexer Modus (−19), 11-3, 11-5, 11-12, 12-4, 12-5, 12-15
Kurvenfüllung (−31), 18-16
Modus einstellen, 15-13
neu einstellen, A-2
numerische Resultate (−3), 6-4, 8-4, 9-10, 9-18
Programmsteuerung, 28-1
prüfen, 15-14
RECV überschreiben (−36), 33-9, 33-13, 33-18
setzen, 28-2
Status aufrufen, 28-5
Status speichern, 28-5
Status wiederherstellen, 28-5
Steuerungsverhalten, 28-1
symbolische Konstanten (−2), 9-18, 15-15
System, 28-1, 28-4, E-1
Terminton (−57), 24-9
testen, 26-2, 28-2
Typen, 28-1
Unendliche Resultatsausnahme (−22), 20-21
verglichen mit dem HP 41, F-14
wiederkehrende Termine nicht neu einstellen (−43), 24-8, 24-9
Zeilenvorschub (−38), 32-9
zum Computer sichern, 33-16
zweizeilig drucken (−37), 32-7
"for" durchlaufen, 27-5, 27-7
formale Variablen
auswerten, 8-2
Beschreibung, 6-7
Fehler verursachen, 8-4
Fragen und Antworten, A-3
freigeben
Variablen, 1-17
Freiheitsgrade, 21-23
Frobeniusnorm, 20-18
FUNCTION Diagramme, 1-35, 18-1, 19-5, 19-14, 19-15
Funktionen. *Lesen Sie dazu Anhang G*, benutzerdefinierte Funktionen
allgemeine Mathematik, 9-3
benutzerdefinierte, 1-41, 10-1, 19-21
Bruchumwandlung, 9-5
für symbolische Argumente, 9-20
Gleichungen als Argumente, 8-7
hyperbolische, 9-7
in algebraischen Objekten, 9-1
Liste der, G-1
logarithmische, 9-6
numerische Teile, 9-15
Objekttyp, 4-12
Objekttypenzahl, 4-19
Potenz, 9-6
Prozentfunktionen, 9-7

symbolische Argumente für, 1-28
trigonometrische, 9-9, 13-16, A-4
Untergruppe von Befehlen, 4-11, G-1
Winkelumwandlungen, 9-11
Funktionsanalyse, 1-39, 18-28, 18-37, 18-39
f Verteilung, 21-23

G

Gamma-Funktionen, 9-14
ganze Zahlen. *Lesen Sie dazu* ganzzahlige Binärwerte, reelle Zahlen
ganzzahlige Binärwerte
als Pixel-Koordinaten, 19-9
anzeigen, 14-2
Basis, 14-1, 14-2
Begrenzungszeichen, 4-3, 14-1
benutzerspezifisches Display, 31-7
Berechnungen, 14-4
Beschreibung, 14-1
Bits angezeigt, 14-2, 14-4
Bits verloren, 14-2, 14-4
eingeben, 14-3
interne Darstellung, 14-2
logische Operationen, 14-5
Objekttyp, 4-3
Objekttypenzahl, 4-19
rotieren, 14-5
umschalten, 14-5
umwandeln, 14-5
vergleichen, 26-3
Wortgröße, 14-1, 26-3
ganzzahliger Binärwert
Flags darstellen, 28-4
ganzzahliger Teil, 9-15
Garantie, A-19
gebundenen Speicher
erweitern, 34-17
lesen/schreiben, 34-7, 34-16, 34-17
gebundenen Speicher freigeben, 34-14, 34-15
Genauigkeit, 2-15
von π, 9-9
der Integrale, 23-16, 23-17, 23-20
der trigonometrischen Funktionen, 9-10
einer linearen Lösung, 20-20
Verbesserung mit Hilfe des Rests, 20-20
geringer Speicherraum, 5-4
Gleichheitszeichen, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
Gleichungen. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
allgemeine Lösungen, 22-6
Argumente bei Funktionen, 8-7
aufteilen, 4-13
aus benutzerdefinierten Funktionen erzeugen, 1-41, 10-1
auswerten. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
beide Seiten plotten, 18-19, 19-15
Definition, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
editieren. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
eingeben. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte
grafisch auflösen, 1-39, 18-29
Hauptlösung, 22-6
Katalog, 1-35, 1-41, 17-6, 17-8

kritische Punkte, 1-39, 18-30
lineare Systeme auflösen, 20-13, 20-14, 20-20, 20-21
mehrfache auflösen, 17-28
mehrfache Nullstellen, 1-34, 17-17
mehrfach plotten, 18-20
Näherungpolynom, 22-4
neuordnen, 22-9, 22-12, 22-25
numerisch auflösen, 1-32, 1-39, 17-1, 17-12, 18-29
plotten, 1-36, 18-1
Polynom der Näherung, 23-9, 23-14
quadratisch, 22-3
Steigung der, 18-29, 18-30, 18-38
symbolisch auflösen, 1-29, 22-1, 22-2, 22-3
umsortieren, 1-30
Variablen erzeugen, 6-4, 8-7
verglichen mit Ausdrücken, 1-24, 8-7, 17-3, 18-4
Gleichungskatalog
benutzerdefinierte Eingaben, 17-27
Liste von Gleichungen erzeugen, 17-29, 18-20
Operationen, 17-8
zeigt Gleichungen an, 17-6, 17-8, 18-6
Gleichungssysteme
auflösen, 20-13, 20-14, 20-20, 20-21
überdefiniert, 20-21
unterdefiniert, 20-21
Glieder erweitern, 1-30
Glieder zusammenstellen, 1-30
globale Namen, 4-19
globale Variablen. *Lesen Sie dazu* Variablen
Aktionen in Programmen, 25-2
auswerten, 4-20
Beschreibung, 6-1
Nachteile in Programmen, 25-14
VAR Menü, 6-8
GRAD Indikator, 9-8
Grads Modus, 1-23
Grafik. *Lesen Sie dazu* Grafikumgebung
aktuelle Gleichungen einstellen, 1-36
aus *PICT*, 18-4
automatisch skalieren, 1-36
Begrenzungszeichen, 19-29
Cursorposition, 1-38
die aktuelle Gleichung auflösen, 1-39
Displaybereiche, 1-36
FUNCTION Diagramme, 1-35
Funktionsanalyse, 1-39
Gleichungskatalog, 1-41, 17-6
Grafiktyp einstellen, 1-36
Grafikumgebung. *Lesen Sie dazu* Grafikumgebung
Größe der, 4-17
Konstantenwert speichern, 1-36
Objekttypenzahl, 4-19
PICT. *Lesen Sie dazu PICT*
plotten, 1-36
unabhängige Variable, 1-36
"Verbindungs-" option, 15-13
Grafikanzeige
an- und abstellen, 18-22

Grafikdisplay
an- und abstellen, 1-37
klären, 18-17, 18-23, 19-26
Grafiken
aus algebraischen Objekten erzeugen, 16-3
Bilder herausnehmen, 19-32
drucken, 32-3, 32-4, 32-5
im Stack, 19-29, 19-30
im Stackdisplay anschauen, 19-32
M-Größe der, 19-31
Objekttyp, 4-8
überschreiben, 19-31
von Objekten erzeugen, 19-31
Zeichengröße, 19-31
Grafiktyp
einstellen, 1-36
Grafikumgebung. *Lesen Sie dazu PICT*
Achsen benennen, 18-22
an- und abstellen, 18-22
Bereiche sichern, 19-30
Bereich löschen, 19-26
Beschreibung, 18-4
Bilder überschreiben, 19-30
Cursor in Position bringen, 1-38
Cursorposition aufrufen, 18-22, 18-23
die aktuelle Gleichung auflösen, 1-39, 18-29
Elemente hinzufügen, 19-25, 19-27
Funktionsanalyse, 1-39, 18-28, 18-37, 18-39
klären, 18-17, 18-23, 19-26
Menüfelder verstecken, 18-23
Modus, 18-23
Operation, 18-21
Pixeloperation, 19-28
Position markieren, 18-22, 19-26
Stackoperationen, 19-29
zoomen, 18-25, 18-39
Graphen. *Lesen Sie dazu* Grafik, Grafikumgebung
GRAPHICS FCN Menü, 18-29
GRAPHICS Menü, 18-22, 18-39
GRAPHICS ZOOM Menü, 18-25
Graphikumgebung
an- und abstellen, 1-37
Griechische Buchstaben, 2-6, 33-8, C-1
GROB, 19-29
Großbuchstaben
eingeben, 2-9, 2-10
in Einheiten, 13-4
Größe
der Grafik, 4-17
der Listen, 4-17
der Objekte, 5-2
der Programme, 31-1
der statistischen Matrix, 21-22
der Zeichenketten, 4-17
des eingebauten ROM, 5-1, 34-1
des Feldes, 4-17
des Speichers, 5-1, 34-2, A-3
des Stacks, 3-20
Grundgesamtheit, 21-9
Guillimets. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen

H

h (Basismarke), 4-3, 14-1
HALT Indikator, 2-3, 25-24, 29-5, A-5
Hauptlösung, 22-6

HISTOGRAM Diagramme
Auflösung, 19-5
Behälter, 19-24
Beschreibung, 21-15
mit Plot, 19-14, 19-23
Statistik, 21-19
HMS Format
bei Winkeln, 9-11, 24-20
für die Zeit, 24-20
HOME Verzeichnis
keine Variable, 7-8
sichern, 33-15, 34-22
Stammverzeichnis, 7-2
umschalten, 7-5
wiederherstellen, 33-17, 34-23
HP 41 Vergleiche, F-1
HP 82240 Drucker. *Lesen Sie dazu* Infrarotdrucker
HP Kopfzeile, 33-7, 33-26
HP Solve
aktuelle Gleichungen auflösen, 17-12
aktuelle Gleichungen editieren, 17-12
aktuelle Gleichungen einstellen, 1-32, 17-4, 17-5
aktuelle Gleichungen prüfen, 17-3
aktuelle Gleichung in *EQ*, 17-2
Beschreibung, 17-2, 17-33
Gleichungskatalog, 1-35, 17-6
Gleichungstyp, 17-3
Lösungen, 17-3
Lösungen bestätigen, 17-16
mehrfache Gleichungen, 17-28
Meldungen, 17-3, 17-19
nach mehrfachen Nullstellen auflösen, 1-34, 17-17
nächste Gleichung, 17-29
nach Werten auflösen, 1-32, 17-13, 17-19
Näherungswerte, 1-34, 17-17, 17-18, 17-24, 17-34
numerischer Lösungsalgorithmus, 17-33
Objekte mit Einheit, 1-50, 17-24
Platzhaltervariable, 17-36
Programme auflösen, 17-3, 17-32
Resultate interpretieren, 17-19
schlechte Näherungswerte, 17-22
SOLVE Menü, 17-11
SOLVR Menü, 17-12, 17-18, 17-26, 17-35
unterbrechen, 17-34
verglichen mit Plot, 17-23
Werte anschauen, 17-14, 17-19
Werte aufrufen, 17-13, 17-19
Werte prüfen, 1-35
Werte speichern, 1-32, 17-13, 17-19
Zwischenlösungen, 17-35
Hyperbel, 19-16
hyperbolische Funktionen, 9-7
HYP Menü, 9-6

I

i
in algebraischen Objekten, 11-6, 11-8
symbolische Konstanten, 9-17
IERR (Unsicherheit der Integration), 23-17, 23-21
"if" Verzweigung, 26-5, 26-6, 26-7, 30-4, 30-6

imaginärer Teil
  bei komplexen Feldern, 20-16
  bei komplexen Zahlen, 4-13, 11-11
immer wiederkehrende Termine, 24-6, 24-9, 24-10
implizite Klammern, 16-12
in der Dimension beständige Einheiten, 1-48
Indexzahl (Termin), 24-10, 24-17
Indikatoren
  alpha α, 2-3
  aufgelistet, 2-3
  Benutzerflags, 28-2
  E/A ⇉, 2-3
  in Gebrauch ⌛, 2-3
  Statusanzeige, 2-1
  Termin ((•)), 1-52, 2-3, 24-7
  Umschalttasten ↰ ↱, 2-3, 2-6
  vorgebracht, 1-3
Infinitesimalrechnung
  Ableitungen, 23-1, 23-4
  benutzerdefinierte Ableitungen, 23-4
  benutzerdefinierte Funktionsableitungen, 23-4
  Integrale, 23-11, 23-16
  Summierung, 23-5
  Taylorpolynom, 23-9, 31-41
Infrarotdrucker
  älterer Zeichensatz, 32-2
  aufstellen, 32-1
  drucken, 32-3
  Geschwindigkeit, A-6
Infrarotmodus, 33-4
Infrarotport
  prüfen, A-17, A-18
  wählen, 33-4
in lokalen Variablenstrukturene
  Syntax, 1-45
Integrale
  algebraische Syntax, 23-12, 23-16
  IERR enthält Unsicherheit, 23-17, 23-21
  im EquationWriter, 16-9, 23-12
  in der Grafikumgebung, 18-30, 18-38
  numerisch, 23-16
  numerische Genauigkeit, 23-16, 23-17, 23-20
  numerische Unsicherheit, 23-17, 23-20
  Operationen, 23-19
  symbolische, 23-11, 23-19
  Syntax des Stacks, 23-12, 23-16
  Taylorpolynom, 23-14
Integration. *Lesen Sie dazu* Integrale
interaktiver Stack
  Menü, 3-12
  Operation, 3-11, 3-12
  Tastatur, 3-14
  Umgebung editieren, 3-10
  Zeiger, 3-11
Internationales System der Einheiten, 13-2, 13-12
I/O
  ASCIImodus, 33-4, 33-5, 33-26
  Batterie verwenden, 33-10, 33-13
  Baud-Übertragungsgeschwindigkeit 32-11, 33-4, 33-28
  Binärmodus, 33-4, 33-5
  Computer anschließen, 33-11

Computerbefehle, 33-15
Dateien benennen, 33-17
Dateien verwenden, 33-2
Datentyp, 33-2
Eingabenpufferspeicher, 33-23, 33-24
Fehler, 33-19, 33-23, 33-24
HP 48 Befehle, 33-10
HP 48-nach-Computer, 33-11, 33-13, 33-15
HP 48-nach-HP 48, 33-2, 33-9
infrarote Ports ausrichten, 33-9
IOPAR, 33-27
Kermit-Befehle, 33-18, 33-20
Kermitfehler, 33-19
Kermit Protokoll, 33-1
Lokal/Lokal Konfiguration, 33-3
Lokalmodus, 33-3
Lokal/Server Konfiguration, 33-3
Nicht-Kermitbefehle, 33-21
Parameter für serielle Drucker, 32-10
Parameter setzen, 33-3
Parität, 33-4, 33-6, 33-28
Parity, 32-11
Port-Optionen, 33-4
Ports prüfen, A-17, A-18
Prüfsumme, 33-4, 33-28
serielle Befehle, 33-21
serielles anschließen, 33-25
Servermodus, 33-3
Speicher sichern, 33-15
Speicher wiederherstellen, 33-17
Taschenrechner mit IR, 33-18
Übertragungscode, 32-11, 33-5, 33-6, 33-26, 33-28
Übertragungsmodus, 33-4, 33-5, 33-26
Variablen beschützen, 33-9, 33-13, 33-18
XON/XOFF verzögern, 32-11, 33-22, 33-28
Zeichen umwandeln, 33-6
zum Computer, 33-2
I/O Menü, 33-20, 33-23
IOPAR, 6-2, 33-27
I/O SETUP Menü, 33-4
ISO 8859, C-1

K

Kabel (serielles), 32-10, 33-11, 33-25
Kasten
löschen, 19-26
zeichnen, 19-26, 19-28
Kataloge
Alarm, 24-12, 24-15
Gleichung, 17-6, 17-8, 17-27, 18-6
REVIEW, 6-8
STAT, 21-6
Statistik, 21-7
Katalog STAT, 21-6, 21-7
Kehrwert
der Funktionen, 22-2
der Matrizen, 20-12
Kennzeichen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
aufgelistet, C-1
aus Zeichen, C-1
drucken mit, 32-8
für ältere Drucker umsetzen, 32-2
für Zeichen, 4-13, 4-14, C-1
I/O Übertragung, 33-6
"\" Übertragung, 33-8
umsetzen, 32-12, 32-13

umsetzen annullieren, 32-2
Kermit
Befehle senden, 33-18
Dateien, 33-2
Dateiübertragungsprotokoll, 33-1
Fehler, 33-19
Pakete, 33-19
Kettenrechnungen, 1-19, 3-3
Klammern. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
im EquationWriter, 16-7, 16-8, 16-12
implizite, 16-12
in algebraischen Objekten, 1-22, 8-1, 8-6, 11-8
in komplexen Zahlen, 11-2, 11-3
klären
Benutzertasten, 15-9
Display, 29-21
Felder, 21-8
Flags, 15-14, 28-2
Meldungen, A-1
Speicher, 5-4, A-2
Stack, 1-7, 3-5
Variablen, 1-17, 6-9
Kleinbuchstaben
eingeben, 2-9, 2-10
in Einheiten, 13-4
in Namen, 25-14
Komma
Dezimalzeichen, 2-17, 15-13
Trennzeichen bei komplexen Zahlen, 11-2, 11-9
Komplement von zwei, 14-4
komplexe Felder, 4-19, 20-15
komplexe Konjugierte, 6-12, 11-11, 20-16
komplexe Zahlen
abtrennen, 4-13
angezeigt, 11-2
aufteilen, 4-15, 11-5, 11-11, 11-12
aus Berechnungen mit reellen Zahlen, 11-10
Begrenzungszeichen, 4-2, 11-2, 11-3, 12-3
Berechnungen, 11-6, 11-11
eingeben, 11-3
erzeugen, 4-17
Felder mit, 20-15
in algebraischen Objekten, 11-6, 11-8
interne Darstellung, 11-2, 11-3
i (symbolische Konstante), 11-6, 11-8
Konjugierte, 11-11
Koordinatenmodus, 4-2, 11-2
normiert, 11-3
Objekttyp, 4-2
Objekttypenzahl, 4-19
polare Komponenten, 11-2
rechteckige Komponenten, 11-2
und 2D Vektoren, 11-13
verglichen mit dem HP 41, F-6
zusammenstellen, 11-5, 11-12
Konjugierte, 6-12, 11-11, 20-16
Konstanten. *Lesen Sie dazu* symbolische Konstanten
Kontrast (Display), 1-5
Kontrolltermine. *Lesen Sie dazu* Termine
Koordinatenmodus
Indikatoren für, 2-3
umschalten, 11-2, 12-3

Wirkung auf komplexe Zahlen, 11-2, 11-5
Wirkung auf Vektoren, 12-1, 12-5
Koordinaten (Plot), 19-9, 19-29
Korrelation (Statistik), 21-14
Kovarianz (Statistik), 21-11
Kreise, 19-16, 19-26, 19-28
Kreuzprodukte, 12-8, 20-11
kritische Punkte, 1-39, 18-30
Kugelkoordinatenmodus, 11-2, 12-2
Kurvenanpassung, 21-13, 21-16

L

LEFT Wert, 17-17
letzte Argumente
nicht gesichert, 15-12
Variablenänderungen annulieren, 6-11
letzte Befehlszeile
aufrufen, 3-19
nicht gesichert, 15-13
letzter Stack
nicht gesichert, 15-12
wiederherstellen, 3-6
letztes Menü, 2-14
LIBRARY Menü, 34-26
lineare Gleichungen, 20-13, 20-14, 20-20, 20-21
lineare Regressionen, 21-13
Linien, 19-25, 19-28
Listen
Aktionen in Programmen, 25-2
aufteilen, 4-15
auswerten, 4-20
Begrenzungszeichen, 4-8
der Variablennamen, 6-9
Eingabemodus, 3-18
eingeben, 2-12
Elemente ersetzen, 4-16, 4-17
Elemente holen, 4-14
erzeugen, 4-14
Größe der, 4-17
Objekte darin finden, 4-16
Objekttyp, 4-8
Objekttypenzahl, 4-19
Untergruppe davon, 4-18
vereinen, 4-13
logarithmische Funktionen, 9-6
logische Funktionen, 14-5, 26-2, 26-3, 26-4
lokale Namen, 4-19
lokale Variablen. *Lesen Sie dazu* lokale Variablenstrukturen, Variablen
Aktionen in Programmen, 25-2
auswerten, 4-20, 25-16
benennen, 25-14
Beschreibung, 6-1
erzeugen, 1-45, 25-3, 25-14
existieren vorübergehend, 25-14, 25-15, 25-17
vorübergehend existieren, 1-45
lokale Variablenstrukturen. *Lesen Sie dazu* lokale Variablen
als benutzerdefinierte Funktionen, 25-19
Berechnungen mit, 25-4
definierender Vorgang, 25-14, 25-17
eingeben, 1-45, 25-14
in benutzerdefinierten Funktionen, 10-6
lokale Variablen erzeugen, 1-45, 25-14
Operationen, 25-3, 25-15
Programmelement, 25-3

Syntax, 25-3, 25-14
Vorteile, 25-15
Lokalmodus, 33-3
löschen
Sicherungsobjekte, 34-20
Speicher, 5-4
Stackobjekte, 1-7, 3-5, 3-12, 3-20
Termine, 24-13, 24-17
Variablen, 1-17, 6-9, 7-6
Verzeichnisse, 7-6
lösen. *Lesen Sie dazu* Grafik, HP Solve
Lösungsalgorithmus
in der Grafikumgebung, 18-38
in Programmen, 31-52
Operationen, 17-33
unterbrechen, 17-34
Zwischenlösungen, 17-35
Lösungsmodus
algebraische Objekte auswerten, 8-4
Wirkung auf symbolische Konstanten, 9-17

M

Mantissen, 2-16
Marke, 18-22, 19-26
markierte Objekte
abtrennen, 4-15
als Programmausgaben, 29-17
Begrenzungszeichen, 4-8
die Marke löschen, 4-13
eingeben, 2-12
erzeugen, 4-18
Objekttyp, 4-8
Objekttypenzahl, 4-19
Maßeinheiten. *Lesen Sie dazu* Objekte mit Einheit
auflösen, 1-50, 17-24
auf SI Einheiten basiert, 13-2
ausklammern, 13-14
bei Berechnungen, 13-15
beständig in der Dimension, 1-48, 13-16
differenziert Namen mit Klein- oder Großbuchstaben, 13-4
fotometrische Einheiten, 13-13
im EquationWriter eingeben, 16-10
in Benutzermenüs, 15-2
in Berechnungen, 1-48, 13-20
in der Dimension beständig, 17-24
Liste der, G-1
löschen, 1-50, 13-25
Namen prüfen, 13-6
Operatoren, 13-7
Temperatureinheiten, 13-19, 13-20
Temperatur umwandeln, 13-19
Temperaturunterschiede, 13-21
umgekehrte, 13-3, 13-11
Umkehrwert, 1-47, 16-10
umwandeln, 1-49, 13-9, 13-10, 13-11, 13-12
Vorsilben, 13-24
Vorzeichen, 13-7
Winkel umwandeln, 13-13
Mathematikoperationen, 9-1, 9-3
MATH Menü. *Lesen Sie dazu* MTH Menü
MATRIX Menü, 20-8
MatrixWriter
Felder anschauen, 20-7
Felder editieren, 20-7
Felder eingeben, 20-3
MATRIX Menü, 20-8

Operationen, 20-2
Reihen einfügen, 20-8
Reihenfolge der Zelleneingabe, 20-8
Reihen löschen, 20-8
Spalten einfügen, 20-8
Spalten löschen, 20-8
statistische Daten, 21-3, 21-5, 21-7
Vektoren eingeben, 20-8
Zellenbreite setzen, 20-4, 20-8
Matrizen. *Lesen Sie dazu* Felder
Berechnungen, 20-12, 20-13
Determinante, 20-19
dimensionieren, 20-19
einspaltige, 20-2, 20-8
einzeilige, 20-2, 20-8
Feldtyp, 20-1
Frobeniusnorm, 20-18
Kehrwert, 20-12
Norm, 20-18
singularische, 20-21
statistische Daten, 21-2
transponieren, 20-19
Umkehrwert, 20-21
MATR Menü, 20-18
Maximum
eines Graphen, 1-39, 18-30
in HP Solve, 17-21
MAXR, 9-17
Medianwert (Statistik), 21-10
Meldungen
angezeigt im Statusbereich, 2-1
auffordern, 29-2
geringer Speicherraum, 5-4
in HP Solve, 17-3, 17-19
in Plot, 18-5, 18-9
klären, A-1
Liste der, B-1
Statistik, 21-1, 21-6, 21-12, 21-14, 21-20, 21-21
Zahlen für, B-1, B-14
MEMORY Arithmetik Menü, 6-11
MEMORY Menü, 5-2
Menübeschreibung
ALGEBRA, 22-8, 22-11
CST, 15-1. *Lesen Sie dazu* benutzerspezifische Menüs
EDIT, 3-9
GRAPHICS, 18-22, 18-39
GRAPHICS FCN, 18-29
GRAPHICS ZOOM, 18-25
interaktiver, 3-12
I/O, 33-20, 33-23
I/O SETUP, 33-4
LIBRARY, 34-26
MATRIX, 20-8
MEMORY, 5-2
MODES, 2-16, 15-12
MODES benutzerdefinieren, 15-5
MTH, 9-1
MTH BASE, 14-2, 14-5
MTH HYP, 9-6
MTH MATR, 20-18
MTH PARTS, 9-7, 9-15
MTH PROB, 9-13, 21-22
MTH VECTR, 9-11, 12-3, 12-14
PLOT, 18-7
PLOTR, 18-16, 19-5
PRG BRCH, 26-5, 27-1
PRG CTRL, 25-27
PRG OBJ, 4-12
PRG STK, 3-20
PRG TEST, 26-2
PRINT, 32-5
PTYPE, 19-14
RULES, 22-14

SOLVE, 17-11
SOLVE SOLVR, 17-12, 17-18, 17-26, 17-35
STAT, 21-5, 21-10, 21-13, 21-21, 21-22
STAT MODL, 21-14
TIME, 24-4, 24-11
TIME ADJST, 24-4
TIME ALRM, 24-11
TIME ALRM RPT, 24-12
TIME SET, 24-4
UNITS Befehl, 13-1
UNITS Katalog, 13-2, 13-9
VAR, 6-8
Menu Beschreibungs
MEMORY Arithmetik, 6-11
Menüfelder. *Lesen Sie dazu* Menüs
am unteren Rand des Displays, 2-4, 2-13
Balken deutet Untermenü an, 1-10, 2-13, 7-3
Balken zeigt Unterverzeichnisse an, 7-3
Benutzermenüfelder, 15-4
Grafikumgebung, 18-23
vorgebracht, 1-3
weiße bei HP Solve, 1-32, 17-12
Menükarten, D-3
Menüs. *Lesen Sie dazu* Menüfelder, Menütasten
anzeigen, 1-10, 2-13
Benutzermenü, 15-1
benutzerspezifische, 29-22, 29-23, 29-24
der Bibliothekenoperationen, 34-26
Felder im Display, 2-4
für Bibliotheken, 29-22
für Einsteckports, 34-19
für Programmeingaben, 29-23
für Zahlen, 29-22
in Programmen anzeigen, 29-16, 29-22, 29-23, 29-24
Karten der, D-3
letztes Menü, 2-14, 29-23
Listen der, D-1
programmatische Verwendungen, 29-22
Programme ausführen, 29-24
Programme wiederaufnehmen, 29-23
Seiten in, 1-10, 2-13, 29-23
verwenden, 1-10, 2-15
verzögerte Anzeige, 29-16, 29-22
weiße Felder, 1-32, 17-12
Zahlen aufrufen, 29-23
Zahlen für, 29-23, D-1
Menütasten, 2-13. *Lesen Sie dazu* Menüfelder, Menüs
Minimum
eines Graphen, 1-39, 18-30
in HP Solve, 17-21
MINR, 9-17
Mittelpunkt
setzen, 18-11
Modell (Statistik), 21-12, 21-13, 21-14, 21-16
MODES benutzerspezifisches Menü, 15-5
MODES Menü, 2-16, 15-12
MODL Menü, 21-14
Modus
alle neu einstellen, 5-4
alle neu einstellen all, A-2
Anzeigemodus, 2-15
Displayformat, 1-23
Eingabemodus, 3-17
einstellen, 15-12, 15-13, 25-12

im EquationWriter, 16-2
in der Grafikumgebung, 18-23
I/O Gerät, 33-4
Koordinatenmodus, 11-2, 12-1
Lösungstyp, 9-17
Programmeingabe, 25-6, 25-12
Winkelmodus, 1-23, 9-8, 33-27
Modusnamen
1-Benutzer, 15-5
algebraischer Eingabemodus, 3-17, 3-18, 29-10
algebraischer Eingabemodus bei Programmen, 3-18, 25-12, 29-10
Alphaeingabemodus, 15-14
ASCIImodus, 33-4, 33-5, 33-26
Auswahlmodus (EquationWriter), 16-2
Benutzermodus, 15-5, 15-14
Binärmodus, 33-4, 33-5
DEG, 9-8
Direkteingabemodus, 3-17
Eingabemodus (EquationWriter), 16-2
FIX, 2-16
Infrarotmodus, 33-4
Kugelkoordinatenmodus, 11-2, 12-2
Lokalmodus, 33-3
Numerischer Lösungsmodus, 8-4
Polarmodus, 11-2, 12-1
Programmeingabemodus, 3-18, 25-6, 25-12
Radiant, 9-8
Rechteckmodus, 11-2, 12-1
Rollmodus (EquationWriter), 16-2
Rollmodus (Grafik), 18-23
Servermodus, 33-3
Standard, 2-16
Symbolischer Lösungsmodus, 8-4
Technischer, 2-17
WIREmodus, 33-4
Wissenschaftlicher, 2-16
Zylinderkoordinatenmodus, 11-2, 12-2
MTH BASE Menü, 14-2, 14-5
MTH HYP Menü, 9-6
MTH MATR Menü, 20-18
MTH Menü, 9-1
MTH PARTS Menü, 9-7, 9-15
MTH PROB Menü, 9-13, 21-22
MTH VECTR Menü, 9-11, 12-3, 12-14

N

n1
allgemeine Lösungen (ganzzahlige), 1-29, 22-4, 22-6
reservierte Variable, 6-2
nach unbekannte Variablen (auflösen), 1-32
Näherung (schrittweise), 20-20
Näherungswerte (HP Solve), 1-34, 17-17, 17-18, 17-22, 17-24, 17-34
Namen
Aktionen in Programmen, 25-2
auswerten, 4-20, 6-4, 6-7
auswerten verhindern, 6-7
Bedingungen, 1-14, 6-1
Begrenzungszeichen, 4-5
dupliziert, 7-5

eingeben, 6-7
finden, 7-4
im VAR Menü neu ordnen, 6-9
in Benutzermenüs, 15-2
mit Variablen auswerten, 6-4
Objekttyp, 4-5
Objekttypenzahl, 4-19
Variablennamen, 4-5
VAR Menü, 6-8
negative
Exponenten, 1-20, 2-8
Zahlen, 1-20, 2-7, 2-8
Negative
der Felder, 20-16
der Variablen, 6-12
der Zahlen, 11-11
neu einstellen
Flags, A-2
Modi, 5-4, A-2
Speicher, 5-4, A-2
neue Zeilen, 1-44, 25-6, 29-6
neu setzen
PICT, 18-11, 19-8
Plotparameter, 18-11, 19-8
PPAR, 19-8
Normalverteilung, 21-23
Norm (Matrizen), 20-18
Nullstellen
bestätigen, 17-16
Definition, 17-3
im EquationWriter, 16-7
in der Grafikumgebung, 1-39, 18-29, 18-38
in Programmen, 17-11, 31-52
Meldung beschreibt, 17-20
Methode des Findens, 17-33
Numerischer Lösungsmodus
algebraische Objekte auswerten, 8-4
Wirkung auf symbolische Konstanten, 9-17
nur schreiben Schalter, 34-6

O

o (Basismarke), 4-3, 14-1
Objekte. *Lesen Sie dazu* Objekttypen
Aktionen in Programmen, 25-2
anschauen, 3-7
aufteilen, 4-15
auswerten, 4-20
Begrenzungszeichen für, 1-13
Benutzermenüs, 15-2
Definition, 4-1, A-4
drucken, 32-3
editieren, 1-9, 1-28, 3-7
eingeben, 1-12, 2-12
Grundoperationen, 4-12
HP 48-Computer I/O, 33-13
HP 48-HP 48 I/O, 33-9
im Stack, 1-7
in Grafiken umwandeln, 19-31
in Programme eingeben, 1-43, 25-6, 25-7
in Variablen speichern, 1-14, 1-15, 6-3, 6-6, 6-8
in Zeichenketten umwandeln, 4-17
löschen, 1-7, 3-5
mit Terminen auswerten, 24-9, 24-12
Prüfsummen, 5-2
sichern, 34-18
Speicherraum gebraucht, 5-2
Typen, 4-1, 4-19
Typenzahlen, 4-19, 26-4
Typ testen, 26-4
vereinen, 4-13

von der Befehlszeile erzeugen, 3-17
Objekte mit Einheit. *Lesen Sie dazu* Maßeinheiten
auflösen, 1-50, 17-24
aufteilen, 4-15
Begrenzungszeichen, 4-9, 13-2
benutzerdefinierte Einheiten, 13-23
Berechnungen, 13-15
Berechnungen damit, 1-48
Berechnungen mit Temperatureinheiten, 13-20
beständige Einheiten, 1-48, 13-16, 17-24
Einheiten ausklammern, 13-14
Einheiten umwandeln, 1-49, 13-9, 13-10, 13-11, 13-12
erzeugen, 1-47, 4-18, 13-3, 13-4, 13-5, 13-11, 13-25
Grafiken, 19-31
im EquationWriter anschauen, 13-6, 16-24
im EquationWriter editieren, 16-24
im EquationWriter erzeugen, 16-10
in algebraischen Objekten, 13-8
in Benutzermenüs, 15-2
in HP Solve, 1-50, 17-24
numerischer Teil, 1-50, 13-25
Objekttyp, 4-9
Objekttypenzahl, 4-19
plotten, 19-22
Priorität der Begrenzungszeichen, 13-8
Priorität der Operatoren bei Einheiten, 13-7
Temperatureinheiten umwandeln, 13-19
umgekehrte Einheiten, 13-3, 13-11
Umkehreinheiten, 16-10
Umkehrwert der Einheiten, 1-47
Vorzeichen für Einheiten, 13-7, 13-24
Winkeleinheiten umwandeln, 13-13
Objekttypen. *Lesen Sie dazu* Objekte
Objekttypenzahlen, 4-19, 26-4
OBJ Menü, 4-12
Operationen. *Lesen Sie dazu Anhang G*
Katagorien der, 4-11
Kategorien der, G-1
Liste der, G-1

P

Pakete (Kermit), 33-19
Parabel, 19-16
PARAMETRIC Diagramme, 19-2, 19-5, 19-14, 19-18
Parität
HP 48-nach-Computer, 33-12
serieller Drucker, 32-11
setzen, 33-4, 33-28
wählen, 33-6
PARTS Menü, 9-7, 9-15
Permutationen, 9-14
Pfad
aufrufen, 7-3
auswerten, 7-5
Beschreibung, 7-2
PICT
anschauen, 19-30
Bereiche sichern, 19-30
enthält Plot, 18-2, 18-4

Größe ändern, 19-7, 19-10
im Stack ablegen, 18-23, 19-33
in der Grafikumgebung, 18-21
klären, 18-17, 18-23, 19-26, 19-33
kopieren, 19-30
mit Grafik, 18-4
Namen eingeben, 19-33
neu setzen, 18-11, 19-8
Objekte speichern, 19-33
Piepser
für Termine, 24-9
kontrolliert, 15-12
Pixel, 19-28
Pixel-Koordinaten, 19-9
Platzhaltervariable, 17-36
Plot
abhängige Variable, 19-6
Achsen benennen, 18-22, 19-3
Achsenschnittpunkt, 19-3
aktuelle Gleichungen einstellen, 18-5
aktuelle Gleichung in *EQ*, 18-2
Anzeigebereich, 18-10
Auflösung, 19-4
automatisch skalieren, 18-12, 18-27
benutzerdefinierte Funktionen, 19-21
Benutzereinheitskoordinaten, 19-9
Bereich löschen, 19-26
Beschreibung, 18-2, 18-19
CONIC Diagramme, 19-16
Cursorposition, 18-22, 18-23
die aktuelle Gleichung auflösen, 18-29
die aktuelle Gleichung editieren, 18-8
die aktuelle Gleichung prüfen, 18-5
FUNCTION Diagramme, 18-1, 19-15
Funktionsanalyse, 18-28, 18-37, 18-39
Gleichungskatalog, 18-6
Gleichungstypen, 18-19
Grafikeprogramme, 19-21
grafische Elemente hinzufügen, 19-25, 19-27
Koordinatentyp, 19-9
Koordinaten umwandeln, 19-29
mehrfache Gleichungen, 18-20
Meldungen, 18-5, 18-9, 19-24
Mittelpunkt, 18-11
neu plotten, 18-25
Objekte mit Einheit , 19-22
Parameter anschauen, 18-18, 18-23
PARAMETRIC Diagramme, 19-18
Pixel-Koordinaten, 19-9
Pixeloperation, 19-28
Plotbereich, 19-2
PLOT Menü, 18-7
Plotparameter neu setzen, 18-11, 19-8
Plotparameter setzen, 18-8, 19-7
PLOTR Menü, 18-16, 19-5
plotten, 18-12
plottet Programme, 18-4
Plottyp, 19-2, 19-5, 19-13, 19-14
Plottyp einstellen, 18-6
Plottyp setzen, 19-13
POLAR Diagramme, 19-17
Position markieren, 18-22, 19-26

PPAR, 19-7, 19-8
PTYPE Menü, 19-14
Seiten der Gleichungen, 1-37, 18-19, 19-15
skalieren, 18-11, 18-25
statistische Daten, 19-24
TRUTH Diagramme, 19-20
Typen der Gleichungen, 18-4
umwandeln Koordinaten, 19-10
unabhängige Variable, 18-9, 19-6
"Verbindungs-" Option, 18-16
verglichen mit HP Solve, 17-23
verglichen mit Statistik, 19-23
zoomen, 18-25, 18-39
Plotbereich, 19-2
PLOT Menü, 18-7
Plotparameter
anschauen, 18-18, 18-23
neu setzen, 18-11, 19-8
setzen, 18-8, 19-7
PLOT PLOTR Menü, 18-16, 19-5
PLOT PTYPE Menü, 19-14
PLOTR Menü, 18-16, 19-5
plotten. *Lesen Sie dazu* Grafik
Plottyp
BAR, 19-5, 19-14, 19-23, 21-17
CONIC, 19-2, 19-5, 19-14, 19-16
FUNCTION, 19-5, 19-14, 19-15
HISTOGRAM, 19-5, 19-14, 19-23, 21-19
Operationen, 19-13
PARAMETRIC, 19-2, 19-5, 19-14, 19-18
POLAR, 19-2, 19-5, 19-14, 19-17
SCATTER, 19-5, 19-14, 19-23, 21-15
setzen, 19-13
TRUTH, 19-2, 19-5, 19-14, 19-20
POLAR Diagramme, 19-2, 19-5, 19-14, 19-17
Polarer Koordinatenmodus, 11-2, 12-1
Polynom
als Näherung, 22-4, 23-9, 23-14
im EquationWriter, 16-12
Taylor's, 23-9, 23-14, 31-41
Port 0
Bibliotheken in, 34-25
eingebauter Speicher ungebunden, 34-12, 34-18
Objekte bewegen nach, 34-13
sichern Speicher in, 34-22
Speicher wiederherstellen von, 34-23
Ports. *Lesen Sie dazu* Einsteckungsports, serieller Port
Positionszahlen der Tasten, 29-16
Potenzfunktionen, 9-6
Pottyp
einstellen, 18-6
PPAR
neu setzen, 19-8
Plotparameter, 19-7
reservierte Variable, 6-2
Präzision, 1-23
PRG BRCH Menü, 26-5, 27-1
PRG CTRL Menü, 25-27
PRG Indikator, 2-3, 25-6, 25-12

PRG OBJ Menü, 4-12
PRG STK Menü, 3-20
PRG TEST Menü, 26-2
PRINT Menü, 32-5
Priorität
  Operatoren bei Einheiten, 13-7, 13-8
  symbolische Operatoren, 8-6
Probleme, A-1, A-3
Probleme lösen, A-1, A-3
Problemlösungen, 1-18
PROB Menü, 9-13, 21-22
Programmanführungszeichen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
Programm "Development Link", 25-13, 31-1, 32-10, 33-7, 33-11, 33-15, 33-25
Programme
  abgelaufene Zeit, 31-5
  Aktionen für Objekttypen, 25-2
  aktualisieren, 25-24
  algebraische Objekte eingeben, 3-19
  anschauen, 25-12
  auf die Tastenfolge warten, 29-15, 29-16
  auffordern, 29-2, 29-4, 29-6
  aufhalten, 2-7
  auflösen, 17-3, 17-32
  ausführen, 1-46, 25-7
  Ausgaben als Zeichenkette bezeichnen, 29-18
  Ausgaben anzeigen, 29-17, 29-18, 29-20
  Ausgaben bezeichnen, 29-17, 29-18
  auswerten, 4-20
  Baustein, 25-5
  Bedingungsbefehle, 26-1
  Bedingungsstrukturen, 26-5, 30-4, 30-6
  Befehle mit Grafiken, 19-27, 19-30
  Begrenzungszeichen, 4-7
  Beispiele. *Lesen Sie dazu* Programmbeispiele
  benennen, 25-7
  benutzerdefinierte Funktionen, 25-19
  Berechnungsarten, 1-44, 25-4
  Cursorposition während der Eingabe, 29-9
  editieren, 1-46, 25-12
  Eingabe als Zeichenketten, 29-7
  Eingabe bestätigen, 29-10
  Eingabemodus, 3-18, 25-6, 25-12
  Eingabemodus während der Eingabe, 29-10
  Eingaben aufrufen, 29-1, 29-2, 29-4, 29-6, 29-15, 29-16, 29-20
  Eingaben bestätigen, 31-33
  Eingabenursprung, 29-1
  eingeben, 1-43, 25-6
  Einleitung, 25-1
  Einzelschrittausführung, 25-24, 25-25, 25-26, 25-27
  Erläuterungen in, 25-13
  erzeugen mit dem Computer, 25-13
  Fehleraktionen, 30-2
  Fehlern eine Falle stellen, 30-4, 30-6
  Fehler verursachen, 30-2
  Flags in, 28-1
  Größe, 31-1
  HALT Indikator, 25-24

im Stack, 25-6
in Programmen nicht ausführen, 25-2
interaktive, 29-1
lokale Variablen. *Lesen Sie dazu* lokale Variablen
lokale Variablen auswerten, 25-16
lokale Variablen nicht auswerten, 25-16
lokale Variablenstrukturen, 1-45, 25-3, 25-14. *Lesen Sie dazu* lokale Variablenstrukturen
löschen, 25-24, 25-25
Menüs anzeigen, 29-16, 29-22, 29-23, 29-24
mit Variablen auswerten, 6-4
neue Zeilen in, 1-44, 25-6
Nullstellen finden in, 17-11, 31-52
Objekte in, 25-2
Objektenfolgen, 25-1, 25-2
Objekttyp, 4-7
Objekttypenzahl, 4-19
piepsen, 29-14
plotten, 18-4, 19-21
Programmablauf, 25-5
Programmschleifen, 27-1
Prüfsummen, 31-1
Rekursion, 31-2
sind Objektenfolgen, 1-43
speichern, 25-7
Stackbearbeitungen, 25-20
Standardeingabe, 29-6
stoppen, 1-46, 25-8, 25-25
Strukturen in, 25-3
strukturierte, 25-5
Taschenrechner abstellen, 29-27
Termine in, 24-16
Uhr verstellen, 24-4
Unterprogramme, 25-5, 25-21
vergangene Zeit, 24-22
verglichen mit algebraischen Objekten, 8-2
verglichen mit Bibliotheken, 34-23
verglichen mit dem HP 41, F-11
von anderen Programmen verwendet, 31-36
wegen Ausgaben unterbrechen, 29-20
wiederaufnehmen, 25-24, 25-25, 29-2, 29-5, 29-23, 29-27
Wirkung der lokalen Variablen in, 25-17
Programmeingabemodus, 3-18, 25-6, 25-12
Programme löschen, 25-24, 25-25
Programme stoppen, 25-25
Programmschleifen
alternative Summierung, 27-15
Bedingungsbefehle in, 27-9, 27-12
bestimmte, 27-1
"do" durchlaufen, 27-9
"for" durchlaufen, 27-5, 27-7
negative Schritte, 27-5, 27-9
"start" durchlaufen, 27-2, 27-3
unbestimmte, 27-1, 27-9
"while" durchlaufen, 27-12
Zähler, 27-3, 27-4, 27-6, 27-8, 27-13
Prozentfunktionen, 9-7
PRTPAR, 6-2, 32-11

prüfen
  Flageinstellung, 15-14
  Pixel, 19-28
  Taschenrechner, A-12
Prüfsumme (I/O)
  HP 48-nach-Computer, 33-12
  HP 48-nach-HP 48, 33-9
  setzen, 33-4, 33-28
Prüfsummen
  Objekte bestätigen, 5-2
  Programme bestätigen, 31-1
  Sicherungsobjekte bestätigen, 34-17
PTYPE Menü, 19-14
Pufferspeicher, 32-9
Pufferspeicher (seriell), 33-23, 33-24
Punkt (Dezimalzeichen), 2-17, 15-13

Q

quadratische Gleichungen, 22-3

R

R∠Z Indikator, 11-2, 12-3
R∠∠ Indikator, 11-2, 12-3
Radiantmodus, 1-23, 9-8
RAD-Indikator, 1-23, 9-8
RAM-Karten
  als gebundener Speicher, 34-11, 34-17
  als Sicherungsobjekte, 34-17
  als ungebundener Speicher, 34-11, 34-18
  Batterie (erste), 34-3
  Batterien erhalten den Speicher, 34-10
  Batterien (wechseln), A-10
  Batterietyp, A-8
  Benutzerspeicher erweitern, 5-1, 34-2, 34-13, 34-17
  entfernen, 34-9
  freigeben, 34-14, 34-15
  initialisieren, 34-9
  installieren, 34-2, 34-6
  neu, 34-3
  nur schreiben, 34-6
  Objekte bewegen nach, 34-15
  Objekte übertragen, 34-21
  prüfen, A-16
  Schreibschutzschalter, 34-16
  Speicher mit Schreibschutz, 34-7, 34-16, 34-17
  Speicher sichern, 34-22
  Speichertyp, 34-10, 34-13, 34-21
  Speicher wiederherstellen, 34-23
  vor dem Entfernen freigeben, 34-10, 34-14
Rechteck, 12-3
Rechtecke, 19-26, 19-28, 19-30
Rechteckkoordinatenmodus, 11-2, 12-1
reelle Felder, 4-19
reeller Teil
  bei komplexen Zahlen, 4-13, 11-12
  der komplexen Felder, 20-16
reelle Zahlen
  Bereich der Werte, 4-2
  in Zeichenketten umwandeln, 4-17
  komplexe Resultate, 11-10
  Objekttyp, 4-2
  Objekttypenzahl, 4-19
  umwandeln in binär, 14-5
  umwandeln in Brüche, 9-5
Regression (linear), 21-13
Reihe (endliche), 23-5
Rekursion, 31-2
reservierte Variablen, 6-2

REVIEW Kataloge, 6-8
RIGHT Wert, 17-17
rollen
  im EquationWriter, 16-2, 16-3, 16-4
  in der Grafikumgebung, 18-23
rollen Stackobjekte, 3-12, 3-21
ROM Karten. *Lesen Sie dazu* Anwendungsprogrammkarten
rotieren (ganzzahlige Binärwerte), 14-5
RPN. *Lesen Sie dazu* Syntax des Stacks
  gleich wie Syntax des Stacks, 1-6
  verglichen mit dem HP 41, F-1
RPT Menü, 24-12
Rückleertaste
  im EquationWriter, 16-17
  in der Befehlszeile, 3-17
  vorgebracht, 1-3
RULES Menü, 22-14
RULES Umwandlungen, 22-12, 22-25

S

s1
  allgemeine Lösungen (+ oder −), 1-29, 22-3, 22-4, 22-6
  reservierte Variable, 6-2, 11-9
SCATTER Diagramm
  aus der Statistik, 21-12
  Beschreibung, 21-15
  Statistik, 21-15
SCATTER Diagramme
  Auflösung, 19-5
  Displaybereich setzen, 19-24
  mit Plot, 19-14, 19-23
schlechte Argumente, A-5
Schleifenfolgen
  Tastenfolgeeingaben, 29-16
Schleifenstrukturen
  Programmelemente, 25-3
Schnittpunkte, 1-39, 18-29, 18-38
Schreibhilfe, 15-2
Schreibschutzschalter, 34-16
schrittweise Näherung, 20-20
Schweifen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
Schweifklammern. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen
Seiten (Menüs), 1-10, 2-13
Selbsttest, A-14
Semikolon (komplexe Zahlen), 11-2, 11-9
serielle Drucker, 32-3, 32-10
serielle Ports
  anschließen, 33-25
  Drucker verbinden, 32-10
  für I/O, 33-4
  wählen, 33-4
  zum drucken, 32-10
serielles Kabel, 32-10, 33-11, 33-25
Servermodus, 33-3, 33-11, 33-15
SET Menü, 24-4
SETUP Menü, 33-4
setzen (Zeichensatz), 32-2, 32-12, 32-13
Sicherungskennzeichen, 34-18, 34-19
Sicherungsobjekte
  alle Benutzerspeicher, 34-22
  auflisten, 34-21
  aufrufen, 34-20
  auswerten, 34-20
  Bibliotheken, 34-18
  erzeugen, 34-18
  im Port 0, 34-18

im ungebundenen Speicher, 34-17
in Benutzermenüs, 15-2
Kennzeichen, 34-18, 34-19
löschen, 34-20
Menü der, 34-19
nach der RAM-Karte bewegen, 34-15
nach Port 0 bewegen, 34-13
Objekttyp, 4-12
Objekttypenzahl, 4-19
Speicher wiederherstellen von, 34-23
Stellvertreterzeichen, 34-20
SI Einheiten
Basiseinheiten, 13-2
umwandeln, 13-12
singularische Matrizen, 20-21
Skalarprodukte, 12-8, 20-11
skalieren, 18-11, 18-25
Snedecor's F Verteilung, 21-23
SOLVE Menü, 17-11
SOLVE SOLVR Menü, 17-12, 17-18, 17-26, 17-35
SOLVR Menü, 17-12, 17-18, 17-26, 17-35
Spaltenvektoren, 20-2, 20-8
Speicher
automatische Säuberung, 5-2, A-6
Benutzerspeicher Definition, 5-2
Einsteckkarten, 5-1, 34-1
erweitern, 5-1, 34-1, 34-2, 34-10, 34-13, 34-17
freier Raum, A-3
ganz klären, 5-4, A-2
gebundener. *Lesen Sie dazu* gebundener Speicher
Illustration, F-9
in den Computer sichern, 33-15
mit Schreibschutz, 34-17
Objekte darin speichern, 1-14
Prüfsummen der Objekte, 5-2
RAM definiert, 5-1, 34-2
ROM definiert, 5-1, 34-1
Schreibschutz, 34-7, 34-16
sichern in Sicherungsobjekten, 34-22
Sicherungsobjekte in, 34-17
ungebundener. *Lesen Sie dazu* ungebundener Speicher
verfügbarer Raum, 5-2
verglichen mit dem HP 41, F-8
voller Speicher, 5-6
vom Computer wiederherstellen, 33-17
vom Sicherungsobjekt wiederherstellen, 34-23
von Objekten gebraucht, 5-2
wiederherstellen, 5-4, 34-10, 34-14
zu geringer Speicherraum, 5-4
speichern
Benutzertastenbelegungen, 15-7
Flagstatus, 28-5
Gleichungen in *EQ*, 17-4, 17-5, 18-5
Objekte in Variablen, 1-14, 1-15, 6-3, 6-6, 6-8, 17-19
Programme, 25-7
Speicher im Computer, 33-15
Speicher in Sicherungsobjekten, 34-22
Terminaktionsobjekte, 24-12

Termine, 24-17
Stack
anschauen, 1-10, 3-11
anzeigen, 1-10, 2-7, A-1
arbeiten mit *PICT*, 19-33
aus einer Variablen wiederherstellen, 5-3
Berechnungen im, 3-2, 25-4, 25-20
das letzte Argument aufrufen, 3-6
den letzten wiederherstellen, 3-6
drucken, 32-4
dynamische Größe, 2-4, 3-1
Ebenen austauschen, 1-19
Grafiken anschauen, 19-32
Grafiken im, 19-29, 19-30
Größe, 3-20
Grundoperationen, 3-12, 3-20
in einer Variablen sichern, 5-3
interaktiver, 3-11
Kettenrechnungen, 1-19, 3-3
kompaktes Display, 15-13
letzter, 3-6
Objekte bewegen, 3-12, 3-20
Objekte in algebraische Objekte einfügen, 16-22, 16-23, 22-13
Objekte löschen, 1-7, 3-5, 3-12, 3-20
Objekte rollen, 3-12, 3-21
Operation, 1-7, 2-4, 3-1, 3-2
programmierte Bearbeitung, 25-20
verglichen mit dem HP 41, F-2
vorgebracht, 1-3
Stackdisplay
Anordnung, 2-1
anschauen, 19-32
einstellen, 2-7
Grafiken anschauen, 19-32
in das zurückschalten, A-1
wiederaufrufen, 1-10
Stackebenen
austauschen, 1-19
wechseln, 3-4
Stackeingaben duplizieren, 3-5
Stackzeiger, 3-11
Stammverzeichnisse, 7-2
Standardabweichung, 21-10, 21-11
Standardanzeigemodus, 2-16
"start" durchlaufen, 27-2, 27-3
Statistik. *Lesen Sie dazu* Wahrscheinlichkeitsrechnung, Befehle
ΣDAT Daten, 21-2
ΣPAR Parameter, 21-25
abhängige Variable, 21-12
aktuelle Matrix, 21-2, 21-6
BAR Diagramme, 21-17
Berechnungen, 21-10, 21-11, 21-12
Daten aufrufen, 21-6, 21-7
Daten editieren, 21-4
Daten eingeben, 21-2
Daten klären, 21-2
Daten plotten, 21-15
Datenstruktur, 21-2
eine Matrix auswählen, 21-6
Felder klären, 21-8
Häufigkeitsdaten, 21-10, 21-20
HISTOGRAM Diagramme, 21-19
Katalog STAT, 21-6, 21-7
Korrelation, 21-14
Kovarianz, 21-11

Kurvenanpassung, 21-13, 21-16
lineare Regressionen, 21-13
Medianwert, 21-10
Meldungen, 21-1, 21-6, 21-12, 21-14, 21-20, 21-21
Modell, 21-12, 21-14, 21-16
Modelle berechnen, 21-13
Modelle plotten, 21-16
Modelltyp, 21-12
MODL Menü, 21-14
Plottyp, 21-15
SCATTER Diagramm, 21-12, 21-15
Standardabweichung, 21-10, 21-11
Statistik der Grundgesamtheit, 21-11
Statistik mit einer Variablen, 21-10, 21-11
Statistik mit Summen, 21-21
Statistik mit verbundenen Stichproben, 21-12
Statistik mit zwei Variablen, 21-12
statistische Daten, 21-2
STAT Menü, 21-5, 21-10, 21-13, 21-21, 21-22
Stichprobenstatistik, 21-10, 21-12
Teststatistik, 21-22
unabhängige Variable, 21-12
Varianz, 21-10
verglichen mit Plot, 19-23
Wahrscheinlichkeit, 21-22
Werte vorhersagen, 21-13
Statistik der Grundgesamtheit, 21-11
Statistik mit einer Stichprobe, 21-10, 21-11
Statistik mit verbundenen Stichproben, 21-12
statistische Daten. *Lesen Sie dazu* Statistik
den MatrixWriter verwenden, 21-3, 21-5, 21-7
editieren, 21-4
eingeben, 21-2
Grundgesamtheit, 21-9
Häufigkeiten, 21-10, 21-20
im Stack ablegen, 21-7
in ΣDAT, 21-2
Korrelation, 21-14
Kovarianz, 21-11
Medianwert, 21-10, 31-15
Modell, 21-12, 21-13, 21-14, 21-16
plotten, 21-15
Plottyp, 21-15
Standardabweichung, 21-10, 21-11
Stichproben, 21-9
Summen, 21-21
Teststatistik, 21-22
Varianz, 21-10
Wahrscheinlichkeit, 21-22
STAT Menü, 21-5, 21-10, 21-13, 21-21, 21-22
STAT MODL Menü, 21-14
Statusbereich, 2-1, 7-2
Steigung, 18-29, 18-30, 18-38
Stellvertreterzeichen
benutzerdefinierte Umwandlungen, 22-25, 22-26
Sicherungsobjekte, 34-20
Steuerungstermine, 24-5, 24-9
Steuerungszeichen, 32-8
Stichproben, 21-9
Stichprobenstatistik, 21-10, 21-12

STK Menü, 3-20
Strukturen. *Lesen Sie dazu* lokale Variablenstrukturen, Verzweigungsstrukturen
strukturiertes Programmieren, 25-5
Student's t Verteilung, 21-23
Summen
  Statistik, 21-21
Summierung
  algebraische Syntax, 23-5
  alternative zu Programmschleifen, 27-15
  im EquationWriter, 16-10, 23-6
  Syntax des Stacks, 23-6
  Werte berechnen, 23-5
"Support Department". *Lesen Sie dazu Innsenseite des hinteren Einbandes*
Symbole (Alpha-Tastatur), 2-9
symbolische Argumente, 1-28, 9-20
symbolische Ausdrücke. *Lesen Sie dazu* algebraische Objekte, Ausdrücke
symbolische Konstanten
  π, 1-21, 9-9
  auswerten, 9-17, 9-18
  Flags Wirkung auf, 9-18
  Namen der, 9-17
  numerische Werte, 9-17
  Wirkung durch Flags, 15-15
Symbolischer Lösungsmodus
  algebraische Objekte auswerten, 8-4
  Wirkung auf symbolische Konstanten, 9-17
Syntax des Stacks
  Ableitungen, 23-4
  Bedingungsbefehle, 26-1
  benutzerdefinierte Funktionen, 1-41, 10-2
  Beschreibung, 3-2, 9-1
  definiert, 1-6
  Integrale, 23-12, 23-16
  lokale Variablenstrukturen, 25-4
  Summierung, 23-6
  verglichen mit dem HP 41, F-5
Systemflags. *Lesen Sie dazu* Flags

T

Taschenrechner
  abstellen, 1-5, 29-27
  anstellen, 1-5
  Batterietyp, A-8
  Fähigkeiten, 1-2
  Fragen darüber, A-3
  Garantie, A-19
  Grundoperationen, 1-5
  Probleme lösen, A-1, A-3
  prüfen, A-12, A-14, A-15, A-16, A-17, A-18
  stellt sich nicht an, A-2, A-12
  Umwelthöchstwerte, A-6
  verglichen mit dem HP 41, F-1
  Wartungsreparatur, A-2, A-20
Taschenrechner Wartungsdienst. *Lesen Sie dazu Innsenseite des hinteren Einbandes*
Tastatur
  Alpha, 1-11, 2-5, 2-8
  Alpha-Diagramm, 2-9
  Anordnung, 2-5

Begrenzungszeichen eingeben, 1-12, 2-12
Benutzertasten, 15-5
Benutzertasten belegen, 15-6
Benutzertasten deaktivieren, 15-10
Benutzertasten freigeben, 15-9
eingefroren, 15-11, A-12
EquationWriter, 16-2
Feldern, Liste von, 1-4
Haupt- und umgeschaltete, 2-5
in Programmen, 29-15, 29-16
interaktiver, 3-14
Mathematikfunktionen, 9-3
Menütasten, 2-13
Objekte eingeben, 1-12, 2-12
prüfen, A-15
rücksetzen, 1-8, 2-8
sechs Ebenen, 2-5
Tastenfolge eingereiht, 2-3
Umschalttasten, 2-5, 2-6
verglichen mit dem HP 41, F-1
vorgebracht, 1-3
Zahlen eingeben, 2-7
Zeichen eingeben, 1-11, 2-8
Tasten. *Lesen Sie dazu Anhang G*, Tastatur
Tastenfolge
als Programmeingabe, 29-15, 29-16
eingereiht, 2-3
Tastenpositionszahlen, 15-6
Taylorpolynom
berechnen, 23-9
integrieren, 23-14
plotten, 31-41
Technischer Anzeigemodus, 2-17
Teilausdrücke
Definition, 16-20, 22-9, 22-13
editieren, 16-19, 22-13
ersetzen, 16-23, 22-13
im Stack ablegen, 22-13
neuordnen, 22-12
Temperatur
Berechnungen, 13-20
Einsteckkartenhöchstwerte, A-6
Höhen, 13-19, 13-20
Maßeinheiten, 13-19
Taschenrechnerhöchstwerte, A-6
umwandeln, 13-19
Unterschiede, 13-19, 13-20, 13-21
Terme erweitern, 22-10
Terme zusammenfassen, 22-9
Termine
Aktionen, 24-9, 24-12
Aktionsobjekte aufrufen, 24-12
ALRMDAT, 24-13
ALRM Menü, 24-11
aufheben, 24-8
Ausführungsaktionen, 24-5
beantworten, 1-53
bestätigen, 1-53, 24-7, 24-8
editieren, 24-13
einstellen, 24-5, 24-9, 24-17
immer wiederkehrende, 24-6, 24-8, 24-9
immer wiederkehrende löschen, 24-10
immer wiederkehrende stoppen, 24-10
in den Stack kopieren, 24-15, 24-17
Indexzahl, 24-10, 24-17
Indikatoren, 1-52, 24-7

in Programmen, 24-16
Katalog der, 24-12, 24-15
keine Bestätigung notwendig, 24-9
löschen, 24-13, 24-17
nachsehen, 24-5, 24-13
nicht reagieren, 24-8
Objekte auswerten, 24-9, 24-12
Optionen der Anzeige, 24-15
reagieren auf, 24-7, 24-8
setzen, 1-52
Steuerungspiepser, 24-9
Steuerungstyp, 24-5, 24-9
TIME Menü, 24-11
Typ, 24-5
überfällige, 24-8
Verabredungstyp, 24-5
testen
algebraische Objekte, 26-3
Flagstatus, 28-2
ganzzahlige Binärwerte, 26-3
TEST Menü, 26-2
Teststatistik, 21-22
Text, 4-7
ticken (Uhr), 24-4, 24-16, 24-21
TIME ADJST Menü, 24-4
TIME ALRM Menü, 24-11
TIME ALRM RPT Menü, 24-12
TIME Menü, 24-4, 24-11
TIME SET Menü, 24-4
Tortendiagramme, 31-45
transponieren, 20-19
trigonometrische Funktionen, 9-9, 13-16, A-4
TRUTH Diagramme, 19-2, 19-5, 19-14, 19-20
t Verteilung, 21-23

U

überdefinierte Systeme, 20-21
überfällige Termine, 24-8
"\" Übertragungen, 33-8
Übertragungscode
HP 48-nach-Computer, 33-12
serieller Drucker, 32-11
setzen, 33-5, 33-26, 33-28
wählen, 33-6
Übertragungsmodus
ASCIImodus, 33-5, 33-26
Binärmodus, 33-5
HP 48-nach-Computer, 33-12
HP 48-nach-HP 48, 33-9
wählen, 33-4, 33-5
Uhr
anzeigen, 1-52, 15-13, 24-2
Format ändern, 1-50, 24-2
in Programmen verstellen, 24-4
Optionen des Formats, 24-1
stellen, 1-51, 24-2
ticken, 24-4, 24-16, 24-21
TIME Menü, 24-4
verstellen, 24-3
Umgebung
Alarmkatalog, 24-12, 24-15
Auswahl, 22-12
Auswahlmodus, 16-19
"beste", 3-8, 3-12
editieren, 3-7
EquationWriter, 16-2
Gleichungskatalog, 17-6, 17-8
Grafikumgebung, 18-4, 18-21
interaktiver, 3-10
Katalog STAT, 21-6, 21-7
MatrixWriter, 20-2
verlassen, 2-7
Umgebungshöchstwerte, A-6

Umkehrwert
der Variablen, 6-12
umschalten (ganzzahlige Binärwerte), 14-5
Umschalttasten
in Benutzermenüs, 15-4
Indikatoren, 2-6
Operation, 2-5
rückschalten, 2-6
vorgebracht, 1-3
umwandeln
algebraische in grafische Objekte, 16-3
algebraische Objekte in Zeichenketten, 16-4
Benutzereinheiten in Pixels, 19-10, 19-29
binär in reell, 14-5
Datum in eine Zahl, 24-19
Datum in eine Zeichenkette, 24-19
dezimal nach HMS, 9-11, 24-21
Einheiten, 1-49, 13-9, 13-10, 13-11, 13-12
Grade nach Radiant, 9-11
HMS nach dezimal, 9-11, 24-21
komplexe in reelle Felder, 20-16
komplexe in reelle Zahlen, 11-11, 11-12
Objekte in Grafiken, 19-31
Pixels in Benutzereinheiten, 19-10, 19-29
Radiant nach Graden, 9-11
reelle in komplexe Zahlen, 11-12
reell in binär, 14-5
Stackdisplays in Grafiken, 19-32
Temperatureinheiten, 13-19
Winkeleinheiten, 13-13
Zahlen in Brüche, 9-5
Zeichen während I/O, 33-6
Umwandlungen
benutzerdefinierte, 22-25
eingebaute, 22-12
Umwelthöchstwerte, A-6
unabhängige Variable
bestimmen, 1-36, 18-9, 19-6, 21-12
Plotbereich, 19-2
Werte vorhersagen, 21-13
unbekannte Variablen (auflösen), 17-13
ungebundener Speicher
Bibliotheken in, 34-25
erweitern, 34-11
Objekte bewegen nach, 34-15
Port 0, 34-12, 34-18
setzen, 34-18
Sicherungsobjekte in, 34-17
ungültige Syntax, A-2
UNITS. *Lesen Sie dazu* Maßeinheiten, Objekte mit Einheiten
UNITS Anwendungsprogramm, 13-1
UNITS Befehlsmenü, 13-1
UNITS Katalogmenü, 13-2, 13-9
Unterbrechung (seriell), 33-24
unterdefinierte Systeme, 20-21
Untermenüs, 1-10, 2-13
Unterprogramme
aktualisieren, 25-26
Einzelschrittausführung, 25-26
in Programmen, 25-5, 25-21
Operationen, 25-21
unterstreichen. *Lesen Sie dazu* Begrenzungszeichen

Unterverzeichnisse
Beschreibung, 7-2
erzeugen, 7-3
in Benutzermenüs, 15-2, 15-3
umschalten in, 7-5
USER Indikator, 2-3, 15-6
1USR Indikator, 2-3, 15-6

V

Variablen
Aktionen in Programmen, 25-2
alle löschen, 6-10, 7-6
anschauen, 1-35, 3-7, 17-14
Arithmetik, 6-11
auflösen nach Werten, 18-29
auswerten, 4-20, 6-4, 6-7, 6-8
auswerten verhindern, 6-7
benennen, 1-14, 6-1
Beschreibung, 1-14, 6-1
beschützen für I/O, 33-9, 33-13, 33-18
drucken, 32-5
duplizierter Name, 7-5
editieren, 1-16, 3-7, 6-6
erhöhen, 27-13
erzeugen, 1-14, 6-3, 6-4, 8-7
finden, 7-4, A-5
formale, 6-7, 8-2, 8-4
freigeben, 1-17
freigeben alle, 1-18
globale. *Lesen Sie dazu* globale Variablen
HP 48-Computer I/O, 33-13
HP 48-HP 48 I/O, 33-9
im VAR Menü neu ordnen, 6-9
in anderen Verzeichnissen, 7-5
in Benutzermenüs, 15-2
Inhalt ändern, 1-16, 6-6
Inhalt aufrufen, 6-5, 6-8
Inhalt verwenden, 1-15, 6-4
Inhalt wiederaufrufen, 1-15
in HP Solve aufrufen, 17-13, 17-19
in HP Solve speichern, 17-19
in Verzeichnisse aufteilen, 7-1
in Verzeichnissen, 7-3
Listen der, 6-9
lokale. *Lesen Sie dazu* lokale Variablen
löschen, 6-9
Menü der, 1-15, 6-3, 6-8
mit Variablen auswerten, 6-4
nach Objekttyp auflisten, 4-20
nach Werten auflösen, 1-32, 17-13
Namen, 4-5
Namen eingeben, 6-7
Namen mit Anführungszeichen, 6-7
Namen ohne Anführungszeichen, 6-7
Namen und Inhalt anzeigen, 6-8
Objekte speichern, 1-14, 1-15, 6-3, 6-6, 6-8
reservierte Namen, 6-2
REVIEW Kataloge, 6-8
Speicherraum benötigt, 5-2
symbolisch auflösen, 1-29, 22-1, 22-2, 22-3
Typen, 6-1
Typenzahl des gespeicherten Objekte, 4-19
unabhängige, 1-36, 18-9
verdeckte zeigen, 22-7

verringern, 27-13
Verzeichnisse in, 7-7
wahlweise auswerten, 22-7
Wiederherstellung nach Fehlern, 6-11
Varianz (Statistik), 21-10
VAR Menü
Beschreibung, 1-15
Menübeschreibung, 6-8
neu ordnen, 6-9
Verzeichnisse anzeigen, 7-3
zeigt Verzeichnisse an, 7-3
VECTR Menü, 9-11, 12-3, 12-14
Vektoren. *Lesen Sie dazu* Felder
Begrenzungszeichen, 12-4
Berechnungen, 12-8, 12-14, 20-11, 20-13
dargestellt, 12-1
eingeben, 12-4, 20-4, 20-6, 20-8
Feldtyp, 20-1
interne Darstellung, 12-3, 12-4
komplexe, 20-15
Koordinatenmodus, 12-1
Kreuzprodukte, 20-11
normiert, 12-4
Skalarprodukte, 20-11
und komplexe Zahlen, 11-13
Vektor mit Einheit, 12-8
verglichen mit dem HP 41, F-6
Winkel zwischen, 12-8
zerlegen, 12-6, 12-15
zusammenstellen, 12-5, 12-15
Vektoreneingaben, 31-50
Verabredungstermine, 24-5. *Lesen Sie dazu* Termine
Indikator, 1-52
reagieren auf, 1-53
setzen, 1-52
verdeckte Variablen, 22-7
Vereinfachungen, 8-5
Vereinigungen, 9-14
vergangene Zeit, 24-22
Vergleichsfunktionen, 26-2, 26-3
verwandeln
reelle in komplexe Felder, 20-16
Verzeichnispfade. *Lesen Sie dazu* aktuelles Verzeichnis, Pfad
Verzeichnisse
aktuelle Verzeichnisse, 7-1
als Objekte aufrufen, 7-7
Begrenzungszeichen, 7-7
Benutzermenü in, 15-3
Beschreibung, 7-1
den Pfad auswerten, 7-5
erzeugen, 7-3, 7-7
in Benutzermenüs, 15-2
in Variablen speichern, 7-3, 7-7
löschen, 7-6
mit Variablen auswerten, 6-4
Objekttyp, 4-10
Objekttypenzahl, 4-19
Pfad, 7-2
Pfad aufrufen, 7-3
Stackdisplay, 7-7
Stammverzeichnisse, 7-2
umschalten in, 7-5
Unterverzeichnisse, 7-2
Variablen, 7-4
zum Computer übertragen, 33-2
zum HP 48 übertragen, 33-2
Verzweigungsstrukturen
Bedingungsstrukturen, 26-5, 30-4
Programmelemente, 25-3

Programmschleifen, 27-1
voller Speicher, 5-6
Vorsicht, 1-3, 2-7

W

Wahrscheinlichkeitsrechnung, Befehle, 9-13, 21-22
wahr (Testergebnis), 26-1, 26-3
warten
  auf Ausgaben anzeigen, 29-20
  auf die Tastenfolge, 29-15, 29-16
Wartezeit (seriell), 33-24
Wartungsreparatur, A-2, A-20
"while" durchlaufen, 27-12
wiederaufrufen
  Benutzertastenbelegungen, 15-10
  Variablen, 1-15
wiederherstellen
  letzter Stack, 3-6
Winkel
  Berechnungen, 24-20
  dimensionslose Einheiten, 13-13, 13-16
  HMS Format, 9-11, 24-20
  umwandeln, 9-11
Winkelmodus
  ändern, 1-23, 9-9
  Beschreibung, 9-8
  Einfluß auf trigonometrische Funktionen, A-4
  für I/O, 33-27
  Indikatoren für, 2-3
  Wirkung auf komplexe Zahlen, 11-2
  Wirkung auf Polargrafiken, 19-17
  Wirkung auf trigonometrische Funktionen, 9-10
  Wirkung auf Vektoren, 12-3
WIREmodus, 33-4
Wissenschaftlicher Anzeigemodus, 2-16
Wobei-Funktion
  bei Integralen, 23-13
  im EquationWriter, 16-11
  Operation, 22-28
Wortgröße (binär)
  aufrufen, 14-2
  Bits verlieren, 14-2
  Bits verloren, 14-4
  Einstellung, 14-1
  testen, 26-3

X

XLIB Namen, 4-12, 4-19
XON/XOFF Quittungsbetrieb, 32-11, 33-22, 33-28

Z

Zahlen. *Lesen Sie dazu* ganzzahlige Binärwerte, komplexe Zahlen, Objekte, reelle Zahlen
  abkürzen, 9-16
  Aktionen in Programmen, 25-2
  Berechnungen, 1-18
  Bereich der reellen Werte, 4-2
  eingeben, 2-7
  Erscheinung, 1-23, 2-15, A-3
  exponentielle Form, 1-20
  interne Darstellung, 1-23, 2-15
  mit Einheiten, 1-47, 13-2
  ordnen, 31-15
  Potenzen, 2-8
  runden, 9-16
  umwandeln in Brüche, 9-5
  Zufall, 9-14

Zähler
negative Schritte, 27-5, 27-9, 27-13
Programmschleifen, 27-3, 27-4, 27-6, 27-8
zählen, 27-13
Zeichen
Alpha-Tastaturdiagramm, 2-9
drucken, 32-5, 32-8
eingeben, 1-11, 2-8, C-1
für ältere Drucker umsetzen, 32-2
Größe in Grafiken, 19-31
groß- und kleingeschrieben, 2-9, 2-10
im Drucker ansammeln, 32-9
in Zeichenketten, 4-7
I/O Übertragung, 33-6
kann nicht gedruckt werden, 32-2
Kennzeichen, 4-13, 4-14, C-1
Liste der, C-1
mit Akzenten, 2-11
nicht auf der Alpha-Tastatur, 32-8
Steuerung, 32-8, 32-11
"\" Übertragung, 33-8
umsetzen, 32-12, 32-13
umsetzen annullieren, 32-2
Zahl in der Druckzeile, 32-11
Zeichenketten
abgezählte Zeichenketten, 4-7
Aktionen in Programmen, 25-2
als Programmausgaben, 29-18
aus algebraischen Objekten erzeugen, 16-4
ausführen, 4-15
Begrenzungszeichen, 4-7
drucken, 32-5
Eingabe umwandeln in, 29-7
Größe der, 4-17
in Benutzermenüs, 15-2
in Objekte umwandeln, 4-17
Objekttyp, 4-7
Objekttypenzahl, 4-19
Teilketten, 4-16, 4-18
vereinen, 4-13
Zeichen ersetzen, 4-17
zum seriellen Port senden, 33-23
Zeichen mit Akzenten, 2-11
Zeiger (interaktiver Stack), 3-11
Zeilenabschluß (I/O), 32-12, 32-13
Zeilenvektoren, 20-2, 20-8
Zeit
als ticken, 24-21
anzeigen, 1-52, 15-13, 24-2
Berechnungen, 24-20
einstellen, 24-2
Format ändern, 1-50, 24-2, 24-21
HMS Format, 24-20
in Programmen stellen, 24-4
Optionen des Formats, 24-1
stellen, 1-51
vergangene Zeit, 24-22
verstellen, 24-3
zoomen, 18-25, 18-39
Zoomfaktor, 18-25
ZOOM Menü, 18-25
Zufallszahlen, 9-14
zu wenige Argumente, A-5
Zwischenlösungen
für HP Solve, 17-35
im Stack, 1-19, 3-3
zyklische Redundanzprüfung, 33-4, 33-28
Zylinderkoordinatenmodus, 11-2, 12-2

Unterstützung durch Hewlett-Packard

For Information über die Verwendung des Taschenrechners. Wenn Sie Fragen über die Verwendung des Taschenrechners haben, sollten Sie zunächst das Inhaltsverzeichnis, das Register und den Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" in Anhang A zu Rate ziehen. Falls das Handbuch keine befriedigende Antwort enthält, können Sie sich mit Ihrem Fachhändler oder dem HP-Support-Zentrum in Verbindung setzen:

Duetschland:	Österreich:	die Schweiz:
(2102) 441 133	(222) 2500 0	(062) 97 54 41

Kundendienst. Wenn Sie den Eindruck haben, daß Ihr Taschenrechner nicht ordnungsgemäß funktioniert, sollten Sie die Hinweise zur Fehlersuche und die Informationen zum Kundendienst in Anhang A konsultieren.

Teil 1: Grundlagen

1: Die ersten Schritte mit dem HP 48
2: Die Tastatur und das Display
3: Der Stack und die Befehlszeile
4: Objekte
5: Der Speicher
6: Variablen und das VAR Menü
7: Verzeichnisse
8: Näheres über algebraische Objekte

Teil 2: Grundfunktionen

9: Elementarmathematische Funktionen
10: Benutzerdefinierte Funktionen
11: Komplexe Zahlen
12: Vektoren
13: Umgang mit Maßeinheiten
14: Binäre Arithmetik
15: Benutzerspezifische Anpassung

Teil 3: Leistungsfunktionen

16: Der EquationWriter
17: HP Solve
18: Grafische Darstellungen und Funktionsanalyse
19: Zusätzliches über Plotten und Grafikobjekte
20: Felder
21: Statistik
22: Algebra
23: Infinitesimalrechnung
24: Uhrzeit, Termine und Datumsarithmetik

Teil 4: Programmierung

25: Grundlagen der Programmierung
26: Tests und Bedingungsstrukturen
27: Programmschleifen
28: Flags
29: Dialogprogramme
30: Fehlern eine Falle stellen
31: Weitere Programmierbeispiele

Teil 5: Drucken, Datenübertragung und Einsteckmodule

32: Drucken
33: Datenübertragung von und zum HP 48
34: Speicher, Einsteckkarten und Bibliotheken

Teil 6: Anhänge und Verzeichnisse

A: Unterstützung, Batterien und Wartung
B: Meldungen
C: Kennzeichen (Codes) des HP 48
D: Menüzahlen und Menükarten
E: HP 48 System-Flags
F: Vergleich zwischen dem HP 48 und dem HP 41
G: Verzeichnis der Operationen

HEWLETT PACKARD

Artikelnummer 00048-90007
2. Ausgabe
Deutsch
Printed in Spain 3/92