

Serie HP 48G Benutzerhandbuch



Konformitätsbescheinigung

Europa

Bescheinigung des Herstellers (gemäß ISO/IEC Richtline 22 und EN 45014)

Name des Herstellers: Anschrift des Herstellers:	Hewlett-Packard Co. Corvallis Division 1000 NE Circle Blvd. Corvallis, OR 97330	Singapore (PTE) Ltd. 72 Bendmeer Rd. 01/01-07/07 Singapore 1233
	versichert, daß die Prod	ukte:
Produktname:	Serie HP 48G Taschenre	chner
	den folgenden Produktb	estimmungen entspricht:
EMC:	CISPR 22:1985 / EN 55 IEC 801-2:1991 / prEN CD, 8 kV AD, IEC 801-3:1984 / prEN	022 (1988): Klasse B, 55024-2 (1992): 3 kV 55024-3 (1991): 3 V/m
Sicherheit:	IEC 950 (1986)+A1,A2/	EN 60950 (1988)+A1,A2

Quality Department Hewlett-Packard Company Corvallis Division

U.S.A.

Der HP 48 erzeugt und arbeitet mit hochfrequenten Signalen, was unter Umständen zu Störungen bei Rundfunk- und Fernsehempfang führen kann. Der HP 48 hält aber 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, ein.

Serie HP 48G Benutzerhandbuch



HP Teile-Nummer 00048-90127 Printed in Germany

2. Ausgabe

Hinweis

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 im Zusammenhang mit der Lieferung, Funktionsfähigkeit oder Verwendung dieses Handbuchs oder der darin enthaltenen Beispiele.

© Copyright Hewlett-Packard Company 1993. Alle Rechte vorbehalten. Bearbeitung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch Hewlett-Packard gestattet, soweit nicht durch das Urheberrecht erlaubt.

Die Programme, welche dieses Produkt steuern, sind urheberrechtlich geschützt, und alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung, Bearbeitung oder Übersetzung dieser Programme ist nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch Hewlett-Packard 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, solange dies 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.

Hewlett-Packard dankt den Mitgliedern des Education Advisory Committee (Dr. Thomas Dick, Dr. Lynn Garner, Dr. John Kenelly, Dr. Don LaTorre, Dr. Jerold Mathews und Dr. Gil Proctor) für ihre Unterstützung bei der Entwicklung dieses Produkts. Besonderer Dank gilt außerdem Donald R. Asmus, Scott Burke, Bhushan Gupta und seinen Studenten am Oregon Institute of Technology sowie Carla Randall und ihren AP-Calculus-Studenten.

Drucklegende

1.	Ausgabe	Juni	1993
2.	${\bf Ausgabe}$	Februar	1994

Inhalt

1.	Tastatur und Anzeige	
	Der Aufbau der Anzeige	1-1
	Statusbereich, Indikatoren und Meldungen	1-1
	Der Stack	1-3
	Die Befehlszeile	1-4
	Menüfelder	1-4
	Aufbau der Tastatur	1-5
	Anwendungsprogramme und Befehlsmenüs	1-6
	Cursortasten	1-8
	Die CANCEL-Taste	1-9
	Menüs: Tastatur-Erweiterungen	1-9
	Arbeiten mit Menüs	1-10
2.	Objekte anzeigen und bearbeiten	
	Eintippen von Zahlen	2-1
	Zeichen eintippen (die Alpha-Tastenbelegung)	2-2
	Eintippen von Sonderzeichen	2-4
	Objekte mit Begrenzungszeichen eingeben	2-6
	Verwendung der Befehlszeile	2-8
	Daten in der Befehlszeile sammeln	2-8
	Auswählen der Befehlszeilen-Eingabemodi	2-9
	Wiederherstellen von Befehlszeilen	2-11
	Anzeigen und Ändern von Objekten	2-11
	Verwendung des Menüs EDIT	2-13
3.	Der Stack	
	Verwenden des Stack für Berechnungen	3 - 1
	Durchführen von Berechnungen	3 - 1
	Handhabung des Stack	3-4
	Wiederaufrufen der letzten Argumente	3-6
	Wiederherstellen des letzten Stack-Zustands (UNDO)	3-6
	Der Interaktive Stack	3-7

	Stack-Befehlsmenü	3-12
4.	Betriebseinstellungen	
	Verwendung der Anwendung MODES	4-1
	Einstellen des Anzeigemodus	4-2
	Einstellen des Winkelmodus	4-3
	Einstellen des Koordinatenmodus	4-4
	Einstellen des Signaltons	4-6
	Einstellen der Uhrenanzeige	4-6
	Einstellen des Dezimalzeichens	4-6
	Verwendung der System-Flags	4-7
	Verwendung des Flag Browser	4-7
	Verwendung des Befehls-Untermenüs FLAG	4-8
	Benutzer-Flags	4-10
	MODES-Untermenüs	4-10
5.	Speicher	
	HOME: Variablen und Verzeichnisse	5 - 3
	Speichern von Variablen	5-4
	Die Anwendung Variable Browser	5-5
	Erstellen neuer Variablen	5-6
	Auswählen, Ändern und Aufrufen von Variablen	5-8
	Kopieren, Verschieben und Löschen von Variablen .	5 - 9
	Feststellen der Größe von Variablen	5 - 11
	Verwendung von Variablen: Das Menü VAR	5 - 12
	Definieren von Variablen	5 - 13
	Auswerten von Variablen	5 - 14
	Variablennamen mit Anführungszeichen und formale	
	Variablen	5 - 15
	Spezielle Speicheroperationen	5 - 17
	System anhalten	5 - 17
	Speicher-Reset	5 - 19
	Wenig Speicherplatz	5 - 20
6.	Eingabemasken	
	Eingabemasken	6-1
	Felder in Eingabemasken auswählen	6-2
	Eingeben von Daten in Eingabemasken	6-3
	Optionen in Eingabemasken auswählen	6-4
	Weitere Operationen in Eingabemasken	6-5
	Beenden der Dateneingabe in einer Eingabemaske	6-7
	Befehle in Eingabemasken	6-8

7.	Der EquationWriter	
	Der Aufbau der Anwendung EquationWriter	7-2
	Aufstellen von Gleichungen	7-3
	Gleichungen eingeben	7-3
	Steuern impliziter Klammern	7-7
	Equation Writer-Beispiele	7-8
	Gleichungen ändern	7-10
	Andern mit Teilausdrücken	7-11
	Zusammenfassung der Operationen des EquationWriter	7-14
8.	Der MatrixWriter	
	Die Anzeige von Feldern auf dem HP 48	8-1
	Felder eingeben	8-2
	Felder ändern	8-5
	MatrixWriter-Operationen	8-5
9.	Grafikobjekte	
	Die PICTURE-Umgebung	9-2
	Verwendung des Picture-Editor	9-2
	Pixel ein- und ausschalten	9-3
	Hinzufugen von Elementen mit der Grafikumgebung .	9-3
	Andern und Loschen einer Grafik	9-4
	Speichern und Anzeigen von Grafikobjekten	9-7
	Koordinaten von Grafikobjekten	9-8
	Grafikobjekte - Befehle	9-9
10.	Einheitenobjekte	
	Übersicht über die Anwendung "Units"	10-1
	Einheiten und Einheitenobjekte	10-2
	Das UNITS-Katalogmenü	10-3
	Erstellen eines Einheitenobjekts	10-3
	Einheiten-Präfixe	10-5
	Umwandeln von Einheiten	10-7
	Verwendung des UNITS-Katalogmenüs	10-7
	Verwendung von CONVERT	10-7
	Verwendung von UBASE (für SI-Basiseinheiten)	10-8
	Umwandeln von Winkelmaßen	10-8
	Rechnen mit Einheiten	10 - 9
	Einheitenausdrücke in Faktoren zerlegen	10-11
	Verwendung von Einheitenobjekten in algebraischen	
	Ausdrücken	10-11
	Arbeiten mit Temperatureinheiten	10 - 12

	Umwandeln von Temperatureinheiten	10 - 12
	Rechnen mit Temperatureinheiten	10-13
	Erzeugen benutzerdefinierter Einheiten	10-16
	Weitere Befehle für Einheitenobjekte	10-17
11.	Verwendung mathematischer Funktionen	
	Vorprogrammierte Funktionen und Befehle	11-1
	Ausdrücken von Funktionen: Algebraische Syntax	11-2
	Ausdrücken von Funktionen: Stack-Syntax	11-3
	Ausdrücke und Gleichungen	11-4
	Symbolische Konstanten	11-4
	Steuern der Auswertung symbolischer Konstanten	11-5
	Verwendung vorprogrammierter mathematischer	
	Funktionen	11-6
	Benutzerdefinierte Funktionen	11-8
	Erstellen einer benutzerdefinierten Funktion	11-8
	Ausführen einer benutzerdefinierten Funktion	11-9
	$ Verschachteln \ benutzer definierter \ Funktionen \ . \ . \ .$	11-10
19	Funktionon wit reallon und komplexen Zahlen	
14.	FUNKLIONEN NUL FEENEN NOOL KOMMEXEN ZAMEN	
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung	19_1
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische	12-1
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen	12-1
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen	12-1 12-1 12-2
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen	12-1 12-1 12-2 12-2
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hunerholische Funktionen	12-1 12-1 12-2 12-2
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik	12-1 12-1 12-2 12-2 12-3 12-4
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen	$12-1 \\ 12-1 \\ 12-2 \\ 12-2 \\ 12-3 \\ 12-4 \\ 12-5 \\ $
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen . Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Berechnung von Teststatistiken Funktionen mit reellen Zahlen	$12-1 \\ 12-1 \\ 12-2 \\ 12-2 \\ 12-3 \\ 12-4 \\ 12-5 \\ 12-7 \\ $
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Berechnung von Teststatistiken Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung	12-1 $12-1$ $12-2$ $12-2$ $12-3$ $12-4$ $12-5$ $12-7$ $12-7$
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Berechnung von Teststatistik Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung Prozentfunktionen	12-1 12-2 12-2 12-3 12-4 12-5 12-7 12-7
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung Weitere Funktionen mit reellen Zahlen	12-1 $12-1$ $12-2$ $12-3$ $12-4$ $12-5$ $12-7$ $12-7$ $12-9$ $12-10$
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Berechnung von Teststatistik Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung Weitere Funktionen mit reellen Zahlen Komplexe Zahlen	12-1 $12-1$ $12-2$ $12-3$ $12-4$ $12-5$ $12-7$ $12-7$ $12-9$ $12-10$ $12-12$
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Berechnung von Teststatistik Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung Weitere Funktionen mit reellen Zahlen Komplexe Zahlen	12-1 12-2 12-2 12-3 12-4 12-5 12-7 12-7 12-9 12-10 12-12 12-12
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Berechnung von Teststatistiken Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen mit reellen Zahlen Weitere Funktionen mit reellen Zahlen Komplexe Zahlen Anzeigen komplexer Zahlen	12-1 12-2 12-2 12-3 12-4 12-5 12-7 12-7 12-7 12-9 12-10 12-12 12-12 12-12
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Berechnung von Teststatistiken Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen mit reellen Zahlen Weitere Funktionen mit reellen Zahlen Komplexe Zahlen Anzeigen komplexer Zahlen Eingeben komplexer Zahlen Berechnungen mit komplexen Besultaten	12-1 12-2 12-2 12-3 12-4 12-5 12-7 12-7 12-7 12-9 12-10 12-12 12-12 12-13 12-14
	Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen Exponential- und logarithmische Funktionen Trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen Hyperbolische Funktionen Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik Berechnung von Teststatistiken Funktionen mit reellen Zahlen Funktionen zur Winkelumwandlung Weitere Funktionen mit reellen Zahlen Komplexe Zahlen Anzeigen komplexer Zahlen Eingeben komplexer Zahlen Weitere Befehle für komplexe Resultaten	12-1 12-2 12-2 12-3 12-4 12-5 12-7 12-7 12-9 12-10 12-12 12-12 12-13 12-14

13.	Vektoren und Umformungen		
	Anzeigen von 2D- und 3D-Vektoren		13 - 1
	Eingeben von 2D- und 3D-Vektoren		13 - 3
	Befehle zum Rechnen mit Vektoren		13-4
	Beispiele: Rechnen mit 2D- und 3D-Vektoren		13 - 5
	Schnelle Fourier-Transformationen	•	13-7
14.	Matrizen und lineare Algebra		
	Erstellen und Zusammensetzen von Matrizen		14-1
	Zerlegen von Matrizen		14-4
	Einfügen von Zeilen und Spalten		14-5
	Extrahieren von Zeilen und Spalten	•	14-6
	Vertauschen von Zeilen und Spalten		14-7
	Extrahieren und Ersetzen von Matrix-Elementen		14-7
	Charakterisieren von Matrizen		14-8
	Umformen von Matrizen		14-11
	Rechnen mit Matrix-Elementen		14 - 12
	Verwenden von Feldern und Feldelementen in		
	algebraischen Ausdrücken		14 - 13
	Umwandeln komplexer Matrizen		14 - 15
	Matrix-Lösungen für lineare Gleichungssysteme		14 - 16
	Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen		14-18
	Bestimmen der Genauigkeit einer Matrix-Lösung		14-19
	Gaußsche Elimination und elementare		
	Zeilen-Operationen		14-20
	Weitere Punkte zur linearen Algebra	•	14-23
15.	Binäre Arithmetik und Zahlenbasen		
	Binäre Ganzzahlen und Zahlenbasen		15 - 1
	Verwendung Boolscher Operatoren		15-4
	Arbeiten mit Bits und Bytes	•	15-5
16.	Datum, Uhrzeit und Brucharithmetik		
	Rechnen mit Kalenderdaten		16-1
	Rechnen mit der Uhrzeit		16-3
	Rechnen mit Brüchen	•	16-5

17. Listen und Folgen

	Erstellen von Listen	17-1
	Listenverarbeitung	17-2
	Listenverarbeitung mit Befehlen mit mehreren	
	Argumenten	17-3
	Anwenden einer Funktion oder eines Programms auf	
	eine Listen (DOLIST)	17-4
	Rekursives Anwenden einer Funktion auf eine Liste	17-6
	Bearbeiten von Listen	17-7
	Folgen	17-8
18.	Gleichungen lösen	
	Lösen einer Gleichung nach einer unbekannten Variablen	18-1
	Interpretieren der Ergebnisse	18-4
	Optionen beim Lösen	18-6
	SOLVR: Eine weitere Lösungsumgebung	18-7
	Weitere Optionen in der Umgebung SOLVR	18 - 9
	Berechnen aller Lösungen eines Polynoms	18-11
	Lösen eines linearen Gleichungssystems:	18-12
	Verwendung des Finanzlösers	18-14
	Berechnen von Amortisationen	18-21
19.	Differentialgleichungen	
	Lösen von Differentialgleichungen	19-1
	Lösen des Standard-Anfangswertproblems	19-2
	Lösen eines steifen Anfangswertproblems	19-4
	Lösen einer Differentialgleichung in Vektordarstellung	19-5
	Plotten der Lösungen für Differentialgleichungen	19-7
	Plotten einer steifen Differentialgleichung	19-10
	Plotten einer Phasenebene für eine Lösung in	
	$Vektordarstellung \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	19-13
20.	Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung	
	Integration	20-1
	Numerische Integration	20-1
	Der Genauigkeitsfaktor und die	
	${\bf Integration sunsicher heit} $	20-6
	Symbolische Integration	20-8
	Differentiation	20-10
	Erstellen benutzerdefinierter Ableitungen	20-11
	Implizite Differentiation	20 - 12
	Näherungswerte für Taylorpolynome	20 - 13

	Bestimmen symbolischer Lösungen für Gleichungen	20 - 15
	Isolieren einer einzelnen Variablen	20 - 15
	Lösen quadratischer Gleichungen	20 - 16
	Berechnen der allgemeinen und der Hauptlösung	20 - 17
	Anzeigen verdeckter Variablen	20-18
	Neuordnen symbolischer Ausdrücke	20-19
	Bearbeiten ganzer Ausdrücke	20 - 19
	Bearbeiten von Teilausdrücken	20-20
	Erstellen benutzerdefinierter Umformungen	20-31
	Unbestimmte Integrale	20-34
21.	Statistik und Datenanalyse	
	Eingeben von Statistikdaten	21 - 1
	Editieren von Statistikdaten	21 - 5
	Berechnen von Statistikfunktionen mit einer Variablen .	21-7
	Generieren einer Häufigkeitsstatistik	21-9
	Anpassen eines Modells an einen Datensatz	21 - 11
	Ausführen von Summenstatistik	21 - 13
	Verwenden der reservierten Variablen PAR \ldots .	21-14
22.	Plotten	
	Verwendung der Anwendung PLOT	22 - 1
	Cursor-Koordinaten: Standard- und TRACE-Modus	22-4
	Tastenbelegung in der PICTURE-Umgebung	$\simeq 22$ -5
	Anwendung der Zoom-Funktionen	22 - 8
	Festlegen der Zoom-Standardwerte	22 - 8
	Auswählen eines Zooms	22 - 9
	Analysieren von Funktionen	22 - 11
	Beschreibung der reservierten PLOT-Variablen	22 - 14
	EQ	22 - 14
	DAT	22 - 14
	ZPAR	22 - 15
	PPAR	22 - 15
	VPAR	22 - 16
	PAR	22 - 18

23.	Plot-Typen	
	Function-Plots (Funktionsdiagramme)	23 - 1
	Polar-Plots (Polarkoordinaten-Diagramme)	23 - 5
	Parametric-Plots (Parameterdarstellungen)	23-8
	Diff Eq-Plots (Differentialgleichungs-Diagramme)	23 - 12
	Conic-Plots (Kegelschnitt-Diagramme)	23 - 13
	Truth-Plots (Wahrheitswert-Diagramme)	23 - 16
	Statistik-Plots	23 - 20
	Histogram-Plots (Histogramme)	23 - 21
	Bar-Plots (Balkendiagramme)	23 - 22
	Scatter-Plots (Streuungs-Diagramme)	23 - 24
	Plotten von Funktionen zweier Variablen	23 - 25
	Stichprobengitter	23 - 25
	Ausgabegitter	23 - 26
	Slopefield-Plots (Steigungsfeld-Diagramme)	23-30
	Wireframe-Plots (Drahtgitter-Diagramme)	23-33
	Pseudo-Contour-Plots (Pseudo-Kontur-Diagramme)	23-36
	Y-Slice-Plots (Y-Scheiben-Darstellung)	23-38
	Gridmap-Plots (Gitterzuordnungs-Diagramm)	23 - 40
	Pr-Surface-Plots (Parametrische Flächendarstellung) .	23-42
24	Spezielle Plot-Optionen	
- 11	Beschriften und Positionieren der Achsen	24-1
	Plotten von Programmen und benutzerdefinierten	
	Funktionen	24-2
	Plothereich und Anzeigebereich	24-3
	Sichern und Abrufen von Plots	24-6
25.	Die Gleichungsbibliothek	
	Lösen einer Aufgabe mit der Gleichungsbibliothek	25 - 1
	Anwendung der Solver-Lösungsroutine	25-2
	Belegung der Menütasten	25 - 3
	Blättern in der Gleichungsbibliothek	25-4
	Anzeigen von Gleichungen	25-5
	Anzeigen von Variablen und Auswählen der Einheiten	25-5
	Anzeigen des Bildes	25-6
	Anwendung des Multiple-Equation Solver	25-7
	Definieren eines Gleichungssystems	25 - 10
	Interpretieren der vom Multiple Equation Solver	
	gelieferten Ergebnisse	25 - 12
	Die Verwendung der Konstantenbibliothek	25 - 14
	Minensuchspiel	25 - 17

Inhalt-8

	Benutzerdefinierte Einheiten	25-18
26.	Uhrfunktionen	
	Verwendung der Uhr (Datum und Uhrzeit)	26 - 1
	Einstellen des Alarms	26-2
	Bestätigen eines Alarms	26-4
	Anzeigen und Bearbeiten eines Alarms	26-6
27.	Daten übertragen und drucken	
	Übertragen von Daten zwischen zwei	
	HP-48-Taschenrechnern	27-1
	Drucken	27-2
	Konfigurieren des Druckers	27-3
	Ausführen von Druckjobs	27-4
	Übertragen von Daten zwischen dem HP 48 und einem	
	Computer	27-7
	Vorbereiten des Computers und des HP 48	27-7
	Verwendung von Kermit	27 - 10
	Übertragen von Variablen mit Kermit	27 - 11
	Auswahl und Verwendung von Dateinamen	27 - 13
	Sichern des Speicherinhalts des HP 48	27 - 13
	Senden von Kermit-Befehlen	27-15
	Verwendung von XMODEM	27 - 16
	Verwendung anderer serieller $\ddot{\mathrm{U}}$ bertragungsprotokolle .	27-18
28.	Bibliotheken, Ports und Einsteckkarten	
	Port-Speicher und Karten-Steckplätze	28 - 1
	Port 0	28 - 2
	Karten-Steckplatz 1	28-2
	Karten-Steckplatz 2	28-3
	Verwendung von Sicherungsobjekten	28-3
	Sichern des gesamten Speichers	28-6
	Verwendung von Bibliotheken	28-7
	Einsetzen und Entnehmen von Einsteckkarten	28 - 10
	Erweitern des Benutzerspeichers mit	
	RAM-Einsteckkarten	28 - 17

29.	Programmierung des HP 48	
	Grundlagen der Programmierung	29-1
	Der Inhalt eines Programms	29-2
	Berechnungen in einem Programm	29-4
	Strukturiertes Programmieren	29-5
	Eingeben und Ausführen von Programmen	29-6
	Anzeigen, Fehlerbehebung und Editierung von	
	Programmen	29 - 9
	Verwendung von Programmierstrukturen	29-11
	Bedingungsstrukturen	29-11
	Schleifenstrukturen	29 - 13
	Fehlerverzweigungsstrukturen	29-16
	Verwendung von lokalen Variablen	29-17
	Erstellen von lokalen Variablen	29 - 18
	Auswerten von lokalen Namen	29 - 19
	Verwendung von lokalen Variablen in Subroutinen	29-20
	Lokale Variablen und benutzerdefinierte Funktionen .	29-20
	Untersuchung der Programme im Verzeichnis	
	EXAMPLES	29-21
	Verwendung von HP 48S/SX-Programmen mit dem	
	HP 48G/GX	29-23
	Weitere Informationsquellen	29-24
30.	Konfigurierung des HP 48	
	Benutzermenüs	30 - 1
	Erweitern der Benutzermenüs	30-3
	Konfigurieren der Tastatur	30 - 5
	Benutzermodi	30 - 5
	Zuweisen und Freigeben von Benutzertasten	30 - 5
	Sperren von Benutzertasten	30-7
	Abrufen und Editieren von Benutzertasten-	
	Zuweisungen	30-8
А.	Unterstützung, Batterien und Service	
	Antworten auf häufige Fragen	A-1
	Umgebungsbedingungen	A-4
	Wann müssen Batterien ausgewechselt werden?	A-5
	Auswechseln der Batterien	A-6
	Betrieb des Taschenrechners überprüfen	A-10
	Selbsttest	A-12
	Tastaturtest	A-13
	Port-RAM-Test	A-14

IR-Schleifentest			A-15
Serieller Schleifentest			A-16
Eingeschränkte Gewährleistung von einem Jahr	•		A-17
Wenn der Taschenrechner gewartet werden muß			A-1 9

B. Fehlermeldungen

- C. Menüs
- D. System-Flags
- E. Tabelle der Einheiten
- F. Tabelle der vorprogrammierten Gleichungen
- G. Verzeichnis der Operationen
- H. Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle

Stichwortverzeichnis

•

Tastatur und Anzeige

Der Aufbau der Anzeige

Für die meisten Operationen ist die Anzeige in drei Abschnitte gegliedert, wie in der folgenden Abbildung gezeigt. Diese Konfiguration heißt *Stack-Anzeige*. Die einzelnen Abschnitte der Anzeige werden im folgenden beschrieben.



Statusbereich, Indikatoren und Meldungen

Im Statusbereich werden folgende Informationen angezeigt:

- Indikatoren zeigen den Status des Rechners an.
- Der aktuelle Verzeichnispfad heißt < HOME >, wenn Sie den Rechner zum ersten Mal einschalten. Verzeichnisse unterteilen den Speicher in einzelne Abschnitte, so wie Akten in einem Aktenschrank in verschiedene Ordner unterteilt sind. Verzeichnisse werden in Kapitel 5 behandelt.
- Meldungen werden angezeigt, wenn in Ihrem Rechner ein Fehler auftritt. Außerdem können Meldungen zusätzliche Informationen zum effektiveren Einsatz des Rechners enthalten.

Die folgende Tabelle beschreibt die Indikatoren. Die ersten sechs Indikatoren erscheinen am oberen Rand der Anzeige, die übrigen sowie der Verzeichnispfad werden im gleichen Anzeigebereich wie die Meldungen angezeigt. Bei der Anzeige von Meldungen werden Indikatoren und der Verzeichnispfad ausgeblendet; wenn Sie die Meldung löschen, werden die Indikatoren und der Pfad wieder angezeigt.

1



Indikatoren

Symbol	Bedeutung
۵	Umschaltung links ist aktiv (Sie haben 🕤 gedrückt).
	Umschaltung rechts ist aktiv (Sie haben 🕞 gedrückt).
α	Die Alpha-Tastatur ist aktiv (Sie können Buchstaben und andere Zeichen eingeben).
((*))	(Alarm) Sie haben einen Termin, oder die Batterie ist verbraucht. Weitere Informationen enthält die Meldung im Statusbereich. Wenn keine Meldung angezeigt wird, schalten Sie den Rechner aus und wieder ein, um die Meldung mit der Ursache des Alarms anzuzeigen.)
×	Belegt - es kann momentan keine neue Eingabe verarbeitet werden. (Der Rechner kann jedoch bis zu 15 Tastenanschläge speichern und nach Abschluß der momentanen Operation verarbeiten.)

Symbol	Bedeutung		
»	Es werden bei Bedarf Daten an ein externes Gerät übertragen.		
RAD	Der Winkelmodus "Radiant" ist aktiv.		
GRAD	Der Winkelmodus "Gon" ist aktiv.		
R∡Z	Der Modus für Polar/Zylinderkoordinaten ist aktiv.		
RZZ	Der Modus für Polar/Kugelkoordinaten ist aktiv.		
HALT	Die Ausführung eines Programms wurde unterbrochen.		
12345	Die angezeigten Benutzer-Flags wurden gesetzt.		
1USR	Die benutzerdefinierte Tastaturbelegung ist für eine Operation aktiv.		
USER	Die benutzerdefinierte Tastaturbelegung ist so lange aktiv, bis Sie 🕤 (USR) drücken.		
ALG	Der algebraische Eingabemodus ist eingeschaltet.		
PRG	Der Modus für die Programmeingabe ist eingeschaltet.		

Indikatoren (Forts.)

Der Stack

Der Stack ist eine Folge von Speicherplätzen für Zahlen und andere Objekte. Der Stack besteht aus verschiedenen Ebenen; jedes Objekt im Stack entspricht einer Stack-Ebene. Die Anzahl der Ebenen ändert sich mit der Anzahl der gespeicherten Objekte; sie kann zwischen Null und mehreren Hundert betragen.

Wenn Sie Zahlen oder Objekte im Stack ablegen, vergrößert sich der Stack entsprechend: Die neuen Daten wandern in Ebene 1, die älteren Objekte werden in die höheren Ebenen verschoben. Wenn Sie Daten aus dem Stack abrufen, wird die Anzahl der Ebenen reduziert; die Daten rutschen eine Ebene nach unten.

Die Stack-Anzeige enthält die Stack-Ebene 1 und bis zu drei weitere Ebenen. Die höheren Ebenen werden im Speicher bereitgehalten, aber normalerweise nicht angezeigt. 1

Weitere Informationen über den Stack und die Befehlszeile finden Sie unter "Verwenden des Stack für Berechnungen" auf Seite 3-1.

Die Befehlszeile

1

Die Befehlszeile wird angezeigt, wenn Sie eine Eingabe machen oder Text ändern. Die Stack-Zeilen werden nach oben verschoben, um Platz für die neue Eingabe zu machen. Wenn Sie mehr als 21 Zeichen eingeben, "rollen" die links stehenden Zeichen aus dem Bild, und es erscheinen drei Auslassungspunkte (...), die anzeigen, daß sich "weiter links" noch mehr Daten befinden.

Die Befehlszeile ist eng mit dem Stack verbunden. Sie wird zur Eingabe oder zur Bearbeitung von Daten und deren Verarbeitung verwendet; das Ergebnis wird dann wieder im Stack abgelegt.

Wenn Sie die Befehlszeile nicht mehr verwenden, wird die Stack-Anzeige wieder nach unten in den Befehlszeilenbereich verschoben.

Weitere Informationen über den Stack und die Befehlszeile finden Sie unter "Verwendung der Befehlszeile" auf Seite 2-8.

Menüfelder

Die Menüfelder am unteren Rand der Anzeige kennzeichnen die den sechs weißen Menütasten am oberen Rand der Tastatur zugeordneten Operationen. Die Belegung ändert sich, wenn Sie ein anderes Menü auswählen. Ausführliche Hinweise zur Verwendung der Menüs finden Sie unter "Arbeiten mit Menüs" auf Seite 1-10.

Aufbau der Tastatur

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

- Die Haupttastenbelegung entspricht dem Aufdruck auf der Tastenoberseite, so sind z. B. die Tasten +, (7), ENTER, (TAN) und in der Haupttastenbelegung enthalten.
- Die links umgeschaltete Tastenbelegung wird durch Drücken der violetten Taste aktiviert. Die Bedeutung der links umgeschalteten Tasten ist oberhalb bzw. links oberhalb der Hauptbelegung violett aufgedruckt. Um beispielsweise die Funktion ASIN auszuführen, drücken Sie die Taste und anschließend die Taste SIN.
- Die rechts umgeschaltete Tastenbelegung wird durch Drücken der grünen Taste rechts aktiviert. Die Bedeutung der rechts umgeschalteten Tasten ist oberhalb bzw. rechts oberhalb der Hauptbelegung grün aufgedruckt. Um beispielsweise die Funktion LN auszuführen, drücken Sie die Taste recht und anschließend dieTaste <math>1/x.
- Die Alpha-Tastenbelegung wird durch Drücken der Taste α aktiviert. Die Bedeutung der Alpha-Tasten ist rechts neben der Haupttastenbelegung weiß aufgedruckt. Die Alpha-Tasten sind ausschließlich Großbuchstaben. Um beispielsweise ein "N" zu erzeugen, drücken Sie α und anschließend STO. Wenn die Alpha-Tastenbelegung aktiv ist, wird der Indikator α angezeigt. Auf dem Ziffernblock können weiterhin Zahlen eingegeben werden.
- Die links umgeschaltete Alpha-Tastenbelegung wird durch aufeinanderfolgendes Drücken der Tasten @ und ④ aktiviert. Diese Tastenbelegung enthält Kleinbuchstaben und einige Sonderzeichen. Die links umgeschaltete Alpha-Belegung ist auf der Tastatur nicht aufgedruckt. Um beispielsweise ein "n" zu erzeugen, drücken Sie @, dann ④ und anschließend STO.
- Die rechts umgeschaltete Alpha-Tastenbelegung wird durch aufeinanderfolgendes Drücken der Tasten @ und r aktiviert. Diese Tastenbelegung enthält griechische Buchstaben und weitere Sonderzeichen. Die rechts umgeschaltete Alpha-Belegung ist auf der Tastatur nicht aufgedruckt. Um beispielsweise den Buchstaben λ zu erzeugen, drücken Sie @, dann r und anschließend \fbox{NXT} .

1

Die Alpha-Tastenbelegungen (normal und umgeschaltet) sind auf Seite 2-3 dargestellt. Beachten Sie, daß Sie alle auf dem HP 48 anzeigbaren Zeichen auch mit der Anwendung CHARS darstellen können (siehe Seite 2-4).



Wenn Sie eine der Tasten 🕤 (linke Umschalttaste) oder 🍙 (rechte Umschalttaste) drücken, wird der Indikator 🔄 bzw. 🍙 angezeigt.

Aufheben der Umschaltung:

1

- Um die Umschaltung wieder aufzuheben, drücken Sie die entsprechende Umschalttaste noch einmal.
- Um zu einer anderen Umschaltung zu wechseln, drücken Sie die gewünschte Umschalttaste.

Anwendungsprogramme und Befehlsmenüs

Über manchen Tasten sind Belegungen für die rechte und linke Umschaltung aufgedruckt, über anderen dagegen nur eine Belegung für eine der beiden Umschaltungen.

Tasten, die nur grüne Beschriftungen haben, sind Anwendungstasten. Mit diesen Tasten können bestimmte Anwendungsprogramme mit speziellen Benutzeroberflächen aufgerufen werden, die den Umgang mit diesen Programmen erleichtern. Auf dem HP 48 stehen zwölf Anwendungstasten zur Verfügung:

(CHARS)	Zeigt einen Katalog aller 256 Zeichen des HP 48 an
	(siehe Kapitel 2).
	Zugriff auf mehr als 300 wissenschaftliche
	Gleichungen, Diagramme und Variablengruppen,
	40 physikalische Konstanten und den vielseitigen
	Gleichungslöser (siehe Kapitel 25).
	Ermöglicht den Datenaustausch zwischen dem
	HP 48 und Druckern, Computern und anderen
	HP 48-Systemen (siehe Kapitel 27).
(LIBRARY)	Zugriff auf Befehle und Programme auf Einsteckkarten
	und im Port-Speicher (siehe Kapitel 28).
(MEMORY)	Zugriff auf die Anwendung Variable Browser zum
	Organisieren und Verwalten von gespeicherten
	Variablen (siehe Kapitel 5).
(MODES)	Zugriff auf den Modus-Bildschirm des Rechners und
	auf den "Flag Browser" (Siehe Kapitel 4).
PLOT)	Zugriff auf die Anwendung PLOT und die 15
	Plot-Typen (siehe Kapitel 22, 23 und 24).
(SOLVE)	Zugriff auf die Anwendung SOLVE und die fünf
	Funktionen zum Lösen von Gleichungen (siehe Kapitel
	18).
(F) (STACK)	Zugriff auf den Interaktiven Stack (siehe Kapitel 3).
(F) (STAT)	Zugriff auf die Anwendung STAT (Statistik) und
	deren Funktionen zur Datenanalyse (siehe Kapitel 21).
(F) (SYMBOLIC)	Zugriff auf die Funktionen der symbolischen Algebra
	und der Infinitesimalrechnung des HP 48 (siehe
	Kapitel 20).
	Zugriff auf den Alarm Browser den HP 48 und die
	Funktionen zum Einstellen der Uhr (siehe Kapitel 26).

Für alle diese Anwendungen steht auch eine links umgeschaltete Version zur Verfügung, die das entsprechende Befehlsmenü für diese Anwendung anzeigt. So wird z. B. mit der Tastenkombination (STAT) ein Befehlsmenü für die statistische Datenanalyse angezeigt.

Befehlsmenüs stellen eine einfache Möglichkeit dar, Befehle in Programme einzubinden. Mit Hilfe von Befehlsmenüs können Funktionen auch aus der Stack-Anzeige verwendet werden, ohne die entsprechende Anwendung aufzurufen. 1

Cursortasten

1

Das Verhalten der sechs Cursortasten ist davon abhängig, ob momentan ein *Cursor* angezeigt wird oder nicht. Wird ein Cursor angezeigt, können die Cursortasten wie folgt verwendet werden:

Taste	nicht umgeschaltet	rechts umgeschaltet
٩	Bewegt den Cursor nach links.	Bewegt den Cursor an den Anfang.
	Bewegt den Cursor nach rechts.	Bewegt den Cursor an das Ende.
	Bewegt den Cursor nach unten.	Bewegt den Cursor an den unteren Rand (das Ende).
	Bewegt den Cursor nach oben.	Bewegt den Cursor an den oberen Rand (den Anfang)
DEL	Löscht das Zeichen an der Cursorposition.	Löscht alle Zeichen von der Cursorposition bis zum Ende.
•	Löscht das Zeichen vor dem Cursor.	Löscht alle Zeichen vom Anfang bis zur Cursorposition.

Das Verhalten der Cursortasten

Wenn kein Cursor angezeigt wird, haben diese sechs Tasten die durch die farbige Beschriftung über der Taste angegebene Funktion:

- (oder (PICTURE)) zeigt das aktuelle Bild an.
- (oder SWAP) tauscht die Objekte der Stack-Ebenen 1 und 2 gegeneinander aus.
- (oder STACK) startet den Interaktiven Stack.
- (oder VIEW) bringt das Objekt aus der Stack-Ebene 1 in den jeweils besten Anzeigemodus (siehe Seite 2-11).
- **DEL** (oder CLEAR) löscht den Stack.
- (oder (DROP)) entfernt das Objekt der Ebene 1 aus dem Stack.

Die CANCEL-Taste

Wenn der HP 48 eingeschaltet ist, wird die Taste ON zur CANCEL Taste. Im allgemeinen bricht CANCEL den aktuellen Vorgang ab und bietet somit einen Ausweg aus unerwarteten Situationen und die Möglichkeit, einen neuen Vorgang zu beginnen.

Anhalten des Rechners:

- Drücken Sie zum Löschen der Befehlszeile die Taste (CANCEL).
- Drücken Sie zum Verlassen einer speziellen Umgebung und zum Wiederherstellen der Stack-Anzeige die Taste (CANCEL).
- Drücken Sie zum Anhalten eines laufenden Programms die Taste CANCEL.

Menüs: Tastatur-Erweiterungen

Der HP 48 kennt hunderte von Funktionen und vorprogrammierten Befehlen, auf die mit Hilfe von Menüs zugegriffen werden kann.

Ein Menü ist ein Satz von Operationen, die für die sechs leeren Menütasten am oberen Rand der Tastatur definiert wurden. Die jeweiligen Belegungen dieser Tasten werden in den Menüfeldern am unteren Rand der Anzeige beschrieben.



Manche Menüs haben mehrere Sätze von Feldern, sogenannte Seiten. Wenn über der linken Ecke eines Menüfelds ein Strich (wie ein Reiter in einem Hängeordner) angezeigt wird, wird über die Auswahl dieses Menüfelds ein weiterführendes Untermenü angezeigt.

Arbeiten mit Menüs

1

Anzeigen eines Menüs:

- 1. Drücken Sie die dem gewünschten Menü entsprechende(n) Taste(n).
- 2. Menüs mit mehr als sechs Einträgen sind auf zwei oder mehr Seiten verteilt. Wechseln Sie, wenn nötig, zu der gewünschten Menüseite:
 - Rufen Sie mit (NXT) die folgende Seite auf.
 - Rufen Sie mit (PREV) die vorige Seite auf.

Wenn Sie über die letzte Menüseite hinausblättern, wird wieder die erste Seite angezeigt.

Wenn Sie in ein anderes Menü wechseln wollen, drücken Sie einfach die Taste(n) für das gewünschte Menü. Sie brauchen das aktuelle Menü nicht erst zu verlassen.

Anzeigen des vorigen Menüs:

Drücken Sie (MENU).

Es kann vorkommen, daß Sie vorwiegend mit einem Menü arbeiten und zwischendurch Befehle aus einem anderen Menü benötigen. Beispiel: Sie arbeiten in der zweiten Seite des Menüs SYMBOLIC und wollen einen Befehl verwenden, der in der zweiten Seite des Menüs MTH PROB enthalten ist.

Wenn Sie von einem Menü in ein anderes wechseln, speichert der HP 48 die Kennung und die Seitennummer des zuletzt verwendeten Menüs. Durch Drücken von (MENU) (oberhalb der Taste (NXT)) können Sie zu dem vorigen Menü zurückkehren. Menüs, die ausschließlich aus Verweisen auf Untermenüs bestehen (wie z. B. die Menüs MTH und PRG), werden nicht als "voriges Menü" gespeichert.

Auswählen einer Funktion aus einem Menü:

Drücken Sie die Menütaste unterhalb des entsprechenden Menüfelds.

2

Objekte anzeigen und bearbeiten

Die vom HP 48 verwendeten Informationseinheiten sind *Objekte*. Beispiele für Objekte sind relle Zahlen, Gleichungen oder Programme. Ein Objekt belegt genau eine Ebene des Stack und kann in einer Variablen gespeichert werden.

Der HP 48 kann viele verschiedene Arten von Objekten speichern und verarbeiten, u.a. relle und komplexe Zahlen, binäre Ganzzahlen, Felder, algebraische Ausdrücke, Programme, Grafiken, Zeichenketten und Listen. Viele der Operationen des HP 48 sind für alle Objekttypen gleich, während andere nur auf bestimmte Objekttypen angewandt werden können.

Eintippen von Zahlen

Eintippen einer einfachen Zahl:

- Drücken Sie die entsprechenden Zifferntasten und die Dezimaltaste (O).
- 2. Für eine negative Zahl drücken Sie außerdem (+/-).

Korrigieren von Tippfehlern:

 Drücken Sie (die Rücktaste), um die fehlerhafte Stelle zu löschen, und tippen Sie den gewünschten Wert richtig ein.

Löschen der gesamten Zahl aus der Befehlszeile:

- Drücken Sie (CANCEL).
- **Beispiel:** Geben Sie die Zahl -123.4 in die Befehlszeile ein. (Als Dezimalzeichen wird der Punkt verwendet.)

Schritt 1: Tippen Sie die Ziffern ein.

Schritt 2: Kennzeichnen Sie die Zahl als negative Zahl.

+/-)

-123.44 Ventrimmer List Hyperrener Base

Drücken Sie (CANCEL) (die Taste (ON), um die Befehlszeile zu löschen.

Eingeben der Zahl als Mantisse und Exponent:

- 1. Tippen Sie die Mantisse ein. Für eine negative Mantisse drücken Sie (+/-), um das Vorzeichen zu ändern.
- 2. Drücken Sie (EEX). (Es wird ein E für "Exponent" angezeigt.)
- 3. Geben Sie den Exponenten ein. Falls der Exponent negativ ist, drücken Sie (+/-), um das Vorzeichen zu wechseln.

Zeichen eintippen (die Alpha-Tastenbelegung)

Der HP 48 hat eine "Alpha"-Tastenbelegung, über die Sie Buchstaben und andere Zeichen eintippen können. Drücken Sie $\overline{\alpha}$, um die Alpha-Belegung zu aktivieren. (Der Indikator α wird angezeigt, solange der Alpha-Modus eingeschaltet ist.)

Wenn Sie die Taste (a) drücken, können Sie Großbuchstaben eintippen. Die zur Verfügung stehenden Buchstaben sind rechts unten neben der jeweiligen Taste weiß aufgedruckt. Weitere Zeichen können Sie mit Hilfe der linken und rechten Umschalttaste eingeben:

- über die links umgeschaltete Alpha-Tastenbelegung können Kleinbuchstaben eingegeben werden.
- über die rechts umgeschaltete Alpha-Tastenbelegung können griechische Buchstaben und verschiedene Sonderzeichen eingegeben werden.

Um die Tastatur des HP 48 nicht zu überfrachten, wurden die meisten Tasten der links bzw. rechts umgeschalteten Alpha-Tastenbelegung nicht auf der Tastatur aufgedruckt. Die folgende Abbildung zeigt die Belegung der Tasten bei eingeschaltetem α -Modus.

2-2 Objekte anzeigen und bearbeiten



Eintippen eines einzelnen Zeichens:

- Drücken Sie a, und tippen Sie das Zeichen ein.
 oder
- Halten Sie a gedrückt, tippen Sie das Zeichen ein, und lassen Sie
 a wieder los.

Eintippen mehrerer Zeichen:

Drücken Sie (a) a, tippen Sie die Zeichen ein, und drücken Sie noch einmal a.
 oder

Halten Sie a gedrückt, tippen Sie die Zeichen ein, und lassen Sie
 a wieder los.

Durch einmaliges Drücken von @ wird der Alpha-Eingabemodus nur für ein Zeichen aktiviert. Durch zweimaliges Drücken von @ wird der Alpha-Eingabemodus verriegelt und erst wieder ausgeschaltet, wenn Sie erneut @ oder (ENTER) (oder (CANCEL) drücken. Sie können auch die Taste @ drücken und gedrückt halten, während Sie mehrere Zeichen nacheinander eingeben. Sie können auch das Flag -60 setzen, um bereits durch einmaliges Drücken von @ den Alpha-Eingabemodus zu verriegeln.

Verriegeln und Entriegeln des Kleinbuchstaben-Modus:

- Wenn der α-Modus verriegelt ist, drücken Sie (m)a, um den Kleinbuchstaben-Modus zu verriegeln.
- Ist der α-Modus ausgeschaltet, drücken Sie αα(φ)α, um den Kleinbuchstaben-Modus zu verriegeln.
- Drücken Sie (a), um den Kleinbuchstaben-Modus wieder zu entriegeln. Durch das Beenden der Eingabe (durch Drücken von ENTER oder (CANCEL) oder den Aufruf eines Befehls wird der Kleinbuchstaben-Modus automatisch entriegelt.

Solange der Alpha-Kleinbuchstabenmodus eingeschaltet ist, können Sie Großbuchstaben mit Hilfe der Taste 🕤 eingeben.

Eintippen von Sonderzeichen

Die meisten der 256 Zeichen des HP 48 können über die Alpha-Tastenbelegung eingegeben werden, es ist jedoch nicht ganz einfach, sich alle Tastenfolgen auch für die selten verwendeten Zeichen zu merken.

Dieses Problem kann mit der Anwendung CHARS umgangen werden. Mit dieser Anwendung können Sie Zeichen direkt aus der Anzeige auswählen und an der Cursorposition einfügen. CHARS enthält vier Tabellen zu je 64 Zeichen, die zusammen mit der Nummer des jeweiligen Zeichen und der entsprechenden Tastenfolge für die Alpha-Tastenbelegung angezeigt werden.

2



Zeichen mit CHARS anzeigen oder auswählen:

- 1. Drücken Sie (CHARS). Es wird eine Tabelle mit 64 Zeichen angezeigt.
- 2. Blättern Sie mit den Tasten -64 und +64 durch die vier Tabellen.
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten (◀, ►), ▲ und ▼) das gewünschte Zeichen aus. Die Nummer des Zeichens erscheint in der Anzeige unten rechts, die Alpha-Tastenfolge unten links.
- 4. Fügen Sie das ausgewählte Zeichen an der Cursorposition ein, indem Sie ECHO drücken.
- 5. Wiederholen Sie die Schritte 2, 3 und 4, um weitere Zeichen einzufügen.
- 6. Wenn Sie keine weiteren Zeichen auswählen wollen, drücken Sie (ENTER) oder (CANCEL), um CHARS zu verlassen.

Objekte mit Begrenzungszeichen eingeben

2

Reelle Zahlen stellen einen Objekttyp dar. Für die meisten anderen Objekttypen sind spezielle *Begrenzungszeichen* zur Kennzeichnung des Objekttyps erforderlich.

Die folgende Liste stellt verschiedene Objekttypen und die entsprechenden Begrenzungszeichen vor:

Objekt	Begrenzungs- zeichen	Tasten	Beispiele
Reelle Zahl	keine		14.75
Komplexe Zahl	\bigcirc		(8.25,12.1)
Zeichenkette	ни	•	"Hello"
Feld	[]	• []	[4.8-1.32.1]
Einheit	_	•	11.5_ft
Programm	« »	•	«∫DUPNEG» <i>oder</i> «→ab'a*b'»
Algebraisches Objekt	1 1 · · ·	<u> </u>	'A-B'
Liste	$\langle \rangle$	• {}	(6.85"FIVE")
Vorprogrammierter Befehl	keine		FIX
Name	1 1	<u>-</u>	VOL <i>oder</i> 'VOL'

Eingeben von Objekten mit Begrenzungszeichen:

- Zum Eingeben von Daten zwischen öffnenden und schließenden Begrenzungszeichen drücken Sie die Taste für das entsprechende Begrenzungszeichen und geben anschließend die Daten ein. (Die Taste für das Begrenzungszeichen erzeugt *beide* Begrenzungszeichen.)
- Zum Eingeben eines einzelnen Begrenzungszeichens innerhalb der Daten drücken Sie die Taste für das Begrenzungszeichen an der entsprechenden Stelle und löschen anschließend das überzählige Begrenzungszeichen.

In der Befehlszeile können auch große Objekte wie algebraische Ausdrücke und Felder eingegeben werden.

Eingeben eines algebraischen Objekts mit der Befehlszeile:

- 1. Drücken Sie (), um die Begrenzungszeichen einzugeben.
- Tippen Sie die Zahlen, Variablen, Operatoren und Klammern der Gleichung bzw. des Ausdrucks von links nach rechts ein. Drücken Sie die Taste), um die rechte Klammer zu überspringen.

Eingeben einer Matrix mit der Befehlszeile:

- 1. Drücken Sie (), um das Feld zu beginnen, und (), um mit der ersten Zeile zu beginnen.
- 2. Geben Sie die erste Zeile ein. Drücken Sie zwischen den einzelnen Elementen die Taste (SPC).
- 3. Drücken Sie), um den Cursor über das Zeilenbegrenzungs-zeichen
 j hinaus zu bewegen.
- 4. Wahlweise: Drücken Sie (neue Zeile), um eine neue Zeile in der Anzeige zu beginnen.
- 5. Tippen Sie den Rest der Matrix ein. Für die folgenden Zeilen brauchen Sie die Begrenzungszeichen [] nicht einzugeben, diese werden später automatisch eingefügt.

Eingeben eines Vektors mit der Befehlszeile:

- Drücken Sie (), um das Feld zu beginnen. Ein Vektor entspricht einer einspaltigen Matrix, Sie brauchen daher die Elemente nicht mit Hilfe von Begrenzungszeichen in Zeilen zu gruppieren - es sei denn, Sie wollen einen Zeilen-Vektor erstellen.
- 2. Tippen Sie die Vektoren-Elemente ein. Trennen Sie die einzelnen Elemente mit der Taste (SPC).
- 3. Drücken Sie ENTER.

Der HP 48 bietet spezielle Umgebungen für algebraische Ausdrücke und Felder, die die Eingabe solch großer Objekte auf eine intuitive Weise ermöglichen. Ausführliche Hinweise zu diesen Umgebungen finden Sie in Kapitel 7, "Der EquationWriter" und in Kapitel 8, "Der MatrixWriter".

Verwendung der Befehlszeile

2

Die Befehlszeile ist ein Arbeitsbereich zum Eingeben und Bearbeiten von Objekten. Die Befehlszeile wird angezeigt, wenn Sie Text eingeben oder ändern und dabei nicht die Anwendung EquationWriter verwenden.

Daten in der Befehlszeile sammeln

Sie können in der Befehlszeile eine beliebige Anzahl Zeichen eingeben und dabei bis zur Hälfte des verfügbaren Speichers verwenden. Wenn Sie mehrere Objekte in die Befehlszeile eingeben wollen, verwenden Sie zum Trennen der einzelnen Objekte Leerzeichen, Zeilenendezeichen () oder Begrenzungszeichen. Zum Eingeben zweier Zahlen in die Befehlszeile könenn Sie beispielsweise 12 (SPC) 34 eintippen.

Wenn Sie das Zeichen E außerhalb einer Zeichenkette in die Befehlszeile eingeben, werden sowohl das Zeichen E als auch der angrenzende Text als "Kommentar" behandelt und gelöscht, sobald Sie die Taste (ENTER) drücken.

Bei der Eingabe von Daten in der Befehlszeile werden die Zeichen normalerweise an der Cursorposition *eingefügt*, alle rechts von der Cursorposition vorhandenen Zeichen werden dabei nach rechts verschoben. Zum Ändern von Daten in der Befehlszeile können Sie die folgenden Tasten verwenden:

Operationen in der Befehlszeile

Taste	Beschreibung
	Bewegt den Cursor in der Befehlszeile nach links bzw. rechts. (A and bewegt den Cursor in der Befehlszeile ganz nach links bzw. rechts.)
	Falls die Befehlszeile mehrere Zeilen umfaßt, wird der Cursor eine Zeile nach oben bzw. unten bewegt. (♠▲ und ♠♥ bewegt den Cursor in die erste bzw. letzte Zeile.)
	Umfaßt die Befehlszeile nur eine einzige Zeile, kann mit der Interaktive Stack und mit 🕥 das Menü EDIT ausgewählt werden.
۲	Löscht das Zeichen links vom Cursor.
DEL	Löscht das Zeichen an der Cursorposition.
() EDIT	Zeigt das Menü EDIT an, in dem weitere Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung stehen.
(P) ENTRY)	Wechselt vom Befehlszeilen-Eingabemodus in den Programm-Eingabemodus bzw. in den Algebra/Programm-Eingabemodus, wie unten beschrieben.
ENTER	Verarbeitet den Text in der Befehlszeile - legt Objekte im Stack ab und führt Befehle aus.
CANCEL	Löscht den Inhalt der Befehlszeile.

Auswählen der Befehlszeilen-Eingabemodi

Die Befehlszeile des HP 48 kennt vier Eingabemodi zum einfachen Eingeben von Objekten.

- Direkter Eingabemodus. (Automatisch aktiviert, keine Indikatoren.) Im direkten Eingabemodus wird der Inhalt der Befehlszeile sofort gespeichert und verarbeitet, sobald Sie eine Funktions- oder Befehlstaste (wie z. B. +, SIN oder STO) drücken. Dies ist der Standard-Eingabemodus.
- Algebraischer Eingabemodus. (Wird aktiviert, wenn Sie) drücken; durch den Indikator ALG gekennzeichnet.) Der algebraische Eingabemodus wird hauptsächlich zur Eingabe von Namen und algebraischen Ausdrücken zur sofortigen Verarbeitung verwendet.

- Im algebraischen Eingabemodus können bestimmte Funktionstasten als Eingabehilfen verwendet werden; SIN erzeugt z. B. SIN(). Manche Befehle werden *direkt* ausgeführt, so z. B. STO und PURGE).
- Programm-Eingabemodus. (Wird aktiviert, wenn Sie (*) oder () drücken; durch den Indikator PRG gekennzeichnet.) Der Programm-Eingabemodus wird hauptsächlich zur Eingabe von Programmen und Listen verwendet, aber auch zum Ändern der Befehlszeile ((EDIT)). Im Programm-Eingabemodus können Funktions- und Befehlstasten als Eingabehilfen verwendet werden (SIN erzeugt SIN, STO erzeugt STO). Nur die nicht programmierbaren Operationen werden durch das Drücken der entsprechenden Tasten ausgeführt, so z. B. ENTER, VAR und (ENTRY).
- Algebra/Programm-Eingabemodus. (Wird aktiviert, wenn Sie im Programm-Eingabemodus die Taste) drücken; durch die Indikatoren ALG und PRG gekennzeichnet.) Der Algebra/Programm-Eingabemodus wird zur Eingabe von algebraischen Objekten in Programmen verwendet.

Manueller Wechsel des Eingabemodus:

Drücken Sie PENTRY.

Durch Drücken von **PENTRY** wechseln Sie vom direkten Eingabemodus in den Programm-Eingabemodus oder vom Programm-Eingabemodus in den Algebra/Programm-Eingabemodus.



Mit \bigcirc ENTRY können Sie Befehle in der Befehlszeile für die spätere Verarbeitung sammeln. Sie können z. B. manuell den Programm-Eingabemodus aufrufen, 45 + 1 in die Befehlszeile eingeben und dann ENTER drücken, um den Ausdruck $\sqrt{4+5}$ zu berechnen. \bigcirc ENTRY erleichtert außerdem das Ändern algebraischer Ausdrücken in Programmen.

2-10 Objekte anzeigen und bearbeiten
- **Beispiel:** Berechnen Sie $12 \log(100)$ durch Eingeben des LOG-Befehls in der Befehlszeile.
- Schritt 1: Geben Sie folgendes ein:

12 (SPC) 100 (P) (ENTRY)	<u>1</u> 2 1 <u>0</u> 0 L <u>O</u> G ◀
	VECTR MATR LIST HYP REAL BASE

Schritt 2: Führen Sie die Befehlszeile aus, um das Ergebnis zu berechnen.

1: 10 Neura Matria Custo Hyper Real Rase

Wiederherstellen von Befehlszeilen

Der HP 48 speichert automatisch eine Kopie der vier zuletzt ausgeführten Befehlszeilen.

Wiederaufrufen einer Befehlszeile:

- 1. Drücken Sie (CMD) (oberhalb der Taste (+/-)).
- Wählen Sie den Befehl, den Sie wiederherstellen wollen, mit den Tasten bzw. aus, und drücken Sie OK .

Anzeigen und Ändern von Objekten

Es können nicht immer alle Objekte gleichzeitig angezeigt werden. Von großen Objekten wird jeweils nur der Anfang angezeigt; Objekte, die in eine höhere Ebene verschoben wurden, werden ebenfalls nicht angezeigt.

Der HP 48 stellt Ihnen verschiedene Umgebungen zur Verfügung, mit denen Sie jedes beliebige Objekt im Stack anzeigen oder ändern können. Eine Umgebung definiert eine bestimmte Anzeige und ein bestimmtes Tastaturverhalten und legt somit fest, wie Objekte angezeigt und bearbeitet werden können.

Anzeigen und Bearbeiten eines Objekts:

1. Verwenden Sie je nach Position des Objekts und der gewünschten Umgebung die in der nachstehenden Tabelle beschriebenen Tasten.

- 2. Beachten Sie beim Anzeigen bzw. Bearbeiten des Objekts die für die jeweilige Umgebung geltenden Regeln.
- 3. Verlassen Sie die Umgebung:
 - Zum Verlassen der Umgebung nach dem Anzeigen drücken Sie (CANCEL).
 - Zum Speichern der vorgenommenen Änderungen drücken Sie (ENTER).
 - Wenn Sie die vorgenommenen Änderungen nicht speichern wollen, drücken Sie (CANCEL).

Position des Objekts	Anzeigen/Bearbeiten Umgebung	Tastenfolge zum Anzeigen oder Bearbeiten
Ebene 1	Befehlszeile	(EDIT
	Beste (siehe unten)	
Ebene <i>n</i>	Interaktiver Stack	$ bis Ebene n, \\ \forall I E W $
Variable Name	Befehlszeile	
	Beste	└ Name ┍► RCL

Anzeigen oder Bearbeiten eines Objekts

Die Befehlszeile ist die einfachste Umgebung zum Anzeigen und Bearbeiten von Objekten:

- Das Menü EDIT wird angezeigt, in dem Operationen zur einfachen Bearbeitung großer Objekte zur Verfügung stehen. (Siehe "Verwendung des Menüs EDIT" weiter unten.)
- Reelle und komplexe Zahlen werden, unabhängig vom aktuellen Anzeigemodus, mit voller Genauigkeit (Standardformat) angezeigt.
- Programme, Listen, algebraische Objekte, Einheiten, Verzeichnisse und Matrizen werden mehrzeilig formatiert.
- Es werden alle Ziffern von Binärzahlen, alle Zeichen in Zeichenketten und vollständige algebraische Ausdrücke angezeigt.

Die "beste" Bearbeitungs-Umgebung ist die, die der HP 48 als die für den jeweiligen Objekttyp geeignetste erkennt:

- Algebraische Objekte und Einheitenobjekte werden in die EquationWriter-Umgebung kopiert. Um die Gleichung zu bearbeiten, ist durch Drücken von () in den Auswahlmodus zu wechseln (siehe Kapitel 7).
- Matrizen werden in die MatrixWriter-Umgebung kopiert (siehe Kapitel 8).
- Alle anderen Objekte werden in die Befehlszeile kopiert.

Der "Interaktive Stack" ist eine Umgebung zum Anzeigen und Bearbeiten der Objekte im Stack. (Siehe "Der Interaktive Stack" auf Seite 3-7.)

Verwendung des Menüs EDIT

Wenn die Befehlszeile angezeigt wird, können Sie (EDIT) drücken, um das Menü EDIT aufzurufen. Dieses Menü wird auch angezeigt, wenn Sie eine der im vorigen Abschnitt beschriebenen Aktionen zum Anzeigen oder Bearbeiten von Objekten ausführen.

Manche Operationen im Menü EDIT arbeiten mit *Wörtern* - eine Folge von Zeichen zwischen Leerzeichen oder Zeilenendezeichen. Mit der Taste ESKIP können Sie beispielsweise zum Anfang eines *Worts* springen. Die folgende Tabelle faßt die im Menü EDIT verfügbaren Operationen zusammen:

EDIT I	Menü-Operationen
--------	------------------

Taste	Beschreibung
←SKIP	Bewegt den Cursor zum Anfang des aktuellen Worts.
SKIP→	Bewegt den Cursor zum Anfang des nächsten Worts.
+DEL	Löscht die Zeichen vom Anfang des Worts bis zur
	Cursorposition.
DEL→	Löscht die Zeichen von der Cursorposition bis zum
	Ende des Worts.
+DEL	Löscht die Zeichen vom Anfang der Zeile bis zur
	Cursorposition.
DEL >	Löscht alle Zeichen von der Cursorposition bis zum
	Ende der Zeile.
INS	Ändert den Befehlszeilen-Eingabemodus von Einfügen
	(#-Cursor) auf Ersetzen (E -Cursor) und umgekehrt.
	Ein 🗉 im Menüfeld gibt an, daß der Einfüge-Modus
	aktiv ist.
↑STK	Aktiviert den Interaktiven Stack. (Siehe "Der
	Interaktive Stack" in Kapitel 3.)

3

3

Der Stack

Der Stack besteht aus einer Reihe von Speicherstellen ("Ebenen") für Zahlen und andere Objekte. Bei der Arbeit mit dem HP 48 geben Sie normalerweise Zahlen und andere Objekte in den Stack ein und führen anschließend Befehle auf diese Daten aus.

Verwenden des Stack für Berechnungen

Bei gewöhnlichen Berechnungen werden zunächst Objekte in den Stack eingegeben und anschließend Funktionen und Befehle ausgeführt. Das grundlegende Konzept der Stack-Operationen ist folgendes:

- Ein Befehl, der Argumente benötigt (Objekte, auf die die Befehle wirken), holt seine Argumente aus dem Stack. Die Argumente müssen deshalb bereits im Stack sein, bevor der Befehl ausgeführt wird.
- Die Argumente f
 ür einen Befehl werden aus dem Stack gel
 öscht, nachdem der Befehl ausgef
 ührt wurde.
- Die Ergebnisse einer Berechnung werden wieder im Stack abgelegt und können dort angesehen oder für andere Operationen weiterverwendet werden.

Durchführen von Berechnungen

Wenn Sie einen Befehl ausführen, werden automatisch alle Argumente aus der Befehlszeile im Stack abgelegt, bevor der Befehl ausgeführt wird. Sie brauchen nicht jedesmal <u>ENTER</u> zu drücken, um die Argumente im Stack abzulegen, sondern können sie auch in der Befehlszeile stehenlassen, wenn Sie den Befehl ausführen. (Um die Arbeitsweise der Befehle verstehen zu können, müssen Sie sich vorstellen, die Argumente seien im Stack.)

Verwenden eines einwertigen Befehls:

Einwertige Befehle wirken auf das Argument in Ebene 1 und legen das Ergebnis in Ebene 1 ab.

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

3

Beispiel: Verwenden der einwertigen Befehle LN (\bigcirc LN) und INV ((1/x)) zur Berechnung von 1/ln 3.7.



Verwenden zweiwertiger Befehle:

- 1. Geben Sie das erste und dann das zweite Argument ein. Das erste Argument muß in Ebene2, das zweite in Ebene 1 (oder in der Befehlszeile) stehen.
- 2. Führen Sie den Befehl aus.

Zweiwertige Befehle wirken auf die Argumente (Objekte) in den Ebenen 1 und 2 und legen das Ergebnis in Ebene 1 ab. Der Rest des Stack *rutscht* eine Ebene nach unten, d. h. das Objekt aus Ebene 3 wandert in Ebene 2. Beispiele für zweiwertige Befehle sind die arithmetischen Funktionen $(+, -, \times, / \text{ und }^)$ oder Prozentberechnungen (%, %CH und %T).

Beispiel: Berechnen von 85 - 31.

85 (ENTER) 31 (-)	1:	54
	VECTR MATR LIST	HYP REAL BASE

Beispiel:	Berechnen von $\sqrt{45} \times 12$	
45 (x)	12 🗙	1: 80.49844719 Venta Kitta List hvo Renu Bibe
Beispiel:	Berechnen von 4.7 ^{2.1} .	
4.7 (EN	TER $2.1 \ y^x$	1: 25.7872779682 Webra Kimta Luat Kwe Ranu Rise

Eingeben mehrerer Argumente in die Befehlszeile:

Drücken Sie (SPC), um die Argumente voneinander zu trennen.

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

Die Ergebnisse früherer Berechnungen werden im Stack des HP 48 gespeichert, die Ausführung von Kettenrechnungen ist daher sehr einfach.

Verwenden der vorherigen Ergebnisse (Kettenrechnungen):

- 1. Verschieben Sie, wenn nötig, die vorherigen Ergebnisse in die richtige Stack-Ebene für den entsprechenden Befehl (siehe "Handhabung des Stack" weiter unten).
- 2. Führen Sie den Befehl aus.

Beispiel: Berechnen von $(12 + 3) \times (7 + 9)$.

Schritt 1: Führen Sie die Additionen aus.

 12 (ENTER) 3 (+)
 2:
 15

 7 (ENTER) 9 (+)
 1:
 16

 WEDTR MATRI LIST HYPE REAL BASE

Schritt 2: Beachten Sie, daß die Zwischenergebnisse im Stack bleiben. Multiplizieren Sie jetzt diese Zwischenergebnisse.

 \boxtimes

1: 240 | Weath River Clist Chype Real Crists

Beispiel: Berechnen von $23^2 - (13 \times 9) + \frac{5}{7}$.

Schritt 1: Berechnen Sie zunächst 23^2 und das Produkt 13×9 .



Schritt 2: Subtrahieren Sie die beiden Zwischenergebnisse und berechnen Sie $\frac{5}{7}$.



Schritt 3: Addieren Sie die beiden Ergebnisse.

 \oplus

1: 412.714285714 Vienia Minia Liste Hype Namu Rase

Handhabung des Stack

Der HP 48 ermöglicht das Ordnen, Duplizieren und Löschen einzelner Objekte im Stack.

Vertauschen der Objekte in den Ebenen 1 und 2:

Drücken Sie (SWAP) (oder), falls keine Befehlszeile angezeigt wird.

Der Befehl SWAP ist hilfreich, wenn die Reihenfolge der Argumente von Bedeutung ist, wie etwa bei den Funktionen -, / und ^.

Beispiel: Verwenden Sie \bigcirc SWAP bei der Berechnung von $\frac{9}{\sqrt{13+8}}$.

Schritt 1: Berechnen Sie zunächst $\sqrt{13+8}$.

13 ENTER 8 + (x) 1: 4.58257569496 WELTS MATE LIST HYP REAL BASE

Schritt 2: Geben Sie 9 ein, und vertauschen Sie die Ebenen 1 und 2.

9 **(SWAP**)

2:	C	9 I
1:	4.58257569496	5
VECTR MATE	LIST HYP REAL BASE	

Schritt 3: Dividieren Sie die beiden Werte.

1: 1.96396101212 | National Costa Corp. Rational Costa Corp.

3

3-4 Der Stack

÷

Duplizieren des Objekts in Ebene 1:

 Drücken Sie STACK NXT DUF (oder drücken Sie ENTER), falls keine Befehlszeile angezeigt wird).

Der Befehl DUP dupliziert den Inhalt von Ebene 1 und schiebt den Rest des Stack um eine Ebene nach oben.

Beispiel: Berechnen von $\frac{1}{47.5} + \left(\frac{1}{47.5}\right)^4$.

Schritt 1: Berechnen Sie zunächst den Kehrwert von 47.5 und duplizieren Sie das Ergebnis.

47.5 (1/x) (ENTER)

2: 2	.105	263)	1578	9E-2
1: 2	.105	2631	15789	9E-2
VECTR MATE	LIST	HYP	REAL	BASE

Schritt 2: Erheben Sie das Ergebnis in die vierte Potenz.

 $4 (y^x)$

2: 2	.105	2631 3802	578 610	똟 <u>-</u> 일
		HYP	REAL	BASE

Schritt 3: Addieren Sie das Ergebnis zu dem ursprünglichen Wert.

(+)

1:	_ 2.	.105	2828	<u>8</u> 0169	9E-2
VECTR	MATE	LIST	HYP	REAL	BASE

Löschen des Objekts in Ebene 1:

Drücken Sie DROP (oder), falls keine Befehlszeile angezeigt wird).

Wenn Sie den Befehl DROP ausführen, rutschen die übrigen Objekte des Stack eine Ebene nach unten.

Löschen des gesamten Stack

 Drücken Sie (CLEAR) (oder DEL), falls keine Befehlszeile angezeigt wird).

3 Wiederaufrufen der letzten Argumente

Der Befehl LASTARG ((PARG) legt die Argumente des zuletzt ausgeführten Befehls erneut im Stack ab, so daß Sie sie wieder verwenden können. Dies ist besonders bei komplizierten Argumenten wie algebraischen Ausdrücken und Matrizen hilfreich.

Wiederaufrufen der Argumente des letzten Befehls:

- Drücken Sie (→ (ARG).
- **Beispiel:** Verwenden Sie \bigcirc ARG bei der Berechnung von ln2.3031 + 2.3031.
- Schritt 1: Berechnen Sie ln 2.3031, und rufen Sie anschließend das Argument von LN wieder auf (ARG) befindet sich oberhalb der Taste (EEX).

2.3031	
	G



Schritt 2: Addieren Sie die beiden Zahlen.

 (\pm)

1: 3.13735604152 Neuta Inta Lista Hyper Berli Brist

Wiederherstellen des letzten Stack-Zustands (UNDO)

Der Befehl UNDO (DUNDO) stellt den Zustand des Stack vor Ausführung des letzten Befehls wieder her.

Wiederherstellen des Stack:

Drücken Sie → UNDO.

Der Interaktive Stack

Die normale Stack-Anzeige umfaßt ein Fenster, in dem der Inhalt der Stack-Ebene 1 und soviele weitere Ebenen angezeigt werden, wie in der Anzeige Platz finden. Eine andere Form der Stack-Anzeige ist der *Interaktive Stack*. Diese spezielle Umgebung hat eine andere Tastenbelegung mit speziellen Operationen für den Umgang mit dem Stack. Der Interaktive Stack ermöglicht:

- das Verschieben des Fensters zur Anzeige der anderen Stack-Ebenen.
- das Verschieben und Kopieren von Objekten in andere Ebenen.
- das Kopieren des Inhalts jeder beliebigen Stack-Ebene in die Befehlszeile.
- das Löschen von Objekten aus dem Stack.
- das Ändern von Stack-Objekten.
- das Anzeigen von Stack-Objekten in einer entsprechenden Umgebung.

Wenn Sie den Interaktiven Stack aktivieren, erscheint der Stack-Zeiger (der die aktuelle Stack-Ebene anzeigt), die Tastaturbelegung ändert sich, und es wird das Menü des Interaktiven Stack angezeigt. Wenn Sie andere Rechenoperationen ausführen wollen, müssen Sie den Interaktiven Stack wieder verlassen.



Verwenden des Interaktiven Stack:

- Drücken Sie → STACK (oder drücken Sie → STK im Menü EDIT), um den Interaktiven Stack zu aktivieren (ist keine Befehlszeile angezeigt, drücken Sie ▲). Der Stack-Zeiger wird in Ebene 1 angezeigt.
- 2. Verwenden Sie zum Anzeigen und Bearbeiten des Stack die in der folgenden Tabelle beschriebenen Tasten.

- 3. Drücken Sie (ENTER) (oder (CANCEL)), um den Interaktiven Stack zu verlassen und den geänderten Stack anzuzeigen.
- 4. Wahlweise: Wenn die im Interaktiven Stack vorgenommenen Änderungen nicht wirksam werden sollen, drücken Sie (-) UNDO.

Wurde bei der Auswahl des Interaktiven Stack eine Befehlszeile angezeigt, so erscheint in dem Menü nur die Taste ECHO. In diesem Fall können Sie lediglich ein Objekt aus einer höheren Ebene an die Cursorposition in der Befehlszeile kopieren (*echo*).

Taste	Beschreibung
STACK (oder 🛋, wenn keine Befehlszeile angezeigt wird):
ECHO	Kopiert den Inhalt der aktuellen Ebene an die
	Cursorposition in der Befehlszeile.
WIEW	Anzeigen oder Ändern des Objekts der aktuellen Ebene
	in der am besten geeigneten Umgebung. Drücken Sie
	ENTER, wenn Sie die Änderung abgeschlossen haben,
	oder (CANCEL), um die Änderung abzubrechen.
MIEM	Anzeigen oder Ändern des per Namen oder Ebene
	angegebenen Objekts in der am besten geeigneten
	Umgebung. Drücken Sie (ENTER), wenn Sie die
	Änderung abgeschlossen haben, oder (CANCEL), um die
	Änderung abzubrechen.
PICK	Kopiert den Inhalt der aktuellen Ebene in die Ebene 1
	(entspricht n PICK).

Operationen des Interaktiven Stack

Operationen des Interaktiven Stack (Forts.)

Taste	Beschreibung
ROLL	Verschiebt den Inhalt der aktuellen Ebene in die Ebene 1 und rollt den Rest des Stack unterhalb der aktuellen Ebene nach oben (entspricht n ROLL).
ROLLD	Verschiebt den Inhalt der Ebene 1 in die aktuelle Ebene und rollt den Rest des Stack unterhalb der aktuellen Ebene nach unten (entspricht n ROLLD).
→LIST	Erstellt eine Liste mit allen Objekten von Ebene 1 bis zur aktuellen Ebene (entspricht $n \rightarrow \text{LIST}$).
DUPN	Dupliziert die Ebenen 1 bis zur aktuellen Ebene (entspricht n DUPN). Wenn der Zeiger beispielsweise auf Ebene 3 zeigt, werden die Ebenen 1, 2 und 3 in die Ebenen 4, 5 und 6 kopiert.
DRPN	Löscht die Ebenen 1 bis zur aktuellen Ebene (entspricht n DROPN).
KEEP	Löscht alle Ebenen oberhalb der aktuellen Ebene.
LEWEL	Gibt die aktuelle Stack-Ebene in Ebene 1 ein.
	Verschiebt den Stack-Zeiger eine Ebene nach oben. Wenn Sie vorher \bigcirc drücken, wird der Stack-Zeiger vier Ebenen nach oben verschoben (\bigcirc PgUp in der folgenden Abbildung). Wenn Sie vorher \bigcirc drücken, wird der Stack-Zeiger an die Spitze des Stack verschoben (\bigcirc) in der folgenden Abbildung).
	Verschiebt den Stack-Zeiger eine Ebene nach unten. Wenn Sie vorher 🕤 drücken, wird der Stack-Zeiger vier Ebenen nach unten verschoben (🌗 PgDn in der folgenden Abbildung). Wenn Sie vorher 🍙 drücken, wird der Stack-Zeiger an das untere Ende des Stack verschoben (🍙 🗊 in der folgenden Abbildung).
() (EDIT	Kopiert das Objekt der aktuellen Stack-Ebene zum Ändern in die Befehlszeile. Wenn Sie die Änderung abgeschlossen haben, drücken Sie ENTER (oder CANCEL zum Abbrechen).
۲	Löscht das Objekt in der aktuellen Stack-Ebene.
NXT	Wählt die nächste Seite der Operationen des Interaktiven Stack aus.
ENTER	Der Interaktive Stack wird verlassen.
(CANCEL)	Der Interaktive Stack wird verlassen.

Für die meisten Operationen des Interaktiven Stack stehen auch entsprechende programmierbare Befehle zur Verfügung (siehe "Stack-Befehlsmenü" auf Seite 3-12).

Die Tastenbelegung für den Interaktiven Stack sieht wie folgt aus:



Kopieren eines Objekts aus dem Stack in die Befehlszeile:

- 1. Verschieben Sie den Cursor an die Stelle in der Befehlszeile, an der das Objekt eingefügt werden soll.
- 2. Drücken Sie ()EDIT +STK.
- 3. Verschieben Sie mit ▲ und ▼ den Stack-Zeiger auf das gewünschte Objekt, und drücken Sie ECHO.

3-10 Der Stack

4. Drücken Sie (ENTER) (oder (CANCEL)), um den Interaktiven Stack zu verlassen.

Beispiel: Einfügen der Zahl 1.2345 in die Befehlszeile durch Erstellen der Liste (A 1.2345).

Schritt 1: Geben Sie folgende Zahlen in den Stack ein.

1.2345	(ENTER)
2.3456	(ENTER)
3.4567	ENTER

3:	1.2345
1:	3.4567
VECTR MATR CIST	HYP REAL BASE

Schritt 2: Beginnen Sie mit der Eingabe der Liste.

(-) A

3: 2:	1.2345 2.3456
1:	3.4567
(H) Neona Mana Cuan	HYP REAL BASE

Schritt 3: Rufen Sie den Interaktiven Stack auf.

(EDIT) +STK

3 :	1.2345
2	2.3456 2.4547
11	J. TJOI
ECHO	

Schritt 4: Verschieben Sie den Zeiger auf die Ebene 3, kopieren Sie das Objekt, und verlassen Sie den Interaktiven Stack.

A A ECHU (ENTER)

3:	1.2345
2:	2.34567
(Å 1.2345)	5. 1501
€SKIP SKIP€ €DEL DEL÷	INS • ASTR

Schritt 5: Legen Sie die Liste im Stack ab.

(ENTER)

4:	1.2345
2	2.3436 3.4567
11:	{ A 1.2345 }
€SKIP SI	KIP÷ €DEL DEL÷ INS ■ ↑STK

Stack-Befehlsmenü

Die folgende Tabelle zeigt die verfügbaren programmierbaren Befehle zum Bearbeiten des Stack. Diese Befehle befinden sich im Menü (STACK).

Befehl/Beschreibung		Beispiel			
		Eingabe		Ausgabe	
DEPTH Gibt die Anzahl	3:		3:	16	
der Objekte im Stack aus.	2:	16	2:	'X1'	
	1:	' 🛛 '	1:	2	
DROP2 Löscht die Objekte	3:	12	3:		
der Ebenen 1 und 2.	2:	10	2:		
	1:	8	1:	12	
DROPN Löscht die ersten	4:	123	4:	-	
n + 1 Objekte aus dem	3:	456	3:		
Stack (n steht in Ebene	2:	789	2:		
1). Im Menü als DRPN	1:	2	1:	123	
angezeigt.					
DUP Dupliziert das Objekt	3:		3:	232	
in Ebene 1.	2:	232	2:	543	
	1:	543	1:	543	
DUP2 Dupliziert die	4:		4:	'A'	
Objekte der Ebenen 1 und 2.	3:		3:	(2,3)	
	2:	'A'	2:	'A'	
	1:	(2,3)	1:	(2,3)	
DUPN Dupliziert n	6:		6:	123	
Objekte im Stack, beginnend	5:		5:	456	
mit Ebene 2 (n steht in	4:	123	4:	789	
Ebene 1).	3:	456	3:	123	
	2:	789	2:	456	
	1:	3	1:	789	

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

Betriebseinstellungen

Der HP 48 verwendet viele verschiedene *Betriebseinstellungen* je nach Art der auszuführenden Operation. Viele dieser Betriebseinstellungen werden automatisch von den ausgewählten Befehlen gesteuert; andere können durch entsprechende manuelle Einstellungen gesteuert werden.

Über die Anwendung MODES und das dazugehörige Befehlsmenü haben Sie Zugriff auf die manuell steuerbaren Betriebseinstellungen.

Verwendung der Anwendung MODES

Mit der Anwendung MODES haben Sie eine einfache Möglichkeit, die vom HP 48 verwendeten Betriebseinstellungen zu steuern.

Verwenden der Anwendung MODES:

Drücken Sie (MODES).

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	ODES 🗱		
NUMBER FORMAT: St.C			
ANGLE MEASURE: Degr	ees		
COORD SYSTEM: Rect	angular		
∠BEEP _CLOCK	_FM,		
CHOOSE NUMBER DI <u>Sp</u> lay format			
CHOOS FLAG	CANCL DK		

Der Bildschirm "Calculator Modes"

In diesem Bildschirm können Sie folgende Betriebseinstellungen verändern:

- Anzeigemodus für Zahlenformat
- Winkelmodus

- Koordinaten-Modus
- Signalton-Modus
- Zeitanzeige-Modus
- Dezimalzeichen-Modus

Einstellen des Anzeigemodus

Der Anzeigemodus steuert die Art, in der der HP 48 Zahlen anzeigt. Die Art der Anzeige muß nicht mit der Art der Speicherung übereinstimmen. Unabhängig vom Anzeigemodus werden Zahlen immer als 12stellige Mantissen mit dreistelligem Exponenten (jeweils mit Vorzeichen) gespeichert.

Der HP 48 kennt vier Anzeigemodi:

- Standardmodus (Std) Zeigt Zahlen mit der vollen Genauigkeit an. Es werden bis zu 12 signifikante Stellen rechts vom Dezimalzeichen angezeigt.
- Festkomma-Modus (Fix) Zeigt Zahlen auf die angegebene Anzahl Dezimalstellen gerundet an. Reelle Zahlen im Stack werden durch Gliederungszeichen in Dreiergruppen unterteilt: Kommas (wenn der Punkt als Dezimalzeichen verwendet wird) oder Punkte (wenn das Komma als Dezimalzeichen verwendet wird).
- Wissenschaftlicher Modus (Sci) Zeigt Zahlen als Mantisse (mit einer Stelle links vom Dezimalzeichen und der angegebenen Anzahl Dezimalstellen) und Exponent an.
- Technischer Modus (Eng) Zeigt Zahlen als Mantisse (mit der angegebenen Anzahl Dezimalstellen) und einem Exponenten, der ein Vielfaches von drei ist, an.

Einstellen des Anzeigemodus:

- Drücken Sie (MODES).
- Markieren Sie das Feld NUMBER FORMAT:.
- Drücken Sie CHOOS (oder drücken Sie mehrmals +/-), um durch die Liste der Möglichkeiten zu blättern.

CALCULATOR MODES				
NUM Standard				
ANGI Fixed				
^{COOR} Scientific	ar			
≰ ^{®E} Engineering				
CHOOSE NUMBER DISPLAY FORMAT				
CANCL	OK			

Das Auswahlfeld "Number Format"

- Wählen Sie ein Zahlenformat aus, und drücken Sie OK.
- Wenn das Format Fix, Sci oder Eng ist, drücken Sie), geben Sie die Anzahl der anzuzeigenden Stellen ein, und drücken Sie (ENTER).
- Drücken Sie OK .

Einstellen des Winkelmodus

Der Winkelmodus bestimmt, wie der Taschenrechner Argumente als Winkel interpretiert und wie er Ergebnisse von Winkelberechnungen ausgibt.

Winkelmod	i
-----------	---

Modus	Definition	Indikator
Grad	$^{1}/_{360}$ eines Kreises	(keine)
Radiant	$^{1}/_{2\pi}$ eines Kreises	RAD
Gon	$^{1}/_{400}$ eines Kreises	GRAD

Einstellen des Winkelmodus in der Anwendung MODES:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 2. Markieren Sie mit Hilfe der Pfeiltasten das Feld ANGLE MEASURE:.
- 3. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie CHOOS, um die Auswahlmöglichkeiten anzuzeigen, wählen Sie die gewünschte Anzeigeart, und drücken Sie
 - Drücken Sie mehrmals +/-, bis die gewünschte Anzeigeart in dem Feld erscheint.
- 4. Drücken Sie $\square \mathsf{OK}$, um die Auswahl zu bestätigen, oder <code>CANCL</code> zum Abbrechen.

Einstellen des Winkelmodus über die Tastatur:

 Drücken Sie (RAD), um zwischen den Betriebseinstellungen "Radiant" und "Grad" umzuschalten. (Wenn in der Anwendung MODES zuvor der Gon-Modus ausgewählt wurde, bewirkt diese Tastenkombination ein Umschalten zwischen den Betriebseinstellungen "Radiant" und "Gon".

Einstellen des Koordinatenmodus

Der Koordinatenmodus wirkt sich auf die Art der Anzeige von komplexen Zahlen und Vektoren aus. Komplexe Zahlen und zweidimensionale Vektoren können als kartesische Koordinaten $(\langle X, Y \rangle$ oder [X Y]) oder als *Polarkoordinaten* $(\langle R, \measuredangle \rangle$ oder $[R \measuredangle])$ angezeigt werden.

Dreidimensionale Vektoren können als *kartesische* Koordinaten $([X Y Z]), Zylinderkoordinaten ([R <math>\measuredangle Z])$ oder *Kugelkoordinaten* ([R $\measuredangle \measuredangle]) angezeigt werden.$

Unabhängig von der Art der Anzeige werden diese Objekte immer als kartesische Koordinaten gespeichert. Berechnungen werden intern immer mit diesem Modus ausgeführt.



Koordinatensysteme für komplexe Zahlen und 2D-Vektoren



Dreidimensionale Anzeigemodi

Kartesisch	Zylinder-	Kugel-	
[a b c]	[r _{Xy} ∡θ c]	[r ∡ θ ∡ φ]	

Koordinatensysteme für 3D-Vektoren

Einstellen des Koordinatenmodus in der Anwendung MODES:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 2. Markieren Sie mit Hilfe der Pfeiltasten das Feld COORD SYSTEM:.
- 3. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie CHOOS, um die Auswahlmöglichkeiten anzuzeigen, treffen Sie Ihre Auswahl, und drücken Sie OK.
 - Drücken Sie mehrmals +/-, bis die gewünschte Auswahl in dem Feld angezeigt wird. Für 3D-Vektoren hat Polar die Bedeutung polare Zylinderkoordinaten.
- 4. Drücken Sie OK, um die Auswahl zu bestätigen, oder CANCL zum Abbrechen.

Wechseln des Koordinatenmodus über die Tastatur:

 Drücken Sie POLAR, um zwischen den kartesischen und dem Polar-Koordinatenmodus (zylindrisch) umzuschalten. (Wenn in der Anwendung MODES zuvor der Kugelkoordinatenmodus ausgewählt wurde, bewirkt diese Tastenkombination ein Umschalten zwischen dem kartesischen und dem Kugelkoordinatenmodus.)

Einstellen des Signaltons

4

Standardmäßig erzeugt der HP 48 einen Signalton, wenn ein Fehler auftritt. Sie können diesen Signalton ein- oder ausschalten.

Einstellen des Signaltons in der Anwendung MODES:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 3. Drücken Sie OK , um Ihre Auswahl zu bestätigen, oder CANCL zum Abbrechen.

Einstellen der Uhrenanzeige

Der HP 48 kann eine Uhr mit Tageszeit und Datum anzeigen.

Anzeigen der Uhr:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 2. Markieren Sie das Feld CLOCK und drücken Sie CHK (oder
 (+/-)), bis die gewünschte Auswahl angezeigt wird. (Ein Häkchen bedeutet, daß die Uhr angezeigt wird.)
- 3. Drücken Sie OK , um Ihre Auswahl zu bestätigen, oder CANCL zum Abbrechen.

Einstellen des Dezimalzeichens

Ein Dezimalzeichen ist das Zeichen, das den ganzzahligen Teil einer reellen Zahl vom Bruchteil (den Dezimalstellen) trennt. Da in verschiedenen Ländern unterschiedliche Zeichen zur Dezimaltrennung verwendet werden, kann das zu verwendende Zeichen auf dem HP 48 eingestellt werden: der Punkt (.) oder das Komma (,). Das Einstellen des Dezimalzeichens hat auch Auswirkungen auf die Trennungszeichen zwischen Ziffern und Argumenten (siehe folgende Tabelle):

Dezimalzeichen	Ziffern-Trennzeichen	Argument- Trennzeichen	
. (3.456)	, (34,300.54)	, ((3,4))	
, (3,456)	. (34.300,54)	; ((3;4))	

Einstellen des Dezimalzeichens:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 2. Markieren Sie das Feld FM, und drücken Sie CHK (oder
 (der
), bis die gewünschte Auswahl angezeigt wird. (Ein Häkchen bedeutet, daß das Komma als Dezimalzeichen verwendet wird; kein Häkchen bedeutet, daß der Punkt verwendet wird.)
- 3. Drücken Sie OK, um Ihre Auswahl zu bestätigen, oder CANCL zum Abbrechen.

Verwendung der System-Flags

Die meisten Betriebseinstellungen werden über System-Flags gesteuert. Der HP 48 hat 64 System-Flags mit den Nummern -1bis -64. Jedes Flag kann zwei Werte annehmen: Gesetzt (Wert 1) oder Rückgesetzt (Wert 0). Die System-Flags und die von ihnen gesteuerten Betriebseinstellungen werden in Anhang D dieses Handbuchs beschrieben.

Sie können die Betriebseinstellungen durch direktes Ändern der System-Flags steuern. Sie können die Flags mit dem *Flag Browser*, einem Bestandteil der Anwendung MODES, bearbeiten, oder mit dem Befehls-Untermenü FLAG.

Verwendung des Flag Browser

Der HP 48 verwendet zwei Arten von System-Flags: Manche Betriebseinstellungen werden durch ein einziges Flag ("Einfache Flags") eindeutig bestimmt, andere dagegen durch die Kombination aus mehreren Flags. Mit dem Flag Browser können Sie die einfachen Flags anzeigen und einstellen.

Anzeigen und Ändern von Flags mit dem Flag Browser:

1. Drücken Sie (MODES).

4

2. Drücken Sie FLAG, um den Flag Browser aufzurufen.



Der Flag Browser

- 3. Blättern Sie mit Hilfe der Pfeiltasten durch die Liste der Flags. Ein Häkchen links von der Flag-Nummer zeigt an, daß das entsprechende Flag gesetzt ist. Der Text erläutert die Auswirkung des entsprechenden Flags auf die Funktionen des Taschenrechners.
- 4. Drücken Sie VCHK, um die Einstellung des Flags zu ändern. Die Beschreibung ändert sich entsprechend der neuen Einstellung.
- 5. Wenn Sie die gewünschten Flags eingestellt haben, drücken Sie OK, um die Änderungen zu bestätigen, oder CANCL zum Abbrechen.

Verwendung des Befehls-Untermenüs FLAG

Die Befehle zum Einstellen, Löschen und Prüfen von Flags befinden sich im Menü MODES FLAGS ((MODES) FLAG). (Sie finden die gleichen Befehle auch im Menü PRG TEST.) Diese Befehle nehmen Flag-Nummern als Eingabeargumente an.

Verwenden eines Flag-Befehls:

- 1. Geben Sie die Nummer des Flags an (System-Flags haben negative Nummern).
- 2. Führen Sie den Befehl aus (siehe folgende Tabelle):

Taste	Programmier-	Beschreibung	
	S FLHG oder (P	PRG TEST ((NXT)(NXT)):	
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 nicht gesetzt ist.	
FC?	FC?	Gibt "wahr" (1) aus, wenn das Flag nicht gesetzt ist, und "falsch" (0), wenn es gesetzt ist.	
FS?C	FS?C	Prüft das Flag (gibt "wahr" (1) für "gesetzt" aus oder "falsch" (0) für "nicht gesetzt") und setzt das Flag anschließend zurück.	
FC?C	FC?C	Prüft das Flag (gibt "wahr" (1) für "nicht gesetzt" aus oder "falsch" (0) für "gesetzt") und setzt das Flag anschließend zurück.	

Flag-Befehle

Beispiel: Stellen Sie die Verriegelung der Alpha-Tastenbelegung nach einmaligem Drücken von @ (statt zweimaligem Drücken) ein. Setzen Sie dazu das System-Flag -60, das die Alpha-Verriegelung steuert: 60 +/- MODES FLAG SF.

Gleichzeitiges Setzen/Rücksetzen mehrerer Flags:

- 1. Geben Sie in den Stack die Liste der Flag-Nummern ein, die Sie setzen oder rücksetzen wollen.
- 2. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie zum Setzen der Flags (♠)(MODES) FLAG SF .
 - Drücken Sie zum Rücksetzen der Flags (MODES) FLAG
 CF .

Aufrufen aller Flag-Einstellungen in den Stack:

Drücken Sie (MODES) FLAG (NXT) RCLF.

Dieser Befehl gibt eine Liste mit zwei binären 64-Bit-Ganzzahlen zurück, die den aktuellen Status der System- und der Benutzer-Flags repräsentieren. Das äußerste rechte Bit entsricht dem System-Flag -1 bzw. dem Benutzer-Flag 1.

Rücksetzen aller Flags auf ihre Standardeinstellungen:

Drücken Sie (MODES) FLAG (NXT) RESET.

Benutzer-Flags

4

Benutzer-Flags sind von 1 bis 64 durchnumeriert und werden nicht vom System verwendet. Ihre Bedeutung hängt allein von der Programmierung durch den Benutzer ab. Sie können die Benutzer-Flags genauso setzen, löschen und abfragen, wie Sie es von anderen Flags gewohnt sind.

Die Benutzer-Flags 1 bis 5 erscheinen als Zahlen im Display, sofern sie gesetzt sind.

MODES-Untermenüs

Das Befehlsmenü MODES enthält drei Untermenüs, deren Befehle als Tastatur-Kurzwahl zum Ändern bestimmter Betriebseinstellungen und zum Programmieren verwendet werden können. Alle diese Untermenüs enthalten spezielle Menüfelder, die den Status des entsprechenden Modus angeben. Wenn ein Menüfeld ein • enthält, ist der entsprechende Modus aktiv.

Taste	Beschreibung	
	Zahlenformat-Modus (MODES FMT)	
STD	Stellt das Anzeigeformat auf "Standard" ein.	
FIX	Stellt das Anzeigeformat auf "Festkomma" ein. Das Objekt in der Stack-Ebene 1 bestimmt die Anzahl der Dezimalstellen.	
SCI	Stellt das Anzeigeformat auf "wissenschaftlich" ein. Das Objekt in der Stack-Ebene 1 bestimmt die Anzahl der Dezimalstellen.	

MODES-Operationen

4-10 Betriebseinstellungen

Taste	Beschreibung		
Winkelmodi ((MODES) ANGL)			
ENG	Stellt das Anzeigeformat auf "technisch" ein. Das Objekt in der Stack-Ebene 1 bestimmt die Anzahl der Stellen der Mantisse nach der ersten signifikanten Stelle.		
FM,	Schaltet das Dezimalzeichen von Punkt auf Komma um (und umgekehrt).		
ML	Schaltet zwischen der mehrzeiligen Anzeige (■ im Menüfeld) der Stack-Ebene 1 und der einzeiligen Anzeige mit Auslassungspunkten () um.		
DEG	Stellt den Winkelmodus auf Grad ein.		
RHD	Stellt den Winkelmodus auf Radiant ein.		
GRAD	Stellt den Winkelmodus auf Gon ein.		
RECT	Stellt kartesischen Koordinatenmodus ein.		
CYLIN	Stellt Zylinderkoordinaten-Modus ein.		
SPHER	Stellt Kugelkoordinaten-Modus ein.		
We	itere Betriebseinstellungen (MODES MISC).		
BEEP	Schaltet zwischen "Signalton ein" (∎ im Menüfeld) und "Signalton aus" um.		
CLK	Schaltet zwischen Anzeigen (∎ im Menüfeld) und Ausblenden der Uhr um.		
SYM	Schaltet zwischen symbolischer (■ im Menüfeld) und numerischer Berechnung symbolischer Ausdrücke um.		
STK	Schaltet zwischen "Speichern" (∎ im Menüfeld) und "Nicht speichern" des letzten Stack um. Dies hat Auswirkungen auf den Befehl (►) (UNDO).		
ARG	Schaltet zwischen "Speichern" (■ im Menüfeld) und "Nicht speichern" der letzten Argumente um. Dies hat Auswirkungen auf den Befehl (→ (ARG).		
CMD	Schaltet zwischen "Speichern" (• im Menüfeld) und "Nicht speichern" der letzten Befehlszeile um. Dies hat Auswirkungen auf den Befehl (CMD).		
INF0?	Schaltet zwischen dem automatischen Anzeigen (= im Menüfeld) und dem Ausblenden von Eingabemeldungen und Daten um.		

MODES-Operationen (Forts.)

5

5

Speicher

Der HP 48 hat zwei Arten von Speicher:

- ROM-Speicher (Read-Only Memory). Der ROM-Speicher ist spezifischen Operationen zugeordnet und kann nicht geändert werden. Der HP 48 hat 512 KB (Kilobyte) eingebauten ROM-Speicher, in dem der Befehlssatz gespeichert ist. Mit Ausnahme des Modells HP 48G können Sie alle Rechner der Serie HP 48 durch Installation von Einsteckkarten mit Anwendungsprogrammen erweitern. Diese Karten werden in Kapitel 28 beschrieben.
- RAM-Speicher (Random-Access Memory). RAM ist ein Speicher, dessen Inhalt Sie ändern können. Sie können im RAM Daten speichern, den Speicherinhalt verändern oder löschen. Mit Ausnahme des Modells HP 48G können Sie bei allen Rechnern der Serie HP 48 den RAM-Speicher durch Installation von Speicher-Einsteckkarten vergrößern. Diese Karten werden in Kapitel 28 beschrieben.

RAM-Speicher wird auch als *Benutzerspeicher* bezeichnet, weil Sie (der Benutzer) Zugriff auf diesen Speicher haben. Sie arbeiten mit diesem Speicher, wenn Sie ein Objekt in den Stack eingeben, ein Objekt in einer Variablen speichern, eine Variable löschen, eine Gleichung oder eine Matrix erstellen, ein Programm starten usw. Der HP 48 führt regelmäßig eine System-Reorganisation durch, um den nicht mehr benötigten Speicher wieder als Benutzerspeicher freizugeben.

Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau des eingebauten RAM-Speichers im HP 48. Die Abbildung ist nicht maßstabsgetreu.

Syste	emsp.	Verfügbarer Speicher		B	enutzer	speicher	
				 		Home	Port 0
A	в	C	D	E	F	G	н
]

Die Unterteilung ist abhängig von der aktuellen Speicher zuordnung

Schematische Darstellung des eingebauten RAM-Speichers im HP 48

Nach einem vollständigen Rücksetzen des Speichers befindet sich der Rechner wieder in dem gleichen Zustand wie bei der Auslieferung. Die einzigen im Speicher vorhandenen Elemente sind die vorprogrammierten Systemvariablen (Bereich A). Der Rest des Speichers ist verfügbarer Speicher (C).

Beim Arbeiten mit dem Taschenrechner wird der verfügbare Speicher automatisch den verschiedenen in der Abbildung gezeigten Speicherbereichen zugeordnet. Diese Speicherbereiche werden im folgenden erläutert:

- Systemspeicher: Dieser Bereich ist für das UPL-System reserviert. Sie haben keine direkte Kontrolle über diesen Speicherbereich. Dieser Bereich ist in erweiterbare und nicht erweiterbare Bereiche gegliedert:
 - Speicher für Systemvariablen (A): Ein nicht erweiterbarer Bereich, in dem die Werte aller RPL-Systemvariablen (wie z. B. *PICT*) und die Grenzen zwischen den übrigen erweiterbaren Bereichen des RAM-Speichers abgelegt sind.
 - □ Temporärer Systemspeicher (B): Ein erweiterbarer Bereich, der temporäre Kopien von Objekten, die gerade bearbeitet werden, enthält, sowie den "Rückgabe-Stack" (eine Liste der noch nicht abgeschlossenen Operationen).
- Verfügbarer Speicher (C): Ein erweiterbarer Bereich, der den gesamten nicht zugeordneten Speicher enthält, nachdem der Systemund der Benutzerspeicher von dem konfigurierten Gesamtspeicher subtrahiert wurde.

- Benutzerspeicher: Der Ihnen zur Verfügung stehende Speicher. Der Benutzerspeicher gliedert sich in fünf erweiterbare Bereiche:
 - Der Stack (D): Enthält die momentan im Stack gespeicherten Objekte.
 - LAST-Variablenspeicher (E): Enthält die drei temporären Variablen LAST CMD, LAST STACK und LAST ARG. Diese Variablen enthalten Kopien des letzten Befehls, des letzten Stack und der letzten Argumente, die nach Bedarf wiederaufgerufen werden können. Sie können diese Variablen ausschalten, um Speicher zu sparen (siehe Seite 4-11).
 - Lokaler Variablenspeicher (F): Enthält alle lokalen Variablen, die von den momentan in Ausführung befindlichen Programmen erstellt wurden. Lokale Variablen existieren nur, solange das Programm läuft.
 - HOME (G): Enthält alle betitelten (gespeicherten) Objekte.
 Sie können HOME mit Hilfe des Variable Browser organisieren (siehe weiter unten in diesem Kapitel). Der Rest dieses Kapitels beschäftigt sich hauptsächlich mit HOME.
 - Port 0 (H): Enthält Sicherungsobjekte und Bibliotheken, die Sie in Port 0 gespeichert haben.

HOME: Variablen und Verzeichnisse

Der Speicherbereich HOME funktioniert in etwa wie eine Festplatte in einem PC. Jedes betitelte Objekt in HOME ("HOME-Variable") entspricht einer Datei auf einer Computer-Festplatte.

HOME-Variablen können genau wie Dateien mit Hilfe von eindeutigen Namen gespeichert und aufgerufen werden. So können Sie z. B. die Erdbeschleunigung, 9.81 m/s^2 , in einer Variablen namens G speichern und mit diesem Namen auf den gespeicherten Wert bezug nehmen. Sofern Sie nichts anderes angeben, sind alle Variablen, die Sie mit einem Namen speichern, HOME-Variablen.

HOME-Variablen können auch (genau wie Dateien) hierarchisch in Verzeichnissen geordnet werden. Verzeichnisnamen werden in Variablen gespeichert. Es kann immer nur ein Verzeichnis, das aktuelle Verzeichnis, aktiv sein. Das Hauptverzeichnis (auch root-Verzeichnis) des HP 48 heißt HOME und ist solange das aktuelle Verzeichnis, bis Sie ein anderes Verzeichnis als aktuelles Verzeichnis auswählen. Der Pfad des aktuellen Verzeichnisses erscheint im Statusbereich der Anzeige.

Aktueller	
Pfad ——	L CHOME PROG MATH 3
	4:
	3:
	12:
	M1887 11805

Über die Tastatur haben Sie immer einen direkten Zugriff auf die im aktuellen Verzeichnis gespeicherten Variablen. Wenn Sie die Taste VAR drücken, wird das Menü VAR mit den sechs zuletzt im aktuellen Verzeichnis gespeicherten Verzeichnissen angezeigt. (Mit der Taste NXT können Sie durch die weiteren "Seiten" der Variablen blättern.) Da Verzeichnisnamen ebenfalls in Variablen gespeichert werden, erscheinen sie ebenfalls im Menü VAR. Der kleine Strich über der linken oberen Ecke der Menüfelder kennzeichnet Verzeichnisse.

Wenn Sie den Taschenrechner zum ersten Mal einschalten, ist *HOME* das einzige Verzeichnis. Weitere Verzeichnisse können Sie später nach Bedarf mit Hilfe des Variable Browser erstellen.

Speichern von Variablen

Wenn Sie eine Variable in einer Berechnung verwenden, sucht der HP 48 im aktuellen Verzeichnis nach dem Namen der Variablen. Wird der Name dort nicht gefunden, sucht der HP 48 im Pfad aufwärts, bis die Variable gefunden oder das *HOME*-Verzeichnis durchsucht wurde. Wenn mehrere Variablen desselben Namens vorhanden sind, wird die erste unter dem angegebenen Namen gefundene Variable ausgewertet auch wenn Sie eine andere gemeint hatten. Die folgenden Grundregeln sollten daher beim Arbeiten mit Variablen berücksichtigt werden:

 Speichern Sie Variablen, die Sie aus jedem beliebigen Verzeichnis aufrufen wollen, im HOME-Verzeichnis.

- Speichern Sie Variablen, die nicht aus allen Verzeichnissen aufgerufen werden sollen, in einem Verzeichnis außerhalb des aktuellen Pfads.
- Sie können identische Namen für Variablen verwenden, solange sich die Variablen nicht im gleichen Verzeichnis befinden.

Die Anwendung Variable Browser

Variable Browser ist eine Anwendung, die das Anzeigen und Organisieren des *HOME*-Speicherbereichs und der Verzeichnisse, Unterverzeichnisse und Variablen darin erleichtert.

Rufen Sie Variable Browser durch Drücken von PMEMORY auf:



Variable Browser - Hauptmenü

Der folgende Abschnitt beschreibt die Aufgaben, die Sie mit Variable Browser ausführen können:

- Erstellen neuer Variablen
- Auswählen von Variablen
- Ändern von Variablen
- Kopieren und Verschieben von Variablen
- Löschen von Variablen
- Feststellen der Größe von Variablen

Erstellen neuer Variablen

5

Variablennamen können bis zu 127 Zeichen lang sein und Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen mit Ausnahme der folgenden enthalten:

- Zeichen, die zum Trennen von Objekten dienen: Leerzeichen, Punkt, Komma, E
- Objekt-Begrenzungszeichen # [] " ' { } () < > « » :
- Mathematische Funktionssymbole: $+ * \checkmark \land \checkmark = \langle \rangle \leq \geq \neq \partial \checkmark !$

Beachten Sie, daß zwischen Groß- und Kleinbuchstaben *unterschieden* wird, auch wenn beide Formen in den Menüfeldern gleich angezeigt werden.

Folgende Einschränkungen müssen bei der Benennung von Variablen beachtet werden:

- Namen dürfen nicht mit einer Ziffer beginnen.
- Die Namen von Funktionen (z. B. SIN, i oder π) dürfen nicht verwendet werden.
- Der Name PICT darf nicht verwendet werden. Der HP 48 verwendet diesen Namen für die aktuellen Grafikobjekte.
- Manche Namen sind zwar gültige Variablennamen, werden aber vom HP 48 als reservierte Variablen für spezielle Zwecke verwendet.
 Sie können diese Namen vergeben, sollten aber dabei bedenken, daß diese Namen als implizite Argumente für bestimmte Befehle verwendet werden: Wenn Sie die Inhalte dieser Variablen ändern, werden die Befehle möglicherweise nicht mehr richtig ausgeführt.
 - \square EQ bezeichnet die aktuelle von den Anwendungen PLOT und SOLVE verwendete Gleichung.
 - $\hfill\square$ CST enthält Daten für benutzerdefinierte Menüs.
 - \square $\varSigma DAT$ enthält die aktuelle Statistikmatrix.
 - □ ALRMDAT enthält die Daten für einen Alarm, der gerade erstellt oder geändert wird.
 - $\Box \ \Sigma PAR$ enthält eine von den STAT-Befehlen verwendete Parameterliste.
 - □ PPAR enthält eine von den PLOT-Befehlen verwendete Parameterliste.
 - $\hfill\square$ VPAR enthält eine von den 3D PLOT-Befehlen verwendete Parameterliste.
 - □ *PRTPAR* enthält eine von den PRINT-Befehlen verwendete Parameterliste.
- \Box IOPAR enthält eine von den IO-Befehlen verwendete Parameterliste.
- □ s1, s2, ... werden von ISOL und QUAD zur Darstellung von beliebigen Zeichen in symbolischen Lösungen verwendet.
- \Box n1, n2, ... werden von ISOL zur Darstellung von beliebigen Ganzzahlen in symbolischen Lösungen verwendet.
- Namen, die auf "der" beginnen, bezeichnen benutzerdefinierte Ableitungen.

Erstellen einer neuen Variablen mit dem Variable Browser:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie NEW in dem Menü.

DBJECT: NEW NAME: _ DIRECTORY	VARIABLE ********	
ENTER NEW OBJ Egit Choos	ECT	OK

Der Bildschirm NEW VARIABLE

- 3. Geben Sie das neue Objekt in das Feld OBJECT: ein. Sie haben dabei verschiedene Möglichkeiten:
 - Tippen Sie das Objekt in der Befehlszeile, ein und drücken Sie ENTER.
 - Geben Sie algebraische Objekte über die Umgebung "Equation Writer" ein (siehe Kapitel 7).
 - Geben Sie Array-Objekte über die Umgebung "MatrixWriter" ein (siehe Kapitel 8).
 - Drücken Sie CHOOS und wählen Sie ein Objekt aus.
 - Drücken Sie (NXT) CALC, legen Sie das gewünschte Objekt in der Stack-Ebene 1 ab, und drücken Sie OK (siehe Kapitel 3).
- 4. Geben Sie einen Namen in das Feld NAME: ein (mit oder ohne Anführungszeichen).
- 5. Drücken Sie OK .

Wenn der Name der Variablen länger als das Menüfeld ist, wird im Menüfeld nur der Anfang des Variablennamens angezeigt.

Erstellen eines neuen Unterverzeichnisses im aktuellen Verzeichnis:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Drücken Sie NEW .
- 3. Drücken Sie 💽, und geben Sie einen Namen in das Feld NAME: ein.
- Markieren Sie das Feld _DIRECTORY, und drücken Sie ✓CHK (oder +/-).
- 5. Drücken Sie OK .

Auswählen, Ändern und Aufrufen von Variablen

Mit dem Variable Browser ist es einfach, eine oder mehrere Variablen aus jedem beliebigen Verzeichnis aufzurufen oder Operationen mit mehreren Variablen auszuführen. Sie können auch bereits vorhandene Variablen ändern und Variablen in den Stack zurückladen.

Auswählen einer Variablen im aktuellen Verzeichnis:

- Drücken Sie (MEMORY).
- Markieren Sie die gewünschte Variable mit Hilfe der Tasten () und
 V.

Auswählen mehrerer Variablen im aktuellen Verzeichnis:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- Markieren Sie eine der Variablen mit Hilfe der Tasten (A) and (V). Stattdessen können Sie auch (a) drücken und eine Buchstabentaste drücken, um die nächste mit diesem Buchstaben beginnende Variable im aktuellen Verzeichnis zu markieren. Wiederholen Sie diesen Vorgang, bis die gewünschte Variable markiert ist.
- 3. Drücken Sie ✓CHK (oder drücken Sie +/-), um die Variable in die auszuwählende Gruppe miteinzubeziehen).
- 4. Wiederholen Sie die Schritte 2 und 3 für alle weiteren auszuwählenden Variablen.

Wenn Sie alle gewünschten Variablen markiert haben, können Sie eine Operation auf die gesamte Variablengruppe ausführen.

Auswählen von Variablen in einem anderen Verzeichnis (aktuelles Verzeichnis wechseln):

1. Drücken Sie (MEMORY).

5-8 Speicher

2. Drücken Sie CHOOS, um den Directory Browser aufzurufen. Dadurch werden alle Verzeichnisse und Unterverzeichnisse im HOME-Speicherbereich angezeigt.



Die Anzeige des Directory Browser

- 3. Markieren Sie das gewünschte Verzeichnis mit den Tasten ▲ und
 ♥ (bzw. @ und dem ersten Buchstaben des Verzeichnisses), und drücken Sie ●K .
- 4. Wählen Sie die gewünschte(n) Variable(n) aus.

Ändern einer Variablen:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zu ändernde Variable aus.
- 3. Drücken Sie EDIT EDIT.
- Andern Sie das Objekt in der EDIT-Umgebung, und drücken Sie anschließend OK OK .

Zurückladen einer Variablen in den Stack:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zurückzuladende Variable aus.
- 3. Drücken Sie (NXT) RCL .
- 4. Verlassen Sie nach Abschluß den Browser (CANCEL) drücken).

Kopieren, Verschieben und Löschen von Variablen

Mit dem Variable Browser können Variablen umgeordnet werden.

Kopieren von Variablen:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zu kopierende(n) Variable(n) aus.
- 3. Drücken Sie COPY.



Der Bildschirm "Copy Variable"

- 4. Geben Sie im Feld COPY TO: eine der folgenden Optionen ein:
 - Einen neuen Variablennamen (um eine Kopie der ausgewählten Variablen unter einem neuen Namen zu speichern).
 - Den Namen einer bereits vorhandenen Variablen (um den Inhalt der Variablen durch das ausgewählte Objekt zu ersetzen).
 - Die Liste eines Verzeichnispfads (um eine Kopie der ausgewählten Variablen mit dem gleichen Namen, aber in einem anderen Verzeichnis zu speichern).
- 5. Drücken Sie OK .

Verschieben von Variablen:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zu verschiebende(n) Variable(n) aus.
- 3. Drücken Sie MOVE .



Der Bildschirm "Move Variable"

- 4. Geben Sie im Feld MOVE TO: eine der folgenden Optionen ein:
 - Einen neuen Variablennamen (um das ausgewählte Objekt umzubenennen).
 - Den Namen einer bereits vorhandenen Variablen (um den Inhalt der Variablen durch das ausgewählte Objekt zu ersetzen).
 - Die Liste eines Verzeichnispfads (um die ausgewählte Variable in ein anderes Verzeichnis zu verschieben).

5. Drücken Sie OK .

Löschen von Variablen:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zu löschende(n) Variable(n) aus.
- 3. Drücken Sie (NXT) PURG .

Feststellen der Größe von Variablen

Mit dem Variable Browser können Sie feststellen, wieviel Speicher eine Variable verwendet.

Feststellen der Größe von Variablen:

- 1. Drücken Sie (MEMORY).
- 2. Wählen Sie die zu prüfende(n) Variable(n) aus.
- 3. Drücken Sie SIZE in der zweiten Seite des Menüs (drücken Sie, wenn nötig, NXT). Es wird eine Meldung wie die folgende angezeigt:



Die Meldungs-Box "SIZE"

4. Drücken Sie OK , um die Meldungs-Box wieder auszublenden.

Verwendung von Variablen: Das Menü VAR

Über das Menü VAR haben Sie Zugriff auf die globalen Variablen, die Sie in dem aktuellen Verzeichnis erstellt haben.

Der Variable Browser eignet sich zum Organisieren und Bearbeiten der erstellten Variablen; das Menü VAR dagegen ermöglicht die Verwendung von Variablen in Berechnungen, das Einbeziehen in Gleichungen und bietet einfachen und schnellen Zugriff auf verschiedene Speicherfunktionen:

- Erstellen einer neuen Variablen. Legen Sie das gewünschte Objekt in der Stack-Ebene 1 ab, geben Sie den Namen der Variablen ein, und drücken Sie (STO). Die neue Variable wird im aktuellen Verzeichnis gespeichert und im Menü VAR angezeigt.
- Werten Sie die Variable aus. Drücken Sie die Menütaste VAR der Variablen.
- Bringen Sie den Inhalt der Variablen in den Stack. Drücken Sie
 und anschließend die Menütaste VAR der Variablen.
- Bringen Sie den Namen der Variablen in den Stack. Drücken Sie

 und anschließend die Menütaste der Variablen.
- Aktualisieren Sie den Inhalt der Variablen. Legen Sie die den geänderten Inhalt der Variablen in der Stack-Ebene 1 ab, drücken Sie und anschließend die Menütaste der Variablen.
- Löschen Sie eine Variable (Name und Inhalt) aus dem Speicher. Bringen Sie den Namen der Variablen in den Stack, und drücken Sie
 (FURG).
- Löschen Sie eine Gruppe von Variablen. Legen Sie eine Liste (mit den Begrenzungszeichen ()) der zu löschenden Variablen ohne Hochkommas in der Stack-Ebene 1 ab, und drücken Sie ()PURG.
- Beziehen Sie den Namen einer Variablen in einen algebraischen Ausdruck oder in ein Programm ein. Wenn die entsprechenden Begrenzungszeichen (Tick-Markierungen für algebraische Ausdrücke, "Guillemots" für Programme) bereits eingegeben wurden, drücken Sie die Menütaste VAR der Variablen.
- Wechseln Sie in das HOME-Verzeichnis. Drücken Sie HOME.

- Wechseln Sie in das übergeordnete Verzeichnis. Drücken Sie
 (4) UP.
- **Beispiel:** Probieren Sie das Menü VAR aus. Verwenden Sie dazu eine Variable namens *OPTION* mit dem Inhalt 6.05.
- Schritt 1: Erstellen Sie die Variable OPTION, und zeigen Sie das VAR-Menü an.

6.05 ENTER ' @ @ OPTION @ STO VAR



Schritt 2: Rufen Sie den Wert der Variablen ab. OPTIO 1:

Schritt 3: Rufen Sie den Namen der Variablen ab.

UPTIO (ENTER)



Schritt 4: Ändern Sie den Wert in OPTION auf 6.15. Rufen Sie den Wert noch einmal ab, um die Änderung zu überprüfen.

6.15 🕤 OPTIO OPTIO

3: 2:	6.05 'OPTION'
1:	6.15
OPTIO	

Schritt 5: Löschen Sie den Stack, und löschen Sie OPTION aus dem Speicher.





Definieren von Variablen

Mit dem Befehl DEFINE des HP 48 können Variablen aus Gleichungen erstellt werden. (Informationen zum Erstellen von Gleichungen finden Sie in Kapitel 7.) Wenn die Stack-Ebene 1 eine Gleichung der Form '*Name = Ausdruck*' enthält, wird mit dem Befehl DEFINE dieser Ausdruck unter dem angegebenen Namen gespeichert.

Erstellen einer Variablen aus einer symbolische Definition:

- 1. Geben Sie eine Gleichung der folgenden Form ein: 'Name = Ausdruck'.
- 2. Drücken Sie (DEF) (die Taste für den Befehl DEFINE).

Beispiel: Speichern Sie mit dem Befehl DEFINE den Wert M^*C^2 in der Variablen E.

Schritt 1: Drücken Sie () $\alpha \alpha \in \{ \{ \} \}$ $M \times C \alpha y^{x}$ 2 ENTER.

Schritt 2: Drücken Sie (DEF).

Beachten Sie, daß DEFINE den Ausdruck ohne vorherige Auswertung speichert, wenn das Flag -3 nicht gesetzt ist. Ist dieses Flag gesetzt, wird der Ausdruck nach Möglichkeit vor dem Speichern als Zahl ausgewertet. Ist das Flag -3 nicht gesetzt, wird mit der Tastenfolge 'A=10+10' (DEF) beispielsweise die Variable A erstellt und als '10+10' gespeichert. Ist das Flag -3 dagegen gesetzt, wird die Variable als 20 gespeichert.

Auswerten von Variablen

Wenn Sie den Inhalt einer Variablen in einer Berechnung verwenden wollen, muß die Variable zunächst *ausgewertet* werden. Diese Auswertung erfolgt durch Drücken der Menütaste der Variablen im Menü VAR.

Bei der Auswertung eines Variablennamens wird das in der Variablen gespeicherte Objekt aufgerufen.

- Name. Der Name wird ausgewertet (durch Aufruf ihres Objekts).
- Programm. Das Programm wird ausgeführt.
- Verzeichnis. Das angegebene Verzeichnis wird zum aktuellen Verzeichnis.
- Andere Objekte. Eine Kopie des Objekts wird an den Stack übergeben.
- Beispiel: Im aktuellen Verzeichnis seien vier Variablen vorhanden: A enthält 2, B enthält 5, ALG enthält den Ausdruck
 'A+B' und ADD2 enthält das kurze Programm « + + ». Werten Sie die Variablen im VAR-Menü aus.

Schritt 1:	Rufen Sie vom Stack aus das VAR-Menü auf.
(VAR)	2:



Schritt 2: Werten Sie ALG, B und A aus. Keine dieser Variablen enthält Verzeichnisse oder Programme, die jeweiligen Inhalte werden deshalb im Stack abgelegt.

Ĥ	L		6	
	F	2		
	c	5		



Schritt 3: Werten Sie ADD2 aus. Beachten Sie, daß das Programm ausgeführt und nicht nur im Stack abgelegt wird.

ADD2



Variablennamen mit Anführungszeichen und formale Variablen

Das Begrenzungszeichen ' ist beim Eingeben von Variablennamen von Bedeutung: Es legt fest, ob eine Variable automatisch ausgewertet wird, wenn Sie die Taste ENTER drücken. Ist das Begrenzungszeichen ' angegeben, so wird der Name nicht ausgewertet.

Eingeben eines Variablennamens in den Stack:

- Falls eine Variable mit diesem Namen existiert (oder existieren könnte), drücken Sie (¹), und geben Sie den Namen der Variable ein oder drücken Sie die entsprechende Menütaste im VAR-Menü. Variablennamen als Teil eines algebraischen Ausdrucks werden zwischen Anführungszeichen angegeben und solange nicht ausgewertet, bis der algebraische Ausdruck ausgewertet wird.
- Wenn keine Variable mit diesem Namen existiert, geben Sie den Namen ohne Anführungszeichen ein, und drücken Sie ENTER.
 Da der HP 48 kein dem neuen Namen zugeordnetes Objekt finden kann, wird der Name als *formale* Variable behandelt und *mit Anführungszeichen* im Stack abgelegt. Die Auswertung

einer formalen Variablen ergibt wieder den Namen der formalen Variablen.

Auch wenn formale Variablennamen (ohne zugeordnetes Objekt) und Variablennamen mit Anführungszeichen (mit zugeordneten Objekten) im Stack in gleicher Form erscheinen, so gibt es doch zwei wichtige Unterschiede:

- Die Auswertung einer formalen Variablen scheint gar nichts zu tun, denn es wird wieder die formale Variable im Stack abgelegt. Bei der Auswertung einer Variablen mit Anführungszeichen wird dagegen das zugeordnete Objekt ausgewertet.
- Formale Variablen werden niemals im VAR-Menü angezeigt. Allen Variablen im VAR-Menü ist ein Objekt zugeordnet. Sie können eine formale Variable jedoch in einer VAR-Variablen unter einem anderen Namen speichern.
- Beispiel: Geben Sie den Namen ADD2 mit einfachen Anführungszeichen in den Stack ein.

'ADD2 (') (a) (a) ADD2 (ENTER) 1: ADD2 ALG

Beispiel: Geben Sie den formalen Variablennamen C ohne Anführungszeichen in den Stack ein. Wenn bereits eine Variable mit dem Namen C im aktuellen Pfad existiert, wird der Inhalt dieser Variablen statt des Variablennamens angezeigt.

 α C ENTER

5

1: 'C' Add2 Alg B A

Beispiel: Speichern Sie die formale Variable 'C' in der Variablen C2. Werten Sie anschließend C2 im VAR-Menü aus.

Schritt 1: Speichern Sie C' in C2.



Schritt 2:Werten Sie C2 im VAR-Menü aus. Vergewissern Sie
sich, daß 'C' eine formale Variable ist, indem Sie
(EVAL) drücken.

VAR C2



5

Spezielle Speicheroperationen

Gelegentlich scheint der HP 48 bei der Ausführung einer Operation zu "hängen" und die Verarbeitung nicht fortzusetzen, und reagiert auch auf Drücken der Taste (CANCEL) nicht. Dieser Fall kann eintreten, wenn der Speicherinhalt zerstört wird oder das System während der Ausführung "durcheinandergerät".

Sie können diesen Zustand auf zwei verschiedene Arten beheben: Durch einen System-Halt oder durch einen Speicher-Reset.

Achtung



Bevor Sie einen Speicher-Reset durchführen, versuchen Sie zunächst, das System anzuhalten, und führen Sie den Speicher-Reset nur durch, wenn der System-Halt nicht gelingt.

System anhalten

Beim System-Halt geschieht folgendes:

- Alle in Ausführung befindlichen Programme und Systemoperationen werden abgebrochen.
- Der Stack, alle lokalen Variablen und die drei LAST-Variablen werden gelöscht, ebenso die PICTURE-Anzeige und der temporäre Systemspeicherbereich.
- Die Benutzer-Tastenbelegung wird ausgeschaltet (das Flag -62 wird rückgesetzt).
- Alle Bibliotheken aus dem HOME-Verzeichnis werden abgekoppelt, und alle Bibliotheken in allen verfügbaren Ports werden neu konfiguriert. (Ausführliche Hinweise hierzu siehe "Verwenden von Bibliotheken" in Kapitel 28.)
- Das HOME-Verzeichnis wird zum aktuellen Verzeichnis.
- Das MTH-Hauptmenü wird aufgerufen.

Die in HOME und in Port 0 gespeicherten Objekte werden durch einen System-Halt *nicht* beeinträchtigt.

System-Halt über die Tastatur:

5

- 1. Drücken Sie die Taste ON und halten Sie sie gedrückt.
- 2. Drücken Sie die Menütaste C.
- 3. Lassen Sie beide Tasten wieder los.

Ein System-Halt wird außerdem automatisch durchgeführt, wenn Sie den Taschenrechner einschalten und seit dem letzten Einschalten Einsteckkarten ein- oder ausgebaut wurden oder die Einstellung des Schreibschutzschalters verändert wurde.

In bestimmten Fällen kann der HP 48 die Ausführung von Operationen nicht fortsetzen und reagiert weder auf die Tastenkombination ON-C noch auf andere Eingaben über die Tastatur. In diesen Fällen müssen Sie den System-Halt *direkt* (ohne Verwendung der Tastatur) ausführen.

System-Halt ohne Verwendung der Tastatur:

 Drehen Sie den HP 48 um, und nehmen Sie den oberen rechten (von unten gesehen) Gummifuß ab. Darunter wird eine kleine Öffnung und der eingravierte Buchstabe R sichtbar.



- 2. Stecken Sie eine gewöhnliche Büroklammer eine Sekunde lang so weit wie möglich in die Öffnung.
- 3. Drücken Sie ON.
- 4. Drücken Sie ON-C, wenn nötig. Falls dies nicht zum gewünschten Ergebnis führt, müssen Sie einen Speicher-Reset durchführen.

5-18 Speicher

Speicher-Reset

Mit einem Speicher-Reset kann der HP 48 wieder in seinen Originalzustand versetzt werden. Alle gespeicherten Informationen gehen dabei verloren. Gehen Sie mit dieser Funktion sehr vorsichtig um.

Durchführen eines Speicher-Reset:

- 1. Drücken Sie gleichzeitig die folgenden Tasten und halten Sie sie gedrückt: (ON), die Menütaste (A) und die Menütaste (F).
- 2. Lassen Sie die beiden Menütasten wieder los, und halten Sie ON weiterhin gedrückt.
 - Wenn Sie den Speicher-Reset *fortsetzen* wollen, lassen Sie ON los.
 - Wenn Sie den Speicher-Reset abbrechen wollen, drücken Sie die Menütaste (B) und lassen anschließend (ON) los.

Wenn Sie den Speicher-Reset gestartet haben, gibt der Rechner einen Signalton aus und zeigt den folgenden Bildschirm an:

Try	То	Recover	Memory?
YES			ND

Speicher-Reset-Meldung

 Drücken Sie YES, wenn Sie versuchen wollen, alle in HOME und in Port 0 gespeicherten Variablen wiederherzustellen. Unter Umständen ist das Wiederherstellen nicht für alle Variablen möglich. Drücken Sie NO, um einen vollständigen Speicher-Reset durchzuführen. Der HP 48 wird dadurch wieder in den Zustand versetzt, in dem er sich bei der Auslieferung befand. Der gesamte Benutzerspeicher wird gelöscht.

Wenig Speicherplatz

Der Speicher des HP 48 wird für die Ausführung von Operationen und für die von Ihnen erstellten Objekte verwendet. Wenn der Benutzerspeicher zu voll ist, wird die Ausführung der Operationen langsamer oder sogar ganz unmöglich. In diesem Fall zeigt der HP 48 eine Reihe entsprechender Meldungen an. Diese Meldungen werden im folgenden beschrieben (die schwerwiegendsten zuletzt):

 No Room for Last Stack. Wenn nicht genügend Speicher zum Sichern einer Kopie des letzten Stack zur Verfügung steht, wird diese Meldung nach dem Drücken von ENTER angezeigt. Die UNDO-Funktion des Rechners steht dann nicht zur Verfügung.

Maßnahme: Löschen Sie nicht verwendete Variablen und nicht benötigte Objekte aus dem Stack.

■ Insufficient Memory. Diese Meldung erscheint, wenn nicht genügend Speicher zum Abschließen einer Operation verfügbar ist. Sofern der Befehl LAST ARG aktiviert ist (das Flag -55 ist nicht gesetzt), werden die ursprünglichen Argumente wieder im Stack abgelegt. Ist LAST ARG nicht aktiviert (Flag -55 gesetzt), gehen diese Argumente verloren.

Maßnahme: Löschen Sie nicht verwendete Variablen und nicht benötigte Objekte aus dem Stack.

 No Room To Show Stack. Diese Meldung erscheint, wenn der HP 48 alle aktuellen Operationen abschließt, aber keinen Speicher für die Anzeige des Stack mehr hat. Der Stack zeigt dann nur den Typ des jeweiligen Objekts (Real Number, Algebraic, etc) an. Der Speicherbedarf für die Anzeige eines Stack-Objekts ist abhängig vom jeweiligen Objekttyp.

Maßnahme: Löschen Sie nicht verwendete Variablen und nicht benötigte Objekte aus dem Stack, oder speichern Sie Stack-Objekte in Variablen, damit sie nicht angezeigt werden müssen.

 Out of Memory. In extremen Fällen kann der verfügbare Speicher so klein sein, daß überhaupt keine Verarbeitung mehr möglich ist. In diesem Fall müssen Sie Speicher freigeben, bevor Sie die Arbeit fortsetzen können. Der HP 48 stellt hierfür eine spezielle Prozedur zur Verfügung und erzeugt folgende Anzeige:



Nach dem Starten dieser Prozedur werden Sie gefragt, ob Sie das (als Objekttyp angezeigte) Objekt in Ebene 1 (in der obigen Abbildung ein real Array) löschen wollen. Wenn Sie YES drücken, wird das Objekt gelöscht, und die Frage wird für das neue Objekt der Ebene 1 wiederholt. Diese Prozedur wird so lange wiederholt, bis entweder der Stack leer ist oder Sie NO drücken. Anschließend haben Sie die Möglichkeit, den Inhalt von LAST CMD zu löschen und danach noch weitere Bereiche in folgender Reihenfolge:

- 1. Stack-Ebene 1 (wiederholt)
- 2. Den Inhalt von LAST CMD
- 3. Den Inhalt von LAST STACK (sofern aktiv)
- 4. Den Inhalt von LAST ARG (sofern aktiv)
- 5. Die Variable PICT (sofern vorhanden)
- 6. Benutzertastenbelegungen
- 7. Alarm-Definitionen
- 8. Den gesamten Stack (sofern nicht bereits leer)
- 9. Alle globalen Variablen (nach Namen)
- 10. Alle Objekte aus Port 0 (nach markierten Namen)

Antworten auf die "Out Of Memory"-Meldungen:

- Zum Löschen des angegebenen Objekts drücken Sie YES.
- Wenn Sie das angegebene Objekt behalten wollen, drücken Sie
 NO
- Drücken Sie CANCEL, um die Prozedur abzubrechen und zu prüfen, ob das Problem behoben ist.

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 auf die Frage nach dem Löschen der Befehlszeile eingeben, wird nach dem Beenden der Löschprozedur wieder die Befehlszeile angezeigt.

Die Abfrage nach globalen Variablen beginnt mit dem neuesten Objekt im Verzeichnis *HOME* und geht dann zu den älteren Objekten über. Ist die zu löschende Variable ein leeres Verzeichnis, so wird dieses mit YES gelöscht. Ist das Verzeichnis nicht leer, geht die Löschprozedur nacheinander die Objekte in diesem Verzeichnis durch (das jeweils neueste Objekt zuerst).

Sie können die Löschprozedur an jedem beliebigen Punkt abbrechen, indem Sie CANCEL drücken. Steht inzwischen wieder genügend Speicher zur Verfügung, erscheint wieder die normale Taschenrechner-Anzeige, im anderen Fall wird wieder ein Signalton ausgegeben und die Lösch-Prozedur fortgesetzt. Nachdem alle Möglichkeiten zum Löschen durchgegangen wurden, versucht der Rechner, in seinen normalen Arbeitsmodus zurückzukehren. Steht noch immer nicht genügend Speicher zur Verfügung, wird die Prozedur erneut gestartet.

Eingabemasken

Auch wenn die Anzeige des HP 48 relativ klein erscheint, so entspricht ihre Größe doch der eines durchschnittlichen "Dialogfensters". *Eingabemasken* sind das Äquivalent des HP 48 zu solchen Dialogfenstern.

Die meisten Anwendungen des HP 48 enthalten Eingabemasken. Mit Hilfe dieser Masken können Sie sich die einzugebenden Informationen leichter merken und die gewünschten Optionen einstellen.

Eingabemasken

Alle Eingabemasken haben ein ähnliches Aussehen. Die folgende Abbildung zeigt die Haupt-Eingabemaske der Anwendung PLOT. Anhand dieser Abbildung werden die wichtigsten Bestandteile der Masken erläutert.



Beispiel einer Eingabemaske: PLOT

Jede Maske hat einen *Titel*, eine Gruppe von *Feldern* (manche davon mit *Beschriftungen*, eine *Eingabezeile* (direkt oberhalb des Menüs) und ein Menü, in dem die für das jeweils ausgewählte Feld relevanten Auswahlmöglichkeiten angegeben sind. Die Eingabezeile enthält außerdem eine Informationsmeldung zu dem ausgewählten Feld. Wenn Sie ein anderes Feld auswählen, ändern sich die Eingabezeile und das Menü, und es werden Informationen zu dem neu ausgewählten Feld angezeigt.

Eingabemasken verwenden vier Arten von Feldern:

- Datenfelder. In diesen Feldern können Daten eines bestimmten Typs direkt über die Tastatur eingegeben werden. Die Felder INDEP:, H-VIEW: und V-VIEW in der PLOT-Maske sind Beispiele für Datenfelder.
- Erweiterte Datenfelder. Diese Felder erweitern die Möglichkeiten der Datenfelder und lassen die Eingabe von zuvor gespeicherten Objekten zu (sofern der Objekttyp in dem entsprechenden Feld zulässig ist). Ein Beispiel für ein erweitertes Datenfeld in der PLOT-Maske der obigen Abbildung ist das Feld EQ:.
- Listenfelder. Für diese Felder ist eine Liste von möglichen Werten vordefiniert, unter denen Sie einen auswählen können. Die Felder TYPE: und ∡: in der PLOT-Maske sind Beispiele für Listenfelder.
- Markierungsfelder. Mit diesen Feldern werden verschiedene Optionen in den Anwendungen gesteuert; eine Markierung (ein Häkchen) in dem jeweiligen Feld bedeutet, daß die Option ausgewählt wurde. Ein Beispiel für ein Markierungsfeld ist das Feld AUTOSCALE in der PLOT-Maske.

Felder in Eingabemasken auswählen

Die Cursortasten sind in Eingabemasken aktiviert und können zum Auswählen von Feldern verwendet werden.

	Wählt das jeweils nächste Feld aus; von links nach rechts bzw. von oben nach unten. Vom letzten Feld der Maske aus können Sie mit () wieder zum ersten Feld springen.
◀	Wählt das vorige Feld aus. Vom ersten Feld der Maske aus können Sie mit 🗨 zum letzten Feld springen.
	Wählt das entsprechende Feld auf der vorigen Zeile aus. Von einem Feld der obersten Zeile der Maske können Sie mit (A) zum entsprechenden Feld der untersten Zeile springen.
	Wählt das entsprechende Feld in der folgenden Zeile aus. Von einem Feld der untersten Zeile der Maske können Sie mit 💟 zum entsprechenden Feld der obersten Zeile springen.
\square	Wählt das erste Feld der Maske aus

6

6-2 Eingabemasken

- (F) Wählt das erste Feld der Maske aus.
- (F) Wählt das letzte Feld der Maske aus.
- ₩ählt das letzte Feld der Maske aus.

Wenn Sie **ENTER** oder **OK** drücken, um Daten in ein Feld einzugeben, die bereits in die Befehlszeile eingetippt wurden, wird automatisch das nächste Feld ausgewählt. In anderen Fällen müssen Sie den Auswahlbalken mit den Cursortasten verschieben.

Eingeben von Daten in Eingabemasken

Mit dem HP 48 können Sie Daten auf verschiedene Arten in Eingabemasken eingeben.

Informationen in ein Datenfeld eingeben:

- 1. Wählen Sie das Datenfeld (bzw. das erweiterte Datenfeld) aus.
- 2. Tippen Sie das Objekt ein. Die Befehlszeile kann für alle Objekttypen verwendet werden (achten Sie auf die richtigen Begrenzungszeichen). Für algebraische Objekte können Sie auch den EquationWriter verwenden (siehe Kapitel 7), für Arrays den MatrixWriter (siehe Kapitel 8). Um zum Equation oder Matrix Writer zu wechseln, siehe "Springen zu einer zweiten Eingabemaske" auf Seite 6-5.
- 3. Drücken Sie ENTER oder OK .

Eingeben eines zuvor gespeicherten Objekts in ein erweitertes Datenfeld:

- 1. Wählen Sie das erweiterte Datenfeld aus.
- 2. Drücken Sie <u>CHOOS</u>. Es wird eine Mini-Version des Variable Browser angezeigt, die alle Variablen im aktuellen Verzeichnis enthält, die von dem ausgewählten Feld verwendet werden können.
- 3. Markieren Sie das gewünschte Objekt mit den Tasten 🛆 bzw. 💌.
- 4. Drücken Sie (ENTER) oder OK .

In manchen erweiterten Datenfeldern können Sie auch mehrere zu einer Liste zusammengefaßte Objekte eingeben.

Eingeben einer Objektliste in ein erweitertes Datenfeld:

1. Wählen Sie das erweiterte Datenfeld aus, das Listenobjekte akzeptiert.

- 2. Drücken Sie <u>CHOOS</u>. Es wird eine Mini-Version des Variable Browser angezeigt, die alle Variablen im aktuellen Verzeichnis enthält, die von dem ausgewählten Feld verwendet werden können.
- 3. Wählen Sie mit den Tasten 🛆 bzw. 💟 ein Objekt aus, das in der Liste enthalten sein soll.
- 4. Drücken Sie ✓CHK, damit neben dem Objekt eine Markierung angezeigt wird.
- 5. Wiederholen Sie die Schritte 3 und 4 für die weiteren Objekte der Liste.
- 6. Wenn alle Objekte der Liste markiert sind, drücken Sie ENTER oder OK .

Optionen in Eingabemasken auswählen

Auswählen einer Option aus einem Listenfeld:

1. Wählen Sie das Listenfeld aus.

A

- 2. Wählen Sie eine Option für dieses Feld auf eine der folgenden Arten aus:
 - Verwenden Sie eine Pop-Up-Liste.
 - a. Drücken Sie CHOOS, um eine *Pop-Up-Liste* der verfügbaren Optionen anzuzeigen.

TURE	Func	tion	ì		-
TIFE	Pola	r-			9
F:	Para	matr	· • ~		I _
INDE	n ar a	" 듣!	IC.		.5
SOLN	Vitt	Eq			
CHOO					-
				CANCE	OК

Beispiel einer Pop-Up-Liste: PLOT-Typen

- b. Wählen Sie mit den Pfeiltasten 🛦 und 💟 eine Option aus.
- c. Drücken Sie (ENTER) oder UK
- Drücken Sie mehrmals (+/-), um durch die verfügbaren Optionen zu blättern, bis die gewünschte Option angezeigt wird.
- Drücken Sie @ und den ersten Buchstaben der gewünschten Option. Es wird die nächste Option, die mit diesem Buchstaben beginnt, angezeigt. Wenn es mehrere Optionen mit demselben Anfangsbuchstaben gibt, müssen Sie diesen Schritt so oft wiederholen, bis die gewünschte Option angezeigt wird.

Auswählen einer Option in einem Markierungsfeld:

- 1. Wählen Sie das Markierungsfeld aus.
- 2. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie ein- oder zweimal ✔CHK, um das Feld zu markieren bzw. die Markierung zu entfernen.
 - Drücken Sie ein- oder zweimal +/-, um das Feld zu markieren bzw. die Markierung zu entfernen.

Weitere Operationen in Eingabemasken

Ändern eines Datenfelds:

- 1. Wählen Sie das Datenfeld bzw. das erweiterte Datenfeld aus.
- 2. Drücken Sie EDIT (oder (EDIT)). Dadurch wird das Objekt in die Befehlszeile kopiert.
- 3. Ändern Sie das Objekt mit den üblichen Änderungsfunktionen der Befehlszeile.
- 4. Drücken Sie ENTER oder OK .

Durchführen einer "Nebenrechnung" aus einer Eingabemaske:

- 1. Wählen Sie das Datenfeld bzw. das erweiterte Datenfeld aus.
- 2. Drücken Sie NXT CALC. Es wird eine Version des Stack angezeigt (der Titel der Maske und die Eingabezeile des Felds sind weiterhin sichtbar), und das Objekt aus dem ausgewählten Feld befindet sich jetzt in Ebene 1. Drücken Sie ggf. STS, um die Statuszeile ein- oder auszublenden.
- 3. Führen Sie die Stack-Berechnung durch. Geben Sie dazu gegebenenfalls weitere Objekte ein, und wählen Sie Befehle aus anderen Menüs aus. Wenn die Berechnung abgeschlossen wird, muß sich das Ergebnis, das Sie in das Datenfeld eingeben wollen, in Ebene 1 befinden.
- 4. Wenn OK nicht in dem Menü angezeigt wird (weil Sie andere Menüs verwendet haben), drücken Sie (CONT), um es wieder anzuzeigen.
- 5. Drücken Sie OK, um das errechnete Ergebnis in das ausgewählte Datenfeld einzufügen, oder CANCL, um das Ergebnis nicht in das Feld zu bringen.

"Springen" zu einer zweiten Eingabemaske:

1. Wählen Sie das Datenfeld bzw. das erweiterte Datenfeld aus.

- 2. Drücken Sie (NXT) CALC. Es wird eine Version des Stack angezeigt (der Titel der Maske und die Eingabezeile des Felds sind weiterhin sichtbar), und das Objekt aus dem ausgewählten Feld befindet sich jetzt in Ebene 1.
- 3. Öffnen Sie die zweite Eingabemaske.

6

- Führen Sie die Aufgabe(n) in der zweiten Eingabemaske aus, und verlassen Sie die zweite Maske (durch Drücken von OK oder CANCL, oder führen Sie eine Aufgabe aus, die die Maske verläßt.
- 5. Wenn OK nicht in dem Menü angezeigt wird (weil Sie andere Menüs verwendet haben), drücken Sie (CONT), um es wieder anzuzeigen.
- 6. Vergewissern Sie sich, daß in Stack-Ebene 1 das Objekt liegt, das Sie in dem ausgewählten Datenfeld der Originalmaske speichern wollen. (Je nach den Aufgaben, die Sie in der zweiten Maske ausgeführt haben, könnte sich der Inhalt der Ebene 1 geändert haben.)
- 7. Drücken Sie OK, um wieder in die Originalmaske zurückzukehren, und geben Sie das Objekt der Ebene 1 in dem ausgewählten Datenfeld ein, oder drücken Sie CANCL, um zurückkehren, ohne das Objekt der Ebene 1 einzugeben.

Rücksetzen eines Feldinhalts auf den Standardwert:

- 1. Wählen Sie das Feld aus.
- 2. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie (NXT) RESET.
 - Drücken Sie DEL.
- 3. Wählen Sie Delete value (oder Reset Value) in der Pop-Up-Liste.
- 4. Drücken Sie ENTER oder OK .

Rücksetzen aller Feldinhalte auf die Standardwerte:

- 1. Wählen Sie ein Feld aus.
- 2. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie (NXT) RESET.
 - Drücken Sie DEL.
- Wählen Sie Reset all in der Pop-Up-Liste. In manchen Anwendungen (z. B. PLOT) lautet dieser Befehl etwas anders, weil ein oder mehrere Felder individuell rückgesetzt werden müssen (als Vorsichtsmaßnahme gegen unbeabsichtigte Datenverluste).
- 4. Drücken Sie ENTER oder OK .

Gültige Objekttypen für bestimmte Datenfelder:

- 1. Wählen Sie das Datenfeld bzw. das erweiterte Datenfeld aus.
- 2. Drücken Sie (NXT) TYPES. Es wird ein Pop-Up-Menü mit den für dieses Feld gültigen Objekttypen angezeigt.



Beispiel einer TYPES-Pop-Up-Liste

- 3. Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Wählen Sie den gewünschten Typ in der Pop-Up-List aus, und drücken Sie NEW, um mit dem Eingeben der Daten zu beginnen. Die entsprechenden Begrenzungszeichen werden in der Befehlszeile angezeigt.
 - Wenn Sie keine Daten eingeben wollen, drücken Sie OK .

Beenden der Dateneingabe in einer Eingabemaske

Eingabemasken dienen der Eingabe von Daten und der Vorbereitung umfangreicherer Aufgaben. Die eingegebenen Daten und die ausgewählten Optionen können entweder nur im Zusammenhang mit der speziellen Eingabemaske verwendet werden, oder für globale Änderungen in allen Anwendungen. Änderungen an reservierten Variablen (z. B. EQ) und an System-Flags sind Beispiele für globale Änderungen.

Ob Ihre Änderungen als globale Änderungen gespeichert werden, hängt davon ab, auf welche Art Sie die Eingabemaske verlassen. Die Möglichkeiten hierbei sind im folgenden beschrieben:

Ausführen der Hauptaktion in einer Eingabemaske:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß die benötigten Daten eingegeben und die richtigen Optionen ausgewählt wurden.
- 2. Drücken Sie die entsprechende Aktionstaste. Diese Tasten unterscheiden sich je nach verwendeter Maske. Globale Änderungen

werden gespeichert, die Aktion wird ausgeführt, und es wird ein entsprechender Bildschirm angezeigt. Normalerweise wird mit dieser Aktion die Eingabemaske nicht verlassen.

Verlassen der Eingabemaske nach dem Speichern der globalen Änderungen:

 Drücken Sie OK in dem Menü. Eventuell wird diese Auswahl erst in der zweiten Seite angezeigt (drücken Sie gegebenenfalls (NXT)).

Verlassen der Eingabemaske, ohne die globalen Änderungen zu speichern:

 Drücken Sie CANCEL oder CANCL in dem Menü. Eventuell wird CANCL erst in der zweiten Seite angezeigt (drücken Sie gegebenenfalls NXT).

Verlassen der SOLVE-Eingabemaske und Öffnen einer PLOT-Eingabemas (und umgekehrt):

 Öffnen Sie die neue Eingabemaske. Globale Änderungen werden gespeichert, alle nicht globalen Änderungen gehen verloren, sobald Sie die neue Eingabemaske öffnen.

Befehle in Eingabemasken

6

Der HP 48 kennt verschiedene programmierbare Befehle, die Sie zum Erstellen Ihrer eigenen Eingabemasken verwenden können. Diese Befehle befinden sich im Menü PRG IN; sie werden in Anhang G und ausführlich im Handbuch *HP 48G Series Advanced User's Reference* beschrieben.

Erstellen einer Eingabemaske:

- Geben Sie eine Zeichenfolge für den Namen der Eingabemaske ein. (Verwenden Sie dazu die Tasten).)
- 2. Geben Sie eine Liste der Felddefinitionen ein. Wenn Sie mehrere Felder angeben, schließen Sie die einzelnen Felddefinitionen in Klammern ein.
- 3. Geben Sie eine Liste der Formatoptionen ein.
- 4. Geben Sie eine Liste der Rücksetzungswerte (der Werte, die nach dem Drücken der Taste RESET erscheinen) ein.
- 5. Geben Sie eine Liste der Standardwerte ein.
- 6. Führen Sie den Befehl INFORM aus.

Beispiel: Erstellen einer Eingabemaske.

Geben Sie einen Namen, eine Felddefinition, die Formatoptionen, eine leere Liste für die Rücksetzungswerte und einen Standardwert ein.



	####FIRST	ONE X		
NHME:	"WENDY			
				D 12
EUII			UNNUL	UN.

7

Der EquationWriter

Mit der Anwendung "EquationWriter" des HP 48 können Sie auf einfache Weise algebraische Ausdrücke und Gleichungen in einer Ihnen vertrauten Form eingeben und anzeigen. Der EquationWriter verwendet für diese Elemente die Darstellungsform, die Sie aus Fachbüchern kennen und auch beim Schreiben von Gleichungen mit Bleistift und Papier verwenden.

Als Beispiel hier eine physikalische Gleichung:

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a \, dt$$

Dieselbe Gleichung würde im Stack in der folgenden Form angezeigt:

'v=v0+f(t1,t2,a,t)'

Und so könnte die Gleichung im EquationWriter eingegeben werden:

Der Aufbau der Anwendung EquationWriter

In der Anwendung EquationWriter können mit den Tasten für algebraische Funktionen die Namen der Funktionen oder die grafischen Funktionssysmbole in eine Gleichung eingefügt werden. Wenn Sie beispielsweise die Taste 😿 drücken, wird das Zeichen für Quadratwurzel angezeigt. Sie können jedes beliebige Befehlsmenü anzeigen, es sind jedoch nur die Tasten für algebraische Funktionen aktiv. Ebenso wie mit den Funktionstasten werden mit den Menütasten keine Funktionen ausgeführt, sondern lediglich die Namen der jeweiligen Funktionen in die Gleichung eingefügt.

Der EquationWriter kennt drei verschiedene Modi für verschiedene Zwecke:

- Eingabemodus zum Eingeben und Ändern von Gleichungen
- Roll-Modus zum Anzeigen umfangreicher Gleichungen
- Auswahlmodus zum Ändern von Ausdrücken innerhalb von Gleichungen





Auswahlmodus

Aufstellen von Gleichungen

Starten der Anwendung EquationWriter:

 Drücken Sie EQUATION. Der EquationWriter kann vom Stack aus aufgerufen werden oder von einem beliebigen Feld in einer Eingabemaske aus, das algebraische Objekte akzeptiert.

Nachdem Sie den EquationWriter aufgerufen haben, können Sie eine Gleichung oder einen Ausdruck (oder ein Einheitenobjekt, Zahl oder Name) eingeben und dabei die in dieser Umgebung zur Verfügung stehenden Operationen verwenden. Siehe "Gleichungen eingeben" weiter unten.

Verlassen der Anwendung EquationWriter:

- Drücken Sie ENTER, um die Gleichung im Stack abzulegen und den EquationWriter zu verlassen.
- Drücken Sie CANCEL, um den EquationWriter zu verlassen, ohne die aktuelle Gleichung zu speichern.

Gleichungen eingeben

Gelegentlich kann der EquationWriter die Gleichungen nicht so schnell anzeigen, wie Sie sie eintippen. Sie können jedoch weitertippen; der HP 48 "merkt" sich bis zu 15 Tastenanschläge und führt sie aus, sobald die aktuelle Verarbeitung beendet ist.

Eingeben von Zahlen und Namen:

 Tippen Sie Zahlen und Namen genau wie in der Befehlszeile ein. Sie können als Eingabehilfe für Variablen auch die Menütasten verwenden.

Eingeben von Additionen, Subtraktionen und Multiplikationen:

- Zum Eingeben von +, und drücken Sie (+), -) und 💌.
- Bei impliziten Multiplikationen drücken Sie nicht (X). In vielen Situationen können Sie implizite Multiplikationen verwenden (ohne (X) zu drücken); das Multiplikationszeichen • wird in folgenden Fällen automatisch eingefügt:
 - Zwischen einer Zahl und einem darauffolgenden Alpha-Zeichen, einer Klammer oder einer Präfix-Funktion (einer Funktion, deren

Argumente hinter dem Funktionsnamen angegeben sind), z. B. 6 (SIN).

- □ Zwischen einem Alpha-Zeichen und einer darauffolgenden Präfix-Funktion, z. B. A $(+) x^2$.
- Einer rechten Klammer und einer darauffolgenden linken Klammer.
- Einer Zahl oder einem Alpha-Zeichen und einem darauffolgenden Divisions- oder Wurzelzeichen (zweiten oder höheren Grads), z.
 B. B ().

Hinweis

7

4		

Bei allen (auch impliziten) Multiplikationen sollte ein Multiplikations-Operator (* oder \cdot) angezeigt werden. Ausdrücke wie X(Y+Z) enthalten kein Multiplikationszeichen. Die Form $X(\cdot)$ kennzeichnet eine benutzerdefinierte Funktion (siehe Seite 11-8), deren Argument in den Klammern angegeben wird. Im Gegensatz dazu enthalten Ausdrücke wie X*(Y+Z) oder $X \cdot (Y+Z)$ gültige Multiplikationszeichen.

Eingeben von Divisionen und Brüchen:

- 1. Drücken Sie (A), um mit der Eingabe des Zählers zu beginnen.
- 2. Drücken Sie), um die Eingabe des Zählers abzuschließen und mit der Eingabe des Nenners zu beginnen (V kann ebenfalls verwendet werden).
- 3. Drücken Sie (), um die Eingabe des Nenners abzuschließen.

Brüche, deren Zähler aus *einem* Term oder einer Reihe von Termen mit Operatoren mit höherem (oder gleichwertigem) Rang als das Divisionszeichen bestehen, können auch wie folgt eingegeben werden:

- 1. Geben Sie den Zähler ein (ohne 🛦 zu drücken).
- 2. Drücken Sie 🗧, um mit der Eingabe des Nenners zu beginnen.
- 3. Drücken Sie **b**, um die Eingabe des Nenners abzuschließen (**v** kann ebenfalls verwendet werden).

Eingeben von Exponenten:

- 1. Drücken Sie (y^x) , um mit der Eingabe des Exponenten zu beginnen.
- 2. Drücken Sie **b**, um die Eingabe des Exponenten abzuschließen (**v** kann ebenfalls verwendet werden).

7-4 Der EquationWriter

Eingeben von Wurzeln:

- Zum Eingeben einer Quadratwurzel drücken Sie (das Wurzelsymbol I wird dargestellt), geben Sie den Term ein, und drücken Sie), um den Term abzuschließen.

Eingeben von Funktionen mit Argumenten in Klammern:

- 1. Drücken Sie die Funktionstaste, oder geben Sie den Namen der Funktion ein, und drücken Sie ().
- 2. Drücken Sie **>**, um das Argument anzuschließen und die rechte Klammer anzuzeigen.

Eingeben von Klammerausdrücken:

- 1. Drücken Sie (), um die linke Klammer anzuzeigen.
- Drücken Sie ▶, um den Term abzuschließen und die rechte Klammer anzuzeigen.

Eingeben von Zehnerpotenzen:

- 1. Drücken Sie (EEX), um E anzuzeigen.
- Falls der Exponent negativ ist, drücken Sie (+/-), um das Zeichen anzuzeigen.
- 3. Tippen Sie die Ziffern des Exponenten ein.
- 4. Drücken Sie eine beliebige Funktionstaste, um den Exponenten abzuschließen.

Ableitungen eingeben:

- 1. Drücken Sie r, um $\frac{\partial}{\partial}$ anzuzeigen.
- Tippen Sie die Differentiationsvariable ein, und drücken Sie anschließend), um den Differentiationsterm abzuschließen und die linke Klammer anzuzeigen.
- 3. Tippen Sie den Ausdruck ein.
- 4. Drücken Sie **>**, um den Ausdruck abzuschließen und die rechte Klammer anzuzeigen.

Integrale eingeben:

7

- 1. Drücken Sie (), um das Integral-Symbol 1 anzuzeigen. Der Cursor wird am unteren Ende angezeigt.
- 2. Tippen Sie die untere Grenze ein, und drücken Sie **>**.
- 3. Tippen Sie die obere Grenze ein, und drücken Sie 🗩.
- 4. Tippen Sie den Integranden ein, und drücken Sie **(b)**, um d anzuzeigen.
- 5. Tippen Sie die Integrationsvariable ein.
- 6. Drücken Sie 🗩, um das Integral abzuschließen.

Eingeben von Summationen:

- 1. Drücken Sie \bigcirc $(\bigcirc$), um das Summationszeichen Σ anzuzeigen (der Cursor befindet sich unter dem Summationszeichen).
- 2. Tippen Sie den Summations-Index ein.
- 3. Drücken Sie (oder (), um das Gleichheitszeichen anzuzeigen.
- 4. Tippen Sie die untere Summationsgrenze ein, und drücken Sie 🜔.
- 5. Tippen Sie die obere Summationsgrenze ein, und drücken Sie 🗩.
- 6. Tippen Sie den Summanden ein.
- 7. Drücken Sie (), um die Summation abzuschließen.

Eingeben von Einheiten:

- 1. Tippen Sie den Zahlenteil ein.
- 2. Drücken Sie (-), um den Einheitenausdruck zu beginnen.
- 3. Tippen Sie den Einheitenausdruck ein.
- 4. Drücken Sie 🗩, um den Ausdruck abzuschließen.

Sie können im EquationWriter auch Einheitenobjekte (siehe Kapitel 10) bilden. Für zusammengesetzte Einheiten drücken Sie 🗙 oder 킂, um die einzelnen Einheiten des Einheitenausdrucks voneinander zu trennen. Sie können Einheitennamen auch über eine einzige Taste die entsprechende Menütaste im UNITS-Katalogmenü – eingeben.

Eingeben von | (wobei)-Funktionen:

- 1. Tippen Sie einen Klammerausdruck mit symbolischen Argumenten ein.
- 2. Drücken Sie SYMBOLIC NXT I, um das Zeichen I anzuzeigen. Der Cursor wird rechts unter diesem Symbol angezeigt.
- 3. Tippen Sie die definierende Gleichung für jedes einzelne Argument ein. Drücken Sie dabei 🕒 oder 🕤 = zur Eingabe

der Gleichheitszeichen und SPC zur Eingabe des Trennzeichens zwischen den einzelnen Gleichungen.

4. Drücken Sie **()**, um die Funktion abzuschließen.

Bei |-Funktionen (wobei-Funktionen) werden Namen in Ausdrücken durch Werte ersetzt. Diese Funktionen werden unter "Anzeige verdeckter Variablen" auf Seite 20-18 beschrieben.

Steuern impliziter Klammern

Implizite Klammern werden beim Aufrufen des EquationWriter eingeschaltet. Dies bedeutet, daß die Argumente für \div , $\langle x \rangle$ und $\langle y^x \rangle$ normalerweise in "unsichtbaren" Klammern eingeschlossen werden, so daß die Argumente nur mit den Tasten \triangleright (oder \heartsuit) abgeschlossen werden.

Wenn Sie die impliziten Klammern ausschalten, wird das Argument erst abgeschlossen, wenn Sie die nächste Funktion eingeben – oder nach Drücken von **D**.

Ein- und Ausschalten der impliziten Klammern:

 Drücken Sie (). Der aktuelle Status wird in einer kurzen Meldung angezeigt.

Das Ausschalten der impliziten Klammern ist bei der Eingabe von Polynomen praktisch, z. B. um Exponenten durch die Eingabe der Funktion für den folgenden Term abzuschließen.

Durch Verlassen und erneutes Starten des EquationWriter werden die impliziten Klammern eingeschaltet. Wenn Sie die impliziten Klammern nach der Eingabe von (\div) , (\overline{x}) oder (\underline{y}^x) , aber vor der Eingabe des Arguments ausschalten, gelten für diese Argumente *keine* impliziten Klammern.

Beispiel: Tippen Sie den Ausdruck $X^3 + 2X^2 - \frac{1}{X}$ ein, zuerst mit impliziten Klammern und anschließend ohne.

Schritt 1: Tippen Sie den Ausdruck mit eingeschalteten impliziten Klammern (Standardwert) ein.



Schritt 2: Löschen Sie die Anzeige, und schalten Sie die impliziten Klammern aus.

•	CLEAR)
•	(7)

7

Implicit () off

Schritt 3: Tippen Sie den Ausdruck noch einmal ein.

 $\begin{array}{c} (\alpha X \ \mathcal{V}^{\mathcal{T}} \ 3 \ + \ 2 \ \alpha X \ \mathcal{V}^{\mathcal{T}} \ 2 \ - \\ 1 \ \div \ \alpha X \end{array} \\ X^{3} + 2 \cdot X^{2} -$

x³+2·x²-<u>1</u> X0

VECTR MATR LIST HYP REAL BASE

Drücken Sie (), um implizite Klammern wieder einzuschalten.

EquationWriter-Beispiele

Am Ende jedes der folgenden Beispiele können Sie entweder ENTER drücken, um die Gleichung im Stack abzulegen, oder CLEAR, um die Anzeige für das folgende Beispiel zu löschen. Wenn Sie die Anzeige löschen, beachten Sie die zu Beginn der Beispiele links angezeigte Anweisung EQUATION nicht.

Wenn Sie sich beim Eingeben einer Gleichung vertippen, drücken Sie , um den Fehler zu korrigieren, oder drücken Sie (CLEAR), und beginnen Sie noch einmal von vorn.

7-8 Der EquationWriter

Beispiel: Tippen Sie die folgende Gleichung ein:

$$X^{\frac{2}{3}} + Y^{\frac{2}{3}} = A^{\frac{2+Y}{3}}$$





$$X^2 - 2XY\cos\frac{2\pi N}{2N+1} + Y^2$$



7

Beispiel: Tippen Sie den folgenden Ausdruck ein:

$$\sqrt[3]{Y}\frac{d}{dX}2\cos^2(\pi X)$$



Beispiel: Tippen Sie den folgenden Ausdruck ein:





$$1.65 \times 10^{-12} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$



Gleichungen ändern

7

Die Anwendung EquationWriter bietet verschiedene Möglichkeiten zum Ändern von Gleichungen:

- Andern mit der Rücktaste
- Ändern eines vollständigen Ausdrucks in der Befehlszeile
- Andern eines Teilausdrucks in der Befehlszeile
- Einfügen eines Objekts (Teilausdruck) aus dem Stack in eine Gleichung
- Ersetzen eines Teilausdrucks durch einen algebraischen Ausdruck aus dem Stack

Ändern mit der Rücktaste:

- 1. Drücken Sie 💽, bis der Fehler gelöscht ist.
- 2. Vervollständigen Sie den Ausdruck in der richtigen Weise.

7-10 Der EquationWriter
Ändern eines vollständigen Ausdrucks:

- 1. Falls die Gleichung mit einem unvollständigen Teilausdruck endet, vervollständigen Sie die Gleichung.
- 2. Drücken Sie (EDIT).
- 3. Ändern Sie die Gleichung in der Befehlszeile.
- 4. Drücken Sie ENTER, um die Änderungen zu speichern (oder CANCEL) zum Abbrechen) und zum EquationWriter zurückzukehren.

Anzeigen einer großen Gleichung oder eines Einheitenobjekts:

- 1. Drücken Sie ()PICTURE), um den Roll-Modus zu aktivieren.
- 2. Drücken Sie () (), um das "Anzeige-Fenster" zu verschieben.
- 3. Drücken Sie (PICTURE), um in den vorigen Modus zurückzukehren.

Ändern mit Teilausdrücken

Die Auswahl-Umgebung ist ein spezieller Bereich im EquationWriter, mit dem ein Teilausdruck in einer Gleichung angegeben werden kann.

Ein Teilausdruck besteht aus einer Funktion und ihren Argumenten. Die Funktion, die den Teilausdruck definiert, ist die Hauptfunktion für diesen Teilausdruck. Diese Funktion ist praktisch die letzte Funktion, die (anhand der üblichen algebraischen Regeln) ausgewertet wird.

In dem Ausdruck 'A+B*C/D' ist beispielsweise die Hauptfunktion für den Teilausdruck 'B*C' das *, die Hauptfunktion für 'B*C/D' ist /, und für 'A+B*C/D' ist es +. Als Teilausdruck können Sie einen individuellen Objektnamen (z. B. einen Namen) angeben.

Mit der Auswahlumgebung können Sie auch Teilausdrücke angeben, die nach den Regeln der Anwendung RULES umgestellt werden sollen (siehe "Die Rules-Umformungen").

Ändern eines Teilausdrucks in einer Gleichung:

- 1. Falls die Gleichung mit einem unvollständigen Teilausdruck endet, vervollständigen Sie die Gleichung.
- 2. Drücken Sie (I), um die Auswahlumgebung zu aktivieren.
- 3. Drücken Sie (A) (V) (I) (I), um den Auswahlcursor in die Hauptfunktion für den zu ändernden Teilausdruck zu verschieben.

7

- Wahlweise: Drücken Sie an einer beliebigen Stelle <u>EXPR</u>, um den Markierungsbalken auf den aktuellen Teilausdruck zu verschieben. (Drücken Sie die Taste noch einmal, um den Markierungsbalken auszublenden.)
- 5. Drücken Sie EDIT, um den aktuellen Teilausdruck in die Befehlszeile zu bringen.
- 6. Ändern Sie den Teilausdruck in der Befehlszeile.

7

- 7. Drücken Sie ENTER, um den geänderten Teilausdruck in die Gleichung einzugeben (oder drücken Sie CANCEL) zum Abbrechen).
- 8. Drücken Sie EXIT, um die Auswahlumgebung zu verlassen. (Wenn EXIT nicht angezeigt wird, drücken Sie —, um in das Auswahlmenü zurückzukehren.)

Einfügen eines Objekts aus Ebene 1 in eine Gleichung:

- 1. Erstellen Sie das einzufügende Objekt, und legen Sie es in der Stack-Ebene 1 ab. Das Objekt kann ein Name, eine reelle Zahl, eine komplexe Zahl, ein algebraischer Ausdruck oder eine Zeichenfolge sein.
- 2. Rufen Sie den EquationWriter auf, und erstellen Sie die Gleichung.
- 3. Drücken Sie **PRCL**, um das Objekt von Ebene 1 an der Cursorposition in den Ausdruck im EquationWriter einzufügen.

Beispiel: Geben Sie den folgenden Ausdruck ein:

$$\int_0^{10} x^2 - y \, dx + \frac{x^2 - y}{2}$$

Schritt 1: Geben Sie den Ausdruck 'X^2-Y' in Ebene 1 ein, und duplizieren Sie ihn.

Schritt 2: Rufen Sie den EquationWriter auf, und tippen Sie das Integralzeichen und die Integrationsgrenzen ein.





Schritt 3: Geben Sie den Integranden in den Ausdruck ein.

RCL



Schritt 4: Vervollständigen Sie den Teilausdruck. Geben Sie anschließend den Rest des Ausdrucks ein, indem Sie den zweiten Term aus dem Stack einfügen.



Ersetzen eines Teilausdrucks mit einem algebraischen Ausdruck aus Ebene 1:

- 1. Falls die Gleichung mit einem unvollständigen Teilausdruck endet, vervollständigen Sie die Gleichung.
- 2. Drücken Sie 🖪, um die Auswahlumgebung zu aktivieren.
- Drücken Sie () () (), um den Auswahlcursor in die Hauptfunktion für den zu ersetzenden Teilausdruck zu bewegen. (Siehe "Ändern mit Teilausdrücken" auf Seite 7-11.)
- Wahlweise: Drücken Sie an einer beliebigen Stelle EXPR, um den Markierungsbalken auf den entsprechenden Teilausdruck zu verschieben. (Drücken Sie EXPR noch einmal, um den Markierungsbalken auszublenden).

- 5. Drücken Sie REPL.
- 6. Drücken Sie EXIT, um die Auswahlumgebung zu verlassen.

Der algebraische Ausdruck wird aus dem Stack gelöscht.

7

Zusammenfassung der Operationen des EquationWriter

Operationen in der Anwendung EquationWriter

Taste	Beschreibung			
▲	Beginnt den Zähler.			
► oder ▼	Schließt einen Teilausdruck ab. 尹 🗩 oder 尹 🛡			
	beendet alle aktuellen Ausdrücke.			
<	Ruft den Auswahl-Modus auf, in dem die			
	Auswahlumgebung aktiv ist.			
\bullet	Beginnt einen Klammerausdruck. 🕟 oder 💟 schließt			
	den Term ab.			
SPC	Gibt das aktuelle Trennzeichen (, oder ;) für			
	mehrere Klammerargumente für Funktionen und die			
	Terme für komplexe Zahlen ein.			
EVAL	Verläßt die Anwendung EquationWriter und wertet			
	die Gleichung aus.			
ENTER	Übergibt die Gleichung an den Stack, und verläßt den			
	EquationWriter.			
CANCEL	Verläßt den EquationWriter, ohne die Gleichung zu			
	abzuspeichern.			

Operationen in der Anwendung EquationWriter (Forts.)

Taste	Beschreibung
	Schaltet den Roll-Modus um. Im Roll-Modus werden
	die Menütasten ausgeblendet. Wenn die Gleichung
	größer als die Anzeige ist, wird mit 🛆 🛡 🗨 🕩 das
	Anzeigefenster in der angegebenen Richtung über die
	Gleichung "gerollt". Drücken Sie (GICTURE) noch
	einmal (oder (CANCEL)), um zum vorigen Modus
	zurückzukehren). (Ausnahme: Durch Drücken von
	W, wahrend ein algebraischer Ausdruck im Stack
	liegt, wird der Equation Writer im Roll-Modus
	gestartet, und beim verlassen (mit CANCEL) oder
	(FICTORE) wird der Auswani-Modus aktiviert.
	Ubergibt (im Eingabemodus) die Gleichung an die
	Befehlszeile zum Andern.
STO	Ubergibt die Gleichung als Grafikobjekt an den Stack.
	(Siehe Kapitel 9 für weitere Informationen über
	Grafikobjekte.)
	Löscht die Anzeige, ohne den EquationWriter zu
	verlassen.
RCL	Fügt das Objekt aus Ebene 1 an der Cursorposition
	in die Gleichung ein. (Siehe "Gleichungen ändern"
	auf Seite 7-10.)
\mathbf{E}	Schaltet den Modus implizite Klammern aus.
	Drücken Sie () noch einmal, um die impliziten
	Klammern wieder einzuschalten. (Siehe "Steuern
	impliziter Klammern" auf Seite 7-7.)
	Ubergibt die Gleichung als Zeichenfolge an den Stack.

8

Der MatrixWriter

Die Anwendung MatrixWriter des HP 48enthält vielfältige Möglichkeiten zum Eingeben und Bearbeiten von Feldern (ein- oder mehrdimensionale Matrizen).

Die Anzeige von Feldern auf dem HP 48

Der Stack zeigt Felder als Zahlen mit verschachtelten Begrenzungszeichen [] an. Das gesamte Feld wird in paarweisen Begrenzungszeichen [] eingeschlossen, jede Zeile der Matrix wird wiederum in paarweisen Begrenzungszeichen eingeschlossen. Eine 3×3 -Matrix würde im Stack beispielsweise wie folgt angezeigt werden:

C	Ľ	1	2	З]
	Ľ	З	4	5	נ
	C	7	8	9	ננ

Vektoren (auch Spaltenvektoren oder einspaltige Matrizen genannt) sind Zahlen mit einstufigen Begrenzungszeichen []:

[2468]

Zeilenvektoren (*einzeilige* Matrizen) werden im Stack als Zahlen mit *zwei* Begrenzungszeichen-Paaren [] angezeigt:

[[13579]]

Darüber hinaus beeinflußt auch der aktuelle Koordinatenmodus die Art der Anzeige von 2- und 3-dimensionalen Vektoren. Ausführliche Hinweise hierzu finden Sie unter "Anzeigen von 2D- und 3D-Vektoren" auf Seite 13-1.

Felder eingeben

8

Der MatrixWriter bietet eine spezielle Umgebung zum Eingeben, Anzeigen und Ändern von Feldern. Sie können den MatrixWriter vom Stack aus aufrufen oder aus jeder Eingabemaske, das Feld-Objekte akzeptiert.

Der MatrixWriter zeigt Feld-Elemente in einzelnen, nach Zeilen und Spalten geordneten Zellen an.



Eingeben einer Matrix mit dem MatrixWriter:

- 1. Drücken Sie (MATRIX).
- 2. Tippen Sie die Zahlen der ersten Zeile ein, und drücken Sie nach jeder Zahl (ENTER).
- 3. Drücken Sie 💽, um das Ende der ersten Zeile zu kennzeichnen.
- Tippen Sie übrigen Zahlen der Matrix ein, und drücken Sie nach jeder Zahl (ENTER). Beachten Sie, daß der Cursor automatisch an den Anfang der folgenden Zeile springt, wenn Sie die letzte Zahl in einer Zeile eingeben.
- 5. Wenn Sie alle Zahlen der Matrix eingegeben haben, drücken Sie (ENTER), um die Matrix im Stack abzulegen.
- Beispiel: Geben Sie die folgende Matrix ein:

Γ	2	-2	0]
	1	0	3
L-	-3	5	1

Schritt 1: Rufen Sie den MatrixWriter auf, und tippen Sie das erste Element (Zelle 1-1) ein:

MATRIX 2



Schritt 2: Geben Sie das erste Element und den Rest der ersten Zeile ein.

ENTER	2 +/_) ENTER) 0	
(ENTER)		

1.3		2	=	Ч
1	2	-2	0	
2				
4				
14.				
1-4.				
EDIT	VEC 🗉 🗧	MID MID÷	GD÷∎	604-

Schritt 3: Schließen Sie die erste Zeile mit 💟 ab, und geben Sie den Rest der Matrix ein.

1 (ENTER) 0 (ENTER) 3 (ENTER	J
$3 \leftarrow -$ (ENTER) 5 (ENTER) 1	_
ENTER	

3.3	1		2		4
1	- 2	-	2	0	
2	1		0	3	
a	-3		5	ī	
4			-	-	
-					
π.					
4-1:					
EDIT	VEC 🗖	+MID	1410÷	G0֥	G0+

Schritt 4: Übergeben Sie die Matrix an den Stack.

(ENTER)

1:	[[2-20] [103]
_	<u>[-3 5 1]]</u>
VEC	TR MATR LIST HYP REAL BASE

Während Sie eine Zahl eingeben, werden die Koordinaten der Zelle durch die Befehlszeile ersetzt. Wenn Sie (ENTER) drücken, um den Wert in der Zelle zu speichern, springt der Zellencursor normalerweise in die folgende Zelle.

Wenn Sie am Ende der ersten Zeile 💽 drücken, wird die Anzahl der Spalten in der Matrix gespeichert, und der Cursor springt an den

Anfang der folgenden Zeile. Sie brauchen nicht noch einmal 💟 zu drücken, der Zellencursor springt automatisch vom Ende einer Zeile an den Anfang der folgenden.

Wenn die angezeigte Zahl größer ist als die Breite der Zelle, werden Auslassungspunkte angezeigt als Hinweis darauf, daß rechts von den angezeigten Daten noch weitere Informationen gespeichert sind (Beispiel: 1.2...). Die Standardgröße der Zellen beträgt vier Zeichen.

Beachten Sie, daß (ENTER) zwei verschiedene Funktionen hat: Während der Dateneingabe über die Befehlszeile dient (ENTER) zum Speichern der Daten. Wenn Zellenkoordinaten angezeigt werden, dient (ENTER) zum Ablegen der gesamten Matrix im Stack.

Eingeben eines Vektors mit dem MatrixWriter:

8

- 1. Drücken Sie (MATRIX), um das MatrixWriter-Menü zu öffnen.
- 2. Tippen Sie die Zahlen in den Vektor ein, und drücken Sie nach jeder Zahl (ENTER).
- 3. Wenn Sie alle Zahlen in den Vektor eingegeben haben, drücken Sie (ENTER), um den Vektor im Stack abzulegen.

Vektoren verwenden normalerweise nur eine Datenreihe, Sie brauchen deshalb nicht 💽 zu drücken.

Eingeben von Zahlen in mehreren Zellen:

- 1. Geben Sie die Zahlenreihe in die Befehlszeile ein, und drücken Sie nach jeder Zahl (SPC).
- 2. Drücken Sie (ENTER), um die Zahlen einzufügen.

Berechnen von Elementen in der Befehlszeile bei der Eingabe:

- 1. Geben Sie die Argumente ein, und drücken Sie die entsprechenden Befehlstasten zum Berechnen. (Drücken Sie SPC), um die Argumente voneinander zu trennen).
- 2. Drücken Sie ENTER, um die Berechnung abzuschließen und das Ergebnis in der aktuellen Zelle einzufügen.

Beispiel: 2.2^4 in eine Zelle eingeben.

2.2 SPC 4 y^x ENTER



Felder ändern

Der MatrixWriter bietet Funktionen zum einfachen Ändern der eingegebenen Felder.

Ändern eines mit dem MatrixWriter angezeigten Feldes:

- 1. Drücken Sie ◀ ▶ ▲ ▼, um den Zellencursor zu bewegen. (Mit → können Sie den Cursor an den äußersten Rand bewegen.)
- 2. Verwenden Sie zum Hinzufügen und Ändern von Zellen die weiter unten beschriebenen Operationen des MatrixWriter.
- 3. Drücken Sie ENTER, um die Änderungen zu speichern (oder (CANCEL zum Abbrechen) und zum Stack zurückzukehren.

MatrixWriter-Operationen

Ändern des Inhalts einer Zelle:

- 1. Bewegen Sie den Cursor auf die zu ändernde Zelle.
- 2. Drücken Sie EDIT.
- 3. Wahlweise: Drücken Sie ()EDIT, um das normale EDIT-Menü zu verwenden (siehe Seite 2-13). Drücken Sie ()MATRIX, um wieder das MatrixWriter-Menü zu erhalten.
- 4. Nehmen Sie die gewünschten Änderungen vor, und drücken Sie (ENTER), um die Änderungen zu speichern (oder (CANCEL) zum Abbrechen).

Ändern der Zellenbreite:

■ Drücken Sie +WID, um die Zellen schmaler zu machen und eine weitere Spalte anzuzeigen.

■ Drücken Sie WID÷, um die Spalten breiter zu machen und eine Spalte weniger anzuzeigen.

Steuern der Cursorbewegung nach einer Eingabe:

- Wenn der Cursor nach einer Eingabe in die folgende Spalte springen soll, drücken Sie GO→, so daß das Zeichen = angezeigt wird.
- Wenn der Cursor nach einer Eingabe in die folgende Zeile springen soll, drücken Sie GO+, so daß das Zeichen = angezeigt wird.
- Wenn der Cursor nach einer Eingabe an derselben Position bleiben soll, drücken Sie GO+ und GO+, bis in keinem der beiden Felder das Zeichen = angezeigt wird.

Einfügen einer Spalte:

- 1. Bewegen Sie den Cursor in die Spalte, wo eine neue Spalte eingefügt werden soll.
- 2. Drücken Sie +COL . Es wird eine Spalte mit Nullen eingefügt.
- Beispiel: Ändern der Matrix aus dem ersten Beispiel in diesem Kapitel

	Γ2	-2	0]		$\boxed{2}$	-2	4	0]
von	1	0	3	nach	1	0	1	3.1
	[-3]	5	1		-3	5	3	1

Schritt 1: Wenn sich die Matrix im Stack befindet, bringen Sie sie in die Stack-Ebene 1; andernfalls geben Sie die Matrix in die Stack-Ebene 1 ein. Zeigen Sie anschließend die Matrix in der MatrixWriter-Umgebung an. (In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, daß Gū≠■ aktiv ist.)

(oder geben Sie die Matrix ein).

3-3		2	=	4
1	2	-2	0	
2	1	0	3	
Э	-3	5	1	
4				
5				
11-1:	2			
1 <u>+ + -</u>				
EDIT	YEC	ғыю рыю:	+ G0+ •	G04

Schritt 2: Ändern Sie das Element 2-3:

▶ .1 (ENTER) EDIT



8

Schritt 3: Fügen Sie vor Spalte 3 eine neue Spalte ein, und bewegen Sie den Zellencursor an den Anfang der neuen Spalte.

NXT +COL A



Schritt 4: Stellen Sie den Eingabemodus "Von-oben-nach-unten" ein. Füllen Sie die neue Spalte aus.

(NXT)		04		
4 (SPC]1	(SPC)	3	ENTER

3:4 2 3 4	2 1 -3		205	4 1 3	3.1 1
5 1-4: 301	Ø VEC	÷MID	ырэ	GD÷	G04 =

Schritt 5: Aktivieren Sie wieder den Eingabemodus "Von-links-nach-rechts", und schließen Sie die geänderte Matrix ab.

GO→ (ENTER)



Löschen einer Spalte:

- 1. Bewegen Sie den Cursor auf die zu löschende Spalte.
- 2. Drücken Sie -COL.

Hinzufügen einer Spalte am rechten Rand:

- 1. Bewegen Sie den Cursor auf die rechte Seite der letzten Spalte.
- 2. Geben Sie einen Wert ein. Der Rest der Spalte wird mit Nullen aufgefüllt.

Einfügen einer Zeile:

- 1. Bewegen Sie den Cursor in die Zeile, wo eine neue Zeile eingefügt werden soll.
- 2. Drücken Sie +ROW. Es wird eine Zeile mit Nullen eingefügt.

Löschen einer Zeile:

- 1. Bewegen Sie den Cursor in die zu löschende Zeile.
- 2. Drücken Sie -ROW.

Hinzufügen einer Zeile am unteren Rand:

- 1. Bewegen Sie den Cursor unter die unterste Zeile.
- 2. Geben Sie einen Wert ein. Der Rest der Zeile wird mit Nullen aufgefüllt.

Zusammenfassung der MatrixWriter-Operationen

Taste	Beschreibung
EDIT	Legt den Inhalt der aktuellen Zelle in der
	Dateneingabezeile zum Ändern ab. (Drücken Sie
	EDIT, um das EDIT-Menü aufzurufen.) Drücken
	Sie ENTER, um die Anderungen zu speichern, oder
	(CANCEL) zum Abbrechen.
WEC	Schaltet bei einzeiligen Feldern zwischen Vektoreingabe und Matrixeingabe um. Wenn diese Taste
	"eingeschaltet" (VEC) ist, werden einzeilige Felder
	in der Befehlszeile als Vektoren eingegeben (z. B.
	[1 2 3]); ist die Taste "ausgeschaltet" (VEC),
	werden einzeilige Felder als Matrizen eingegeben (z. B.
	[[1 2 3]]).
+WID	Macht alle Zellen schmaler, so daß eine weitere Spalte
	angezeigt wird.
WID→	Macht alle Zellen breiter, so daß eine Spalte weniger
	angezeigt wird.
GO¥	Wahlt den Eingabemodus "Von-links-nach-rechts" aus.
	Snalte bewegt
00,	Wählt den Fingshemodus "Von ohen nach unten" aus
	Der Zellencursor wird nach der der Eingabe in die
	folgende Zeile bewegt.
+ROW	Fügt an der aktuellen Cursorposition eine Zeile Nullen
	ein.
-ROM	Löscht die aktuelle Zeile.
+COL	Fügt an der Cursorposition eine Spalte Nullen ein.
-COL	Löscht die aktuelle Spalte.
→STK	Kopiert die aktuelle Zelle in die Stack-Ebene 1.
+STK	Aktiviert den Interaktiven Stack, welcher
	Stack-Objekte in die Befehlszeile kopieren kann.
	Ruft das MatrixWriter-Menü zurück, falls ein anderes
	Menü angezeigt wird.

Grafikobjekte

Grafikobjekte enthalten die kodierten Daten von HP 48-"Bildern", z. B. Plots mathematischer Daten, Grafiken und Darstellungen des Stack. Der HP 48 enthält eine PICTURE-Umgebung zum Anzeigen und Ändern grafischer Objekte.

Wie alle Objekte des HP 48 können auch Grafikobjekte im Stack abgelegt und in Variablen gespeichert werden. Im Stack werden Grafikobjekte als

Graphic $n \times m$

dargestellt, wobei n und m der Breite und Höhe in *Pixel* entspricht. (Ein Pixel ist ein ein "Bildpunkt" auf der Anzeige.)

Der HP 48 verwendet zwei Arten von Grafikobjekten:

- Plots. Hierbei handelt es sich um grafische Darstellungen von Funktionen, Gleichungen und Datengruppen, die mit der Anwendung PLOT automatisch erstellt wurden. Der HP 48 kann Plots auf 15 verschiedene Arten zoomen und Funktions-Plots numerisch analysieren.
- Bilder. Hierbei handelt es sich um Grafikobjekte freier Form, die "Pixel-für-Pixel" mit "snapshot"-Befehlen oder manuell mit dem Picture Editor erstellt wurden.

Die PICTURE-Umgebung

Direktes Aufrufen der PICTURE-Umgebung:

Drücken Sie vom Stack aus (PICTURE).



Die Standard-PICTURE-Anzeige

Verlassen der PICTURE-Umgebung:

 Drücken Sie CANCEL. Das angezeigte Grafikobjekt wird nicht gelöscht, sondern lediglich aus der Anzeige entfernt. Die Anzeige enthält anschließend wieder dieselben Daten wie vor dem Aufruf der PICTURE-Umgebung.

Verwendung des Picture-Editor

Der Picture-Editor ermöglicht das Erstellen und Ändern von Grafikobjekten mit Hilfe definierter Elemente (Linien, Rechtecke und Kreise) oder Pixel für Pixel. Er ermöglicht außerdem das Löschen von Teilen der Grafik oder der gesamten Grafik sowie das Überlagern von Grafiken.

Aufrufen des Picture-Editor:

Drücken Sie vom Stack aus PICTURE EDIT.

Rückkehr in die PICTURE-Hauptumgebung aus dem Editor:

■ Drücken Sie in der dritten Seite des Picture-Editor PICT, oder drücken Sie (→) (MENU).

Rückkehr in den Stack aus dem Picture-Editor:

Drücken Sie CANCEL.

Pixel ein- und ausschalten

Einzelne Pixel können mit den beiden Operationen DOT+ und DOT- ein- und ausgeschaltet werden. Wenn eine dieser Funktionen aktiv ist, wird das Zeichen (•) in dem Menüfeld angezeigt.

- Wenn in dem Menüfeld DOT+ angezeigt wird, werden die Pixel an der Cursorposition eingeschaltet.
- Wenn in der Beschriftung DOT- angezeigt wird, werden die Pixel an der Cursorposition ausgeschaltet.

Hinzufügen von Elementen mit der Grafikumgebung

Mit dem Picture-Editor können Sie drei verschiedene geometrische Elemente in Ihr Grafikobjekt einfügen: Linien, Rechtecke und Kreise:

Für alle diese Elemente werden *zwei* Cursorpositionen benötigt. Der Editor muß sich also die erste Postion "merken", während Sie den Cursor an die zweite Position bewegen. Sie müssen daher die erste Cursorposition *markieren*.

Markieren der aktuellen Cursorposition:

 Drücken Sie MARK in der zweiten Seite des Picture-Editor-Menüs, oder X. Drücken Sie noch einmal MARK oder X, um die Markierung zu löschen. Bei allen Operationen, die eine Markierung erfordern, wird automatisch eine Markierung erstellt, wenn Sie die entsprechende Taste zum ersten Mal drücken; beim zweiten Drücken der Taste wird die Operation ausgeführt.

Zeichnen eines Liniensegments im aktuellen Grafikobjekt:

- 1. Bewegen Sie im Picture-Editor den Cursor auf den ersten Endpunkt des neuen Liniensegments.
- 2. Drücken Sie 🗙 (oder MARK oder LINE).
- 3. Bewegen Sie den Cursor auf den zweiten Endpunkt, und drücken Sie LINE.

Zeichnen eines Rechtecks im aktuellen Grafikobjekt:

- 1. Bewegen Sie im Picture-Editor den Cursor auf eine Ecke des neuen Rechtecks.
- 2. Drücken Sie 🗙 (oder MARK oder BOX).
- 3. Bewegen Sie den Cursor auf die diagonal gegenüberliegende Ecke des neuen Rechtecks, und drücken Sie BOX.

Zeichnen eines Kreises im aktuellen Grafikobjekt:

- 1. Bewegen Sie im Picture-Editor den Cursor auf den Mittelpunkt des neuen Kreises.
- 2. Drücken Sie 🗙 (oder MARK oder CIRCL).
- 3. Bewegen Sie den Cursor auf einen beliebigen Punkt der Kreislinie des neuen Kreises, und drücken Sie CIRCL.

Invertieren eines Liniensegments im aktuellen Grafikobjekt:

- 1. Bewegen Sie im im Picture-Editor den Cursor auf einen Endpunkt des Liniensegments.
- 2. Drücken Sie 🗙 (oder MARK oder TLINE).
- 3. Bewegen Sie den Cursor auf den zweiten Endpunkt, und drücken Sie TLINE. Alle Pixel zwischen der Markierung und dem Cursor werden invertiert: Die vorher eingeschalteten Pixel werden ausgeschaltet, die ausgeschalteten werden eingeschaltet.

Ändern und Löschen einer Grafik

Löschen einer gesamten Grafik:

 Drücken Sie, während die Grafik angezeigt wird, die Tasten NXT ERRSE (oder einfach (CLEAR)).

Löschen eines rechteckigen Grafikbereichs:

- Bewegen Sie den Cursor auf eine Ecke des zu löschenden rechteckigen Bereichs, und drücken Sie (oder DEL), um die erste Position zu markieren.
- 2. Bewegen Sie den Cursor auf die diagonal gegenüberliegende Ecke des rechteckigen Bereichs.
- 3. Drücken Sie NXT DEL (oder einfach DEL).

Kopieren eines rechteckigen Grafikbereichs in den Stack:

- Bewegen Sie den Cursor auf eine Ecke des zu kopierenden rechteckigen Bereichs, und drücken Sie (oder SUE), um die erste Position zu markieren.
- 2. Bewegen Sie den Cursor auf die diagonal gegenüberliegende Ecke des Bereichs.
- 3. Drücken Sie (NXT) (NXT) SUB . Der Bereich wird in die Stack-Ebene 1 kopiert, die Grafik bleibt weiterhin in der Anzeige.

Überlagern der aktuellen Grafik mit einer weiteren:

- 1. Legen Sie das zweite Grafikobjekt in der Stack-Ebene 1 ab.
- Öffnen Sie den Picture-Editor (PICTURE) EDIT), und bewegen Sie den Cursor auf die linke obere Ecke des rechteckigen Grafikbereichs, der mit der zweiten Grafik überlagert werden soll.
- 3. Drücken Sie (NXT) (NXT) REPL .

Kopieren der gesamten Grafik (des Inhalts von PICT) in den Stack:

- Drücken Sie, während die Grafik angezeigt wird, STO (oder →PICT). Es wird eine Kopie von *PICT* in der Stack-Ebene 1 abgelegt, und die Grafik wird weiterhin angezeigt.
- Beispiel: Erstellen und Ändern einer kleinen Grafik. Dieses Beispiel dient zur Erläuterung der oben beschriebenen Operationen des Picture-Editor.
- Schritt 1: Rufen Sie den Picture-Editor auf und löschen Sie PICT. Zeichnen Sie anschließend mit DOT+ eine horizontale Linie von der Mitte der Anzeige ein Stück weit nach links.



+		
00T+= 00T- LINE TLINE	80X	CIRCL

Schritt 2: Schalten Sie den Modus "Linien zeichnen" aus und zeichnen Sie anschließend mit LINE eine vertikale Linie von der aktuellen Cursorposition ein Stück weit nach oben.

DOT+■ ★ (zum Markieren) ▲ (gedrückt halten) LINE

9

	*		-		
DOT+	DOT-	LINE	TLINE	BOX	CIRCL

Schritt 3: Bewegen Sie den Cursor an das untere Ende der Linie, und invertieren Sie die Linie.

(gedrückt halten)

×				
+		-		
00T+ 00T-	LINE	TLINE	80X	CIRCL

Schritt 4: Zeichnen Sie einen Kreis unter der Verwendung der immer noch gültigen Markierung und der aktuellen Cursorposition.

CIRCL



Schritt 5: Löschen Sie den unteren Halbkreis.

(links vom Kreis positionieren)
(nach oben bis zur Mitte des Kreises)
(zum Markieren)
(unter dem Kreis positionieren)
(rechts neben den Kreis bewegen)
(DEL)



9

Speichern und Anzeigen von Grafikobjekten

Die PICTURE-Umgebung zeigt immer nur ein Grafikobjekt auf einmal an. Das *aktuelle* Grafikobjekt ist immer in der reservierten Variablen *PICT* gespeichert. Sie können sich *PICT* als die integrierte "Wandtafel" des HP 48 vorstellen, auf der Funktionen geplottet und Grafiken gezeichnet werden. Grafikobjekte (Plots und Bilder) können unter einem beliebigen gültigen Namen gespeichert werden; zum Anzeigen muß der ausgewertete Name jedoch in *PICT* kopiert werden.

Speichern des momentan angezeigten Grafikobjekts:

- 1. Drücken Sie, während das Grafikobjekt in der PICTURE-Umgebung angezeigt wird, die Taste STO. Dadurch wird die Grafik in der Stack-Ebene 1 gespeichert.
- 2. Drücken Sie einmal oder mehrmals die Taste CANCEL, um die PICTURE-Umgebung zu verlassen und zum Stack zurückzukehren.
- 3. Geben Sie einen Namen mit den Begrenzungszeichen ' ein.
- 4. Drücken Sie (STO). Das Grafikobjekt wird im aktuellen Verzeichnis gespeichert.

Anzeigen eines anderen Grafikobjekts:

- 1. Speichern Sie das momentan angezeigte Grafikobjekt (siehe oben), wenn Sie es später weiterverwenden wollen.
- 2. Legen Sie das gewünschte Grafikobjekt (ohne '-Begrenzungszeichen) in der Stack-Ebene 1 ab.

- 3. Tippen Sie FICT in die Befehlszeile ein (verwenden Sie keine '-Begrenzungszeichen).
- 4. Drücken Sie (STO).

9

5. Drücken Sie (PICTURE).

Koordinaten von Grafikobjekten

Pixel in einem Grafikobjekt können als *Pixel-Koordinaten* oder als *Benutzereinheiten*-Koordinaten angegeben werden.



Benutzereinheiten-Koordinaten und Pixel-Koordinaten

Pixel-Koordinaten (Standardwert) in einem PICT-Objekt der Standardgröße sind von $\langle \#0 \#0 \rangle$ (die linke obere Ecke) bis $\langle \\ \#130 \#63 \rangle$ (die rechte untere Ecke) numeriert. Beachten Sie, daß Pixel-Koordinaten als Liste mit zwei binären Ganzzahlen angegeben werden, wobei die erste Koordinate die Spalte und die zweite die Zeile kennzeichnet. Pixel-Koordinaten eignen sich besonders zum Bearbeiten von Grafikobjekten.

Benutzereinheiten-Koordinaten sind abhängig von den aktuellen Einstellungen in PPAR (siehe Kapitel 22); die Standardwerte reichen von (-6.5, 3.2) (die linke obere Ecke) bis (6.5, -3.1) (die rechte untere Ecke). Benutzereinheiten-Koordinaten werden als komplexe Zahlen (geordnete Paare) angegeben, wobei der reelle Teil der Zahl der horizontalen und der imaginäre Teil der vertikalen Koordinate entspricht. Benutzereinheiten-Koordinaten sind vor allem beim Plotten nützlich.

Grafikobjekte - Befehle

Das Befehlsmenü PRG enthält die beiden Untermenüs GROB und FICT mit programmierbaren Befehlen für den Umgang mit Grafiken und Picture-Elementen.

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(PRG) PI	2T :	
PICT	PICT	Legt den Namen FICT im Stack ab, so daß Sie auf die <i>PICT</i> -Grafikobjekte so zugreifen können, als seien sie in einer Variablen gespeichert.
PDIM	PDIM	Dimensioniert <i>PICT</i> entsprechend den Größenangaben in den Stack-Ebenen 2 und 1. Die Dimensionen können entweder als Breite und Höhe (in Pixel) oder als Minimum- und Maximum- Koordinaten (in Benutzereinheiten) angegeben sein.
LINE	LINE	Zeichnet in <i>PICT</i> eine Linie zwischen den Koordinaten der Ebenen 2 und 1.
TLINE	TLINE	Wie LINE mit dem Unterschied, daß die Pixel entlang der Linie nicht eingeschaltet, sondern invertiert werden.
BOX	BOX	Zeichnet in <i>PICT</i> ein Rechteck mit den gegenüberliegenden Eckpunkten als Koordinaten-Argumente.
ARC	ARC	Zeichnet in <i>PICT</i> einen Bogen gegen den Uhrzeigersinn anhand der Koordinaten des Mittelpunkts (in Ebene 4), des Radius (in Ebene 3), des Anfangswinkels θ_1 (in Ebene 2) und des Endwinkels θ_2 (in Ebene 1). (Die Koordinaten und der Radius müssen entweder in Pixel oder in Benutzereinheiten definiert sein.)

Grafikobjekte - Befehle

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung	
PIXON	PIXON	Schaltet das in Ebene 1 angegebene Pixel in <i>PICT</i> ein	
PIXOF	PIXOFF	Schaltet das in Ebene 1 angegebene Pixel in $PICT$ aus.	
PIX?	PIX?	Gibt 1 zurück, wenn das durch die Koordinaten in Ebene 1 angegebene Pixel an ist, oder Ø, wenn das Pixel aus ist.	
ΡΫΙΕ₩	PVIEW	Zeigt <i>PICT</i> mit den spezifizierten Koordinaten in der oberen linken Ecke des Grafik-Displays.	
PX+C	РХ→С	Wandelt eine Pixel-Koordinate $\langle n_x n_y \rangle$ in eine Benutzereinheiten- Koordinate $\langle x, y \rangle$ um.	
C→PX	C→PX	Wandelt eine Benutzereinheiten- Koordinate $\langle x, y \rangle$ in eine Pixel-Koordinate $\langle \#n_x \#n_y \rangle$ um.	
	JB :		
→GRO	→GROB	Wandelt das Objekt in Ebene 2 in ein Grafikobjekt um. Dabei wird die reelle Zahl n (zwischen 0 und 3, in Ebene 1) als Angabe für die Zeichengröße verwendet. Das daraus resultierende Grafikobjekt ist eine Zeichenfolge aus kleinen $n=1$), mittleren $n=2$) oder großen $n=3$) Zeichen. Für $n=0$ ist die Zeichengröße dieselbe wie für $n=3$, mit dem Unterschied, daß für algebraische und für Einheitenobjekte das resultierende Grafikobjekt das EquationWriter-Bild ist.	

Grafikobjekte - Befehle (Forts.)

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
BLAN	BLANK	Erstellt im Stack ein leeres Grafikobjekt mit der Größe $\#n_x$ (in Ebene 2) mal $\#n_y$ (in Ebene 1).
GOR	GOR	(Grafikobjekt-OR.) Überlagert das Grafikobjekt in Ebene 3 mit dem Grafikobjekt der Ebene 1. Die Position der linken obere Ecke des Grafikobjekts der Ebene 1 muß in Ebene 2 angegeben sein.
GXOR	GXOR	(Grafikobjekt-XOR.) Wie GOR mit dem Unterschied, daß das Grafikobjekt der Ebene auf einem hellen Hintergrund dunkel erscheint und auf einen dunklen Hintergrund invertiert wird.
SUB	SUB	(Teilmenge.) Extrahiert einen durch die Koordinaten in Ebene 2 und 1 (diagonale Eckpunkte eines Rechtecks) definierten Teil des Grafikobjekts der Ebene 3 und übergibt diesen Teil an den Stack.
REPL	REPL	(Ersetzen.) Wie GOR mit dem Unterschied, daß das Grafikobjekt der Ebene 1 das Objekt der Ebene 3 <i>überschreibt</i> .
→LCD	→LCD	(Stack an LCD.) Zeigt das Grafikobjekt der Ebene 1 in der <i>Stack</i> -Anzeige an (das linke obere Pixel in der linken oberen Ecke der Anzeige). Die gesamte Anzeige mit Ausnahme der Menüfelder wird dabei überschrieben
LCD +	$LCD \rightarrow$	(LCD an Stack.) Übergibt ein Grafikobjekt mit der aktuellen Stack-Anzeige an die Stack-Ebene 1.

Grafikobjekte - Befehle (Forts.)

9

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
SIZE	SIZE	Übergibt die Breite (Ebene 2) und Höhe (Ebene 1) (jeweils in Pixel) des Grafikobjekts in Ebene 1 an den Stack.
ANIM	ANIMATE	Nimmt aus den Ebenen 2 bis $n + 1$ eine Reihe von Grafikobjekten und aus Ebene 1 entweder: a) die Anzahl der Grafikobjekte n) oder b) eine Liste mit vier Einträgen: Anzahl der Grafikobjekte n , eine Liste mit den Pixelkoordinaten ($\{ \#n_x \#n_y \}$) für die obere linke Ecke des Bereichs, in welchem die Animation ablaufen soll, die Zeitverzögerung (in Sekunden) zwischen jedem "Animationsbild", und die Anzahl der Wiederholung der Animationsfolge (0 bedeutet kontinuierliche Wiederholung bis zum Abbruch durch Drücken einer Taste). Zeigt anschließend die einzelnen Grafikobjekte im vorgegebenen Bereich nacheinander an, entsprechend der jeweils definierten Zeitdauer.

Grafikobjekte - Befehle (Forts.)

10

Einheitenobjekte

Die Anwendung "Units" enthält einen Katalog mit 147 Maßeinheiten, die Sie mit reellen Zahlen zu *Einheitenobjekten* kombinieren können. Mit der Anwendung "Units" können Sie:

- Einheiten umwandeln. Das Einheitenobjekt 10_ft kann beispielweise in 120_in oder 3.048_m umgewandelt werden.
- Einheiten in Faktoren zerlegen. Die Angabe 20_W kann beispielsweise auf 1_N bezogen werden, das Ergebnis heißt 20_N*m/s.
- Mit Einheiten rechnen. Sie können beispielsweise 10_ft/s und 10_mph addieren, das Ergebnis heißt dann 24.67_ft/s.

Übersicht über die Anwendung "Units"

Die Anwendung UNITS besteht aus zwei Menüs:

- Das UNITS-Katalogmenü (UNITS) enthält die Einheiten des HP 48, nach Themen geordnet. In diesem Menü können Sie Einheitenobjekte erstellen und in verwandte Einheiten umwandeln.
- Das UNITS-Befehlsmenü (UNITS) enthält Befehle zum Umwandeln von Einheiten und zum Verwalten von Einheitenobjekten.

Einheiten und Einheitenobjekte

Die Anwendung UNITS basiert auf dem internationalen Maßeinheitensystem (SI). In diesem System sind sieben Basis-Einheiten definiert: m (Meter), $k \ni$ (Kilogramm), \equiv (Sekunde), \exists (Ampere), K (Kelvin), $\Box d$ (Candela) und $m \circ 1$ (Mol). Der HP 48 verwendet außerdem zwei weitere Basiseinheiten: r (Radiant) und $\equiv r$ (Steradiant). Das UNITS-Katalogmenü enthält diese neun Basiseinheiten und 141 zusammengesetzte Einheiten, die von den Basiseinheiten abgeleitet sind. Ein $i \sqcap$ (Zoll) ist beispielsweise definiert als .0254 m, $Fd \sqcup$ (Faraday) ist definiert als 96487 $\exists = \pm$. (Anhang E enthält eine vollständige Liste der integrierten Maßeinheiten und ihrer SI-Definitionen.)

Ein Einheitenobjekt besteht aus zwei Teilen: Einer reellen Zahl und einem Einheitenausdruck (einer einzelnen Einheit oder einer multiplikativen Kombination von Einheiten). Die beiden Teile sind durch ein Unterstreichungszeichen _ miteinander verbunden, z. B. $2_i n (2 \text{ Zoll})$ oder $8.303_{931} h (8.303 \text{ US-Gallonen pro Stunde})$ sind gültige Einheitenobjekte. Genau wie andere Objekttypen können auch Einheitenobjekte im Stack abgelegt, in Variablen gespeichert und in algebraischen Ausdrücken und Programmen verwendet werden.

Wenn Sie eine *Einheitenumwandlung* durchführen, ersetzt der HP 48 den alten Einheitenausdruck durch den angegebenen neuen und multipliziert die Zahl mit dem entsprechenden Konvertierungsfaktor.

Die Operatoren in Einheitenobjekten haben folgende Prioritäten:

() (höchste Priorität)
 ^
 * und ∠

Die Angabe 7_m/s^2 bedeutet also 7 Meter pro Quadratsekunde, während 7_(m/s)^2 7 Quadratmetern pro Quadratsekunden entspricht.

Das UNITS-Katalogmenü

Das UNITS-Katalogmenü (UNITS) zeigt ein dreiseitiges Menü mit Tasten für "Einheitenarten" an. Wenn Sie eine dieser Tasten drücken, wird ein Untermenü mit verwandten Einheiten angezeigt. Mit **WINTS NXT PRESS** wird beispielsweise ein zweiseitiges Menü mit Maßeinheiten für den Druck angezeigt.

Die einzelnen Tasten in den Untermenüs verhalten sich anders als bei der Standard-Menütastenbelegung; diese Tasten werden in diesem Kapitel ausführlich beschrieben. Im Direkteingabe-Modus können Sie die Umschalttasten mit den Menütasten wie folgt verwenden:

- Mit einer nicht umgeschalteten Menütaste wird ein Einheitenobjekt erstellt, indem die relle Zahl aus der Stack-Ebene 1 mit dem dieser Taste entsprechenden Einheitenausdruck kombiniert wird. (im algebraischen und im Programmeingabe-Modus fungieren die nicht umgeschalteten Tasten als Eingabehilfen, indem Sie den entsprechenden Namen in die Befehlszeile schreiben.)
- Mit einer links umgeschalteten Menütaste wird das Einheitenobjekt in der Befehlszeile bzw. in Ebene 1 in die entsprechende Einheit *umgewandelt*.
- Mit einer rechts umgeschalteten Menütaste wird durch die entsprechende Einheit *dividiert*. Damit können Sie auch Einheitenausdrücke erstellen, deren Zähler Einheiten enthalten.

Erstellen eines Einheitenobjekts

Das UNITS-Katalogmenü enthält eine einfache Methode zum Erstellen von Einheitenobjekten.

Erstellen eines Einheitenobjekts im Stack:

- 1. Tippen Sie den Zahlenteil des Einheitenobjekts ein.
- 2. Drücken Sie (UNITS), und wählen Sie das entsprechende Untermenü.
- Drücken Sie die Menütaste für die gewünschte Einheit. (Sie können auch den Kehrwert der Einheit auswählen, indem Sie und die Menütaste drücken.)
- 4. Für zusammengesetzte Einheiten wiederholen Sie die Schritte 2 und 3 für jede Einheit in dem Einheitenausdruck.

Wenn Sie im UNITS-Katalogmenü eine Menütaste drücken, legt der HP 48 zunächst ein entsprechendes Einheitenobjekt mit dem Zahlenwert 1 im Stack ab. Anschließend wird (für nicht umgeschaltete Tasten) eine Muliplikation bzw. (für rechts umgeschaltete Tasten) eine Division durchgeführt.

Erstellen eines Einheitenobjekts in der Befehlszeile:

- 1. Tippen Sie die Zahl ein.
- 2. Tippen Sie das Unterstreichungszeichen (_) ein (drücken Sie
 (-). Dadurch wird der algebraische Eingabemodus aktiviert.
- 3. Tippen Sie den Einheitenausdruck wie einen algebraischen Ausdruck ein:
 - Drücken Sie zum Angeben des Einheitennamens entweder die entsprechende Menütaste, oder tippen Sie den Einheitennamen ein.

Bei Einheitennamen wird die Groß- und Kleinschreibweise berücksichtigt. Die Einheit Hz (Hertz) muß z. B. mit einem großen H und einem kleinen z eingegeben werden. (Wegen der besseren Lesbarkeit werden die Einheiten in den Menüfeldern in Großbuchstaben angezeigt. Verwechseln Sie die Darstellung in dem Menüfeld nicht mit dem richtigen Namen der Einheit.)

Wenn Sie die Einheitennamen eintippen, brauchen Sie nicht zwischen den verschiedenen Menüs des UNITS-Katalogmenüs hin- und herzuspringen. Andererseits haben die Menütasten den Vorteil, daß Tippfehler und Fehler bei der Groß-/Kleinschreibweise ausgeschlossen werden.

Beispiel: Erstellen des Einheitenobjekts 8_Btu/(ft^2*h*"F) in der Befehlszeile:

10

Schritt 1: Tippen Sie die Zahl und das Unterstreichungszeichen (_) ein. Tippen Sie anschließend den Einheitenausdruck mit Hilfe der Alpha-Zeichen ein, und schließen Sie das Einheitenobjekt mit (ENTER) ab.



Erstellen eines Einheitenobjekts mit dem EquationWriter:

- 1. Drücken Sie (EQUATION).
- 2. Geben Sie die Zahl ein, drücken Sie 🕞 , und geben Sie den Einheitenausdruck auf die im EquationWriter übliche Weise ein.
- 3. Drücken Sie ENTER.

Im EquationWriter können Sie algebraische Ausdrücke mit Einheitenobjekten erstellen. Der Einheitenausdruck erscheint dabei in der üblichen Notation. Kehrwerte von Einheiten werden als Bruch dargestellt, Exponenten als Hochzahlen.

Einheiten-Präfixe

Sie können auch vor einer Einheit ein Einheiten-Präfix einfügen, um eine Zehnerpotenz zu kennzeichnen. Die gültigen Präfixe sind in der folgenden Tabelle dargestellt. (Zum Eingeben von μ drücken Sie α (\mathbf{r}) N.)

Präfix	Name	Exponent	Präfix	Name	Exponent
Y	yotta	+24	d	dezi	-1
z	zetta	+21	c	zenti	-2
E	exa	+18	m	milli	-3
Р	peta	+15	μ	micro	-6
Т	tera	+12	n	nano	-9
G	giga	+9	P	pico	-12
М	mega	+6	f	femto	-15
k oder K	kilo	+3	а	atto	-18
h oder H	hekto	+2	z	zepto	-21
D	deka	+1	y	yocto	-24

Einheiten-Präfixe

Die meisten vom HP 48 verwendeten Präfixe entsprechen der standardisierten SI-Notation, mit einer Ausnahme: "deka" ist ist "D" in der Notation des HP 48 und "da" in der SI-Notation.

Hinweis



Sie können ein Präfix mit einer eingespeicherten Einheit nicht verwenden, wenn Präfix und Einheit zusammen dem Namen einer anderen eingespeicherten Einheit entsprechen. Beispiel: min kann nicht für die Einheit "milli-inch" verwendet werden, weil min bereits für die eingespeicherte Einheit "Minuten" reserviert ist. Andere Beispiele für Kombinationen, die eingespeicherten Einheitennamen entsprechen, sind Pa, da, cd, ph, flam, nmi, mph, kph, ct, pt, ft, au, cu, ud, yr.

Umwandeln von Einheiten

Mit dem HP 48 gibt es verschiedene Möglichkeiten, Einheitenobjekte in andere Einheiten umzuwandeln:

- Das UNITS-Katalogmenü Wandelt nur eingespeicherte Einheiten um.
- Der Befehl CONVERT Wandelt alle Einheiten um.
- Der Befehl UBASE (Basiseinheiten) Wandelt Einheiten nur in SI-Basiseinheiten um.

Zum Arbeiten mit Temperatureinheiten siehe "Arbeiten mit Temperatureinheiten" auf Seite 10-12.

Verwendung des UNITS-Katalogmenüs

Mit dem UNITS-Katalogmenü können Sie das Einheitenobjekt in der Stack-Ebene 1 in jede andere in dem Menü angezeigte Einheit gleicher Dimension umwandeln.

Umwandeln von Einheiten in eine eingespeicherte Einheit:

- 1. Geben Sie das Einheitenobjekt mit den Originaleinheiten ein.
- 2. Drücken Sie (UNITS), und wählen Sie das entsprechende Untermenü, das die gewünschte Einheit enthält, aus.
- 3. Drücken Sie 🕤 und die Menütaste für die gewünschte Einheit.

Verwendung von CONVERT

Mit dem Befehl CONVERT können Sie Einheitenobjekte in beliebige Einheitenausdrücke gleicher Dimension umwandeln.

Umwandeln in eine beliebige Einheit:

- 1. Geben Sie das Einheitenobjekt mit den Originaleinheiten ein.
- 2. Geben Sie eine beliebige Zahl (z. B. 1) ein, und ordnen Sie der Zahl die gewünschte Zieleinheit zu.
- 3. Drücken Sie **GUNITS** CONV.

CONVERT wandelt das Einheitenobjekt der Ebene 2 in die Einheit um, die in dem Einheitenobjekt der Ebene 1 angegeben ist. Der Zahlenwert des Einheitenobjekts der Ebene 1 wird dabei ignoriert.

Verwendung von UBASE (für SI-Basiseinheiten)

Der Befehl UBASE wandelt ein zusammengesetztes Einheitenobjekt in die entsprechende SI-Basiseinheiten um.

Umwandeln von Einheiten in SI-Basiseinheiten:

- 1. Geben Sie das Einheitenobjekt mit den Originaleinheiten ein.
- 2. Drücken Sie (UNITS) UBASE.

Umwandeln von Winkelmaßen

10 Flächen- und Raumwinkeln sind Einheiten zugeordnet und unterscheiden sich dadurch von Skalaren (Zahlen ohne Dimension). Mit dem HP 48 können Sie dennoch Winkelmaße in Skalare umwandeln und umgekehrt. Bei der Umwandlung wird das Skalar entsprechend dem aktuellen Winkelmodus als Grad, Radiant oder Gon interpretiert.

Einheit	Symbol	Definition	Wert
Bogen-	arcmin	$^{1}/_{21600} \text{ des}$	$2.90888208666 \times 10^{-4} r$
minute		Einheitskreises	
Bogen-	arcs	$^{1}/_{1296000} \text{ des}$	$4.8481368111 \times 10^{-6}$ r
sekunde		Einheitskreises	
Grad	0	$^{1}/_{360} \text{ des}$	$1.74532925199 \times 10^{-2} r$
		Einheitskreises	
Gon	grad	$^{1}/_{400} \text{ des}$	$1.57079632679\times10^{2}$ r
		Einheitskreises	
Radiant	r	$^{1}/_{2\pi}$ des	1 r
		Einheitskreises	
Steradiant	sr	$^{1}/_{4\pi} \mathrm{der}$	1 sr
		Einheitskugel	
Einheitenobjekte 10-9

Rechnen mit Einheiten

Der HP 48 ermöglicht eine Vielzahl arithmetischer Berechnungen mit Einheitenobjekten ebenso wie mit reellen Zahlen:

- Addition und Subtraktion (nur mit Einheiten gleicher Dimension)
- Multiplikation und Division
- Kehrwertbildung
- Potenzierung
- Prozentrechnungen (nur mit Einheiten gleicher Dimension)
- Vergleichen von Werten (nur mit Einheiten gleicher Dimension)
- Trigonometrische Operationen (nur mit planaren Winkeleinheiten)

Es stehen verschiedene zusätzliche mathematische Operationen zur Verfügung, die jedoch nur auf den Zahlenwert des Einheitenobjekts angewandt werden können.

Rechnen mit Einheitenobjekten:

- 1. Geben Sie die Einheitenobjekte ein.
- 2. Führen Sie die Befehle aus.

Bei der Berechnung werden Einheiten automatisch umgewandelt und kombiniert; bestimmte Operationen sind jedoch nur mit Einheiten gleicher Dimension möglich. Bei solchen Operationen werden Ergebnisse mit Einheiten in die Einheit umgewandelt, die für das Objekt der Stack-Ebene 1 angegeben ist.

Für Temperatureinheiten gelten spezielle Hinweise: Siehe "Arbeiten mit Temperatureinheiten" auf Seite 10-12.

Die trigonometrischen Operationen SIN, COS und TAN können nur auf Einheitenobjekte mit *planaren* Winkelmaßen angewandt werden: Radiant (r), Grad (°), Gon (grad), Bogenminuten (arcmin) und Bogensekunden (arcs). Das Ergebnis dieser Berechnungen ist eine reelle Zahl ohne Dimension.

Beispiel: Subtraktion. Subtrahieren Sie 39_in von 4_ft.

(F) (UNITS) LENG	1:					9_in
4 FT	M	CM	MM	YD	FT	IN
39 IN						
Ξ						

- Beispiel: Multiplikation und Division von Einheiten: Multiplizieren Sie 50_ft mal 45_ft, und dividieren Sie das Ergebnis durch 3.2_d (Tage).
- Schritt 1: Multiplizieren Sie zunächst die beiden Einheitenobjekte.

OUNITS LENG	1: M (M)	2250_ft^2 M YO FT N
45 FT		
\mathbf{X}		

Schritt 2: Geben Sie das dritte Einheitenobjekt ein, und dividieren Sie.

→ UNITS TIME
3.2 D
÷

10

11:		703	. 125	i_ft'	^2/d
YB	D	н	MIN	- S -	HZ

- Beispiel: Potenzen: Erheben Sie 2_ft/≤ in die sechste Potenz. Bestimmen Sie die Quadratwurzel des Ergebnisses. Bestimmen Sie anschließend die dritte Wurzel dieses Ergebnisses.
- Schritt 1: Geben Sie das Einheitenobjekt ein, und erheben Sie es in die sechste Potenz.

	SPEED	FT/S
$6 \overline{y^x}$		

11: 64_ft^6/s′ M/S CM/S FT/S KPH MPH KNOT

Schritt 2: Bestimmen Sie die Quadratwurzel des Ergebnisses.

1: 8_ft^3/s^3 MAS CIANS FINS ARE ARE INCO

Schritt 3: Bestimmen Sie die dritte Wurzel des neuen Ergebnisses.

3 🕑 🖅

 \sqrt{x}

1: 2 ft/s M/S CM/S FT/S KPH MP

Einheitenausdrücke in Faktoren zerlegen

Mit dem Befehl UFACT können Sie einen Einheitenausdruck in Faktoren zerlegen. Das Ergebnis ist ein Einheitenobjekt, dessen Einheitenausdruck aus dem angegebenen Faktor und den zugehörigen SI-Basiseinheiten besteht.

Einheitenausdrücke in Faktoren zerlegen:

- 1. Geben Sie das Einheitenobjekt mit den Originaleinheiten ein.
- 2. Geben Sie eine beliebige Zahl (z. B. 1) ein, und ordnen Sie dieser Zahl die Einheit zu, deren Faktor Sie bestimmen wollen.
- 3. Drücken Sie PUNITS UFACT.

UFACT bestimmt den Faktor der Einheit des Einheitenobjekts aus Ebene 1 in dem Einheitenobjekt der Ebene 2.

Verwendung von Einheitenobjekten in algebraischen Ausdrücken

Einheitenobjekte sind auch in algebraischen Ausdrücken zulässig, Sie können sie genau wie in der Befehlszeile eingeben. Die Befehlszeile erlaubt darüber hinaus neben rellen Zahlen auch symbolische Zahlen. Die Angabe 'Y_ft' im Stack wird dabei beispielsweise in Y*1_ft umgewandelt.

+ und - sind in der Zahl zulässig. Das Zeichen _ hat dabei jedoch eine höhere Priorität als + und -. '(4+5)_ft' EVAL ergibt daher 9_ft, '4+5_ft' EVAL erzeugt dagegen die Fehlermeldung + Error: Inconsistent Units.

Arbeiten mit Temperatureinheiten

Mit dem HP 48 können Sie mit Temperatureinheiten ebenso wie mit anderen Einheiten arbeiten - Sie müssen lediglich zwischen *Temperaturwert* und *Temperaturdifferenz* unterscheiden. Ein *Temperaturwert* von 0 °C entspricht dem Gefrierpunkt; eine *Temperaturdifferenz* von 0 °C bedeutet dagegen "keine Temperaturänderung".

Wenn °C oder °F einen *Temperaturwert* kennzeichnen, ist die Temperatur eine Einheit mit einer additiven Konstante: 0 °C = 273,15 K und 0 °F = 459,67 °R. Kennzeichnen °C oder °F dagegen eine *Temperaturdifferenz*, ist die Temperatur eine Einheit ohne additive Konstante: 1 °C = 1 K und 1 °F = 1 °R.

Umwandeln von Temperatureinheiten

Die Umwandlung zwischen den vier Temperaturskalen (K, °C, °F und °R) umfaßt sowohl additive Konstanten als auch Multiplikationsfaktoren. Bei der Umwandlung von *Temperaturwerten* werden die additiven Konstanten *berücksichtigt*, bei der Umwandlung von *Temperaturdifferenzen* dagegen nicht:

- Reine Temperatureinheiten (Werte). Wenn beide Einheitenausdrücke aus einer einzigen Temperatureinheit ohne Präfix und Exponent bestehen, wird mit dem UNITS-Katalogmenü oder dem Befehl CONVERT eine *absolute* Umwandlung der Temperaturskala durchgeführt, wobei die additiven Konstanten berücksichtigt werden.
- Kombinierte Temperatureinheiten (Differenzen). Wenn einer der beiden Einheitenausdrücke ein Präfix, einen Exponenten oder eine Einheit für eine andere Größe als die Temperatur enthält, wird mit CONVERT eine *relative* Temperaturumwandlung durchgeführt, wobei die additiven Konstanten nicht berücksichtigt werden.

Beispiel: Umwandeln von 25_°C in °F.



Beispiel: Umwandeln von 25_°C/min in °F/min.

Schritt 1: Erstellen Sie zunächst das Einheitenobjekt 25_°C/min.



Schritt 2: Erstellen Sie ein Einheitenobjekt mit den neuen Einheiten.





Schritt 3: Führen Sie die Umwandlung durch.

() (UNITS) CONV

1:			45	5_°F∕min
CONV	UBASE	UVAL	UFACT	+UNIT

Rechnen mit Temperatureinheiten

Temperatureinheiten werden bei Berechnungen automatisch umgewandelt und kombiniert.

 Reine Temperatureinheiten (Werte oder Differenzen). Die relativen Operatoren <, >, ≤, ≥, ==, ≠) interpretieren reine Temperaturangeben für alle Skalen als *Temperaturwerte relativ zum absoluten Nullpunkt*. Vor der Berechnung wandelt der HP 48 alle Angaben von Celsius bzw. Fahrenheit in absolute Temperaturwerte um.

Bei Verwendung der Operatoren + und - und der Funktionen %CH und %T müssen reine Temperaturargumente entweder beide als absolute Temperaturen (K oder °R) oder beide in °C oder in °F angegeben werden. Dadurch wird sichergestellt, daß die richtigen algebraischen Eigenschaften bei solchen Operationen beibehalten werden.

Bei allen anderen Funktionen werden reine Temperatureinheiten als *Temperaturdifferenzen* interpretiert, und es findet keine Umwandlung vor der Berechnung statt.

• Kombinierte Temperatureinheiten (Differenzen).

Temperatureinheiten mit Präfix, Exponenten oder Einheiten für

andere Größen werden als *Temperaturdifferenz* interpretiert und vor der Berechnung nicht umgewandelt.

Beispiel: Bestimmen, ob 12 °C größer als 52 °F ist. (Der Operator > interpretiert Temperaturangaben als Werte.)

(P)(UNITS)(NXT) TEMP	1:	1
12 • C	== ≠ < >	≙ ≜
52 °F		
(PRG) TEST >		

Das Ergebnis ist "wahr" (12 °C ist größer als 52 °F).

10 Beispiel: Berechnen der Endtemperatur bei einer Erwärmung von 18 °F bei einer Anfangstemperatur von 74 °F.

(P)(UNITS)(NXT) TEMP	1:	92_"F
18 °F 74 °F +	PC PF K	■R

Beispiel: Berechnen Sie für einen linearen Ausdehnungskoeffizienten α von 20 × 10⁻⁶ 1/°C und einer Temperaturänderung Δ T von 44 °C die Längenänderung als Dezimalbruch der ursprünglichen in $\alpha \Delta$ T gegebenen Länge. (Der Befehl × interpretiert Temperaturen als Differenzen.)

Wann immer Sie *absolute* Temperaturen in zusammengesetzten Einheiten oder Ausdrücken verwenden müssen, geben Sie die Temperaturwerte in einer absoluten Skala ein. Der HP 48 wandelt °C und °F nicht in Werte der absoluten Skala um, wenn die Temperatur als Teil eines zusammengesetzten Ausrucks eingegeben wird.

Beispiel: Die Gleichung des idealen Gaszustandes lautet PV = nRT, wobei P der Gasdruck (in Atmosphären), V das Gasvolumen (in Liter), n die Gasmenge (in Mol), R die ideale Gaskonstante (0.082057 Liter-Atmosphären/Kelvin-Mol) und T die Gastemperatur (in Kelvin) ist.

> Berechnen Sie unter Annahme eines idealen Gasverhaltens den Druck bei 0,305 Mol Sauerstoff in einem Volumen von 0,950 Liter bei 150 °C.

Schritt 1: Geben Sie zunächst die Temperatur ein.

Schritt 2: Wandeln Sie die Einheiten in Kelvin um. Diese Umwandlung ergibt an dieser Stelle ein richtiges Ergebnis, weil die Temperatur noch als "reiner" Wert und nicht als Teil einer zusammengesetzten Einheit angegeben wurde.

1:

G K



П Е:

150

10

Schritt 3: Multiplizieren Sie T (bereits in Ebene 1) mit n (0,305 Mol).

WITS MASS (NXT) NXT
 1: 129.06075_K*mol
 305 MOL
 X

Schritt 4: Multiplizieren Sie nT mit R (der idealen Gaskonstanten). Rufen Sie R aus der Konstantenbibliothek ab, bevor Sie die Multiplikation durchführen.

EQ LIB COL I B @ R	1: 1073_07689648_mol*J
CONS 🗙	∕9mol
	CONLI CONS

Schritt 5: Dividieren Sie durch V (0,950 Liter), um P zu berechnen.

Schritt 6: Wandeln Sie die Einheit für den Druck in Atmosphären um.

Ð	UNITS	(NXT)	PRESS
•	ATM		

Schritt 7: Wandeln Sie den Druck (in Atmosphären) in SI-Basiseinheiten um.

1: 1129554.62787_k9/(m *5^2) CONV USASS UVAL USAST SUNT

Erzeugen benutzerdefinierter Einheiten

10 Wenn Sie mit Einheiten arbeiten, welche nicht im UNITS-Katalog enthalten sind, können Sie eine *benutzerdefinierte* Einheit erzeugen, welche sich genauso wie eine eingebaute Einheit verhält. (Die Gleichungsbibliothek enthält vier benutzerdefinierte Einheiten—siehe Seite 25-18.)

Um eine benutzerdefinierte Einheit zu erzeugen:

- 1. Geben Sie ein Einheitenobjekt ein, indem Sie eine eingebaute oder zuvor definierte Einheit verwenden, welche dem Wert 1 der neuen Einheit entspricht.
- 2. Speichern Sie die Einheit in einer Variablen-der Variablenname wird als Name der neuen Einheit verwendet.
- Optional: Fügen Sie ein Einheitenobjekt hinzu, während sich die benutzerdefinierte Einheit im CST-Menü befindet—siehe unten. Der Zahlen-Teil bleibt unberücksichtigt. (Benutzerindividuelle Menüs sind auf Seite 30-1 beschrieben.)

Sie können die Einheiten-Taste *nicht* im VAR-Menü wie Einheiten-Tasten in UNITS-Menüs verwenden, da Tasten im VAR-Menü Objekte speichern und zurückrufen. Wenn Sie jedoch die benutzerdefinierte Einheit dem CST-Menü hinzufügen, können Sie die CST-Menütaste zum Eingeben und Konvertieren Ihrer benutzerdefinierten Einheiten verwenden, wie Sie es bei UNITS-Menütasten gewohnt sind.

Beispiel: Verwenden Sie die eingebaute Einheit d (Day) zum Erzeugen der benutzerdefinierten Einheit WEEK. Speichern Sie hierzu das Einheitenobjekt 7_d in der Variablen WEEK. Geben Sie eine Liste ein, die als Objekt eine Liste mit den neuen Einheiten enthält: <1_WEEK3. Speichern Sie die Liste im Benutzermenü und bringen Sie dieses in die Anzeige. Drücken Sie hierzu (MODES) MENU MENU.

Weitere Befehle für Einheitenobjekte

Taste	Programmier-	Beschreibung
	barer Betehl	
):	
UVAL	UVAL	Übergibt den Zahlenwert des
		Einheitenobjekts aus Ebene 1 an die
		Ebene 1.
→UNIT	\rightarrow UNIT	Kombiniert eine Zahl aus Ebene 2 mit
		einem Einheitenobjekt aus Ebene 1 (der
		Zahlenwert des Objekts in Ebene 1 wird
		ignoriert) und bildet daraus ein
		Einheitenobjekt in Ebene 1.

10

11

Verwendung mathematischer Funktionen

Vorprogrammierte Funktionen und Befehle

Vorprogrammierte *Funktionen* und *Befehle* stellen eine Teilmenge der *Operationen* des HP 48 dar. Eine Operation ist eine beliebige Aktion, die der Taschenrechner ausführen kann. (Jedesmal, wenn Sie eine Taste drücken, wird eine Operation ausgeführt.) Die Operationen sind jedoch nicht alle gleichwertig, sondern in folgende Kategorien unterteilt:

- Operation. Jede vorprogrammierte Aktion, die durch eine Taste oder einen Namen repräsentiert wird.
- **Befehl.** Jede programmierbare Operation.
- Funktion. Jeder beliebige Befehl, der in algebraischen Objekten verwendet werden kann.
- Analytische Funktion. Jede Funktion, für die der HP 48 eine Umkehrfunktion und eine Ableitung liefert.

Analytische Funktionen sind eine Teilmenge der Funktionen, die Funktionen sind eine Teilmenge der Befehle, und die Befehle sind wiederum eine Teilmenge der Operationen.

SIN ist zum Beispiel eine analytische Funktion - sie hat eine Umkehrfunktion und eine Ableitung, kann in einen algebraischen Ausdruck eingebunden werden, und ist programmierbar. SWAP (der Befehl zum Vertauschen der Stack-Ebenen 1 und 2) dagegen ist ein Befehl - er kann in ein Programm eingebunden werden, jedoch nicht in einen algebraischen Ausdruck, denn er hat keine Ableitung und keine Umkehrfunktion.

In Anhang G finden Sie eine Übersicht der Operationen mit einer entsprechenden Klassifizierung. Die Begriffe Operation, Befehl, Funktion oder analytische Funktion werden im gesamten Handbuch für die Aktivitäten des HP 48 verwendet. Die vorprogrammierten Funktionen und Befehle bilden den Befehlssatz des HP 48. Sie entsprechen damit integrierten Programmobjekten. (Operationen, die keine Befehle sind, sind keine Objekte und können nicht in Programme eingebunden werden.)

Ausdrücken von Funktionen: Algebraische Syntax

Funktionen können im Gegensatz zu anderen Befehlen in algebraische Ausdrücke eingebunden werden. Die Syntax einer Funktion legt fest, wie ihre Eingabe (ihre Argumente) interpretiert werden. Funktionen können nach ihrer Syntax in drei Gruppen eingeteilt werden:

- Präfix-Funktionen. Funktionen wie 'SIN(X)' und 'MAX(X,Y)', deren Name (oder Operator) vor ihren Argumenten steht.
 (Die Argumente stehen in Klammern und sind durch Kommas voneinander getrennt.)
 - Infix-Funktionen. Funktionen wie + und \geq , die *zwischen* ihren Argumenten stehen.
 - Postfix-Funktionen. Funktionen wie ! (Fakultät), die nach ihrem Argument stehen.

Hinweis	In dem Ausdruck 'A(B*C)' wird A als Präfix-
	Funktion und nicht als Multiplikations-Argument
	verwendet. Der HP 48 interpretiert den Ausdruck
	an" und nicht als "multipliziere A mit dem Produkt
	aus B und C." Für eine Multiplikation müssen
	Sie den Multiplikations-Operator $*$ (oder \cdot im
	EquationWriter) angeben.

Algebraische Objekte verwenden die algebraische Syntax und werten daher Funktionen entsprechend den normalen algebraischen Prioritätsregeln für Operatoren aus. Funktionen mit höherer Priorität werden zuerst ausgeführt, Funktionen gleicher Priorität von links nach rechts. Für die Funktionen des HP 48 gelten die folgenden algebraischen Prioritätsregeln, wobei (1) der höchsten und (11) der niedrigsten Priorität entspricht:

- 1. Klammerausdrücke. Verschachtelte Klammern werden von innen nach außen ausgewertet.
- 2. Präfix-Funktionen (wie SIN, INV und LOG).
- 3. Postfix-Funktionen (wie !).
- 4. Potenz (^).
- 5. Negation (-), Multiplikation (*) und Division (\checkmark).
- 6. Addition (+) und Subtraktion (-).
- 7. Vergleichsoperatoren (== $\neq \langle \rangle \leq \geq$).
- 8. Die logischen Operatoren AND und NOT.
- 9. Die logischen Operatoren OR und XOR.
- 10. Das linke Argument für I (wobei).
- 11. Gleichheitszeichen (=).

Beispiel:

'A^3+B'	Erhebt A in die dritte Potenz und addiert anschließend B zu diesem Ergebnis, da \uparrow eine höhere Priorität als + hat.
'A^(3+B)'	Erhebt A in die Potenz $(3+B)$, da der Klammerausdruck eine höhere Priorität als \uparrow hat.

Ausdrücken von Funktionen: Stack-Syntax

Es gibt nur sehr wenige algebraische Postfix-Funktionen, alle Funktionen des HP 48 können jedoch im Stack in Postfix-Form eingegeben werden. Die *Stack-Syntax* ist eine Postfix-Syntax, wobei zuerst die Argumente und anschließend der Befehls- bzw. Funktionsname eingegeben wird. Mit der Postfix-Syntax kann eine Funktionsreihe effektiver eingegeben werden als mit der algebraischen Syntax.

Beim HP 48 können also Funktionen auf zwei verschiedene Arten eingegeben werden: Mit algebraischer Syntax in algebraischen Objekten, oder mit Postfix-Format direkt im Stack. Die Sinusfunktion

11

kann beispielsweise als 'SIN(X)' oder als 'X' SIN und Addition kann entweder als 'X+Y' oder 'X' 'Y' + eingegeben werden.

Bedenken Sie: Wenn Sie Funktionen nicht in einfachen Hochkommas (' ') einschließen (Tick-Markierungen), geht der HP 48 davon aus, daß Sie bei der Eingabe der Funktion die Postfix-Syntax verwenden. Er versucht daher, die Objekte aus dem Stack als Argumente für die Funktion zu verwenden.

Ausdrücke und Gleichungen

11

Ein Ausdruck ist ein algebraisches Objekt, das keine Funktion mit einem Gleichheitszeichen (=) enthält. Eine Gleichung ist ein algebraisches Objekt, das eine Funktion mit einem Gleichheitszeichen (=) enthält. 'SIN(X)-ATAN(2*X)+6*X' ist beispielsweise ein Ausdruck, 'Y=ATAN(2*X)+6*X' dagegen ist eine Gleichung.

Wenn Sie eine Gleichung als Argument für eine Funktion verwenden, wird die Funktion auf beide Seiten der Gleichung angewandt, und das Ergebnis ist wieder eine Gleichung. Das Ergebnis von 'X=Y' SIN lautet also 'SIN(X)=SIN(Y)'.

Beim HP 48 bedeutet = normalerweise, daß zwei Ausdrücken einander gleichgesetzt werden. Der Befehl DEFINE (DEF) interpretiert = dagegen anders - er *speichert* den Ausdruck rechts vom Gleichheitszeichen in dem Namen links vom Gleichheitszeichen. (Weitere Hinweise hierzu finden Sie unter 11-8).

Symbolische Konstanten

Der HP 48 enthält fünf vorprogrammierte Konstanten, die in algebraischen Ausdrücken als symbolische Konstanten oder als 12stellige numerische Näherungswerte eingefügt werden können. Diese fünf Konstanten sind:

- $\blacksquare \ \pi$ (3.14159265359), das Verhältnis des Kreisumfangs zum Kreisdurchmesser.
- e (2.71828182846), die Basis des natürlichen Logarithmus.
- $i (\langle 0, 1 \rangle)$, die Quadratwurzel aus (-1).

11-4 Verwendung mathematischer Funktionen

■ *MINR* (1.E-499), die kleinste vom HP 48 darstellbare positive relle Zahl.

Die fünf Konstanten sind im Menü MTH CONSTANTS in symbolischer und numerischer Form verfügbar und können mit der Tastenfolge (MTH) (NXT) CONS aufgerufen werden. Drei dieser Konstanten können auch direkt über die Haupttastenbelegung aufgerufen werden:

- Drücken Sie $(\mathbf{f}, \mathbf{m}, \mathbf{m}, \mathbf{m}, \mathbf{m}, \mathbf{m})$
- Drücken Sie 🖉 有 E, um e aufzurufen.
- Drücken Sie $\overline{\alpha}$ $\overline{}$ I, um *i* aufzurufen.

Der HP 48 enthält außerdem 40 physikalische Konstanten (mit ihren Einheiten) in seiner Konstantenbibliothek. Mit der Funktion CONST können Sie alle diese Konstanten in symbolischer Form verwenden. Weitere Hinweise hierzu finden Sie auf Seite 28-16.

Steuern der Auswertung symbolischer Konstanten

Mit den System-Flags -2 (symbolische Konstanten) und -3 (symbolische Ergebnisse) wird gesteuert, ob die Auswertung symbolischer Konstanten symbolische oder numerische Ergebnisse liefern soll. Die Standardeinstellung für beide Flags ist "nicht gesetzt".

Steuern der Auswertung symbolischer Konstanten:

- Wenn eine symbolische Konstante bei der Auswertung nicht verändert werden soll, löschen Sie die Flags -3 und -2 (entspricht der Standardeinstellung).
- Wenn symbolische Konstanten bei der Auswertung durch ihren numerischen Wert ersetzt werden sollen, setzen Sie das Flag -3.
- Wenn symbolische Konstanten beibehalten werden sollen und es sich um Argumente für eine Funktion handelt, ansonsten aber durch ihren numerischen Wert ersetzt werden sollen, löschen Sie das Flag -3 und setzen das Flag -2. Wenn Sie EVAL drücken, wird der numerische Wert verwendet, bei anderen Funktionen wie (/, SIN, LOG etc.) dagegen nicht.
- Wenn alle Konstanten unabhängig von der Einstellung der Flags numerisch ausgewertet werden sollen, drücken Sie ().

Verwendung vorprogrammierter mathematischer Funktionen

Die nächsten sechs Kapitel (Kapitel 12-17) des vorliegenden Handbuchs widmen sich den vorprogrammierten mathematischen Funktionen des HP 48. Die Funktionen sind in Kapiteln zusammengefaßt und in Abschnitte untergliedert.

Die meisten gebräuchlichen arithmetischen und wissenschaftlichen Funktionen sind von der Haupttastenbelegung aus zugänglich, eine Vielzahl weiterer Funktionen befindet sich dagegen in den Untermenüs, die über die Taste (MTH) aufgerufen werden können. Die

11 folgende Tabelle zeigt, wie Sie diese Funktionsgruppen finden und an welcher Stelle im Handbuch sie beschrieben werden.

Thema/Gruppe	Zugriff über	Verweis
Arithmetik	Tastatur	Kapitel 12
Exponentialfunktionen	Tastatur	Kapitel 12
Logarithmische Funktionen	Tastatur	Kapitel 12
Trigonometrische Funktionen	Tastatur	Kapitel 12
Hyperbolische Funktionen	(мтн) НҮР	Kapitel 12
Wahrscheinlichkeitsfunktionen	(MTH) PROB	Kapitel 12
Prozentrechnung	(MTH) REAL	Kapitel 12
Vorprogrammierte Konstanten	MTH NXT CONS	Kapitel 12
		Kapitel 25
Funktionen mit reellen Zahlen	(MTH) REAL	Kapitel 12
Komplexe Funktionen	(MTH) (NXT) CMPL	Kapitel 12
Vektorfunktionen	(MTH) VECTR	Kapitel 13
Fourier-Transformationen	(MTH) (NXT) FFT	Kapitel 13
Matrixfunktionen	(MTH) MATE	Kapitel 14
Lineare Algebra	(MTH) MATR	Kapitel 14
Umwandlungen der	(MTH) BASE	Kapitel 15
Zahlenbasis		
Binäre Arithmetik	(MTH) BASE	Kapitel 15
Boolsche Logikoperationen	(MTH) BASE LOGIC	Kapitel 15
Datums-/Zeitarithmetik		Kapitel 16
Brucharithmetik	(SYMBOLIC)	Kapitel 16
Anwendung von Funktionen	(MTH) LIST Tastatur	Kapitel 17
auf Listen		
Reihen und Folgen	(MTH) LIST	Kapitel 17
Prozeduren mit rekursiven	PRG LIST	Kapitel 17
Listen		

Die mathematischen Funktionsgruppen des HP 48

Benutzerdefinierte Funktionen

Sie können auch eigene *benutzerdefinierte Funktionen* hinzufügen. Eine benutzerdefinierte Funktion gleicht in vieler Hinsicht den vorprogrammierten Funktionen:

- Sie kann Argumente aus dem Stack oder in algebraischer Syntax verwenden.
- Sie akzeptiert symbolische Argumente.
- Sie kann abgeleitet werden.

11 Erstellen einer benutzerdefinierten Funktion

Mit dem Befehl DEFINE können Sie eine benutzerdefinierte Funktion direkt aus einer Gleichung erstellen. Die Gleichung muß dabei in der folgenden Form angegeben sein: 'Name (Argumente)=Ausdruck'.

Erstellen einer benutzerdefinierten Funktion:

- 1. Geben Sie eine Gleichung ein, die auf der linken Seite den Namen und die Argumente der Funktion enthält und auf der rechten Seite den Ausdruck für die Berechnung. Wenn Sie auf der linken Seite mehrere Argumente angeben, trennen Sie diese durch Kommas.
- 2. Drücken Sie (DEF) (die Taste für den Befehl DEFINE).
- **Beispiel:** Erstellen (mit DEFINE) der benutzerdefinierten Funktion CMB, die die Anzahl der Kombinationen C von n verschiedenen Elementen der Ordnung 1, 2, 3, ... n berechnet: $C = 2^n 1$.

Schritt 1: Geben Sie die Gleichung für CMB ein.



Schritt 2: Führen Sie DEFINE aus. Rufen Sie das Menü VAR auf und beachten Sie, daß es jetzt die benutzerdefinierte Funktion *CMB* enthält.

CMB PPAR A PRTPA IDPAR EXAM

Ausführen einer benutzerdefinierten Funktion

Eine benutzerdefinierte Funktion wird genau wie eine vorprogrammierte Funktion ausgeführt. Sie akzeptiert numerische wie auch symbolische Argumente aus dem Stack oder in algebraischer Syntax.

Ausführen einer benutzerdefinierten Funktion:

- Wenn Sie den Stack verwenden wollen, legen Sie die Argumente in der Reihenfolge im Stack ab, in der sie auf der linken Seite der Gleichung in der Funktionsdefinition angegeben wurden (das letzte Argument in Ebene 1), und drücken Sie die Funktionstaste im VAR-Menü (oder geben Sie den Namen der Funktion ein und drücken Sie (ENTER).
- Wenn Sie die algebraische Syntax verwenden wollen, drücken Sie (), die Funktionstaste im VAR-Menü (oder geben Sie den Namen der Funktion ein), drücken Sie (), geben Sie die algebraischen Argumente (durch Kommas getrennt) in der richtigen Reihenfolge ein, und drücken Sie anschließend (ENTER) (oder drücken Sie (EVAL), um den Ausdruck auszuwerten).

Beispiel: Ausführen der benutzerdefinierten Funktion *CMB* aus dem früheren Beispiel für folgende Berechnungen:

Schritt 1: Berechnen Sie die Gesamtanzahl der Möglichkeiten zur Kombination eines oder mehrerer von vier Elementen (n = 4).



Schritt 2: Berechnen Sie mit dem gleichen Wert für n die Anzahl der Kombinationen in algebraischer Syntax.



⁴ CMB

Schritt 3:Berechnen Sie CMB(Z) in algebraischer Syntax, wobeiZ eine formale Variable ist. (Löschen Sie Z, um
sicherzustellen, daß es kein Objekt enthält.)



Verschachteln benutzerdefinierter Funktionen

Ebenso wie vorprogrammierte Funktionen können auch benutzerdefinierte Funktionen in der Definition eines Ausdrucks für eine benutzerdefinierte Funktion verwendet werden.

Beispiel: Schreiben Sie eine benutzerdefinierte Funktion zur Berechnung des Verhältnisses der Oberfläche eines Quaders zu seinem Volumen. Die Formel für diese Berechnung lautet:

$$\frac{A}{V} = \frac{2(hw + hl + wl)}{hwl}$$

wobei h, w und l die Höhe, Breite und Länge des Quaders sind.

Schritt 1:Erstellen Sie zunächst die benutzerdefinierte Funktion
BOXS zur Berechnung der Oberfläche des Quaders.
Tippen Sie die Gleichung mit Hilfe des EquationWriter
ein.



Schritt 2: Geben Sie die Gleichung ein, und erstellen Sie die benutzerdefinierte Funktion.

11

```
BOXS CMB PPAR A PRTPAIOPAR
```

Schritt 3: Erstellen Sie jetzt eine benutzerdefinierte Funktion BOXR zur Berechnung des Verhältnisses der Oberfläche zum Volumen. Tippen Sie die Gleichung mit Hilfe des EquationWriter ein.



Schritt 4: Schließen Sie die Gleichung ab, und erstellen Sie die benutzerdefinierte Funktion.



BOXR BOXS CMB PPAR A PRTPA

Schritt 5: Verwenden Sie BOXR zum Berechnen des Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen für einen Quader von 9 Zoll (inch) Höhe, 18 Zoll Breite und 21 Zoll Länge. Geben Sie die Höhe, die Breite und die Länge ein, und führen Sie anschließend BOXR aus.

9 (ENTER) 18 (ENTER) 21 (VAR) BOXR 1: .428571428571 3088 8088 0818 PPAR A PATER

Beachten Sie, daß BOXS mit h, w und l als Variablen definiert wurde, und daß BOXS x, y und z als Argumente in der Definition von BOXRverwendet. Es spielt keine Rolle, ob die Variablen in den beiden Definitionen übereinstimmen, jede Gruppe von Variablen ist von der anderen unabhängig. 11

Funktionen mit reellen und komplexen Zahlen

Mathematische Funktionen und die Haupttastenbelegung

Die folgende Tabelle beschreibt die von der Haupttastenbelegung aus zugänglichen vorprogrammierten Befehle.

Arithmetische und allgemeine mathematische Funktionen

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
<u>1/x</u>	INV	Präfix. Kehrwert.
\sqrt{x}	\checkmark	Präfix. Quadratwurzel.
$f(x^2)$	\mathbf{SQ}	Präfix. Quadrat.
₹⁄-	NEG	Infix. Vorzeichenwechsel. Ändert das Vorzeichen der Zahl in der Befehlszeile. Wenn keine Befehlszeile angezeigt wird, führt +/- den Befehl NEG aus, der das Vorzeichen des Arguments in Ebene 1 ändert.
Ð	+	Infix. Ebene $2 + $ Ebene 1 .
Θ	-	Infix. Ebene 2 – Ebene 1.
	*	Infix. Ebene $2 \times$ Ebene 1.
÷	/	Infix. Ebene $2 \div$ Ebene 1.
(y ^x)	۸	Infix. Ebene 2 wird in die in Ebene 1 angegebene Potenz erhoben. Die algebraische Syntax für den Befehl ^ lautet y^{x} .

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(T)	XROOT	Präfix. Die xte (in Ebene 1 angegebene) Wurzel einer in Ebene 2 angegebenen reellen Zahl. Die algebraische Syntax für den Befehl XROOT lautet ' $XROOT(x, y)$ '.

Exponential- und logarithmische Funktionen

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
	ALOG	Präfix. Allgemeiner Antilogarithmus (Basis 10.)
	\mathbf{LOG}	Präfix. Zehnerlogarithmus.
€ e ^x	EXP	Präfix. Natürlicher Antilogarithmus (Basis e).
	LN	Präfix. Natürlicher Logarithmus (Basis e).

Trigonometrische Funktionen

12

Bei trigonometrischen Funktionen werden Winkelargumente und Ergebnisse als Grad, Radiant oder Gon interpretiert, abhängig von dem aktuellen Winkelmodus.

Trigonometrische Funktionen

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
SIN	SIN	Präfix. Sinus.
	ASIN	Präfix. Arcussinus.
COS	\cos	Präfix. Kosinus.
ACOS	ACOS	Präfix. Arcuskosinus.
TAN	TAN	Präfix. Tangens.
(ATAN)	ATAN	Präfix. Arcustangens.

Hyperbolische Funktionen

Die hyperbolischen Funktionen befinden sich im Menü MTH HYP ((MTH) HYP).

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(мтн) Н'	/ P :	
SINH	SINH	Präfix. Hyperbolischer Sinus: $(e^x - e^{-x})/2.$
ASINH	ASINH	Präfix. Inverser hyperbolischer Sinus: $\sinh^{-1} x$.
COSH	COSH	Präfix. Hyperbolischer Kosinus: $(e^x + e^{-x})/2.$
ACOSH	ACOSH	Präfix. Inverser hyperbolischer Kosinus: $\cosh^{-1} x$.
ТАНН	TANH	Präfix. Hyperbolischer Tangens: $\sinh x / \cosh x$.
ATAN	ATANH	Präfix. Inverser hyperbolischer Tangens: $\sinh^{-1}(x/\sqrt{1-x^2})$.
EXPM	ЕХРМ	Präfix. $e^x - 1$. Das Argument x befindet sich in Ebene 1. (EXPM ist genauer als EXP, wenn das Argument von e^x nahe bei Null liegt.)
LNP1	LNP1	Präfix. ln $(x + 1)$. Das Argument x befindet sich in Ebene 1. (LNP1, ln <i>plus</i> 1, ist genauer als LN, wenn das Argument von ln nahe bei 1 liegt.)

Wahrscheinlichkeitsrechnung und Teststatistik

Die Befehle für Kombinationen, Permutationen, Fakultäten, Zufallszahlen und statistische Wahrscheinlichkeitsberechnungen befinden sich im PROB-Menü (MTH (NXT) PROB).

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(MTH) (NX ⁻	D PROB :	
COMB	СОМВ	Präfix. Anzahl der Kombinationen von n (in Ebene 2) Elementen der Ordnung m (in Ebene 1).
PERM	PERM	Präfix. Anzahl der Permutationen von n (in Ebene 2) Elementen der Ordnung m (in Ebene 1).
I	!	Postfix. Fakultät einer positiven Ganzzahl. Für Argumente außerhalb des Bereichs der ganzen Zahlen liefert ! den Wert $\Gamma(x + 1)$.
RAND	RAND	Befehl. Liefert als Ergebnis die nächste reelle Zahl $n \ (0 \le n < 1)$ einer Serie von Pseudo-Zufallszahlen aus. Jede Zufallszahl wird als Ausgangswert für die nächste verwendet.
RDZ	RDZ	Befehl. Verwendet die reelle Zahl aus Ebene 1 als Ausgangswert zur Berechnung der nächsten Zufallszahl (RAND). Wenn 0 in Ebene 1 steht, wird die Uhrzeit zum Erstellen eines Ausgangswerts verwendet. Eine Serie von Zufallszahlen kann wiederholt werden, wenn von dem gleichen Ausgangswert (nicht Null) ausgegangen wird.

Befehle zur Wahrscheinlichkeitsrechnung

Berechnung von Teststatistiken

Teststatistiken werden mit den Daten durchgeführt, die Sie im Stack eingeben. Die in ΣDAT in der Anwendung STAT gespeichertem Statistikdaten werden *nicht* verwendet.

Tasten	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(MTH) (NX	T PROB (NXT):	
UTPC	UTPC	Upper-tail CHi-Quadrat-Verteilung. Präfix. Nimmt die Freiheitsgrade aus Ebene 2 und eine reelle Zahl x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine χ^2 -verteilte Zufallsgröße größer als x ist.
UTPF	UTPF	Upper-tail f-Verteilung. $Präfix$. Nimmt die Freiheitsgrade für den Zähler aus Ebene 3, die für den Nenner aus Ebene 2 sowie eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Snedecorsche F-verteilte Zufallsvariable größer als x ist.
UTPN	UTPN	Upper-tail Normalverteilung. $Präfix$. Nimmt den Mittelwert aus Ebene 3, die Varianz aus Ebene 2 sowie eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine normalverteilte Zufallsgröße größer als x ist.
UTPT	UTPT	Upper-tail T-Verteilung. $Präfix$. Nimmt die Freiheitsgrade aus Ebene 2 und eine reelle Zahl (x) aus Ebene 1, und liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Studentsche t-verteilte Zufallsvariable größer als x ist.

Befehle zur Teststatistik

Tasten	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
NDIST	NDIST	Normalverteilung. Präfix. Nimmt den
		Mittelwert aus Ebene 3, die Varianz aus
		Ebene 2 sowie eine reelle Zahl (x) aus
		Ebene 1, und liefert die
		Wahrscheinlichkeit, mit der eine
		normale Zufallsvariable bei
		Normalverteilung gleich x ist.

Befehle zur Teststatistik (Forts.)

12

Beachten Sie, daß die Anzahl der Freiheitsgrade zwischen 0 und 499 liegen muß, wenn sie als Argument für diese Befehle verwendet wird. In den Berechnungen werden die Freiheitsgrade auf den nächsten ganzzahligen Wert 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 der Probanden, die eine Punktzahl zwischen 70 und 89 erreichten.?



Schritt 1: Berechnen Sie zunächst die Wahrscheinlichkeit, daß ein zufällig ausgewählter Proband eine Punktzahl über 70 erreicht hat. (Die quadrierte Standardabweichung ergibt die Varianz.)

MTH NXT PROB NXT	1: .536217586697
71 (ENTER)	UTPC UTPF UTPN UTPT NDIST
70 UTPN	

Schritt 2: Führen Sie die gleiche Berechnung jetzt für die Punktzahl 89 durch. Rufen Sie zuvor das zuletzt verwendete Argument ab.

ſ	ARG)•
89	UTPI	

 \square



Schritt 3: Subtrahieren Sie die beiden Werte. Etwa 49% der Probanden erhielten eine Punktzahl zwischen 70 und 89.

Funktionen mit reellen Zahlen

Manche Funktionen akzeptieren ausschließlich reelle Zahlen als Argumente. Zu diesen Funktionen gehören Winkelumwandlung, Prozentrechnungen sowie verschiedene Funktionen zum Runden, Abschneiden oder Extrahieren von Teilen reeller Zahlen.

Funktionen zur Winkelumwandlung

Im Menü MTH REAL gibt es zwei Funktionen zur Umwandlung zwischen Dezimalgrad und Radiant. Mit zwei weiteren Befehlen im Menü TIME können Sie Berechnungen mit Grad-Minuten-Sekunden im Format Stunden-Minuten-Sekunden (HMS) durchführen.

Im Grad-Modus werden für Winkelargumente und Ergebnisse Dezimalgrade verwendet.

Funktionen zur Winkelumwandlung

Taste	Programmier-	Beschreibung
(MTH) RE	AL NXT NXT:	
D→R	D→R	Präfix. Grad in Radiant. Wandelt eine in Dezimalgrad angegebene Zahl in die entsprechende Zahl in Radiant (Bogenmaß) um.
R≁D	$R \rightarrow D$	<i>Präfix</i> . Radiant in Grad. Wandelt eine in Radiant angegebene Zahl in die entsprechende Zahl in Dezimalgrad um.
TIME	NXT:	
≁HMS	→HMS	Dezimal in HMS. Wandelt eine Zahl von Dezimalgrad in HMS-Format um.
→HMS	\rightarrow HMS	HMS in dezimal. Wandelt eine Zahl vom HMS-Format in Dezimalgrad um.
HMS+	HMS+	Addiert zwei Winkel im HMS-Format.
HMS-	HMS-	Subtrahiert zwei Winkel im HMS-Format.

Die folgende Abbildung erläutert die Umwandlung aus dem bzw. in das HMS-Format:



Beispiel: Umwandeln von 1.79π Radiant in Grad.

Schritt 1: Geben Sie zunächst 1.79π ein.

1.79 (ENTER)	11:	' <u>1</u> .79*π'
$\overline{\bullet}\pi \times$	VECTR MATE LIST HYP	P REAL BASE

Schritt 2: Verwenden Sie die Funktion $R \rightarrow D$. (diese Funktion arbeitet unabhängig vom aktuellen Winkelmodus.)

$$\begin{array}{c} (\text{MTH} \text{REAL} (\text{NXT}) (\text{NXT}) & 1: & '\text{R} \rightarrow \text{D} \\ \text{R} \rightarrow \text{D} & \text{R} \rightarrow \text{D} \\ \end{array}$$

Schritt 3: Verwenden Sie \rightarrow NUM, um ein numerisches Ergebnis zu erhalten.

1: RNO TRNC FLOOR CEIL D#R

Beispiel: Umwandeln von 25.2589 Grad in Grad, Minuten und Sekunden.

25.2589	ூ	(TIME)	NXT)
→HMS			

1: 25.153204 (00175) (00019) (0019) (0015) (0019)

Prozentfunktionen

Prozentfunktionen

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
(MTH) RE	HL :	
2	%	Präfix. A Prozent von B , oder B Prozent von A (A ist in Ebene 2, B in Ebene 1): ($A \times B$)/100.
%CH	%CH	Präfix. Prozentuale Änderung zwischen A und B in Prozent von A (A ist in Die Stational Statio
×T	%Т	Ebene 2, B ist in Ebene 1): $((B - A)/A) \times 100.$ Präfix. Prozent des Gesamtbetrags (der Gesamtbetrag A ist in Ebene 2 und der Wert B ist in Ebene 1): $(B/A) \times 100.$

12

Weitere Funktionen mit reellen Zahlen

Die Funktionen der folgenden Tabelle befinden sich im Menü MTH REAL: (MTH REAL).

Befehl/Beschreihung	Beispiel			
Dorom/ Dosom one ung]	Eingabe		Ausgabe
ABS <i>Präfix.</i> Absoluter Betrag.	1:	-12	1:	12
CEIL <i>Präfix.</i> Die kleinste ganze Zahl, die größer als	1:	-3.5	1:	-3
oder gleich dem Argument ist.	1:	3.5	1:	4
FLOOR <i>Präfix.</i> Die größte ganze Zahl, die kleiner als	1:	6.9	1:	6
oder gleich dem Argument ist.	1:	-6.9	1:	-7
FP <i>Präfix.</i> Der Bruchteil des Arguments.	1:	5.234	1:	.234
_	1:	-5.234	1:	234

Befehl/Beschreibung	Beispiel				
berein besein eibung		Eingabe		Ausgabe	
IP <i>Präfix.</i> Der ganzzahlige Teil des Arguments.	1:	-5.234	1:	-5	
-	1:	5.234	1:	5	
MANT Präfix. Die Mantisse des Arguments.	1:	1.23E12	1:	1.23	
MAX Präfix. Maximum; das größere zweier Argumente.	2: 1:	5 -6	1:	5	

Befehl/Beschreibung		Beispiel			
		Eingabe		Ausgabe	
MIN Präfix. Minimum;	2:	5	1:	-6	
Argumente.	1 -	-0			
MOD Präfix. Modulo; der	2:	6	1:	2	
Rest von $^{A}/_{B}$. A MOD $B = A - B$ FLOOR $(^{A}/_{B})$.	1:	4			
RND Präfix. Rundet die	2:	1.2345678	1:	1.23457	
Zahl entsprechend dem Argument: für $n = 0$ bis 11	1:	5			
auf n Stellen hinter dem	2:	1.2345678	1:	1.2346	
Komma, für $n = -11$ bis -1	1:	-5			
auf n signifikante Stellen,					
aktuelle Anzeigeformat.					
SIGN Präfix. Liefert $+1$ für positive, -1 für negative Argumente und 0 für das Argument 0.	1:	-2.7	1:	-1	
TRNC Präfix. Schneidet	2:	1.2345678	1:	1.23456	
Zahlen entsprechend dem Argument ab: für $n = 0$	1:	5			
bis 11 auf n Stellen hinter	2:	1.2345678	1:	1.2345	
dem Komma, für $n = -11$	1:	-5			
bis -1 auf n signifikante					
das aktuelle Anzeigeformat.					
XPON Präfix. Der	1:	1.23E45	1:	45	
Exponent des Arguments.					

12

Komplexe Zahlen

Die meisten Funktionen für reelle Zahlen können auch mit komplexen Zahlen verwendet werden. Für die Verwendung dieser Funktionen mit komplexen Zahlen gelten weitgehend dieselben Regeln wie mit reellen Zahlen.

Bei den Beispielen in diesem Abschnitt wird davon ausgegangen, daß der Rechner auf den Winkelmodus "Grad" eingestellt ist. (Drücken Sie (MODES) ANGL DEG, um den Modus "Grad" einzustellen.)

Anzeigen komplexer Zahlen

Sie können komplexe Zahlen als kartesische oder Polarkoordinaten im kartesischen bzw. polaren Modus anzeigen.

Anzeigen kartesischer Koordinaten für komplexe Zahlen:

- Drücken Sie POLAR, bis keine Koordinaten-Indikatoren angezeigt werden, oder
- drücken Sie (MODES () () und aschließend (), bis Rectangular im Feld COORD SYSTEM: angezeigt wird. Bestätigen Sie Ihre Auswahl durch Drücken von OK .

Anzeigen von Polarkoordinaten für komplexe Zahlen:

- Drücken Sie → POLAR, bis einer der Koordinaten-Indikatoren R∡Z oder R∡∡ angezeigt wird, oder
- drücken Sie (MODES () und anschließend (), bis Polarim Feld COORD SYSTEM: angezeigt wird. Bestätigen Sie Ihre Auswahl durch Drücken von OK .

Obwohl für komplexe Zahlen nur zwei Koordinatenmodi benötigt werden, stehen auf dem HP 48 drei Koordinatenmodi zur Verfügung (für dreidimensionale Vektoren): Der kartesische Modus, der Polarmodus (Zylinderkoordinaten) und der Kugelkoordinatenmodus.

Komplexe Zahlen werden in Klammern angezeigt. In der kartesischen Form werden der reelle und der imaginäre Teil durch ein Komma getrennt. (Wenn das Komma als Dezimalzeichen fungiert, wird zur Trennung der beiden Teile stattdessen das Semikolon verwendet.) Bei der polaren Form werden der Betrag und der Phasenwinkel durch das Winkelsymbol (\measuredangle) voneinander getrennt. (Die Angabe des Winkels entspricht dem aktuellen Winkelmodus: Grad, Radiant oder Gon.) Unabhängig von der Art der Anzeige werden komplexe Zahlen im HP 48 intern immer in *kartesischer Form* gespeichert.



Eingeben komplexer Zahlen

Sie können komplexe Zahlen als kartesische oder als Polarkoordinaten eingeben.

Eingeben einer komplexen Zahl:

- Zum Eingeben kartesischer Koordinaten drücken Sie (), geben Sie die Koordinaten (durch SPC) oder (), getrennt) ein, und drücken Sie (ENTER).
- Zum Eingeben vom Polarkoordinaten drücken Sie (), geben Sie die Koordianten (durch ♪ (), getrennt) ein, und drücken Sie (ENTER).

Die interne kartesische Darstellung komplexer Zahlen hat folgende Auswirkungen auf die Polarzahlen:

- θ wird auf den Bereich $\pm 180^{\circ}$ ($\pm \pi$ Radiant oder ± 200 Gon) normiert.
- Wenn Sie einen negativen Wert für r eingeben, wird dieser Wert positiv gemacht, und θ wird um 180° vergrößert und anschließend normiert.

• Wenn Sie den Wert 0 für r eingeben, wird θ ebenfalls auf 0 normiert.

Reelle Berechnungen mit komplexen Resultaten

Die Möglichkeiten des HP 48, mit komplexen Zahlen umzugehen, kann die Ergebnisse von Berechnungen mit reellen Zahlen beeinflussen. Bestimmte Berechnungen, die auf den meisten Taschenrechnern zu einem Fehler führen, liefern auf dem HP 48 eine Lösung im Bereich der komplexen Zahlen. Für die Quadratwurzel aus -4 oder den Arcussinus von 5 liefert der HP 48 beispielsweise komplexe Zahlen als Ergebnis.

Bei den meisten Berechnungen liefert der HP 48 den erwarteten Ergebnistyp (reell oder komplex). Falls Sie komplexe Zahlen als Ergebnis erhalten, wo Sie reelle Zahlen erwartet hatten, prüfen Sie Ihr Programm oder Ihre Eingabe auf folgende möglichen Ursachen:

- Die eingegebenen Daten liegen möglicherweise außerhalb des Bereichs der berechneten Formel.
- Die Formel oder ihre Ausführung könnte unzulässig sein.
- Ein Rundungsfehler an einem kritischen Punkt könnte die Berechnung verfälscht haben.
- Eine komplexe Zahl könnte als Lösung des Problems zwar unerwartet, aber dennoch richtig sein.

Weitere Befehle für komplexe Zahlen

Die meisten Befehle für reelle Zahlen können auch mit komplexen Zahlen verwendet werden, z. B. SIN, INV, [^] und LN. Die folgende Tabelle beschreibt zusätzliche Befehle, die besonders für komplexe Zahlen geeignet sind.

Diese Befehle befinden sich im Menü MTH CMPL (drücken Sie MTH NXT) CMPL .
Befehl/Beschreibung		Beispiel			
		Eingabe	Ausgabe		
ABS Präfix. Absoluter Betrag; $\sqrt{x^2 + y^2}$.	1:	(3,4)	1:	5	
ARG Präfix. Polarer Winkel einer komplexen Zahl.	1:	(1,1)	1:	45	
CONJ Präfix. Komplexe Konjugierte einer komplexen Zahl.	1:	(2,3)	1:	(2,-3)	
$\mathbf{C} \rightarrow \mathbf{R}$ Befehl. Komplex in reell; zerlegt eine komplexe Zahl in zwei reelle Zahlen, die kartesischen Koordinaten x und y .	1:	(2,3)	2: 1:	2 3	
IM Präfix. Imaginärer Teil (y) einer komplexen Zahl.	1:	(4,-3)	1:	-3	
NEG Infix. Kehrt das Vorzeichen des Arguments um.	1:	(2,-1)	1:	(-2,1)	
RE $Pr\ddot{a}fix$. Reeller (x) Teil einer komplexen Zahl.	1:	(4,-3)	1:	4	
$\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{C}$ Befehl. Reell in komplex; kombiniert zwei reelle Zahlen zu einer komplexen Zahl (x,y) .	2: 1:	-7 -2	1:	(-7,-2)	
SIGN Präfix. Einheitenvektor in der Richtung des komplexen Zahlenarguments; $(\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}})$	1:	(3,4)	1:	(.6,.8)	

Vektoren und Umformungen

Alle Vektoren sind Feldobjekte. Der allgemeine Fall eines *n*-dimensionalen Vektors wird in Kapitel 14, "Matrizen und lineare Algebra" beschrieben. Im vorliegenden Kapitel werden vor allem 2Dund 3D-Vektoren behandelt.

Anzeigen von 2D- und 3D-Vektoren

2D-Vektoren können Sie entweder als kartesische Komponenten ([X Y]) (im *kartesischen Modus*) oder als polare Komponenten $([R \measuredangle])$ (im Polarmodus) anzeigen.



Komponenten von 2D-Vektoren

3D-Vektoren können Sie entweder als kartesische Komponenten ([X Y Z]) (im *kartesischen Modus*), als zylindrische Komponenten ([$R \measuredangle Z$]) (im *Zylinderkoordinatenmodus*) oder als Kugel-Komponenten ([$R \measuredangle \measuredangle]$) (im *Kugelkoordinatenmodus*) anzeigen.



Kartesisch	Zylinder-	Kugel-
[a b c]	[r _{xy} ∡θ c]	[r ∡ θ ∡ φ]

Komponenten von 3D-Vektoren

Es gibt zwei Polarmodi: den Zylinderkoordinatenmodus und den Kugelkoordinatenmodus. Bei 2D-Vektoren sind der Zylinder- und der Kugelkoordinatenmodus austauschbar, beide liefern identische zweidimensionale Ergebnisse.

Anzeigen kartesischer Komponenten:

- Drücken Sie POLAR, bis keine Koordinaten-Indikatoren angezeigt werden, oder
- drücken Sie (MTH) VECTR (NXT) RECT .

Anzeigen polarer (Zylinder- oder Kugel-) Komponenten:

- Drücken Sie → POLAR, bis einer der Koordinaten-Indikatoren R∡Z oder R∡∡ angezeigt wird, oder
- drücken Sie (MTH) VECTR (NXT) CYLIN (für polare Zylinderkoordinaten) oder SPHER (für polare Kugelkoordinaten).

Das Zeichen
in dem Menüfeld kennzeichnet zusammen mit dem Koordinaten-Indikator den aktiven Koordinatenmodus:

- Kartesischer Modus: RECT., kein Indikator
- Zylindermodus: CYLI■, R∡Z-Indikator
- Kugelmodus: SPHE■, R∡∡-Indikator

Vektoren werden innerhalb der Begrenzungszeichen [] angezeigt. Im kartesischen Format werden die Komponenten durch Leerzeichen voneinander getrennt. Im polaren Modus (Zylinder- oder

13-2 Vektoren und Umformungen

Kugelkoordinaten) wird den Winkeln das Winkelzeichen (\measuredangle) vorangestellt. (Die Angabe des Winkels entspricht dem aktellen Winkelmodus: Grad, Radiant und Gon.) Unabhängig von der Art der Anzeige werden Vektoren beim HP 48 intern immer in kartesischer Form gespeichert.

Wenn Sie Vektoren mit einem bestimmten Koordinatentyp eingegeben haben, brauchen Sie nur einen anderen Modus auszuwählen, um die Vektoren in den neuen Koordinatenmodus umzurechnen.

Eingeben von 2D- und 3D-Vektoren

Sie können 2D- und 3D-Vektoren als kartesische, als polare Zylinderoder als polare Kugelkoordinaten eingeben.

Eingeben eines 2D- oder 3D-Vektors:

- Zum Eingeben bestimmter Komponenten drücken Sie (), geben Sie die Komponenten durch ein Leerzeichen (SPC oder) getrennt ein, und drücken Sie (NTER). (Drücken Sie) vor jeder Winkelkomponente.)
- Wenn Sie den aktuellen Koordinatenmodus verwenden wollen, geben Sie die zwei bzw. drei Werte ein, und drücken Sie MTH VECTR
 →V2 oder →V3. (Geben Sie nicht das Winkelzeichen ∡ ein).

Die interne Darstellung aller Vektoren als kartesische Koordinaten hat folgende Auswirkungen auf die angezeigten polaren (Zylinder- oder Kugel) Vektoren:

- θ wird auf den Bereich von $\pm 180^{\circ}$ ($\pm \pi \pm 200$ Gon) normiert.
- ϕ wird auf den Bereich zwischen 0 und 180° (0 bis π Radiant, 0 bis 200 Gon) normiert.
- Wenn Sie einen negativen Wert für r eingeben, wird dieser Wert positiv gemacht, θ wird um 180° vergrößert, ϕ wird von 180° subtrahiert, und beide werden normiert.
- Wenn ϕ 0° oder 180° ist, wird θ auf 0° reduziert.
- Wenn Sie für r den Wert 0 eingeben, werden θ und ϕ auf ° reduziert.

Zusammensetzen eines 2D- oder 3D-Vektors aus Komponenten im Stack:

- Geben Sie für einen 2D-Vektor die Komponenten in Ebene 1 und Ebene 2 ein, und drücken Sie MTH VECTR +V2
 Die Komponenten werden entsprechend dem aktuellen Koordinatenmodus interpretiert.
- Geben Sie für einen 3D-Vektor die Komponenten in die Ebenen 1, 2 und 3 ein, und drücken Sie MTH VECTR
 *V3. Die Komponenten werden entsprechend dem aktuellen Koordinatenmodus interpretiert.

13 Zerlegen von 2D- und 3D-Vektoren im Stack:

■ Drücken Sie (MTH) VECTR V→ . Die zurückgegebenen Werte entsprechen den angezeigten Komponenten.

Befehle zum Rechnen mit Vektoren

Ein Vektor ist, genau wie eine reelle Zahl, ein einzelnes Objekt. Sie können daher Vektoren als Argumente für Befehle verwenden. Sie können Vektoren addieren und subtrahieren, mit Skalaren multiplizieren oder durch Skalare dividieren sowie spezielle Vektorenbefehle (DOT, CROSS und ABS) ausführen. Diese speziellen Befehle befinden sich im Menü MTH VECTR (MTH) VECTR. Sie interpretieren ihre Argumente und liefern Resultate im aktuellen Koordinatenmodus.

Bafahl/Baschraihung	Beispiel			
Deterny Desementating	Eingabe	Ausgabe		
ABS Präfix. Liefert die skalare Größe des Vektors nach der Frobeniusnorm (definiert als die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Beträge aller Elemente).	1:[2-34]	1: 5.3851648		
DOT Befehl. Liefert das Skalarprodukt zweier Vektoren gleicher Dimension.	2:[2 -3 4] 1:[-1 2 8]	1: 24		
CROSS Befehl. Liefert das Kreuzprodukt (einen 3D-Vektor) zweier Vektoren. Bei zwei elementaren Vektoren wird bei der Ausführung ein drittes Element mit dem Wert 0 addiert.	2: [2 3 4] 1:[-1 2 1]	1:[-5 -6 7]		

Weitere Befehle für Vektoren werden in Kapitel 14 behandelt.

Beispiele: Rechnen mit 2D- und 3D-Vektoren

Rechnen mit Vektoren:

- Geben Sie die Vektoren in den Stack ein, und führen Sie den Befehl aus.
- **Beispiel:** Bestimmen des Einheitsvektors. Sie erhalten einen zu einem gegebenen Vektor parallelen Vektor durch Division eines Vektors durch seinen Betrag:

$$\mathbf{u} = \frac{\mathbf{v}}{|\mathbf{v}|}$$

1. Geben Sie den Vektor ein.

- 2. Kopieren Sie den Vektor (drücken Sie ENTER) noch einmal).
- 3. Drücken Sie MTH VECTR ABS, um den Betrag des Vektors zu berechnen.
- 4. Drücken Sie \ominus , um den Vektor durch seinen Betrag zu dividieren und den Einheitsvektor zu erhalten.

Beispiel: Bestimmen des Winkels zwischen Vektoren. Der Winkel zwischen Vektoren ist gegeben durch

$$Winkel = \cos^{-1}\left[rac{\mathbf{V1} \cdot \mathbf{V2}}{|\mathbf{V1}| |\mathbf{V2}|}
ight]$$

- 13 1. Geben Sie die beiden Vektoren in den Stack ein.
 - 2. Drücken Sie (MTH) VECTR DOT , um das Skalarprodukt zu berechnen.
 - 3. Drücken Sie (-) ARG, um die beiden Vektoren wieder im Stack abzulegen.
 - 4. Drücken Sie ABS (SWAP) ABS , um den Betrag jedes der Vektoren zu bestimmen.
 - 5. Drücken Sie 🗙, um die beiden Beträge zu multiplizieren.
 - 6. Drücken Sie 🔄, um das Produkt der Beträge in das Skalarprodukt zu dividieren.
 - 7. Drücken Sie (ACOS), um den Winkel zwischen den Vektoren zu bestimmen.
 - Beispiel: Bestimmen der Komponenten in einer Richtung. Das folgende Diagramm zeigt drei 2D-Vektoren. Bestimmen Sie deren Summe und das Skalarprodukt (mit DOT) entlang der 175°-Linie. (Bei dem Beispiel wird davon ausgegangen, daß der Modus "Grad" aktiv ist.)



Schritt 1: Wählen Sie den polaren Zylinderkoordinatenmodus aus, und bestimmen Sie die Summe der drei Vektoren.



Schritt 2: Geben Sie den Einheitsvektor 175° ein, und bestimmen Sie den Betrag des resultierenden Vektors entlang der 175°-Linie.

 (1)
 (175 ENTER)
 (1:78.85)

 MTH
 VECTR
 DOT
 M83
 COT
 CR0035
 V+

Schnelle Fourier-Transformationen

Ein physikalischer Prozeß kann auf zwei verschiedene Arten beschrieben werden:

- Als die Änderung einer Größe h als Funktion der Zeit t(h(t)).
- Als die Änderung einer Amplitude H als Funktion der Frequenz f (H(f)).

In vielen Fällen können h(t) und H(f) als zwei verschiedene Darstellungen derselben Funktion angesehen werden. Fourier-

Transformationen ermöglichen den Wechsel zwischen den beiden Darstellungsformen oder Bereichen. Der HP 48 kann diskrete Fourier-Transformationen durchführen, wobei eine Reihe diskreter zufälliger Daten in den "anderen" Bereich transformiert wird. Der HP 48 führt "Schnelle" Fourier-Transformationen durch; dabei werden Berechnungen verwendet, für die die Anzahl der Zeilen und Spalten in dem Probensatz eine ganzzahlige Potenz von 2 sein muß.

Schnelle Fourier-Tranformationen werden häufig zur Analyse eindimensionaler Signale oder zweidimensionaler Abbildungen verwendet. Die Befehle des HP 48 können mit beiden Fällen umgehen. Im ersten Fall werden die Daten als Vektor von N Elementen eingegeben, wobei N eine ganzzahlige Potenz von 2 ist (2, 4, 8, 16, 32, ...) ist. Im zweiten Fall werden die Daten als Matrix von M Zeilen und N Spalten eingegeben, wobei M und N ganzzahlige Potenzen von 2 sind.

Die "Vorwärts"-Transformation (FFT) bildet ein Feld reeller $(M \times N)$ oder komplexer (h_k) Zahlen im Zeitbereich auf ein Feld reeller $(M \times N)$ oder komplexer (H_n) Zahlen im Frequenzbereich ab:

$$H_k \equiv \sum_{n=0}^{N-1} h_n e^{-2\pi i k n/N}$$

Die "Rückwärts"-Transformation (IFFT) bildet ein Feld reeller $(M \times N)$ oder komplexer (h_k) Zahlen im Frequenzbereich auf einem Feld reeller $(M \times N)$ oder komplexer (H_n) Zahlen im Zeitbereich ab:

$$h_n \equiv \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H_k e^{2\pi i k n/N}$$

Vorbereiten eines Feldes für die schnelle Fourier-Transformation:

1. Legen Sie das Datenfeld im Stack ab.

13

 Fügen Sie, wenn nötig, Nullen zu dem Feld hinzu, so daß alle Dimensionen einer ganzzahligen Potenz von 2 entsprechen. In Kapitel 14 finden Sie Hinweise zum Einfügen von Spalten und Zeilen mit Nullen in Matrizen.

Durchführen einer schnellen Fourier-Transformation

- 1. Geben Sie das zu transformierenden Datenfeld (oder seinen Namen) im Stack ein. Stellen Sie sicher, daß die Dimensionen einer ganzzahligen Potenz von 2 entsprechen (siehe oben).
- 2. Drücken Sie (MTH) (NXT) FFT FFT, um die Daten aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich zu transformieren, oder drücken Sie (MTH) (NXT) FFT IFFT, um die Daten aus dem

Frequenzbereich in den Zeitbereich zu transformieren.

- Beispiel: Verwendung von FFT und IFFT für Vorwärts- und Rückwärts-Fourier-Transformation. Das Beispiel verwendet die Elemente eines Zufallsvektors zur Darstellung eines Meßsignals.
- 1. Erzeugen Sie einen 16-elementigen Zufallsvektor im Stack durch Eingabe von (16) RANM.
- 2. Berechnen Sie die eindimensionale diskrete Fourier-Transformation des Signals durch Ausführen von FFT. Die Elemente des Ergebnisvektors stellen die Frequenzkomponenten des Originalsignals dar.
- 3. Rekonstruieren Sie das Originalsignal durch Berechnung der eindimensionalen inversen diskreten Fourier-Transformation; führen Sie hierzu IFFT aus. Das Ergebnis ist identisch mit dem Originalsignal, wobei kleine Abweichungen aufgrund von Rundungsfehlern möglich sind.

Sie können zweidimensionale Fourier-Transformationen unter Verwendung von Matrizen als Argumente berechnen. Wählen Sie beispielsweise eine 16×16 Zufallsmatrix für das vorherige Beispiel durch: (16 16) RANM.

14

Matrizen und lineare Algebra

Der HP 48 verfügt über umfangreiche Möglichkeiten zum Eingeben und Bearbeiten von Feldern. Feldobjekte können Vektoren oder Matrizen sein. Viele der in diesem Kapitel beschriebenen Operationen können auch mit Vektoren verwendet werden. In solchen Fällen wird der allgemeinere Begriff *Feld* statt *Matrix* verwendet.

Erstellen und Zusammensetzen von Matrizen

Für die Eingabe von Matrizen stehen zwei verschiedene Umgebungen zur Verfügung:

- Die Anwendung Matrix Writer. Eine visuelle Methode zum Eingeben, Anzeigen und Ändern von Feldelementen.
- Die Befehlszeile. Die allgemeine Methode zum Eingeben von Objekten.

Eingeben einer neuen Matrix mit dem MatrixWriter:

- 1. Drücken Sie (MATRIX), um das MatrixWriter-Menü zu öffnen.
- 2. Führen Sie für jedes Element in der ersten Zeile eine der folgenden Aktionen aus:
 - Tippen Sie eine reelle oder eine komplexe Zahl ein, und drücken Sie ENTER. Sie können nicht reelle und komplexe Zahlen in derselben Matrix verwenden.
 - Berechnen Sie das Element in der Befehlszeile, und drücken Sie ENTER. Zum Berechnen eines Elements tippen Sie die Argumente ein (drücken Sie SPC), um die Argumente voneinander zu trennen), und drücken Sie die entsprechenden Funktionstasten.

- 3. Drücken Sie 💽, um das Ende der ersten Zeile (und damit die Anzahl der Spalten) zu kennzeichnen.
- 4. Tippen Sie für alle übrigen Elemente der Matrix einen Wert ein bzw. berechnen Sie den Wert in der Befehlszeile, und drücken Sie anschließend (ENTER). Sie können auch Zahlen in mehrere Zellen gleichzeitig eingeben (trennen Sie die einzelnen Zahlen mit (SPC)) und anschließend einmal (ENTER) drücken.
- 5. Wenn Sie alle Zahlen in die Matrix eingegeben haben, drücken Sie ENTER, um die Matrix im Stack abzulegen.

Weitere Informationen über den MatrixWriter finden Sie in Kapitel 8.

¹⁴ Eingeben einer Matrix mit der Befehlszeile:

- 1. Drücken Sie () and (), um die Begrenzungszeichen für die Matrix und für die erste Zeile einzugeben.
- 2. Tippen Sie die erste Zeile ein. Drücken Sie (SPC), um die Elemente voneinander zu trennen.
- 3. Drücken Sie), um den Cursor über das Zeilenbegrenzungszeichen
 j hinaus zu bewegen.
- 4. Wahlweise: Drücken Sie (neue Zeile), um eine neue Zeile auf der Anzeige zu beginnen.
- 5. Tippen Sie den Rest der Matrix ein. Sie brauchen für die folgenden Zeilen die Begrenzungszeichen [] nicht einzugeben, diese werden später automatisch eingefügt.
- 6. Drücken Sie (ENTER).

Der HP 48 hat bestimmte vorprogrammierte Befehle zum Eingeben spezieller Matrizen, die oft zusammen mit Matrizen verwendet werden, die Sie Element für Element eingetippt haben.

Erstellen eines Feldes, das mit einer gegebenen Konstante gefüllt ist:

- 1. Geben Sie eines der folgenden Elemente in den Stack ein:
 - Eine Liste mit den Dimensionen des gewünschten Konstantenfeldes: < Zeilen Spalten }.
 - Ein beliebiges Feld, dessen Elemente Sie nicht ändern wollen.
- 2. Geben Sie die Konstante für das Feld ein.
- 3. Drücken Sie MTH MATR MAKE CON. Dadurch wird ein Feld mit denselben Dimensionen wie den eingegebenen (bzw. mit den Dimensionen, die das Argument hatte) erstellt und mit der angegebenen Konstante gefüllt.

14-2 Matrizen und lineare Algebra

Erstellen einer Einheitsmatrix:

- 1. Geben Sie eines der folgenden Elemente in den Stack ein:
 - Eine reelle Zahl, die die Anzahl der Zeilen oder Spalten in der gewünschten quadratischen Einheitsmatrix angibt (Bruchzahlen werden gerundet).
 - Eine quadratische Matrix, deren Elemente Sie nicht ändern wollen.
- 2. Drücken Sie (MTH) MATR MAKE IDN. Dadurch wird eine quadratische Einheitsmatrix der angegebenen Dimensionen erstellt.

Erstellen eines Feldes mit Zufalls-Ganzzahlen:

- 1. Geben Sie eines der folgenden Elemente in den Stack ein:
 - Eine Liste der Dimensionen des gewünschten Zufallsfeldes:
 Zeilen Spalten >.
 - Ein beliebiges Feld, dessen Elemente Sie nicht ändern wollen.
- 2. Drücken Sie MTH MATR MAKE RANM. Dadurch wird ein Feld aus Zufallszahlen mit den Dimensionen aus der Liste bzw. aus dem Feld-Argument erstellt. Alle Elemente des Feldes sind ganze Zahlen im Bereich von [-9 9]. Die Wahrscheinlichkeit all dieser Zahlen ist gleich - mit Ausnahme der Null, die eine doppelt so hohe Wahrscheinlichkeit wie die anderen Zahlen hat.

Zusammensetzen einer zeilenweisen Matrix aus einer Zeile von Vektoren:

- 1. Geben Sie die Vektoren in der Reihenfolge, in der sie in der Matrix erscheinen sollen, in den Stack ein. Geben Sie zunächst den Vektor für die erste Zeile ein, anschließend den für die zweite Zeile, und so fort.
- 2. Geben Sie die Anzahl der Zeilen für die gewünschte Matrix ein.
- 3. Drücken Sie MTH MATR ROW ROW→, um die Vektoren zu einer Matrix zusammenzusetzen.

Zusammensetzen einer spaltenweisen Matrix aus einer Zeile von Vektoren:

- 1. Geben Sie die Vektoren in der Reihenfolge, in der sie in der Matrix erscheinen sollen, in den Stack ein. Geben Sie zunächst den Vektor für die erste Spalte ein, anschließend den für die zweite Spalte, und so fort.
- 2. Geben Sie die Anzahl der Spalten für die gewünschte Matrix ein.

3. Drücken Sie MTH MATR COL COL→, um die Vektoren zu einer Matrix zusammenzusetzen.

Zusammensetzen einer Matrix mit einer Diagonalen aus einem Vektor:

- 1. Geben Sie den Vektor mit den Elementen für die Diagonale ein.
- 2. Geben Sie eines der folgenden Elemente ein:
 - Eine Liste mit den Dimensionen der gewünschten Matrix:
 Zeilen Spalten >.
 - Eine reelle Zahl mit der Anzahl der Zeilen oder Spalten in der gewünschten quadratischen Matrix.
- 14 3. Drücken Sie MTH MATE NXT DIAG*, um die Matrix zu erstellen. Die Elemente des Diagonalvektors werden dabei als die diagonalen Elemente der Matrix verwendet. Wenn der Vektor mehr diagonale Elemente enthält, als zum Erstellen der Matrix benötigt werden, werden die überzähligen Elemente nicht berücksichtigt. Enthält der Vektor weniger Elemente, als zum Erstellen der Matrix benötigt werden, so wird für die fehlenden Elemente der Wert 0 eingesetzt.

Zerlegen von Matrizen

Zweidimensionale Matrizen werden beim HP 48 zeilenweise zerlegt und zusammengesetzt. Beginnend mit dem ersten Element (das Element in Zeile 1 und Spalte 1) bedeutet zeilenweise, daß das jeweils "nächste" Element das in der gleichen Zeile folgende ist. Enthält die Zeile keine weiteren Elemente, so ist das "nächste" Element das erste der folgenden Zeile. Diese Verarbeitung ähnelt also einer Textverarbeitung, bei der der Text von links nach rechts eingegeben und am Zeilenende umgebrochen wird.

Zerlegen einer Matrix in ihre Elemente:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- Drücken Sie PRG TYPE OBJ→. Die Matrix wird "zeilenweise" zerlegt, jedes Element wird in einer eigenen Stack-Ebene abgelegt. Ebene 1 enthält eine Liste der Originaldimensionen der Matrix.

Zusammensetzen einer Matrix aus einer Folge von Elementen:

- 1. Geben Sie die Elemente "zeilenweise" in den Stack ein.
- 2. Geben Sie eine Liste mit den Dimensionen der gewünschten Matrix ein: { Zeilen Spalten }.
- 3. Drücken Sie PRG TYPE →ARRY, um die Matrix zusammenzusetzen.

Zerlegen einer Matrix in Zeilenvektoren:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- Drücken Sie MTH MATR ROW →ROW. Die Matrix wird in Zeilenvektoren (von der ersten zur letzten Zeile) zerlegt. Die Stack-Ebene 1 enthält eine reelle Zahl, die die Anzahl der Zeilen in der Originalmatrix angibt.

Zerlegen einer Matrix in Spaltenvektoren:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- Drücken Sie MTH MATR COL →COL. Die Matrix wird in Spaltenvektoren (von der ersten zur letzten Spalte) zerlegt. Die Stack-Ebene 1 enthält eine reelle Zahl, die die Anzahl der Spalten in der Originalmatrix angibt.

Extrahieren der Diagonalvektoren aus einer Matrix:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH MATR NXT →DIAG, um die diagonalen Elemente als Vektor zu extrahieren.

Einfügen von Zeilen und Spalten

Einfügen einer oder mehrerer Zeilen in eine Matrix:

- 1. Geben Sie das Zielfeld (das zu ändernde Feld) in den Stack ein.
- Geben Sie den einzufügenden Vektor (bzw. die einzufügende Matrix oder das Element) ein (sofern das Zielfeld ein Vektor ist). Ein eingefügtes Feld muß die gleiche Anzahl Spalten aufweisen wie die Zielmatrix.
- 3. Geben Sie die Nummer der Zeile an, an der die erste (oder einzige) Zeile eingefügt werden soll. Die momentan in dieser und allen

folgenden Zeilen enthaltenen Elemente werden durch das Einfügen automatisch nach unten verschoben. Die Nummern der Zeilen beginnen mit 1 (nicht mit 0).

4. Drücken Sie MTH MATR ROW ROW+, um die neue(n) Zeile(n) einzufügen.

Einfügen einer oder mehrerer Spalten in ein Feld:

- 1. Geben Sie das Zielfeld (das zu ändernde Feld) in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den einzufügenden Vektor (bzw. die einzufügende Matrix oder das Element) ein (sofern das Zielfeld ein Vektor ist). Ein eingefügtes Feld muß die gleiche Anzahl Zeilen aufweisen wie die Zielmatrix.
- 3. Geben Sie die Nummer der Spalte an, an der die erste (oder einzige) Spalte eingefügt werden soll. Die momentan in dieser und allen folgenden Spalten enthaltenen Elemente werden durch das Einfügen automatisch nach rechts verschoben. Die Nummern der Spalten beginnen mit 1 (nicht mit 0).
- 4. Drücken Sie MTH MATR COL COL+, um die neuen Spalten einzufügen.

Extrahieren von Zeilen und Spalten

Extrahieren einer bestimmten Zeile aus einem Feld:

1. Geben Sie das Feld in den Stack ein

14

- 2. Geben Sie die Nummer der zu extrahierenden Zeile (bzw. die Nummer des Elements, falls das Feld ein Vektor ist) ein.
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR ROW ROM-. Der extrahierte Zeilenvektor (bzw. das Element) wird in Ebene 1 abgelegt, und das reduzierte Feld (ohne die gelöschte Zeile bzw. das Element) in Ebene 2.

Extrahieren einer bestimmten Spalte aus einem Feld:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Nummer der zu extrahierenden Spalte (bzw. die Nummer des Elements, falls das Feld ein Vektor ist) ein.
- 3. Drücken Sie MTH MATR COL COL-. Der extrahierte Spaltenvektor (bzw. das Element) wird in Ebene 1 abgelegt, und

14-6 Matrizen und lineare Algebra

das reduzierte Feld (ohne die gelöschte Spalte bzw. das Element) in Ebene 2.

Vertauschen von Zeilen und Spalten

Vertauschen von zwei Zeilen in einem Feld:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein. Falls das Feld ein Vektor ist, wird es wie ein Spaltenvektor behandelt.
- 2. Geben Sie die Nummern der beiden zu vertauschenden Zeilen ein.
- 3. Drücken Sie MTH MATR ROW NXT RSWP. Das geänderte Feld wird in Ebene 1 abgelegt.

Vertauschen von zwei Spalten in einem Feld:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein. Falls das Feld ein Vektor ist, wird es wie ein Zeilenvektor behandelt.
- 2. Geben Sie die Nummern der beiden zu vertauschenden Spalten ein.
- 3. Drücken Sie MTH MATR COL CSWP. Das geänderte Feld wird in Ebene 1 abgelegt.

Extrahieren und Ersetzen von Matrix-Elementen

Extrahieren eines Feldelements an einer bestimmten Position:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie eines der folgenden Elemente ein:
 - Eine Liste mit der Zeilen- und Spaltennumer des zu extrahierenden Elements: { Zeile Spalte }.
 - Die Positionsnummer des zu extrahierenden Elements. (Bei Matrizen werden die Positionsnummern zeilenweise interpretiert).
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR MAKE (NXT) GET, um das angegebene Element zu extrahieren.

Ersetzen eines Feldelements an einer bestimmten Position:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie eines der folgenden Elemente ein:
 - Eine Liste mit der Zeilen- und Spaltennumer des zu ersetzenden Elements: { Zeile Spalte }.
 - Die Positionsnummer des zu ersetzenden Elements. (Bei Matrizen werden die Positionsnummern zeilenweise interpretiert).
- 3. Geben Sie das neue Element ein.
- 4. Drücken Sie (MTH) MATR MAKE (NXT) PUT, um das Element an der angegebenen Position durch das neue zu ersetzen.

Charakterisieren von Matrizen

Matrizenrechnungen werden häufig durch die speziellen Eigenschaften der verwendeten Matrix beeinflußt. Der HP 48 kennt eine Zeile von Befehlen zum Abfragen der Matrix-Eigenschaften. Einige Befehle können nur mit *quadratischen Matrizen*, andere nur mit kartesischen Matrizen verwendet werden.

Taste	Programmier-	Beschreibung		
5126	SIZE	Befehl. Übergibt die Dimensionen des		
		Feides an die Stack-Ebene 1.		
	IK NUKM:			
ABS	ABS	Präfix. Liefert die Frobenius-Norm der		
		Matrix und die Euklidsche Länge eines		
		Vektors: Die Quadratwurzel der		
		Summen der Quadrate der absoluten		
	~~	Betrage der Elemente.		
SNRM	SRNM	Befehl. Liefert die Spektral-Norm eines		
		Feldes. Die Spektral-Norm eines Feldes		
		entspricht dem großten Einzelwert aus		
		der Matrix. (Wie ABS für einen		
		Vektor.)		
RNRM	RNRM	Befehl. Liefert die Zeilen-Norm eines		
		Feldes. Die Zeilen-Norm einer Matrix		
		entspricht dem Maximalwert der		
		Summen aller absoluten Betrage aller		
		Elemente einer Zeile über alle Zeilen.		
		Die Zeilen-Norm eines Vektors ist der		
		maximale absolute Betrag seiner		
	CNDM	Elemente.		
CNRM		Befehl. Liefert die Spalten-Norm eines		
		Feldes. Die Spalten-Norm einer Matrix		
		entspricht dem Maximalwert der		
		Flomente in einer Spalte über alle		
		Spalton Die Spalten Norm eines		
		Vektors ist die Summe der absoluton		
		Reträge seiner Elemente		
RNRM	RNRM	Vektor.) Befehl. Liefert die Zeilen-Norm eines Feldes. Die Zeilen-Norm einer Matrix entspricht dem Maximalwert der Summen aller absoluten Beträge aller Elemente einer Zeile über alle Zeilen. Die Zeilen-Norm eines Vektors ist der maximale absolute Betrag seiner Elemente. Befehl. Liefert die Spalten-Norm eines Feldes. Die Spalten-Norm einer Matrix entspricht dem Maximalwert der Summen der absoluten Beträge aller Elemente in einer Spalte über alle Spalten. Die Spalten-Norm eines Vektors ist die Summe der absoluten Beträge seiner Elemente.		

Befehle zum Charakterisieren von Matrizen

Befehle zum Charakterisieren von Matrizen (Forts.)

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
SRAD	SRAD	Befehl. Liefert den Spektralradius einer quadratischen Matrix. Der Spektralradius ist der absolute Betrag des größten Eigenwerts der Matrix.
COND	COND	Befehl. Liefert die Bestimmungszahl der Spalten-Norm einer quadratischen Matrix. Die Bestimmungszahl ist das Produkt aus der Spalten-Norm einer quadratischen Matrix und der Spalten-Norm ihres Kehrwerts.
RANK	RANK	Befehl. Liefert einen Näherungswert des Ranges einer Matrix. Der Rang einer Matrix entspricht der Anzahl der Einzelwerte der Matrix, die ungleich Null sind. Wenn das Flag -54 nicht gesetzt ist (Standardwert), behandelt RANK alle berechneten Einzelwerte der Matrix, die kleiner als das 10 ⁻¹⁴ fache des größten berechneten Einzelwerts sind, als Null. Ist das Flag -54 gesetzt, zählt RANK alle Werte ungleich Null ungeachtet ihrer Größe.
DET	DET	Befehl. Liefert die Determinante einer quadratischen Matrix. DET prüft das Flag -54 und berücksichtigt den berechneten Wert nur, wenn -54 nicht gesetzt ist (Standardwert).
TRACE	TRACE	Befehl. Liefert die Spur einer quadratischen Matrix. Die Spur einer Matrix entspricht der Summe der diagonalen Elemente und auch der Summe der Eigenwerte der Matrix.

Umformen von Matrizen

Transponieren einer Matrix:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- Drücken Sie MTH MATR MAKE TRN, um die Matrix zu transponieren. Die erste Zeile der ursprünglichen Matrix ist jetzt. die erste Spalte, die ursprüngliche zweite Zeile ist die zweite Spalte, usw.. Die transponierten Elemente einer komplexen Matrix werden außerdem konjugiert, dies wird als konjugierte Transponierung bezeichnet.

Bilden des Kehrwerts einer quadratischen Matrix:

- 1. Geben Sie die quadratische Matrix ein.
- 2. Drücken Sie 1/x, um die Matrix zu invertieren. Beachten Sie, daß bei der Kehrwertbildung Fehler auftreten können, wenn Sie eine schlecht konditionierte Matrix verwenden (siehe der Abschnitt "Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen" in diesem Kapitel).

Ändern der Dimensionen eines Feldes:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- Geben Sie eine Liste mit den neuen Dimensionen des Feldes ein:
 Zeilen Spalten >.
- 3. Drücken Sie MTH MATR MAKE RDM, um das Feld neu zu dimensionieren. Die Elemente des urspünglichen Feldes werden jetzt in zeilenweiser Ordnung in das neu dimensionierte Feld eingefügt. Wenn sich in dem neuen Feld weniger Elemente befinden als in dem ursprünglichen, werden die überzähligen Elemente nicht übernommen. Wenn das neue Feld mehr Elemente enthält als das ursprüngliche, werden die überzähligen Elemente mit Nullen (bzw. (0,0) für komplexe Felder) gefüllt.

Rechnen mit Matrix-Elementen

Addieren und Subtrahieren zweier Matrizen:

- 1. Geben Sie die beiden Matrizen in den Stack ein, und zwar in der gleichen Reihenfolge, in der Sie auch zu addierende bzw. subtrahierende reelle Zahlen eingeben würden. Die Matrizen müssen dieselben Dimensionen haben.
- Drücken Sie + zum Addieren bzw. zum Subtrahieren. Die Elemente der resultierenden Matrix enthalten jeweils die Summe bzw. die Differenz der entsprechenden Elemente der Ausgangsmatrizen.

Multiplizieren und Dividieren einer Matrix mit einem Skalar:

1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.

14

- 2. Geben Sie das Skalar (eine reelle oder komplexe Zahl) ein.
- 3. Drücken Sie 🗙 oder 🕂. Die Elemente der resultierenden Matrix sind jeweils das Produkt des Skalars mit dem entsprechenden Element der Ausgangsmatrix.

Ändern der Vorzeichen aller Elemente in einer Matrix:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie (+/-), um die Vorzeichen aller Elemente der Matrix zu ändern.

Bestimmen des Matrixprodukts (AB) zweier Matrizen:

- Geben Sie die beiden Matrizen in den Stack ein. Beachten Sie die Reihenfolge der Eingabe - die Multiplikation von Matrizen ist *nicht* kommutativ. Geben Sie zuerst die Matrix A und anschließend die Matrix B ein. Bedenken Sie auch, daß die Anzahl der Spalten von A gleich der Anzahl der Zeilen von B sein muß.
- 2. Drücken Sie 🗶. Das Ergebnis ist eine Matrix mit der gleichen Anzahl Zeilen wie A und der gleichen Anzahl Spalten wie B.

Multiplizieren einer Matrix mit einem Vektor:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den Vektor ein. Die Anzahl der Elemente des Vektors muß der Anzahl der Spalten der Matrix entsprechen.

3. Drücken Sie 🙁 Das Ergebnis ist ein Vektor mit so vielen Elementen, wie Zeilen in der ursprünglichen Matrix enthalten waren.

Dividieren eines Feldes durch eine quadratische Matrix:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die quadratische Matrix ein. Die Anzahl der Spalten in der Matrix muß der Anzahl der Zeilen in dem Feld (Elemente des Vektors) entsprechen.
- 3. Drücken Sie \bigcirc zur Berechnung von $\mathbf{Y} \cdot \mathbf{X}^{-1}$. Das Ergebnis ist ein Vektor derselben Größe wie der ursprüngliche. Beachten Sie, daß bei der Division eines Feldes Fehler auftreten können, wenn Sie schlecht konditionierte Matrizen verwenden (siehe der Abschnitt "Schlecht konditionierte singuläre Matrizen" in diesem Kapitel).

Verwenden von Feldern und Feldelementen in algebraischen Ausdrücken

Sie können Berechnungen mit Feldelementen in algebraischer Syntax ausführen. Das Feld muß in dem symbolischen Ausdruck bzw. der Gleichung als Name angegeben werden.

Verwenden eines Matrix-Elements in einem algebraischen Ausdruck:

- 1. Vergewissern sie sich, daß das Feld in einer Variablen mit einem Namen gespeichert ist.
- Erstellen Sie den algebraischen Ausdruck, und tippen Sie dabei an der Stelle, an der das Matrix-Element verwendet werden soll, den Namen des Feldes ein, und drücken Sie ().
- 3. Geben Sie die Indizes für das Element ein:
 - Geben Sie f
 ür einen Vektor einen Index (die Positionsnummer des Elements) ein.
 - Geben Sie f
 ür eine Matrix zwei Indizes (Zeilen- und Spaltennummer des Elements) durch () getrennt ein.
- **Beispiel:** Eingeben eines symbolischen Ausdrucks für die Summe aller Elemente einer in MATR gespeicherten 2×5 -Matrix.

Schritt 1: Beginnen Sie den Ausdruck.



Schritt 2: Geben Sie den Namen der Matrix und die Indizes ein.



Schritt 3: Drücken Sie ENTER, um den Ausdruck im Stack abzulegen. Wenn die 2 × 5-Matrix bereits in MATR gespeichert ist, drücken Sie EVAL, um die Summe ihrer Elemente zu berechnen.

Anwenden einer mathematischen Funktion auf alle Elemente eines Feldes:

- 1. Geben Sie ein Feld ein.
- 2. Geben Sie ein Programm ein, das eine Funktion enthält. Das Programm muß ein Argument akzeptieren und genau ein Ergebnis liefern.
- 3. Geben Sie TEACH ein, und drücken Sie (ENTER).
- 4. Drücken Sie VAR EXAM FRGS APLY. Die Funktion wird auf alle Elemente angewandt, das Ergebnis ersetzt das jeweilige Element. Falls die angewandte Funktion für eines der Elemente einen algebraischen Ausdruck liefert, wird das Feld im Listenformat zurückgegeben.

14

14-14 Matrizen und lineare Algebra

Umwandeln komplexer Matrizen

Kombinieren zweier Matrizen in eine komplexe Matrix:

- 1. Geben Sie die reelle Matrix ein, die den reellen Teil der komplexen Matrix bilden soll.
- 2. Geben Sie die reelle Matrix ein, die den imaginären Teil der komplexen Matrix bilden soll.
- 3. Drücken Sie MTH NXT CMFL R→C, um die beiden reellen Matrizen zun einer komplexen Matrix zu kombinieren.

Aufspalten einer komplexen Matrix in zwei reelle Matrizen:

- 1. Geben Sie die komplexe Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH NXT CMPL C→R, um die komplexe Matrix in einen reellen und einen imaginären Teil aufzuspalten.

Konjugieren aller Elemente einer komplexen Matrix:

- 1. Geben Sie die komplexe Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie (MTH (NXT) CMFL (NXT) CONJ, um alle komplexen Elemente der Matrix zu konjugieren.

Extrahieren des reellen Teils einer komplexen Matrix:

- 1. Geben Sie die komplexe Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH NXT CMPL RE, um eine Matrix zu erhalten, die nur den reellen Teil der Elemente der ursprünglichen komplexen Matrix enthält.

Extrahieren des imaginären Teils einer komplexen Matrix:

- 1. Geben Sie die komplexe Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH NXT CMPL IM, um eine Matrix zu erhalten, die nur den imaginären Teil der Elemente der ursprünglichen komplexen Matrix enthält.

Matrix-Lösungen für lineare Gleichungssysteme

Lineare Gleichungssysteme können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Überbestimmte Systeme. Diese Systeme enthalten mehr linear unabhängige Gleichungen als unabhängige Variablen. Für überbestimmte Systeme gibt es keine exakte Lösung, es wird deshalb nach der Methode der kleinsten Quadrate die "beste" Lösung gesucht.
- Unterbestimmte Systeme. Diese Systeme enthalten mehr unabhängige Gleichungen als linear unabhängige Variablen. Für unterbestimmte Systeme gibt es entweder keine Lösungen oder unendlich viele. Wenn eine Lösung existiert, können Sie sie mit der Euklidschen Minimum-Norm bestimmen, im anderen Fall können Sie mit der Methode der kleinsten Quadrate eine Minimum-Norm bestimmen.
 - Exakt bestimmte Systeme. Diese Systeme enthalten ebensoviele unabhängige Variablen wie linear unabhängige Gleichungen. Normalerweise (aber nicht immer) gibt es genau eine exakte Lösung für exakt bestimmte Systeme (siehe der Abschnitt "Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen" in diesem Kapitel).

Berechnen der "besten" Lösung eines linearen Gleichungssystems:

- 1. Drücken Sie ← SOLVE ▲ ▲ OK, um die Eingabemaske SOLVE SYSTEM A•X=B zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Koeffizientenmatrix in das Feld A: ein.
- 3. Geben Sie das Konstantenfeld (Vektor- oder Matrix-) in das Feld B: ein.
- 4. Drücken Sie SOLVE, um die "beste" Lösung zu bestimmen und im Feld X anzuzeigen. Wenn das zu lösende Gleichungssystem ein exakt bestimmtes System ist, ist die Lösung ein 12stelliger Näherungswert der exakten Lösung; bei einem über- oder unterbestimmten System ist die Lösung eine 12stellige Minimum-Norm nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Bestimmen des Näherungswerts für ein überbestimmtes lineares Gleichungssystem:

- 1. Geben Sie den Konstantenfeld (Vektor- oder Matrix-) in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Koeffizientenmatrix ein. Normalerweise hat diese Matrix mehr Zeilen als Spalten.
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR LSQ, um nach der Methode der "kleinsten Quadrate" (X) den Rest (AX-B) zu minimieren. (Die minimierte Euklidsche Spalten-Norm.)

Bestimmen des Näherungswerts für ein unterbestimmtes lineares Gleichungssystem:

- 1. Geben Sie das Konstantenfeld (Vektor- oder Matrix-) in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Koeffizientenmatrix ein. Normalerweise hat diese Matrix mehr Spalten als Zeilen.
- 3. Drücken Sie MTH MATE LSQ, um nach der Methode der "kleinsten Quadrate" (X) die Lösung mit der kleinsten Frobenius-Norm zu bestimmen.

Lösen eines exakt bestimmten linearen Gleichungssystems:

- 1. Geben Sie den Konstantenvektor in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die quadratische Koeffizientenmatrix ein. Die Anzahl der Spalten ("Variablen") in der Matrix muß der Anzahl der Elemente in dem Vektor entsprechen.
- Drücken Sie ÷. Das Ergebnis ist ein Lösungsvektor mit derselben Größe wie der Konstantenvektor. Beachten Sie, daß bei der Division eines Feldes Fehler auftreten können, wenn Sie schlecht konditionierte Matrizen verwenden. Siehe "Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen" weiter unten.

Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen

Eine singuläre Matrix ist eine quadratische Matrix, die keinen Kehrwert hat. Wenn Sie mit 1/x den Kehrwert einer singulären Matrix bestimmen oder mit \div ein lineares Gleichungssystem lösen wollen, das eine singuläre Koeffizientenmatrix enthält, tritt normalerweise ein Fehler auf.

Der häufigste Grund für singuläre Matrizen sind Gleichungen in einem Gleichungssystem, die *lineare Kombinationen* voneinander sind. Das bedeutet, daß die Koeffizienten der einen Gleichung exakt aus den Koeffizienten der anderen bestimmt werden können. Die beiden Gleichungen sind also voneinander *linear abhängig*.

Wenn mehrere Gleichungen voneinander unabhängig sind, jedoch durch eine kleine Änderung der Koeffizienten abhängig werden können, so handelt es sich um eine *schlecht konditionierte* Gleichungsgruppe, die entsprechende Matrix **A** ist eine *schlecht konditionierte* Matrix.

Festellen, ob eine Matrix schlecht konditioniert ist:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- Berechnen Sie die Bestimmungszahl der Matrix: Drücken Sie MTH MATR NORM COND. Ist diese Zahl groß, so handelt es sich um eine schlecht konditionierte Matrix. Wenn die Bestimmungszahl in der Größenordnung von 10¹² liegt, kann der HP 48 die Matrix eventuell nicht von einer singulären Matrix unterscheiden.

Verwenden schlecht konditionierter Matrizen beim Lösen linearer Gleichungssysteme:

- Setzen Sie das Flag -22: Drücken Sie MODES 22 FLAG
 SF Das Flag -22 ist das Flag für unendlich viele Lösungen; wenn es gesetzt ist, tritt auch bei der Verwendung singulärer Matrizen kein Fehler auf.
- 2. Lösen Sie das lineare Gleichungssystem. Der HP 48 verändert die singuläre Matrix um einen - verglichen mit dem Rundungsfehler kleinen Wert. Das berechnete Ergebnis gilt für eine Matrix, deren Werte sehr nahe bei denen der ursprünglichen singulären Matrix liegen.

- Bestimmen Sie die Genauigkeit der berechneten Lösung mit Hilfe der Bestimmungszahl (wie für singuläre Matrizen, siehe "Bestimmen der Genauigkeit einer Matrix-Lösung" weiter unten).
- 4. Berechnen Sie den Rest, und überprüfen Sie die Ergebnisse.
- 5. Lösen Sie das lineare Gleichungssystem mit LSQ.

Bestimmen der Genauigkeit einer Matrix-Lösung

Wenn Sie vermuten, daß Sie singuläre oder schlecht konditionierte Matrizen verwenden, können Sie die Genauigkeit einer berechneten Matrix-Lösung auf zwei verschiedene Arten überprüfen:

- Berechnen des Restfeldes. Dieses Feld ist das Ergebnis der Substitution des berechneten Ergebnisses in der ursprünglichen Gleichung. Je mehr dieses Restfeld einem Feld aus Nullen ähnelt, desto genauer ist die Lösung.
- Verwenden der Bestimmungszahl. Mit der Bestimmungszahl kann die Anzahl der zu erwartenden genauen Stellen für eine gegebene Matrix geschätzt werden.

Bestimmen des Rests für eine berechnete Lösung eines linearen Gleichungssystems (AX=B):

- 1. Geben Sie das Konstantenfeld (Vektor- oder Matrix-) (B) in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Koeffizientenmatrix (A) ein.
- 3. Geben Sie das berechnete Lösungsfeld \mathbf{X} ein. (Dieses Feld muß denselben Typ und dieselben Dimensionen wie das Konstantenfeld haben.)
- 4. Drücken Sie MTH MATR NXT RSD (oder SOLVE) SYS RSD). Das daraus resultierende Restfeld **AX-B**) zeigt, wie nah die berechnete Lösung einer "echten" Lösung kommt; je kleiner der Betrag der Elemente, desto genauer die Lösung.

Bestimmen der Anzahl der genauen Stellen einer berechneten Lösung:

- Wenn die Elemente in der Matrix A exakt sind, geben Sie 15 in den Stack ein (15 ist die maximale Anzahl der intern vom HP 48 berechneten Stellen). Wurden die Elemente in der Matrix A auf 12 Stellen gerundet (z. B. aus vorigen Berechnungen), geben Sie 12 ein.
- 2. Geben Sie die verwendete Koeffizientenmatrix (A) ein.
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR NORM COND, um die Bestimmungszahl der Matrix zu errechnen.

14

- 4. Drücken Sie 🖝 LOG –, um die annähernde Anzahl der genauen
- Stellen in der Lösung zu bestimmen, die mit der gegebenen Koeffizientenmatrix errechnet wurde. Die angegebene Genauigkeit beruht auf einer groben Schätzung und nicht auf einer exakten Berechnung.

Gaußsche Elimination und elementare Zeilen-Operationen

Der systematische Vorgang der Gaußschen Elimination ist einer der häufigsten Ansätze zum Lösen linearer Gleichungssysteme und zum Bilden des Kehrwerts von Matrizen. Diesen Ansatz verwendet die erweiterte Matrix des Gleichungssystems, bei der die Konstantenvektoren $([b_1 \dots b_m])$ als äußerste rechte Spalte(n) der Koeffizientenmatrix $([a_{11} \dots a_{mn}])$ eingesetzt werden:

a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}		\dot{a}_{mn}	$\mathbf{b_m}$.
•	•	•	•	•	•
a_{31}	a_{32}	a33		\mathbf{a}_{3n}	b_3
a_{21}	a_{22}	a_{23}		$\mathbf{a}_{2\mathbf{n}}$	b_2
a_{11}	a_{12}	a_{13}		$\mathbf{a}_{1\mathbf{n}}$	b ₁]

Erstellen einer erweiterten Matrix:

- 1. Geben Sie die zu erweiternde Matrix (die Koeffizientenmatrix für die Gaußsche Elimination) ein.
- 2. Geben Sie das einzufügende Feld (das Konstantenfeld für die Gaußsche Elimination) ein. Dieses Feld muß die gleiche Anzahl Zeilen haben wie die Matrix.

14-20 Matrizen und lineare Algebra

- 3. Geben Sie die letzte Spaltennummer n der zu erweiternden Matrix ein, um festzulegen, an welcher Stelle das Feld eingefügt werden soll.
- 4. Drücken Sie MTH MATR COL COL+.

Wenn Sie die erweiterte Matrix für das lineare Gleichungssystem erstellt haben, können Sie mit der Gaußschen Elimination fortfahren. Dieser Prozeß versucht, Variablen systematisch aus den Gleichungen zu eliminieren, indem er die jeweiligen Koeffizienten auf Null reduziert. Die erweiterte Matrix wird dadurch in eine äquivalente Matrix umgeformt, deren Lösung einfach berechnet werden kann.

Die einzelnen Schritte bei der Elimination der Koeffizienten erfolgen über drei elementare Zeilen-Operationen für Matrizen:

- Vertauschen zweier Zeilen.
- Multiplizieren einer Zeile mit einer Konstanten ungleich Null.
- Addition des Vielfachen einer Zeile zu einer anderen Zeile.

Die Gaußsche Elimination verwendet elementare Zeilen-Operationen zum Umwandeln der erweiterten Matrix in eine äquivalente *Staffel-Matrix* mit reduzierten Zeilen, deren Lösung durch Rücksubstition bestimmt werden kann.

Der HP 48 enthält Befehle, mit denen diese elementaren Zeilen-Operationen einzeln ausgeführt werden können, und einen Befehl, der diese Operationen wiederholt ausführt, bis die reduzierte Staffel-Matrix erstellt ist:

- **RSWP** tauscht zwei Zeilen einer Matrix gegeneinander aus.
- RCI multipliziert alle Elemente einer gegebenen Zeile der erweiterten Matrix mit einem Skalar Ihrer Wahl.
- RCIJ multipliziert alle Elemente einer gegebenen Zeile mit einem Skalar und *addiert* das Ergebnis zu einer anderen Zeile der Matrix.
- **RREF** wandelt eine erweiterte Matrix in die äquivalente Staffelform mit reduzierten Zeilen um.

Vertauschen zweier Zeilen einer Matrix:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Nummern der beiden zu vertauschenden Zeilen ein.
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR ROW (NXT) RSWP.

Multiplizieren der Elemente einer Zeile einer Matrix mit einem Faktor ungleich Null:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den Faktor ein (ungleich Null).
- 3. Geben Sie die Nummer der zu multiplizierenden Zeile ein.
- 4. Drücken Sie (MTH) MATR ROW RCI.

Addieren des Produkts einer Zeile eines Feldes mit einem Faktor zu einer anderen Zeile:

- 1. Geben Sie das Feld in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den Faktor (ungleich Null) ein.
- 3. Geben Sie die Nummer der mit dem Faktor zu multiplizierenden Zeile ein.
 - 4. Geben Sie die Nummer der Zeile ein, zu der das Produkt addiert werden soll.
 - 5. Drücken Sie (MTH) MATR ROW RCIJ.

Berechnen der Staffelform der Matrix mit reduzierten Zeilen:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein. Wenn Sie versuchen, ein lineares Gleichungssystem zu lösen, geben Sie hier die erweiterte Matrix (siehe oben) ein.
- Wahlweise: Setzen Sie das Flag -54, wenn "kleine" Elemente bei der Berechnung nicht durch Null ersetzt werden sollen: Drücken Sie MODES FLAG 54 (+/-) SF ... "Kleine" Elemente sind Elemente, die kleiner als das 1 x 10⁻¹⁴fache des größten Elements in der entsprechenden Spalte sind. Diese Elemente können durch Rundungsfehler generiert werden. Wenn Sie das Flag -54 nicht setzen, ersetzt der HP 48 alle "kleinen" Elemente durch den Wert Null.
- 3. Drücken Sie (MTH) MATR FACTR RREF.

Weitere Punkte zur linearen Algebra

Der HP 48 enthält noch weitere Befehle zur linearen Algebra, die Ihnen zusätzliche Möglichkeiten und Flexibilität bei der Lösung von Problemen geben.

Eigenwerte und Eigenvektoren

Eine quadratische (N x N) Matrix **A** hat einen *Eigenwert* λ und einen entsprechenden *Eigenvektor* **x**, wenn gilt: $\mathbf{A}\mathbf{x} = \lambda \mathbf{x}$.

Eigenwerte sind die Lösungen der charakteristischen Gleichung det $||\mathbf{A} - \lambda \mathbf{1}|| = 0$, die ein Polynom Nten Grades ist. **A** hat damit N Eigenwerte, die allerdings nicht unbedingt eindeutig sein müssen. Zu jedem Eigenwert gibt es einen entsprechenden Eigenvektor.

Mit dem HP 48 können Sie entweder nur die Eigenwerte berechnen (eine schnellere Berechnung), oder die Eigenwerte und die entsprechenden Eigenvektoren.

Berechnen der Eigenwerte einer quadratischen Matrix:

- 1. Geben Sie die quadratische Matrix $(n \times n)$ in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH MATR NXT EGVL, um einen Vektor von n Eigenwerten zu berechnen.

Berechnen der Eigenwerte und Eigenvektoren einer quadratischen Matrix:

- 1. Geben Sie die quadratische Matrix $(n \times n)$ in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie (MTH) MATR (NXT) EGW. Es wird eine $n \times n$ -Matrix aus Eigenvektoren an Ebene 2 übergeben, und ein Vektor der Eigenwerte mit n Elementen wird an Ebene 1 übergeben. Die Spalten der Matrix in Ebene 2 stellen die den Eigenwerten in Ebene 1 entsprechenden Eigenvektoren dar.

Zerlegen und Faktorisieren einer Matrix:

Der HP 48 kennt verschiedene Befehle zum Zerlegen und Faktorisieren von Matrizen, die Sie einzeln oder in Programmen zum Lösen spezieller Probleme verwenden können. Diese Befehle befinden sich im Menü (MTH) MATR FACTR:

LU Crout-LU-Zerlegung. Diese Prozedur wird beim Zerlegen eines exakt bestimmten linearen Gleichungssystems, bei der Bildung des Kehrwerts einer Matrix und beim Errechnen der Determinanten einer quadratischen Matrix verwendet. Sie faktorisiert (zerlegt) die quadratische Matrix A in eine untere Dreiecksmatrix L (in Ebene 3), eine obere Dreiecksmatrix U mit Einsen in der Diagonalen (in Ebene 2) und eine Permutations matrix \mathbf{P} (in Ebene 1), so daß $\mathbf{PA} = \mathbf{LU}$.

LO-Faktorisierung. Diese Prozedur faktorisiert eine $m \times n$ -Matrix **A** in eine untere $m \times n$ Trapezoid-Matrix L (in Ebene 3), eine orthogonale $n \times n$ -Matrix **Q** (in Ebene 2) und eine $m \times m$ -Permutations-Matrix **P** (in Ebene 1), so daß $\mathbf{PA} = \mathbf{LQ}$.

QR **OR-Faktorisierung.** Die Prozedur faktorisiert eine $m \times n$ -Matrix **A** in eine orthogonale $m \times m$ -Matrix **Q** (in Ebene 3), eine obere $m \times n$ Trapezoid-Matrix **R** (in Ebene 2) und eine $n \times n$ -Permutations-Matrix **P** (in Ebene 1), so daß AP = QR.

SCHUR Schur-Zerlegung. Diese Prozedur faktorisiert eine quadratische Matrix A in eine orthogonale Matrix Q (in Ebene 2) und eine obere Dreiecksmatrix (oder, wenn A eine reelle Matrix ist, eine obere Quasi-Dreiecks-Matrix) U (in Ebene 1), so daß: $\mathbf{A} = \mathbf{Q}\mathbf{U}\mathbf{Q}^{T}$ (\mathbf{Q}^{T} ist die Transponierte der Matrix **Q**).

Singuläre Wert-Zerlegung. Diese Prozedur SVD faktorisiert eine $m \times n$ -Matrix **A** in eine orthogonale $m \times m$ -Matrix U (in Ebene 3), eine orthogonale $n \times n$ -Matrix V (in Ebene 2) und einen Vektor S der singulären Werte von A, so daß: A = US'V (S' ist die $m \times n$ -Matrix, deren Diagonale die Elemente von **S** enthält.)

14

L0
Berechnen der singulären Werte einer Matrix:

- 1. Geben Sie die Matrix in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie (MTH) MATR FACTR (NXT) SYL, um einen reellen Vektor der singulären Werte in nicht aufsteigender Reihenfolge zu erhalten.

Rekonstruieren einer Matrix aus ihren singulären Werten und orthogonalen Faktoren-Matrizen:

- 1. Geben Sie die orthogonale Matrix U in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den Vektor S ein.
- 3. Geben Sie die Dimensionen der Matrix { m n } ein.
- 4. Drücken Sie MTH MATR NXT DIAG+, um die Matrix mit den singulären Werten als diagonale Elemente zu konstruieren.
- 5. Drücken Sie 🗙.
- 6. Geben Sie die orthogonale Faktorenmatrix (V) mit der gleichen Anzahl von Spalten wie die ursprüngliche Matrix ein.
- Drücken Sie , um die ursprüngliche Matrix neu zu berechnen. Der Grad der Übereinstimmung mit der ursprünglichen Matrix zeigt die Genauigkeit der Zerlegung an.

15

Binäre Arithmetik und Zahlenbasen

Die binäre Arithmetik des HP 48 ermöglicht Operationen mit binären Ganzzahlen.

Binäre Ganzzahlen und Zahlenbasen

Binäre Ganzzahlen auf dem HP 48 enthalten zwischen 1 und 64 Bit, je nach aktueller *Wortgröße*. Sie können binäre Ganzzahlen als Dezimalzahlen (Basis 10), Hexadezimalzahlen (Basis 16), Oktalzahlen (Basis 8) oder Binärzahlen (Basis 2) eingeben und anzeigen. Die *aktuelle Basis* legt fest, mit welcher Basis binäre Ganzzahlen im Stack angezeigt werden.

Das Begrenzungszeichen # steht vor einer binären Ganzzahl. Ein d, h, o oder b hinter der binären Ganzzahl gibt die Basis der Zahl an, z. B. : # 182d, # B6h, # 2660 oder # 10110110b.

Einstellen der aktuellen Basis:

- 1. Drücken Sie (MTH) BASE .
- 2. Drücken Sie eine der folgenden Tasten: HEX (hexadezimal), DEC (dezimal), OCT (oktal) oder BIN (binär).

HEX, DEC, OCT und BIN sind programmierbar. Die Einstellungen der Flags -11 und -12 entsprechen der aktuellen Basis. (Weitere Informationen über die Flags -11 und -12 finden Sie in Anhang D "System-Flags.")

Die Auswahl der aktuellen Basis hat keine Auswirkung auf die interne Darstellung der binären Ganzzahlen.

Anzeigen der aktuellen Basis:

- 1. Drücken Sie (MTH) BHSE .
- 2. Sehen Sie sich die Menüfelder an. Das in einem der Menüfelder gibt die aktuelle Basis an.

Die Auswahl der aktuellen Basis hat keine Auswirkung auf die interne Darstellung der binären Ganzzahlen.

Einstellen der Wortgröße:

- 1. Tippen Sie eine Zahl zwischen 1 und 64 ein.
- 2. Drücken Sie (MTH) BASE (NXT) STWS (der Befehl STWS). (Nicht ganzzahlige Angaben werden auf den nächsten ganzzahligen Wert gerundet.)

Anzeigen der aktuellen Wortgröße:

Drücken Sie (MTH) BASE (NXT) RCWS (der Befehl RCWS).

Hinweis

Wenn eine binäre Ganzzahl größer als die aktuelle Wortgröße ist, werden die überzähligen signifikantesten (führenden) Stellen vor der Ausführung des Befehls abgeschnitten. Wenn nötig, werden auch die Ergebnisse abgeschnitten. Wenn bei einer Berechnung ein Rest erzeugt wird, so wird nur der ganzzahlige Teil des Ergebnisses gespeichert.

Eingeben einer binären Ganzzahl:

- 1. Drücken Sie 尹 (#).
- 2. Geben Sie den Wert der binären Ganzzahl ein. Die hierbei gültigen Ziffern und Zeichen sind abhängig von der verwendeten Basis.
- 3. Wahlweise: Geben Sie eine Basismarkierung ein: d, h, o oder b (ansonsten wird die aktuelle Basis verwendet).
- 4. Drücken Sie (ENTER).

15-2 Binäre Arithmetik und Zahlenbasen

15

Der negative Wert einer binären Zahl entspricht ihrem Zweierkomplement (alle Bits invertiert und 1 addiert).

Addieren und Subtrahieren zweier binärer Ganzzahlen:

- 1. Geben Sie die binären ganzzahligen Objekte ein.
- 2. Drücken Sie + oder -.

Bestimmen des negativen Werts einer binären Ganzzahl:

- 1. Geben Sie die binäre Ganzzahl in den Stack ein.
- Drücken Sie (+/-), um den "negativen" Wert der Binärzahl zu bestimmen. Der negative Wert einer Binärzahl ist ihr Zweierkomplement (alle Bits invertiert und 1 addiert), da es keine "negativen" Binärzahlen in dem Sinn wie bei negativen reellen Zahlen gibt. Die Subtraktion einer Binärzahl entspricht der Addition ihres Zweierkomplements.

Multiplizieren und Dividieren zweier binärer Ganzzahlen:

- 1. Geben Sie die beiden binären Ganzzahlen ein.
- Drücken Sie (I) oder (-). Bedenken Sie, daß der Rest einer Division verlorengeht und das Ergebnis auf eine Ganzzahl abgeschnitten wird.

Umwandeln einer binären Ganzzahl in eine andere Zahlenbasis:

- 1. Geben Sie die binäre Ganzzahl in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie (MTH) BASE, und drücken Sie die der gewünschten Zahlenbasis entsprechende Menütaste.

Umwandeln einer binären Ganzzahl in eine reelle Zahl:

- 1. Geben Sie die binäre Ganzzahl in den Stack ein. Die Zahl kann jede der vier Zahlenbasen verwenden.
- 2. Drücken Sie MTH BASE B÷R, um die Ganzzahl in eine reelle dezimale Ganzzahl umzuwandeln.

Umwandeln einer reellen Ganzzahl in eine binäre Ganzzahl:

- 1. Geben Sie die reelle Zahl in den Stack ein.
- 2. Drücken Sie MTH BASE R→B, um die reelle Zahl in eine binäre Ganzzahl umzuwandeln. Wenn nötig, wird die reelle Zahl vor der Umwandlung zunächst auf einen ganzzahligen Wert

gerundet. Negative reelle Zahlen werden zu # Ø umgewandelt, und reelle Zahlen $\geq 1.84467440738 \times 10^{19}$ werden in die größte binäre Ganzzahl (z. B. # FFFFFFFFFFFFFFFFFFF) umgewandelt.

Verwendung Boolscher Operatoren

Die folgende Tabelle enthält Befehle aus dem Menü MTH BASE LOGIC (MTH BASE NXT LOGIC) zur Ausführung Boolscher Operationen mit binären Ganzzahlen. Sofern nichts anderes angegeben ist, wird in den Beispielen von der Wortgröße 24 ausgegangen.

Befehl/Beschreihung		Beispiel							
berein besein cibung		Ein	gabe			ga be			
AND Logisches bitweises UND zweier Argumente.	2: 1:	# #	11(10	00Ь 10Ь	1:	#	1000Ь		
NOT Liefert das Einerkomplement des Arguments. Jedes Bit im Ergebnis ist das Komplement des entsprechenden Bit des Ausgangsarguments.	1:	# F	F00	FFh	1:	#	FF00h		
OR Logisches bitweises ODER zweier Argumente.	2: 1:	# #	11) 10	00Ь 10Ь	1:	#	1110Б		
XOR Logisches bitweises Exklusiv-ODER zweier Argumente.	2: 1:	#	11) 10	01Ь 11Ь	1:	#	110Ь		

Arbeiten mit Bits und Bytes

Die folgende Tabelle enthält Befehle aus den Menüs MTH BASE BIT und MTH BASE BYTE (MTH BASE NXT BIT und ... EYTE) zum Bearbeiten einzelner Bits oder Bytes binärer Ganzzahlen. Sofern nichts anderes angegeben ist, wird in den Beispielen von der Wortgröße 24 ausgegangen.

Befehl/Beschreibung	Beispiel					
	Eingabe	Ausgabe				
ASR Arithmetic Shift Right. Führt arithmetische	1:# 1100010b	1: # 110001b				
Verschiebungen um 1 Bit nach rechts aus. Das signifikanteste Bit wird neu generiert.	1: # 800000h	1: # C00000h				
RL Rotate Left. Die Binärzahl rotiert um 1 Bit nach links. (In dem Beispiel wird von der Wortgröße 4 ausgegangen.)	1: # 1100b	1: # 1001b				
RLB Rotate Left Byte. Die Binärzahl rotiert um 1 Byte nach links.	1: # FFFFh	1: # FFFF00h				
RR Rotate Right. Die Binärzahl rotiert um 1 Bit nach rechts. (In dem Beispiel wird von der Wortgröße 4 ausgegangen.)	1: # 1101b	1: # 1110b				

Befehl/Beschreibung	Beispiel						
Deterny Descritterbung	Eingabe	Ausgabe					
RRB Rotate Right Byte. Die Binärzahl rotiert um 1 Byte nach rechts.	1: # A0B0C0h	1: # C0A0B0h					
SL Shift Left. Die Binärzahl wird um 1 Bit nach links verschoben.	1: # 1101b	1: # 11010b					
SLB Shift Left Byte. Die Binärzahl wird um 1 Byte nach links verschoben.	1: # A0B0h	1: # A0B000h					
SR Shift Right. Die Binärzahl wird um 1 Bit nach rechts verschoben.	1: # 11011b	1: # 1101b					
SRB Shift Right Byte. Die Binärzahl wird um 1 Byte nach rechts verschoben.	1: # A0B0C0h	1: # A0B0h					

15

16

Datum, Uhrzeit und Brucharithmetik

Der HP 48 enthält eine eingebaute Uhr und einen Kalender mit umfangreichen Funktionen. Der HP 48 verwendet den Gregorianischen Kalender, der am 15. Oktober 1582 den Julianischen Kalender abgelöst hat. Datumsangaben vor diesem Datum oder nach dem 31. Dezember 9999 sind nicht gültig.

Rechnen mit Kalenderdaten

Das TIME-Befehlsmenü enthält spezielle Befehle zum Rechnen mit Kalenderdaten und Uhrzeitintervallen.

Die folgende Tabelle zeigt die beim HP 48 verfügbaren Datums- und Uhrzeitformate. Das gezeigte Datum lautet: 16:31 am 21. Februar 1992.

Uhr-Anzeige	Format	Zahlenformat
Datum:		
02/21/1992	Monat/Tag/Jahr-Format (MDY)	2.211992
21.02.1992	Tag.Monat.Jahr-Format (d.m.y)	21.021992
Time:		
04:31:04P	12-Stunden-Format	16.3104
16:31:04	24-Stunden-Format	16.3104

Einstellen und Ändern des aktuellen Datumsformats:

1. Drücken Sie (F) (TIME) (A) UK .

- 2. Drücken Sie (), um das Feld für das Datumsformat zu aktivieren.
- 3. Drücken Sie (+/-), bis das gewünschte Format angezeigt wird.
- 4. Drücken Sie OK, um die Auswahl zu bestätigen.

Ablegen des aktuellen Datums im Stack (in numerischer Form):

Drücken Sie TIME DATE .

16

Addieren und Subtrahieren einer gegebenen Anzahl Tage von einem gegebenen Datum:

- 1. Geben Sie ein Datum in numerischer Form entsprechend dem aktuellen Datumsformat ein.
 - 2. Geben Sie die Anzahl der zu addierenden bzw. zu subtrahierenden Tage als reelle Zahl ein. Zum Subtrahieren geben Sie eine negative Zahl ein.
 - 3. Drücken Sie (TIME) NXT DATE+. Das angepaßte Datum wird in numerischer Form entsprechend dem aktuellen Datumsformat zurückgegeben.
 - Beispiel: Bestimmen des Datums von heute plus 239 Tage. (In diesem Beispiel wird vom 30. April 1993 als aktuellem Datum ausgegangen.)
 - Schritt 1: Legen Sie das aktuelle Datum in Ebene 1 ab.

(TIME) DATE

1: 4.301993 (CATE FORT TIME FTIM TORS (1983)

Schritt 2: Geben Sie die Anzahl der Tage ein, und berechnen Sie das zukünftige Datum. Das Ergebnis lautet 25. Dezember 1993.

239 (NXT) DHTE+

1: 12.251993

Bestimmen der Anzahl der Tage zwischen zwei Daten:

- 1. Geben Sie das erste Datum in den Stack ein.
- 2. Geben Sie das zweite Datum in den Stack ein.
- 3. Drücken Sie (TIME) (NXT) DDAYS.

Beispiel: Bestimmen der Anzahl der Tage zwischen dem 20. April 1982 und dem 2. August 1986.

4.201982 (ENTER) 8.021986 (TIME) (NXT) DDAYS 1: 1565 Date+ Doays +HMS HMS+ HMS+ HMS+

Rechnen mit der Uhrzeit

Einstellen und Ändern des aktuellen Uhrzeitformats:

- 1. Drücken Sie 🕞 TIME 🔺 OK .
- 2. Drücken Sie D D, um das Feld für das Uhrzeitformat zu markieren.
- 3. Drücken Sie ein- oder mehrmals (+/--), bis das gewünschte Format angezeigt wird.
- 4. Drücken Sie OK , um Ihre Auswahl zu bestätigen.

Ablegen der aktuellen Uhrzeit im Stack (in numerischer Form):

■ Drücken Sie (TIME) TIME .

Eine Zahl im HMS-Format (Stunden-Minuten-Sekunden) wird als *H.MMSSs* dargestellt:

H_{-}	Null oder mehr Ziffern für die Stunden.
MM	Zwei Stellen für die Minuten.
SS	Zwei Stellen für die Sekunden.
<i>s</i>	Null oder mehr Stellen für den dezimalen Sekundenbruchteil.

Umwandeln einer Uhrzeit von einer dezimalen Stundenzahl in HMS-Format:

- 1. Geben Sie die Uhrzeit in Dezimalform ein.
- 2. Drücken Sie ← TIME (NXT) → HMS .

Umwandeln einer Uhrzeit vom HMS-Format in eine dezimale Stundenzahl:

- 1. Geben Sie die Uhrzeit im HMS-Format ein.
- 2. Drücken Sie ← TIME NXT → HMS .

Addieren zweier Uhrzeitzahlen im HMS-Format:

- 1. Geben Sie die beiden Zeitangaben im Format HMS ein.
- Drücken Sie (TIME NXT) HMS+. Das Ergebnis wird ebenfalls im HMS-Format ausgegeben.

Subtrahieren zweier Uhrzeitzahlen im HMS-Format:

- 1. Geben Sie die beiden Zeitangaben im Format HMS ein.
- Drücken Sie TIME NXT HMS-. Das Ergebnis wird ebenfalls im HMS-Format ausgegeben.

Umwandeln von Datum und Uhrzeit in eine Zeichenfolge:

- 16
- 1. Geben Sie die Datumszahl in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Uhrzeitzahl in den Stack ein.
- 3. Drücken Sie (TIME NXT NXT TSTR. Es wird eine Zeichenfolge zurückgegeben, die den Wochentag, das Datum (im aktuellen Datumsformat) und die Uhrzeit (im aktuellen Uhrzeitformat) enthält.

Ablegen der Systemzeit im Stack:

 Drücken Sie TIME TICKS. Die Uhrzeit wird in "Ticks" (Uhrzyklen) gespeichert. Jeder Tick entspricht 1/8192 einer Sekunde. Die Gesamtzahl der Ticks wird als binäre Ganzzahl ausgegeben. Mit TICKS können Sie die verstrichene Zeit messen, Sie können diese Zahl jedoch auch in eine Standard-Uhrzeitzahl in Dezimal- oder das HMS-Format umwandeln.

Umwandeln der Systemzeit (Ticks) in HMS-Format:

- 1. Geben Sie die Systemzeit als binäre Ganzzahl ein.
- 2. Drücken Sie MTH BASE B→R , um die Systemzeit in eine reelle Zahl umzuwandeln.
- 3. Drücken Sie 29491200 (÷), um die Zahl in eine dezimale Stundenzahl umzuwandeln.
- 4. Drücken Sie ← TIME NXT → HMS, um die dezimale Stundenzahl in das HMS-Format unzuwandeln.

Berechnen der verstrichenen Zeit in Sekunden:

- Drücken Sie (TIME) TICKS, um die Zeitmessung zu starten.
- Drücken Sie TICKS, um die Zeitmessung anzuhalten.

16-4 Datum, Uhrzeit und Brucharithmetik

- Drücken Sie (SWAP) –, um die verstrichene Zeit in Ticks anzuzeigen.
- Drücken Sie (MTH) BASE B÷R 8192 ÷, um die verstrichene Zeit in Sekunden zu berechnen.

Rechnen mit Brüchen

Ein Bruch ist eine algebraische Darstellung einer arithmetischen Operation, die noch nicht ausgewertet wurde. Der Bruch $\frac{4}{3}$ ist beispielsweise eine Möglichkeit, das Ergebnis der Division von $4 \div 3$ darzustellen, ohne diese Division tatsächlich auszuführen. Der gemischte Bruch $4\frac{5}{6}$ steht für die algebraische Operation $4 + (5 \div 6)$. Der HP 48 verwendet diese algebraischen Darstellungen zum Anzeigen von Brüchen:

'4/3' '4+5/6'

Eingeben eines Bruchs:

- Mit dem EquationWriter:
 - 1. Drücken Sie (EQUATION).
 - Geben Sie den Bruch ein. Drücken Sie ▲, um mit dem Zähler zu beginnen, und ♥ (oder ►), um vom Zähler in den Nenner zu springen.
 - 3. Drücken Sie ENTER
- Mit der Befehlszeile:
 - 1. Drücken Sie () (da es sich um einen algebraischen Bruch handelt).
 - 2. Geben Sie den Bruch in der Befehlszeile ein.
 - 3. Drücken Sie (ENTER).

Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen und Divisionen mit Brüchen:

- 1. Geben Sie die Brüche im Stack in der gleichen Reihenfolge ein, in der Sie auch Dezimalzahlen eingeben würden.
- 2. Führen Sie die Operation aus. (+, -), (-), (+) oder (-).
- 3. Drücken Sie EVAL, um den Ausdruck in ein dezimales Ergebnis umzuwandeln.

Umwandeln einer Dezimalzahl in einen Bruch:

- 1. Legen Sie die Dezimalzahl in der Stack-Ebene 1 ab.
- Ändern Sie, wenn nötig, den Anzeigemodus. Die Genauigkeit dieses Näherungswerts hängt vom aktuellen Anzeigemodus ab. Im Anzeigemodus Std ist der Näherungswert auf 11 signifikante Stellen genau. Im Anzeigemodus n Fix ist der Näherungswert auf n signifikante Stellen genau.
- 3. Drücken Sie ← (SYMBOLIC) (NXT) + Q .

Umwandeln eines Bruchs in eine Dezimalzahl:

- Legen Sie den Bruch in der Stack-Ebene 1 ab.
- Drücken Sie (EVAL).

Umwandeln einer Dezimalzahl in einen Bruch mit π :

- 1. Legen Sie die Dezimalzahl in der Stack-Ebene 1 ab.
- 2. Ändern Sie, wenn nötig, den Anzeigemodus, und geben Sie die gewünschte Genauigkeit des Näherungswerts an.
- 3. Drücken Sie \bigcirc SYMBOLIC (NXT) $\Rightarrow \Box \pi$. $\rightarrow Q\pi$ berechnet das Bruchäquivalent der ursprünglichen Zahl *und* das Bruchäquivalent der ursprünglichen Zahl geteilt durch π , und vergleicht anschließend die Nenner. Übergeben wird der Bruch mit dem kleinsten Nenner dieser Bruch kann derselbe sein wie der mit \rightarrow Q berechnete, oder ein anderer mit π multiplizierter Bruch.

Beispiel: Umwandeln von 7.896 in einen reinen Bruch mit $\rightarrow Q$.



17

Listen und Folgen

Erstellen von Listen

Eingeben einer Liste über die Tastatur:

- 1. Kennzeichnen Sie den Anfang und das Ende einer Liste mit
- 2. Geben Sie die Elemente der Liste ein. Trennen Sie die einzelnen Elemente mit (SPC).

Zusammenstellen einer Serie von Elementen in eine Liste:

- 1. Geben Sie Elemente in den Stack ein.
- 2. Geben Sie die Anzahl der Elemente in Stack-Ebene 1 ein.
- 3. Umwandeln der Stack-Elemente in eine Liste mit (PRG) LIST →LIST.

Beispiel: Erstellen einer Liste der Elemente 7 11 13 mit +LIST.

Schritt 1: Geben Sie die Elemente und die Anzahl der Elemente in den Stack ein.

7 ENTER 11 ENTER 13 ENTER 3 ENTER

{ HOME }				
4:				.7
3				11
1:				12
REALE MALE	LIST	HYP	REAL	BASE

Schritt 2: Wandeln Sie den Stack in eine Liste um.

PRG LIST +LIST

1:	{	70	11 1	13 }
ELEM PROC	08J÷ (+t	JST	SUB	REPL

Anbinden eines neuen Elements an den Anfang einer Liste:

- 1. Geben Sie das neue Element ein.
- 2. Geben Sie die Liste ein.
- 3. Drücken Sie (+).

Anbinden eines neuen Elements an das Ende einer Liste:

- 1. Geben Sie die Liste ein.
- 2. Geben Sie das neue Element ein.
- 3. Drücken Sie (+).
- 17

Listenverarbeitung

Die Art, wie der Taschenrechner Operationen mit Listen ausführt, heißt Listenverarbeitung.

Anwenden eines Befehls mit einem Argument auf alle Elemente einer Liste:

- 1. Geben Sie eine Liste ein.
- 2. Führen Sie den Befehl aus.

Beispiel: Bestimmen der Fakultät von 3, 4 und 5.

Schritt 1: Geben Sie die Zahlen in eine Liste ein.



Schritt 2: Bestimmen Sie die Fakultäten der Elemente.

(MTH)	(NXT)	PROB	•	1:		63	24	120	3	
				COMR PERM	1	Réb	ID E	02		

Ausführen eines Befehls mit zwei Argumenten mit einer Liste und einer Zahl:

- 1. Geben Sie die Liste ein.
- 2. Geben Sie die Zahl ein.
- 3. Führen Sie den Befehl aus.

Beachten Sie, daß Sie zum Addieren der Listenelemente (MTH) LIST ADD und nicht (+) verwenden müssen.

17-2 Listen und Folgen

- **Beispiel:** Wie viele Kombinationen von 3 aus 4 Objekten sind möglich? Und bei 5 Objekten? Und bei 6?
- Schritt 1: Geben Sie eine Liste mit den Objekten ein, und geben Sie die Anzahl der zu kombinierenden Elemente in die Stack-Ebene 1 ein.



Schritt 2: Bestimmen Sie die Anzahl der möglichen Kombinationen.

MTH NXT PROB COMB

1:	{	4	10	20	31
COMB PERM !	86	iND	RDZ		

17

Listenverarbeitung mit Befehlen mit mehreren Argumenten

Operationen für zwei Objekte können auch mit individuell entsprechenden Elementen zweier verschiedener Listen verwendet werden.

Addieren entsprechender Elemente aus zwei Listen:

- 1. Geben Sie die beiden Listen ein
- 2. Führen Sie den Befehl ADD aus.

Beispiel: Addieren von $\{3\ 2\ 1\ \}$ und $\{4\ 5\ 6\ \}$.

Schritt 1: Geben Sie die beiden Listen ein.

 (1) 3 (SPC) 2 (SPC) 1
 2:
 { 3 2 1 }

 (ENTER) (1) 4 (SPC) 5 (SPC)
 1:
 { 4 5 6 }

 6 (ENTER)
 (1) 4 (SPC) 5 (SPC)
 (1) 4 (SPC) 5 (SPC)

Schritt 2: Addieren Sie die entsprechenden Elemente der Listen.

MTH LIST ADD

1: { 7 7 7 } 0809 8081 8990 1100 80 800 800

Listen und Folgen 17-3

Verknüpfen zweier Listen:

- 1. Geben Sie die Liste ein, deren Elemente den ersten Teil der verknüpften Liste bilden sollen.
- 2. Geben Sie die Liste ein, deren Elemente den letzten Teil der verknüpften Liste bilden sollen.
- 3. Drücken Sie +.

Beispiel: Verknüpfen von $\{3\ 2\ 1\ \}$ und $\{4\ 5\ 6\ \}$.

Schritt 1: Geben Sie die beiden Listen ein.





Schritt 2: Verknüpfen Sie die Listen.

Ð

1: { 3 2 1 4 5 6 }| <u>Wenta Kinta Custo Riveo Recu (Rise</u>

Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren entsprechender Elemente zweier Listen:

- 1. Geben Sie die beiden Listen ein.
- 2. Führen Sie die Operation aus.

Anwenden einer Funktion oder eines Programms auf eine Listen (DOLIST)

Sie können Programme und Funktionen auch auf Gruppen von Listen ausführen.

Ausführen eines Programms oder einer Funktion auf Listen:

- 1. Geben Sie die Listen ein.
- 2. Geben Sie die Anzahl der Listen ein, auf die die Funktion bzw. das Programm angewandt werden soll. Diese Anzahl entspricht der Anzahl der Elemente, auf die die Funktion bzw. das Programm iterativ angewandt werden soll.
- 3. Geben Sie ein Programm oder eine Funktion ein.
- 4. Führen Sie DOLIST aus.

- Schritt 1: Geben Sie die Listen und die Anzahl der zu verarbeitenden Listen (3) ein.



Schritt 2: Geben Sie die Funktion ein, und führen Sie sie aus.

(•) (*) (+) (ENTER) (PRG)	1:	{ 29 42 57 }
LIST PROC DOLIS	DOLIS DOSU	B NSUB ENDS STREA REVLI

Sequentielle Anwendung einer Funktion auf Elemente einer Liste:

- 1. Geben Sie die Liste ein.
- Geben Sie den Rahmenindex ein. Dies ist die Anzahl der Elemente, die von jeder Iteration der Funktion verarbeitet werden. Wenn Sie beispielsweise 3 eingeben, werden 3 Elemente der Liste als Argument für die Funktion verwendet.
- 3. Geben Sie die Funktion ein.
- 4. Führen Sie DOSUE aus.
- **Beispiel:** Bestimmen des gleitenden Durchschnitts aus je zwei Elementen der Liste { 1 2 3 4 5 }.
- Schritt 1: Geben Sie die Liste, den Rahmenindex und die Funktion ein.

(+) 1 SPC 2 SPC 3 SPC 4 SPC 5 ENTER 2 ENTER (+) (*) + 2 ÷ ENTER

{ HOME }							
4:	{	1	2	3	4	5	3
<u>1</u> :			*	+	2	۷	×
SORT SE	0					LIS	T

Schritt 2: Führen Sie DOSUB aus.

PRG LIST PROC DOSUB

1: { 1.5 2.5 3.5 4.5 } [000080808080808080808808808808

Beim Entwickeln von Programmen mit DOSUB ist die Rahmennummer (Position des 1. Objekts im Rahmen) gleich NSUB, und die Anzahl der Rahmen ist in ENDSUB.

Rekursives Anwenden einer Funktion auf eine Liste

Mit dem Befehl STREAM können Sie eine Funktion rekursiv auf alle Elemente einer Liste anwenden.

Anwenden einer Funktion auf alle Elemente einer Liste:

1. Geben Sie die Liste ein.

17

- 2. Geben Sie ein Programm oder eine Funktion ein. Ideal ist ein Programm oder eine Funktion, das zwei Argumente verarbeitet und ein Resultat liefert.
- 3. Führen Sie STREAM aus. STREAM ist so konzipiert, daß es die ersten beiden Argumente verarbeitet und anschließend das Resultat und das folgende Argument verarbeitet. Dieser Prozeß wird fortgesetzt, bis alle Elemente als Argumente verwendet wurden.

Beispiel: Multiplizieren aller Elemente in { 1 2 3 4 5 }:

Schritt 1: Geben Sie die Liste und die Funktion ein.



Schritt 2: Führen Sie die Funktion aus.

PRG LIST PROC STREA



Bearbeiten von Listen

Mit den folgenden Funktionen können die Elemente einer Liste bearbeitet werden:

- MTH LIST SORT sortiert die Elemente einer Liste in aufsteigender Reihenfolge. Die Liste muß sich in Ebene 1 befinden.
- MTH LIST REVLI ordnet die Elemente einer Liste in umgekehrter Reihenfolge. Die Liste muß sich in Ebene 1 befinden.
- hängt Elemente an den Anfang oder das Ende einer Liste an oder verknüpft zwei Listen miteinander. Wenn Sie ein Element an den Anfang einer Liste anhängen wollen, geben Sie zuerst das Element und dann die Liste ein, und drücken Sie (+). Wenn Sie ein Element an das Ende einer Liste anhängen wollen, geben Sie erst die Liste und dann das Element ein, und drücken Sie (+).
- PRG LIST ELEM NXT HEAD ersetzt die Liste in Ebene 1 durch das erste Element der Liste.
- PRG LIST ELEM NXT TAIL ersetzt die Liste in Ebene 1 durch eine Liste, aus der das erste Element gelöscht wurde.
- PRG LIST ELEM GET ersetzt die Liste in Ebene 2 und den Positionsindex in Ebene 1 durch das Element an dieser Position der Liste.
- PRG LIST ELEM GETI funktioniert ähnlich wie GET, inkrementiert aber auch den Positionsindex. Der neue Index wird in Ebene 2 abgelegt. Die ursprüngliche Liste wird in Ebene 3 abgelegt.
- PRG LIST ELEM PUT ersetzt ein vorhandenes Objekt in einer Liste durch das Objekt aus Ebene 1. Sie müssen in Ebene 2 einen Positionsindex und in Ebene 3 eine Liste angeben. Die resultierende Liste wird in Ebene 1 abgelegt.
- PRG LIST ELEM PUTI funktioniert ähnlich wie PUT, inkrementiert aber auch den Positionsindex. Der neue Index wird in Ebene 1 abgelegt. Die neue Liste wird in Ebene 2 abgelegt.
- PRG LIST ELEM SIZE ersetzt die Liste in Ebene 1 durch die Anzahl der Elemente der Liste.
- PRG LIST ELEM POS ersetzt eine Liste in Ebene 2 und ein Element dieser Liste in Ebene 1 durch den Positionsindex des ersten

Stelle, an der dieses Element auftritt. Wenn das Element nicht gefunden wird, wird Null zurückgegeben.

- PRG LIST OBJ→ bringt jedes Objekt einer Liste in Ebene 1 in den Stack und stellt die Anzahl der Objekte in Ebene 1.
- PRG LIST SUB ergibt eine Liste mit Listenelemente aus Ebene 3, deren Start- und Endposition in Ebene 2 und 1 spezifiziert ist.
- PRG LIST REPL ersetzt Elemente einer Liste in Ebene 3 durch Elemente einer Liste in Ebene 1, wobei das Anfangselement in Ebene 2 spezifiziert ist.

17

Mit "Sequence"-Befehlen kann das Erstellen einer Liste aus der wiederholten Ausführung eines Programms oder einer Funktion automatisiert werden.

Erstellen einer Folge:

- 1. Geben Sie die Funktion bzw. das Programm (oder den Namen der Funktion bzw. des Programms) ein.
- 2. Geben Sie den Namen der Indexvariablen ein.
- 3. Geben Sie den Anfangswert für die Variable ein.
- 4. Geben Sie den Endwert für die Variable ein.
- 5. Geben Sie die Schrittgröße der Inkrementierung ein. Die Anzahl der erstellten Elemente entspricht dem ganzzahligen Teil von $\frac{(Endwert-Anfangswert)}{Schritt} + 1.$
- 6. Führen Sie SEQ aus.
- **Beispiel:** Erstellen einer Liste der Quadrate der Zahlen von 23 bis 27.

Schritt 1: Geben Sie die Funktion, den Variablennamen, den Anfangswert und den Endwert ein.

$(x^2) \alpha X \text{ ENTER}$)()
α X ENTER 23 ENTER	27
ENTER	

{ HOME }	
4:	'SQ(X)'
3:	'X'
2:	23
1:	27
DOLIS DOSUB NSUB	ENDS STREA REVLI

Schritt 2: Geben Sie die Schrittgröße ein, und erstellen Sie die Folge.

1 (ENTER) (PRG	LIST
PROC	NXT	SEQ

1: :	(529 729)	9 576 }	5 62;	5 676	
SORT	SEQ			LIST	

Bestimmen der Summe einer endlichen Folge in Listenform:

- 1. Geben Sie eine Liste ein.
- 2. Führen Sie (MTH) LIST ZLIST aus.

Sie können Sie Summe einer endlichen Folge auch mit Hilfe der Σ -Funktion in einem algebraischen Ausdruck berechnen—siehe Seite 7-6.

Bestimmen des Produkts einer endlichen Folge in Listenform:

- 1. Geben Sie eine Liste ein.
- 2. Drücken Sie (MTH) LIST πLIST.

Bestimmen der Differenzen einer endlichen Folge:

- 1. Geben Sie die Folge als Liste ein.
- 2. Drücken Sie MTH LIST NXT ALIST.

Die erste Differenz für die Liste $\langle x_1 x_2 \dots x_n \rangle$ ist definiert als $\langle x_2-x_1 \dots x_n-x_{n-1} \rangle$.

Gleichungen lösen

Lösen einer Gleichung nach einer unbekannten Variablen

Beim Lösen einer Gleichung "von Hand" gehen Sie entsprechend der folgenden allgemeinen Prozedur vor:

- 1. Schreiben Sie die zu lösende Gleichung auf.
- 2. Wenn möglich, formen Sie die Gleichung so um, daß die unbekannte Variable allein steht.
- 3. Substituieren Sie die bekannten Werte für die gegebenen Variablen.
- 4. Berechnen Sie den Wert der unbekannten Variablen.

Mit der Anwendung SOLVE gehen Sie genauso vor, $au\beta er$ daß Schritt 2 nicht notwendig ist, was den Vorgang erheblich vereinfacht.

Lösen einer Gleichung nach einer unbekannten Variablen:

- 1. Drücken Sie (P)(SOLVE) OK .
- 2. Geben Sie die zu lösende Gleichung ein, oder wählen Sie sie aus.
- 3. Geben Sie die Werte für alle bekannten Variablen ein.
- 4. Wahlweise: Geben Sie einen Näherungswert für die unbekannte Variable ein. Damit kann der Lösungsvorgang beschleunigt werden, und der Gleichungslöser kann angewiesen werden, welche von mehreren Lösungen geliefert werden soll.
- 5. Bewegen Sie die Markierung auf die unbekannte Variable, und drücken Sie SOLVE.

Die Anwendung SOLVE kann Gleichungen, Ausdrücke und Programme nach dem numerischen Wert einer Variablen auflösen:

■ Gleichung. Ein Gleichung ist ein algebraisches Objekt, das das Zeichen = enthält (z. B. 'A+B=C'). Eine Lösung ist ein Wert

für die unbekannte Variable, für den beide Seiten der Gleichung denselben numerischen Wert haben.

- Ausdruck. Ein Ausdruck ist ein algebraisches Objekt, das kein Gleichheitszeichen (=) enthält, (z. B. 'A+B+C'). Eine Lösung ist ein Wert für die unbekannte Variable, für den der Ausdruck den Wert 0 annimmt.
- Programm. Ein zu lösendes Programm muß genau eine reelle Zahl zurückgeben. Eine Lösung ist ein Wert für die unbekannte Variable, für die das Programm den Wert 0 zurückgibt.

Eingeben einer neuen zu lösenden Gleichung:

 Rufen Sie, wenn nötig, die Anwendung SOLVE durch Drücken von SOLVE auf. In der Maske kann (aber muß nicht) bereits eine Gleichung eingegeben sein.

SOLVE	EQUATION
$EQ: \ IG, IG$	S*X^2-SINC
X:	
ENTER FUNCTION	TO_SOLVE
EDIT CHOOS	VARS EXPR=

- 2. Vergewissern Sie sich, daß die Markierung auf dem Feld EQ: steht, und führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Geben Sie die Gleichung, den Ausdruck oder das Programm (mit den entsprechenden Begrenzungszeichen) in die Befehlszeile ein, und drücken Sie ENTER.
 - Drücken Sie (EQUATION), geben Sie die Gleichung oder den Ausdruck im EquationWriter ein, und drücken Sie (ENTER).

Auswählen einer zuvor erstellten zu lösenden Gleichung:

- 1. Rufen Sie, wenn nötig, die Anwendung SOLVE durch Drücken von (SOLVE) auf.
- 2. Vergewissern Sie sich, daß die Markierung auf dem Feld EQ: steht, und drücken Sie CHOOS.
- 3. Suchen Sie mit Hilfe der Pfeiltasten die gewünschte Variable. Wenn sich die Variable nicht im aktuellen Verzeichnis befindet, drücken Sie erneut CHOOS, wählen Sie das richtige Verzeichnis aus, und

18

drücken Sie OK. Suchen Sie anschließend die gewünschte Variable, und drücken Sie noch einmal OK, um die Variable in das Feld EQ: einzugeben.

Wenn eine Gleichung in das Feld EQ: eingegeben wird, werden auch die Namen der Variablen angezeigt. Für jede Variable in der Gleichung wird eine Beschriftung angezeigt, es sei denn, eine Variable enthält ein algebraisches Objekt. In diesem Fall sind die Beschriftungen der Variablen direkt in dem algebraischen Objekt enthalten. Wenn die aktuelle Gleichung beispielsweise 'A=B+C' lautet, und *B* den Ausdruck 'D+TAN(E)' enthält, werden Beschriftungen für *A*, *D*, *E* und *C* angezeigt.

Hinweis W	Bei Gleichungen, die eine Variable als <i>Platzhalter</i> verwenden (wie z. B. Integrale, Summationen und Ableitungen), wird auch für die Platzhalter-Variable eine Beschriftung angezeigt. Sie können solche Gleichungen jedoch <i>nicht</i> nach der Platzhalter-Variablen auflösen.

Wenn eine oder mehrere Variablen nicht existieren, werden sie automatisch erstellt und dem aktuellen Verzeichnis hinzugefügt, wenn Sie die Gleichung zum ersten Mal lösen.

Eingeben eines Werts für eine bekannte Variable:

- 1. Bewegen Sie die Markierung auf das Feld mit dem Namen der bekannten Variablen.
- 2. Geben Sie den Wert ein, und drücken Sie (ENTER).

Speichern eines Näherungswerts für eine unbekannte Variable:

- 1. Bewegen Sie die Markierung auf das Feld mit dem Namen der unbekannten Variablen.
- 2. Geben Sie den Näherungswert ein, und drücken Sie ENTER).

Lösen nach einer unbekannten Variablen:

- 1. Bewegen Sie die Markierung auf das Feld mit dem Namen der unbekannten Variablen.
- 2. Drücken Sie SOLVE. Das Ergebnis wird in dem Feld angezeigt, und eine betitelte Kopie wird im Stack abgelegt.

Interpretieren der Ergebnisse

Die Anwendung SOLVE zeigt eine Meldung an, die das Ergebnis des Lösungsvorgangs erläutert. Anhand dieser Meldung und anderer Informationen können Sie feststellen, ob das Ergebnis eine Lösung der Gleichung darstellt oder nicht.

Interpretieren des berechneten Ergebnisses:

 Drücken Sie nach der Berechnung des Ergebnisses INFO. Drücken Sie OK, um die Meldung auszublenden, nachdem Sie sie gelesen haben.

Die Meldung bezieht sich auf den Wert der Gleichung (die Differenz zwischen der linken und rechten Seite) bzw. den Wert des Ausdrucks oder den von dem Programm zurückgegebenen Wert.

Wenn eine Lösung gefunden wurde, zeigt SOLVE eine Meldung an, die die Lösung beschreibt:

Zero	Die Anwendung SOLVE hat einen Punkt gefunden, an dem der Wert der Gleichung 0 ist (innerhalb der 12stelligen Genauigkeit des Taschenrechners).
Sign Reversal	Die Anwendung SOLVE hat zwei Punkte gefunden, für die der Wert der Gleichung entgegengesetzte Vorzeichen hat, dazwischen wurde jedoch kein Punkt gefunden, an dem der Wert der Gleichung 0 ist. Die Ursachen hierfür können sein:
	 Es handelt sich um zwei benachbarte Punkte (die sich an der 12ten Stelle um 1 unterscheiden). Die Gleichung hat zwischen den Punkten keinen reellen Wert. SOLVE liefert in diesem Fall als Ergebnis den Wert, der näher bei 0 liegt. Wenn der Wert der Gleichung eine stetige reelle Funktion ist, entspricht dieser Punkt dem besten Näherungswert für eine Lösung, den SOLVE berechnen kann.
Extremum	Es trat einer der folgenden Fälle auf:

18

- Die Anwendung SOLVE hat einen Punkt gefunden, an dem der Wert der Gleichung einem N\u00e4herungswert eines lokalen Minimums (f\u00fcr positive Werte) oder Maximums (f\u00fcr negative Werte) entspricht. Dieser Punkt mu\u00df nicht unbedingt eine L\u00f6sung darstellen.
- Die Anwendung SOLVE brach die Suche an der Stelle ±9.99999999992499 ab, der größten bzw. kleinsten darstellbaren Zahl des Taschenrechners.

Weitere Informationen über das Ergebnis anzeigen:

- Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Bewegen Sie die Markierung auf das Feld EQ, und drücken Sie
 <u>EXPRE</u> (ENTER). Je näher das Ergebnis (Expr:) bei 0 liegt (für Ausdrücke und Programme) bzw. je näher die beiden Ergebnisse (Left: und Right:) beieinander liegen (für Gleichungen), desto wahrscheinlicher ist es, daß das Ergebnis eine Lösung darstellt. Überprüfen Sie selbst, ob das Ergebnis plausibel ist.
 - Plotten Sie den Ausdruck bzw. die Gleichung im Bereich des Ergebnisses. Die Anwendung PLOT zeigt alle lokalen Minima, Maxima und Diskontinuitäten an.
 - Überprüfen Sie die System-Flags, die mathematische Fehler kennzeichnen (eine Liste der möglichen Fehler finden Sie in Anhang B.) Das Flag -25 zeigt beispielsweise an, ob ein Überlauf aufgetreten ist.

Wenn die Anwendung SOLVE kein Ergebnis liefern kann, wird eine Meldung angezeigt, die die Ursache hierfür beschreibt:

Bad Guess(es)	Ein oder mehrere angegebene Näherungswerte liegen außerhalb des Wertebereichs der	
		Gleichung, oder die Einheiten der unbekannten
		Variablen sind nicht mit den Einheiten der
		anderen Variablen konsistent. Aus diesem
		Grunde wurde bei der Auswertung keine reelle
		Zahl zurückgegeben, oder es wurde ein Fehler generiert.
Cons	stant?	Der Wert der Gleichung ist an allen berechneten Punkten gleich.

Optionen beim Lösen

Anzeigen der Aktivität des Gleichungslösers:

1. Drücken Sie unmittelbar nach der Taste SOLVE (zum Starten der Anwendung SOLVE) die Taste ENTER. Es werden zwei vorläufige Näherungswerte mit den zugehörigen berechneten Vorzeichen des Ausdrucks (links von den Näherungswerten) angezeigt.

+ -1.31111111149

Die Anzeige der vorläufigen Näherungswerte liefert Informationen darüber, wie sich der Gleichungslöser der Lösung nähert - ob er einen Vorzeichenwechsel gefunden hat (die beiden Werte haben entgegengesetzte Vorzeichen), ob er die Annäherung an ein lokales Minimum bzw. Maximum berechnet (die beiden Näherungswerte haben gleiche Vorzeichen) oder ob keine Annäherung stattfindet. Im letzten Fall sollten Sie das Programm anhalten und mit einem anderen Näherungswert neu starten.

Anhalten und Neustarten des Gleichungslösers:

- 1. Drücken Sie CANCEL, während der Gleichungslöser noch die Lösung berechnet. Der Gleichungslöser wird angehalten, und es wird der aktuelle Näherungswert im Feld der unbekannten Variablen angezeigt.
- 2. Zum erneuten Starten des Gleichungslösers führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:
 - Drücken Sie SOLVE, um die Berechnung an der Stelle fortzusetzen, an der sie unterbrochen wurde.
 - Geben Sie einen N\u00e4herungswert im Feld der unbekannten Variablen ein und dr\u00fccken Sie SOLVE, um die Berechnung mit dem neuen N\u00e4herungswert neu zu starten.

Verwenden von Einheiten beim Lösen nach einer unbekannten Variablen:

 Wenn Sie einen Wert mit Einheiten in einer Variablen speichern wollen, geben Sie das Einheitenobjekt in das entsprechende Variablenfeld ein. Beachten Sie, daß alle Variablen - einschließlich der unbekannten Variablen - konsistente Einheiten verwenden müssen, bevor der Lösungsvorgang gestartet wird; andernfalls wird ein Bad Guess-Fehler generiert.

- 2. Zum Ändern eines Variablenwerts *unter Beibehaltung seiner* Einheiten geben Sie nur den Zahlenwert ein.
- 3. Um eine Lösung mit den entsprechenden Einheiten zu erhalten, geben Sie einen Näherungswert für die unbekannte Variable mit *den* gewünschten Einheiten ein, bevor Sie SOLVE drücken.

Ändern der Anzeigereihenfolge der Variablen:

- 1. Drücken Sie im SOLVE EQUATION-Hauptmenü die Taste VARS, und führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:
 - Drücken Sie EDIT, bringen Sie die Variablenliste in die gewünschte Reihenfolge, und drücken Sie (ENTER).
 - Drücken Sie (), geben Sie die Variablen in der Reihenfolge ein, in der sie angezeigt werden sollen, und drücken Sie (ENTER).
- Drücken Sie OK, um die Änderungen zu speichern, und kehren Sie zurück zum SOLVE-Hauptmenü. Die Variablen werden in der neuen Reihenfolge angezeigt.

SOLVR: Eine weitere Lösungsumgebung

Auf den Taschenrechnern der Serie HP 48G gibt es eine alternative Umgebung zum Lösen von Gleichungen, die genauso arbeitet wie bei den Vorgängermodellen HP 48S und HP 48SX. Diese Umgebung SOLVR verwendet den gleichen integrierten Gleichungslöser wie die Anwendung SOLVE, ermöglicht jedoch auch die Anzeige und Verwendung des Stack aus dieser alternativen Umgebung heraus.

Der Ansatz zum Lösen von Gleichungen ist in beiden Umgebungen sehr ähnlich, die dabei verwendeten Prozeduren unterscheiden sich allerdings.

Eingeben der zu lösenden Gleichung:

- Geben Sie die Gleichung (oder das entsprechend aufgebaute Programm) in die Stack-Ebene 1 ein. Zum Eingeben können Sie die Befehlszeile oder den EquationWriter verwenden oder die Gleichung bzw. das Programm aus einer Variablen abrufen.
- 2. Drücken Sie (SOLVE) ROOT .

3. Drücken Sie 🕤 EQ (oder geben Sie STEQ ein und drücken Sie (ENTER), um die Gleichung in der Stack-Ebene 1 als aktuelle Gleichung auszuwählen.

Aufrufen der SOLVR-Umgebung:

 Drücken Sie SOLVE ROOT SOLVE, um die Umgebung SOLVR aufzurufen. Die Variablen in der aktuellen Gleichung erscheinen als weiße Menüfelder in der unteren Reihe der Anzeige und die aktuelle Gleichung (in EQ: gespeichert) in der oberen Reihe. Beispiel:



18

Eingeben der Werte der bekannten Variablen mit SOLVR:

- 1. Rufen Sie die SOLVR-Umgebung auf.
- 2. Geben Sie den Wert der bekannten Variablen ein, und drücken Sie die dem weißen Menüfeld entsprechende Menütaste.

Abrufen des Werts einer bekannten Variablen:

Drücken Sie Jund anschließend die dem weißen Menüfeld der Variablen entsprechende Menütaste.

Lösen nach einer unbekannten Variablen mit SOLVR:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß für alle bekannten Variablen ein Wert gespeichert ist.
- 2. Wahlweise: Geben Sie einen Näherungswert für die unbekannte Variable ein, und drücken Sie die dem Menüfeld der unbekannten Variablen entsprechende weiße Menütaste.
- Drücken Sie und anschließend die der unbekannten Variablen entsprechende weiße Menütaste. Das betitelte Ergebnis wird in der Stack-Ebene 1 abgelegt, und am oberen Rand der Anzeige wird eine Meldung angezeigt, die das Ergebnis beschreibt.

4. Wahlweise: Drücken Sie EXPRE, um die aktuelle Gleichung mit dem neu berechneten Wert für die unbekannte Variable zu lösen. Weitere Hinweise zum Interpretieren der Ergebnisse des Gleichungslösers finden Sie unter "Interpretieren der Ergebnisse" auf Seite 18-4.

Weitere Optionen in der Umgebung SOLVR

Neben der alternativen Umgebung zum Lösen von Gleichungen, Ausdrücken und Programmen enthält SOLVR auch einige zusätzliche Optionen, die in der Anwendung SOLVE nicht enthalten sind.

Lösen einer Serie von Gleichungen mit SOLVR:

- 1. Geben Sie die zu verwendenden Gleichungen in der Reihenfolge in den Stack ein, in der sie vorausichtlich gelöst werden sollen. Beginnen Sie mit der Gleichung, die nur eine unbekannte Variable enthält. Die weiteren Gleichungen können mit zusätzlichen unbekannten Variablen beginnen, nach dem Lösen der vorherigen Gleichungen in der Serie sollte für jede Gleichung nur noch eine Variable unbekannt sein.
- 2. Drücken Sie mehrmals (A), bis der Stack-Zeiger auf die erste zu lösende Gleichung zeigt.
- 3. Drücken Sie →LIST (ENTER), um die Gleichungen zu einer Liste zusammenzufassen.
- 4. Drücken Sie (SOLVE) ROOT (EQ., um die Liste in EQ. als aktuelle "Gleichung" zu speichern.
- 5. Rufen Sie die Umgebung SOLVR auf, geben Sie die Werte für die bekannten Variablen ein, und lösen Sie die erste Gleichung nach der unbekannten Variablen auf.
- 6. Drücken Sie MXEQ, um die "nächste" Gleichung in der Liste als aktuelle Gleichung auszuwählen (eventuell müssen Sie MXT) mehrmals drücken, wenn es viele Variablen gibt). Die Gleichungen werden innerhalb der Liste rotiert: Die erste Gleichung ist jetzt die letzte, die zweite Gleichung ist jetzt die erste, usw.
- 7. Geben Sie alle weiteren bekannten Werte ein, und lösen Sie die Gleichung nach der nächsten unbekannten Variablen auf.
- 8. Wiederholen Sie die Schritte 6 und 7, bis alle unbekannten Variablen in der Serie der Gleichungen aufgelöst wurden.

Für diese Aufgabe können Sie statt SOLVR auch den Multi-Gleichungslöser verwenden (siehe Seite 25-7).

Erstellen eines benutzerdefinierten SOLVR-Menüs:

- 1. Geben Sie eine Solver-Liste in die Stack-Ebene 1 ein. Die Syntax für Solver-Listen lautet \in Gleichung \in Tastendefinitionen > >, wobei:
 - Gleichungdie Gleichung kennzeichnet. Es kann sich hierbei
um eine Gleichung, einen Ausdruck (mit den
Begrenzungszeichen '), ein Programmobjekt (mit
den Begrenzungszeichen «») oder den Namen
einer Gleichung, eines Ausdrucks oder eines
Programms handeln.
 - Tastendefinitio-
nenKennzeichnet die Menütasten; jeder Eintrag
steht für eine Taste. Die Einträge können
Variablennamen oder andere Objekttypen sein.
Variablennamen werden mit weißen Menüfeldern
angezeigt, andere Objekte mit schwarzen
Menüfeldern. Wenn Sie ein ausführbares
Programm angeben wollen, geben Sie seinen
Namen in der Tastendefinition als Unterliste der
Form { "Beschriftung" « Name» } ein.
- 2. Drücken Sie (SOLVE) ROOT (C) EQ, um die Gleichung in der Solver-Liste als aktuelle Gleichung auszuwählen und das den Tastendefinitionen entsprechende SOLVR-Menü anzuzeigen.
- **Beispiel:** Die Gleichung $I = 2\pi^2 f^2 \rho v a^2$ berechnet die Intensität einer Schallwelle. Nehmen wir an, Sie berechnen immer den Wert von ρ und speichern diesen Wert vor der Verwendung der Gleichung in der entsprechenden Variablen, und Sie wollen deshalb ρ im SOLVR-Menü unterdrücken. Nehmen wir weiter an, Sie wollen den IP-Befehl im SOLVR-Menü haben, um ganzzahlige Werte in den Variablen des SOLVR-Menüs speichern zu können. Die folgende Solver-Liste enthält zwei zusätzliche Tasten: Eine leere Taste und eine Taste, die IP (Berechnung des Ganzzahlenteils) ausführt und ρ unterdrückt.

Wenn die Liste in EQ gespeichert wird, erstellt Sie das Menü mit folgenden Variablen und Funktionen:

I F V A I

Berechnen aller Lösungen eines Polynoms

Ein symbolisches Polynom wie z. B. $x^3 + 4x^2 - 7x + 9$ kann auch als Koeffizientenvektor ausgedrückt werden: [14 - 79]. In dieser Vektorform können zum Berechnen von Vektoren und ihrer Lösungen effiziente numerische Techniken angewandt werden.

Verwenden des Polynom-Gleichungslösers:

■ Drücken Sie → SOLVE) ▼ ▼ ■ 0K , um die folgende Anzeige zu erhalten:

COEFFICIENTS [AN A1 A0]:
ROOTS:
ENTER COEFFICIENTS OR PRESS SOLVE
EDIT SYMB SOLVE

Bestimmen aller Lösungen eines Polynoms:

- 1. Rufen Sie den Gleichungslöser für Polynome auf.
- 2. Verschieben Sie, wenn nötig, die Markierung auf das Feld COEFFICIENTS.
- 3. Geben Sie das Polynom in Koeffizientenform ein. Verwenden Sie dazu die Befehlszeile (vergessen Sie nicht die Begrenzungszeichen []) oder den MatrixWriter. Beachten Sie, daß das erste Element in dem Vektor der Koeffizient mit dem höchsten Grad sein muß und das letzte Element der konstante Term. Geben Sie für "fehlende" Terme an den entsprechenden Stellen des Polynoms Nullen ein.
- Wenn sich die Markierung auf dem Feld ROOTS: befindet, drücken Sie SOLVE. Es wird ein komplexes Feld der Lösungen im Feld ROOTS: angezeigt und eine betitelte Kopie im Stack abgelegt.

Bestimmen eines Polynoms mit einer gegebenen Gruppe von Lösungen:

- 1. Rufen Sie den Gleichungslöser für Polynome auf.
- 2. Verschieben Sie, wenn nötig, die Markierung auf das Feld ROOTS:.
- 3. Geben Sie die Gruppe der Lösungen als Vektor ein. Wenn eine der Lösungen komplex ist, müssen alle Lösungen als komplexe

18

Zahlen eingegeben werden (reelle Lösungen werden als $\langle real, \Theta \rangle$ eingegeben).

4. Verschieben Sie die Markierung auf das Feld COEFFICIENTS und drücken Sie SOLVE.

Auswerten eines Polynoms für einen bestimmten Wert:

- 1. Geben Sie das Polynom in Koeffizientenform in den Stack ein.
- 2. Geben Sie den Wert ein, für den Sie das Polynom auswerten wollen.
- 3. Drücken Sie (SOLVE) POLY PEVAL.

Umwandeln eines Polynoms aus der Koeffizientenform in die algebraische Form:

- 1. Rufen Sie den Gleichungslöser für Polynome auf.
- 2. Falls das Polynom noch nicht in Koeffizientenform angezeigt wird, geben Sie es in das Feld COEFFICIENTS ein.
- 3. Wenn sich die Markierung auf dem Feld COEFFICIENTS befindet, drücken Sie SYMB. Das symbolische Polynom wird im Stack abgelegt, wobei X als Variable verwendet wird.

Lösen eines linearen Gleichungssystems:

Der HP 48 kann lineare Gleichungssysteme lösen. Wenn Sie ein lineares Gleichungssystem erstellen wollen, können Sie entweder Ihre gespeicherten Gleichungen verwenden oder die Gleichungen direkt eingeben.

Bedenken Sie beim Lösen von Gleichungssystemen, daß diese durch eine einfache Matrixgleichung der Form $\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{B}$ dargestellt werden können:



```
Matrixform
```

 $\begin{array}{ccc} \mathbf{a}x + \mathbf{b}y + \mathbf{c}z &= \mathbf{k}_1 \\ \mathbf{d}x + \mathbf{e}y - \mathbf{f}z &= \mathbf{k}_2 \\ \mathbf{g}x + \mathbf{h}y + \mathbf{i}z &= \mathbf{k}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{bmatrix} \mathbf{a} & \mathbf{b} & \mathbf{c} \\ \mathbf{d} & \mathbf{e} & -\mathbf{f} \\ \mathbf{g} & \mathbf{h} & \mathbf{i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{y} \\ \mathbf{z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{k}_1 \\ \mathbf{k}_2 \\ \mathbf{k}_3 \end{bmatrix}$

Der HP 48 verwendet diese Darstellung zum schnellen und effizienten Lösen linearer Gleichungssysteme.

18-12 Gleichungen lösen
Lösen eines linearen Gleichungssystems:

- 1. Drücken Sie ► SOLVE ▲ ▲ OK , um den Gleichungslöser aufzurufen.
- 2. Geben Sie die Koeffizientenmatrix in das Feld A: ein. Sie können dazu den MatrixWriter oder die Befehlszeile verwenden.
- 3. Geben Sie das Konstantenfeld in das Feld B: ein.
- Verschieben Sie, wenn nötig, die Markierung auf das Feld X:, und drücken Sie SOLVE. Das resultierende Feld (mit denselben Dimensionen wie das Konstantenfeld B) wird im Feld X: angezeigt, und eine betitelte Kopie wird im Stack abgelegt.
- 5. Wahlweise: Drücken Sie EDIT, um das Ergebnis im MatrixWriter anzuzeigen.

Der Gleichungslöser liefert für die folgenden Systeme ein Feld als Ergebnis:

- Exakt bestimmte Systeme. Die Anzahl der Gleichungen ist gleich der Anzahl der unabhängigen Variablen in dem System. Das gelieferte Ergebnis ist exakt (innerhalb der Genauigkeit des HP 48), sofern die Koeffizientenmatrix nicht schlecht konditioniert ist (siehe "Schlecht konditionierte und singuläre Matrizen" auf Seite 14-18).
- Überbestimmte Systeme. Die Anzahl der Gleichungen ist größer als die Anzahl der Variablen in dem System. Normalerweise gibt es keine exakte Lösung für überbestimmte Systeme, es wird deshalb eine "Lösung" nach der Methode der kleinsten Quadrate geliefert.
- Unterbestimmte Systeme. Die Anzahl der Gleichungen ist kleiner als die Anzahl der unabhängigen Variablen in dem System. Normalerweise gibt es unendlich viele Lösungen für unterbestimmte Systeme, es wird deshalb eine "Lösung" nach der Euklidschen Minimum-Norm geliefert.

Das Wesen des zu lösenden linearen Gleichungssystems beeinflußt die Art der Interpretation des Ergebnisfeldes. In manchen Fällen sollten Sie überprüfen, ob es sich um eine schlecht konditionierte Matrix handelt (siehe Seite 14-18), bevor Sie eine Lösung als "richtig" akzeptieren. Dies gilt auch für exakte Lösungen.

Ein anderer Ansatz bei der Plausibilitätsprüfung der Lösung ist das Berechnen des Lösungsrests $(\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{B})$. Für exakte richtige Lösungen liegt dieser Rest nahe bei Null.

Bestimmen des Rests ($A \cdot X - B$) einer Lösung:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß sich das berechnete Feld in der Stack-Ebene 1 befindet, und drücken Sie ENTER, um diesen Rest zu duplizieren.
- 2. Geben Sie das Konstantenfeld (B) in den Stack ein.
- 3. Geben Sie die Koeffizientenmatrix (A) ein.
- 4. Drücken Sie (STACK) ROT, um das Lösungsfeld wieder in die Ebene 1 zu verschieben.
- 5. Drücken Sie SOLVE SYS RSD, um den Rest der Lösung zu berechnen.

Weitere Hinweise zum Überprüfen der Genauigkeit einer berechneten Feldlösung finden Sie auf Seite 14-19.

Verwendung des Finanzlösers

18

Die Anwendung Finanzlöser ("Finance Solver") enthält TVM-Funktionen (TVM = "Time Value of Money", "Zeitwert für Geld") für Finanzierungs- und Amortisationsberechnungen. Mit diesen Funktionen können Sie Zinseszinsen und Amortisationen berechnen.

Zinseszins tritt auf, wenn Zinsen zu festgelegten Terminen auflaufen und zu einem Kapital addiert werden, so daß nun die Summe aus Kapital und aufgelaufenen Zinsen verzinst wird. Zinseszinsrechnungen treten im Finanzwesen häufig auf, u. a. bei Sparkonten, Hypotheken, Pensionsfonds, Leasing-Geschäften und Annuitätenrechnungen.

Der Begriff "Zeitwert für Geld" drückt bereits die sprichwörtliche Wahrheit aus: "Zeit ist Geld". Der Wert einer Mark heute ist höher als zu irgendeinem zukünftigen Zeitpunkt. Die Mark von heute kann investiert oder angelegt werden und eine Rendite abwerfen, was die "zukünftige Mark" nicht kann. Dies ist das Grundprinzip der Berechnungen von Zins, Zinseszins und Renditen.

TVM-Transaktionen können mit Cash-Flow-Diagrammen dargestellt und veranschaulicht werden. Cash-Flow-Diagramme enthalten eine in gleich große Segmente eingeteilte Zeitachse, die die Zinsperioden darstellen. Die "Cash-Flows" werden mit Pfeilen dargestellt. Eingehende Beträge haben einen positiven Wert, ausgehende einen negativen. Das Cash-Flow-Diagramm für eine bestimmte Transaktion hängt vom Standpunkt des Betrachters ab. Ein Darlehen ist z. B. ein positiver Cash-Flow für den Darlehensnehmer, dagegen ein negativer Cash-Flow für den Darlehensgeber.

Das folgende Cash-Flow-Diagramm zeigt ein Darlehen aus der Sicht des Darlehensnehmers.



Das folgende Cash-Flow-Diagramm zeigt ein Darlehen aus der Sicht des Darlehensgebers.



Cash-Flow-Diagramme geben außerdem an, zu welchem Zeitpunkt in einer Verzinsungsperiode Zahlungen auftreten: Am Beginn einer Verzinsungsperiode oder an ihrem Ende. Der Finanzlöser kann Berechnungen für beide Zahlungsmodi durchführen: Mit dem Beginn-Modus und dem End-Modus.

Das folgende Cash-Flow-Diagramm zeigt Leasing-Zahlungen zu *Beginn* einer Periode.



18

Das folgende Cash-Flow-Diagramm zeigt Einzahlungen auf ein Konto am *Ende* jeder Periode.



Für fortlaufende Cash-Flow-Diagramme gibt es fünf TVM-Variablen:

Ν

Die Anzahl der Verzinsungsperioden bzw. Zahlungen. Der nominale jährliche Zinsfuß Diese Bat

IXYR Der nominale jährliche Zinsfuß. Diese Rate wird durch die Anzahl der Zahlungen pro Jahr (PXYR) dividiert, um den nominalen Zinsfuß

18-16 Gleichungen lösen

	pro Verzinsungsperiode zu berechnen. In
	TVM-Berechnungen wird dieser Zinsfuß verwendet.
P۷	Der aktuelle Barwert des anfänglichen Cash-Flow.
	Für Darlehensgeber und -nehmer ist PV der
	Darlehensbetrag; für einen Investor ist PV die
	Anfangsinvestition. PV tritt zu Beginn der ersten
	Periode auf.
PMT	Der Betrag der periodischen Zahlungen. Dieser
	Betrag ist für alle Perioden gleich, und bei der
	TVM-Berechnung wird davon ausgegangen, daß
	keine Zahlungen ausgelassen werden. Zahlungen
	können jeweils am Beginn einer Verzinsungsperiode
	oder an deren Ende anfallen, Sie können diesen
	Modus selbst auf Beg oder End einstellen.
F۷	Der Zukunftswert der Transaktion: Der Endwert des
	Cash-Flow bzw. der aufgelaufene Wert der Reihe
	vorangegangener Cash-Flows. Bei einem Darlehen ist
	dies der Betrag der Restschuld. Bei einer Investition
	ist dies der Barwert einer Investition am Ende einer
	Investitionsperiode.

Ausführen einer TVM-Berechnung:

1. Drücken Sie (SOLVE) (A) OK , um die Anwendung Finanzlöser zu starten.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	E OF MONEY
N: 🛛 I	2YR: Ø
PV: 0.00	
PMT: 0.00	р/ув: <u>1</u> 2
FV: 0.00	End
ENTER NO. OF PAY	MENTS OR SOLVE
EDIT	AMOR SOLVE

Der Finanzlöser

- Verschieben Sie die Markierung auf ein als TVM-Variable gekennzeichnetes Feld, geben Sie den entsprechenden Wert ein, und drücken Sie ENTER. Vergewissern Sie sich, daß die Werte für mindestens vier der fünf TVM-Variablen angegeben wurden.
- 3. Geben Sie, wenn nötig, einen anderen Wert für P/YR ein.

- 5. Verschieben Sie die Markierung auf die TVM-Variable, nach der aufgelöst werden soll, und drücken Sie SOLVE.
- Beispiel: Otto Tailfin finanziert den Kauf eines Autos mit einem Darlehen mit dreijähriger Laufzeit bei einem jährlichen Zinssatz von 10,5% und monatlichen Ratenzahlungen. Der Kaufpreis des Autos beträgt \$11.250, seine Anzahlung beträgt \$2500. Wie hoch sind seine monatlichen Zalungen? Ein wie hohes Darlehen könnte Otto aufnehmen, wenn er monatlich höchstens \$225 für die Raten aufbringen kann? (Die Zahlungen beginnen am Ende der ersten Periode.)



Schritt 1: Starten Sie den Finanzlöser, und vergewissern Sie sich, daß das Menü auf monatliche Zahlungen (12 payments/year) und auf den End-Modus (Zahlungen jeweils am Ende der Periode) eingestellt ist.

► SOLVE ▲ OK ■ 12 ENTER ► +/- (wenn nötig)	N: O I2' PV: 0.00 0 PMT: 0.00 0 FV: 0.00 0	OF MONEY /R: 0 P/YR: 12 Enc
	CHOOSE WHEN PAYM	IENTS ARE MADE

 Schritt 2: Geben Sie die bekannten TVM-Variablen ein.
 Vergewissern Sie sich, daß der Zukunftswert (FV) auf 0 eingestellt ist, da das Darlehen nach 3 Jahren vollständig getilgt sein soll (3 × 12 Zahlungen).

N: 36 12 yr: 10.5 PV: 8,750.00 P/yr: 12 PMT: 0.00 P/yr: 12 FV: 0.00 P/yr: 12
CHOOSE WHEN PAYMENTS ARE MADE

Schritt 3: Lösen Sie nach dem Betrag der Zahlungen auf.

	SOLVE

	🗱 TIME	YALUE OF	MONEY
N:	36	IXYR:	10.5
PV:	8,75	0.00	
PMT:	-284	.40	P/YR: 12
FY:	0.00	1	End
ENTE	R PAYM	ENT AMOU	NT_DR_SOLVE
EDIT			AMOR SOLVE

Schritt 4: Geben Sie -225.00 für den Betrag der Zahlung ein, und lösen Sie nach dem Barwert (PV) auf, um den für Otto maximal erschwinglichen Darlehensbetrag zu berechnen.

225	(+/-)	(EN	TER)
	SOL	ψE	

	🗱 TIME	VALUE OF	MONEY
N:	36	IXYR:	10.5
PY:	6,92	2.56	
PMT:	-225	.00	P/YR: 12
FY:	0.00		End
ENTE	R PRES	ENT VALUE	OR_SOLVE
EDIT			AMOR SOLVE

Beispiel: Eine Hypothek mit einer einmaligen Restschuldtilgung. Russ T. Pipes hat eine Hypothek mit 25 Jahren Laufzeit und einer Höhe von \$75.250 bei einem jährlichen Zinssatz von 13,8% auf sein Haus aufgenommen. Er will das Haus in vier Jahren verkaufen und die Hypothek in einer einmaligen Zahlung tilgen. Berechnen Sie die Höhe dieser Restschuldtilgung - den Wert der Hypothek nach 4 Jahren, in denen Russ monatliche Zahlungen geleistet hat.



Schritt 1: Starten Sie den Finanzlöser (wenn nötig), und geben Sie die Werte für die bekannten TVM-Variablen ein.



- Schritt 2: Berechnen Sie die monatlichen Zahlungen für eine Hypothek mit 25 Jahren Laufzeit.
 - SOLVE

*******	\$ TIME	YALUE OF	MONEY
N: 3	300	IZYR:	13.8
PY: 7	75,2	50.00	
PMT:	-894	.33	P/YR: 12
FY: (3.00		End
ENTER	PAYM	ENT AMO	UNT_OR SOLVE
EDIT			AMOR SOLVE

Schritt 3: Berechnen Sie die Höhe der Restschuld nach 4 Jahren Zahlungen.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	VALUE OF MONE	Y 🗱
N: 48	IXYR: 13.8	3
PV: 75,2	50.00	
PMT: <u>-894</u>	<u>.33 P/Y</u>	R:12
FV: -73,	408.78	End
ENTER FUTU	RE VALUE OR <u>s</u> ol	YE
EDIT	AM	OR SOLVE

Berechnen von Amortisationen

Amortisationsberechnungen verwenden ebenfalls die TVM-Variablen. Mit diesen Berechnungen können Zahlungsbeträge, investiertes Kapital und der Zinsfuß für eine Zahlung oder eine Reihe von Zahlungen berechnet werden.

Berechnen der Amortisation:

- Andern Sie den Anzeigemodus auf die gewünschte Genauigkeit,
 z. B. auf den Modus 2 Fix.
- 2. Starten Sie den Finanzlöser.
- 3. Überprüfen Sie die TVM-Einstellungen:
 - Die Anzahl der Zahlungen pro Jahr.
 - Zahlungen am Beginn oder am Ende der Perioden.
- 4. Speichern Sie die Werte für vier TVM-Variablen: *I%YR*, *PV*, *PMT* und *FV*. Diese Variablen legen den Zahlungsplan fest; sie können mit dem Menü TVM berechnet werden.
- 5. Drücken Sie **AMOR**, und geben Sie die Anzahl der Zahlungen für die Amortisation ein.
- 6. Drücken Sie AMOR, um die Amortisation zu berechnen. Es werden Beträge für den Zinsfuß, das investierte Kapital und den Darlehenssaldo am Ende dieser Zahlungen angezeigt.

Fortsetzung der Amortisierung:

- Drücken Sie B+FV, um den neuen Saldo nach der vorhergehenden Amortisierung als Barwert (FV) zu speichern.
- 2. Geben Sie die Anzahl der Zahlungen für die Amortisierung ein.
- 3. Drücken Sie HMOR.
- 4. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 3 so oft wie nötig.

Amortisierung einer Reihe zukünftiger Zahlungen, beginnend mit der Zahlung p:

- 1. Berechnen Sie den Darlehenssaldo für die Zahlung p-1.
- 2. Speichern Sie den neuen Saldo in PV mit $B \neq PV$.
- 3. Amortisieren Sie die Reihe der Zahlungen ausgehend vom neuen Wert von PV.

Bei der Amortisation werden die Werte der TVM-Variablen gelesen, die Werte für PV und PMT werden auf den aktuellen Anzeigemodus gerundet, und auch das Ergebnis der Amortisierung wird auf diese Genauigkeit gerundet. Die ursprünglichen Variablen werden nicht verändert, mit Ausnahme von PV, das nach jeder Amortisierung mit E + PV aktualisiert wird.

19

19

Differentialgleichungen

Der HP 48 kann eine Lösung y(t) einer Differentialgleichung y'(t) = f(t,y) berechnen, wobei der Anfangswert der Funktion als $y(t_0) = y_0$ gegeben ist.

Lösen von Differentialgleichungen

Der Differentialgleichungslöser ist Bestandteil der Anwendung SOLVE.

Verwendung des Differentialgleichungslösers SOLVE:

- 1. Drücken Sie (SOLVE)
- 2. Wählen Sie Solve diff eq....

SOLVE Y'C	T)=F(T,Y)
INDEP: X INIT: Ø Soln: Y INIT: Ø	FINAL:6.5 Final:
TOL: .0001 STE	* Dflt _stiff
ENTER FUNCTION D	F INDEP AND SOLN
EDIT CHOOS	INIT+ SOLVE

Dieser Bildschirm enthält die folgenden Felder und Menütasten:

- F: Enthält die rechte Seite der zu lösenden Differentialgleichung.
- INDEF: Gibt die unabhängige Variable an. (Standardwert ist X.)
- INIT: Enthält den Anfangswert der unabhängigen Variablen (t_0). Der Anfangswert der unabhängigen Variablen muß dem Anfangswert der Lösungsvariablen entsprechen: $y(t_0)$ $= y_0$.

FINAL:	Enthält den Endwert der unabhängigen Variablen, t_{FINAL} . Die Gleichung $y(t_{\text{FINAL}}) = (unbekannt)$ soll gelöst werden.
SOLN:	Gibt die Lösungsvariable an. (Standardwert ist Y.)
INIT:	Enthält den Anfangswert der Lösungsvariablen $(y_0 = y(t_0)).$
FINAL:	Enthält den Endwert der Lösungsvariablen. Dieser Wert soll berechnet werden. Sie können in diesem Feld keinen Wert eingeben.
TOL:	Enthält die zulässige Fehlertoleranz. In einem physikalischen Modell sollte die Fehlertoleranz der Genauigkeit der Daten entsprechen. (Standardwert ist 0.0001.)
STEP:	Enthält die anfängliche Schrittgröße für die Berechnung. Der Taschenrechner kalkuliert y_{FINAL} nach der Methode Runge-Kutta-Fehlberg. Bei dieser Methode wird die Lösung schrittweise berechnet, wobei die Genauigkeit an jedem Punkt beibehalten wird.
_STIFF:	Wählt den "Stiff Solver" aus.
EDIT	Ermöglicht das Ändern eines Felds.
CHOOS	Ermöglicht das Auswählen einer Variablen.
INIT+	Ersetzt die Anfangswerte durch die aktuellen Endwerte. Mit dieser Funktion können Sie die Lösung für einen anderen Punkt, ausgehend vom Punkt der aktuellen Lösung, berechnen.

SOLVE Löst die Differentialgleichung.

Lösen des Standard-Anfangswertproblems

Standard-Anfangswertprobleme sind Differentialgleichungen, für die der STIFF-Solver nicht benötigt wird. Sie können vor dem Lösen einer Differentialgleichung feststellen, wie stabil diese ist, indem Sie sie grafisch darzustellen versuchen. Wenn die Grafik sehr langsam aufgebaut wird, kann dies bedeuten, daß die Gleichung "steif" ist und der STIFF-Solver verwendet werden sollte.

Lösen eines Standard-Anfangswertproblems:

- 1. Geben Sie eine Gleichung ein, oder drücken Sie CHOOS, um eine Gleichung auszuwählen.
- 2. Geben Sie die unabhängige Variable an.
- 3. Geben Sie den Anfangswert für die unabhängige Variable ein.
- 4. Geben Sie den Endwert für die unabhängige Variable ein.
- 5. Geben Sie die Lösungsvariable ein.
- 6. Geben Sie den Anfangswert für die Lösungsvariable ein.
- 7. Geben Sie die zulässige Fehlertoleranz ein.
- 8. (Wahlweise:) Geben Sie die Schrittgröße ein. Normalerweise verwendet der Gleichungslöser eine angemessene Schrittgröße.
- 9. Drücken Sie SOLVE.

Beispiel: Lösen Sie diese Gleichung für y(1) mit y(0) = 2:

$$y' = t + y$$

► (SOLVE) ▼ OK
α T + α Y ENTER
α T ENTER 0 ENTER 1
ENTER 🕨 2 (ENTER) SOLVE
EDIT

	🗱 SOL	VE Y'C	T)=F(T	, Y) 🇱	
F:	'T+	Υ'			
INDEP:	T 1	NIT: Ø	F	INAL:]	L
SOLN:	Y W	NIT: 2	F	INAL:	5.1
TOL: .	0001	STEI	* Df∶	1t]	STIFF
6.15	64777	7590	86		
				(AN(L	OK

Wie genau ist das Ergebnis? Die allgemeine Lösung für die Differentialgleichung

$$y = ce^t - t - 1$$

u' = t + u

wobei c eine Zufallskonstante ist. Die gegebenen Anfangsbedingungen lauteten $2 = ce^0 - 0 - 1$. Durch eine Auflösung nach c und Substitution dieses Ergebnisses in der allgemeinen Lösung lautet die Lösungsgleichung

$$y = 3e^t - t - 1$$

Die Auflösung nach y(1), ergibt 3e - 1 - 1 = 6.15484548538. Beim Vergleich der Ergebnisse stellen Sie eine Abweichung von ungefähr 0.000068 fest; diese Abweichung liegt innerhalb der angegebenen Fehlertoleranz von 0.0001.

Lösen eines steifen Anfangswertproblems

Bei manchen Differentialgleichungen scheint der Lösungsvorgang ewig zu dauern. In diesem Fall handelt es sich möglicherweise um "steife" Gleichungen. Lösen Sie solche Gleichungen mit der Funktion Stiff.

Verwenden der Funktion Stiff:

- 1. Drücken Sie (SOLVE)
- 2. Wählen Sie Solve diff eq....
- 3. Markieren Sie _STIFF, und drücken Sie 🖌 CHK

	SOLVE Y'(T):	=F(T,Y)	
F:	ðFðY:	ðFðT:	
INDEP: X	INIT: Ø	FINAL:6.	5
SOLN: Y	INIT: Ø	FINAL:	-
TOL: . 00	01 STEP:	Dflt 🛽 🖉 S	TIFF
CALCULAT	E STIFF DIFI	FERENTIAL?	
	✓ CHK	INIT+ SE	ILVE

19

Der Bildschirm enthält die folgenden zusätzlichen Felder:

- ∂ F ∂ Y: Die teilweise Ableitung in bezug auf y des Ausdrucks in F:.
- $\partial F \partial T$: Die teilweise Ableitung in bezug auf t des Ausdrucks in F:

Lösen eines steifen Anfangswertproblems:

- 1. Markieren Sie STIFF und drücken Sie VCHK .
- 2. Geben Sie die Gleichung ein, oder drücken Sie CHOOS, um eine bereits im Speicher vorhandene Gleichung auszuwählen.
- 3. Geben Sie die teilweisen Ableitungen der Gleichung in bezug auf y und t ein (oder drücken Sie <u>CHOOS</u>, um sie im Speicher auszuwählen).
- 4. Geben Sie die unabhängige Variable an.
- 5. Geben Sie den Anfangswert für die unabhängige Variable ein.
- 6. Geben Sie den Endwert für die unabhängige Variable ein.
- 7. Geben Sie die Lösungsvariable ein.
- 8. Geben Sie den Anfangswert für die Lösungsvariable ein.
- 9. Geben Sie die zulässige Fehlertoleranz ein.

19-4 Differentialgleichungen

- 10. (Wahlweise:) Geben Sie die Schrittgröße ein. Normalerweise können Sie die berechnete Standard-Schrittgröße verwenden.
- 11. Drücken Sie SOLVE.

Beispiel: Lösen Sie diese Gleichung für y(1) mit y(0) = 1:

y' = -1000 * (y - sin(t)) + cos(t)

Bei dem Beispiel wird davon ausgegangen, daß der Taschenrechner auf Radiant eingestellt ist.



Die Lösung des Problems dauert ungefähr eine Minute. (Mit der Standardmethode würde die Lösung über fünf Minuten dauern.)

Wie genau ist das Ergebnis? Bei den gegebenen Anfangsbedingungen lautet die Lösungsgleichung:

$$y = e^{-1000t} + \sin(t)$$

Die Auflösung nach y(1) ergibt $e^{-1000} + \sin(1) = 0.841470984808$. Beim Vergleich der Ergebnisse stellen Sie eine Abweichung von ungefähr 0.000098 fest; diese Abweichung liegt innerhalb der angegebenen Fehlertoleranz von 0.0001.

Lösen einer Differentialgleichung in Vektordarstellung

Mit Hilfe der Vektordarstellung können Sie Differentialgleichungen zweiten und höheren Grades mit zwei oder mehr Anfangswerten lösen. Die Gleichung zweiten Grades

$$y'' = a_1(t)y' + a_0(t)y + g(t)$$

kann auch als

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y}' \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \mathbf{a}_0(\mathbf{t}) & \mathbf{a}_1(\mathbf{t}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y}' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} g(t)$$

dargestellt werden. Sie können dann w für $\begin{bmatrix} y \\ y' \end{bmatrix}$ substituieren, fw für $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_0(t) & a_1(t) \end{bmatrix}$ und c für $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$. Das ergibtw' = fw * w + c * g(t)

und damit eine Differentialgleichung ersten Grades.

Beispiel: Auflösen dieser Gleichung nach w(1) mit y(0) = 0 und y'(0) = 0 ($w(0) = [0 \ 0 \])$:

$$y'' = .5y' + .5y + .5t + 1$$

Schritt 1: Wandeln Sie die Gleichung in eine Gleichung ersten Grades um:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} (.5t+1)$$

Schritt 2: Speichern Sie die Werte in fw $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{pmatrix}$) und c $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$):

¶[]¶[] 0 SPC 1 **▶** .5 SPC .5 ENTER ' @@ FW @ STO ¶[] 0 SPC 1 ENTER ' @ C STO

Schritt 3: Geben Sie die Gleichung und die Anfangswerte ein, setzen Sie die Lösungsvariable auf w, und lösen Sie nach w(1) auf:





Drücken Sie EDIT, um den resultierenden Vektor w(1), [.718262064225 1.71826206422] anzuzeigen. Der erste Wert ist y(1), der zweite Wert ist y'(1).

Wie genau ist das Ergebnis? Die ursprünglichen Gleichungen lauten

 $y = e^t - t - 1$

und

$$y' = t + y$$

Bei der Auswertung der Gleichungen bei 1 und dem Vergleich der Ergebnisse stellen Sie fest, daß die Abweichung ungefähr 0.0000198 beträgt und damit innerhalb der angegebenen Fehlertoleranz von 0.0001 liegt.

Plotten der Lösungen für Differentialgleichungen

Sie können die Lösung für einen Anfangswert plotten, indem Sie die Gleichungsoption (equation) im Dialogfenster PLOT auswählen.

TYPE:	₩PLO Diff	r y'm=r Eq	ന്ന 🎆))
F: INDEP: Soln:	X INI Y INI	т: 0 т: 0	FINAL:6. _stiff	5
ENTER EQIT	FUNCTI	ON OF I	NDEP AND : TS ERABE C	SOLN Inter

Dieser Bildschirm enthält die folgenden Felder und Menütasten:

Der Plot-Typ (muß Diff Eq sein). TYPE: Der Winkelmodus. Ζ\$ F: Die rechte Seite der zu plottenden Gleichung. Die unabhängige Variable. (Standardwert ist X.) INDEP: Der Anfangswert der unabhängigen Variablen (t_0) . INIT: Der Endwert der unabhängigen Variablen. FINAL: Die Lösungsvariable. (Standardwert ist Y.) SOLN: INIT: Der Anfangswert der Lösungsvariablen. Wählt das Plot-Menü für steife Differentialgleichungen STIFF: aus Ermöglicht das Ändern eines Felds. EDIT Ermöglicht das Auswählen einer Variablen. CHOOS Ermöglicht das Steuern der Plot-Variablen. OPTS Löscht vorherige Plots. FRASE DRAM Erstellt den Plot.

Drücken Sie OFTS, um folgende Optionen anzuzeigen:

	LOT OPTIONS	
TOL: . 0001	STEP: Dflt	∠ AXES
H-YAR: Ø	H-VIEW: -6.	56.5
V-VAR: 1	V-VIEW: -3.	1 3.2
H-TICK: 10	9-TICK: 10	Z PIXELS
ENTER ABSOL	UTE ERROR TO	LERANCE
EDIT	0	ANCL OK

Dieser Bildschirm enthält die folgenden Felder:

Discullation Edit (1

TOV **.**

106.	Die zulassige remertoieranz.
STEP:	Die Schrittgröße.
_AXES	Achsen zeichnen oder nicht zeichnen.
H-VAR:	Die entlang der horizontalen Achse geplottete Variable.
V-VAR:	Die entlang der vertikalen Achse geplottete Variable.
Н−ҮІЕѠ:	Der anzuzeigende Abschnitt der horizontalen Achse.
V-VIEW:	Der anzuzeigende Abschnitt der vertikalen Achse.
Н−ТІСК:	Die horizontalen Tick-Markierungen.
V-TICK:	Die vertikalen Tick-Markierungen.
_PIXELS	Angabe der Tick-Markierungen in Benutzereinheiten oder Pixel.

Plotten eines Standard-Anfangswertproblems:

- 1. Geben Sie eine Gleichung ein, oder drücken Sie CHOOS, um eine Gleichung auszuwählen.
- 2. Geben Sie die unabhängige Variable an.
- 3. Geben Sie den Anfangswert für die unabhängige Variable ein.
- 4. Geben Sie den Endwert für die unabhängige Variable ein.
- 5. Geben Sie die Lösungsvariable ein.
- 6. Geben Sie den Anfangswert für die Lösungsvariable ein.
- 7. Stellen Sie die gewünschten Optionen und Anzeigeparameter ein.
- 8. Drücken Sie ERASE DRAW.

Beispiel: Der Graph y' = t + y, y(0) = 2 über das Intervall [0, 1].

Schritt 1: Wählen Sie den Plot-Typ Diff Eq, geben Sie die Gleichung ein, wählen Sie T als unabhängige Variable aus, und geben Sie den Anfangs- und den Endwert ein:



*******	🗱 PLOT	Y'(T)=F	(T,Y)	
TYPE:	Diff	Eq	∡: Deg	
F:	<u>'</u> T+Y		.	
INDEP:	T INIT	. N	FINAL: 1	
SOLN:	Y INIT	: 2	STIFF	
USE ST	IFF DIFF	EQ_SO	LVER?	
	✓	CHK OP	TS ERASE DR	ны

Schritt 2: Stellen Sie den horizontalen Anzeigebereich auf -1 bis 2 ein, den vertikalen Anzeigebereich auf -2 bis 8, und markieren Sie die Achsen bei jeder Benutzereinheit.

OPTS > 1 +- Enter
2 ENTER 2 - ENTER 8
ENTER 1 ENTER 1 ENTER
✔СНК

	PLOT OPTIONS #	
TOL: . 000	1 STEP: Dflt	🖌 AXES
H-YAR: Ø	H-YIEW: —1	2
V-VAR: 1	Y-YIEW: −2	8
н-тіск: 1	ү-тіск: <u>1</u>	PIXELS
TICK SPACI	NG UNITS ARE P	IXELS?
	🖌 CHK 🛛 🛛 06	INCL OK

Schritt 3: Zeichnen Sie den Graphen.

OK ERASE DRAW



19

Sie stellen fest, daß y(1) ungefähr bei 6 liegt. Dies stimmt mit dem Ergebnis im ersten Beispiel dieses Kapitels überein.

Plotten einer steifen Differentialgleichung

Verwenden Sie diese Plot-Methode, wenn das Plotten von Gleichungen sehr lange dauert oder Gleichungen fehlerhaft geplottet werden. Zum Plotten steifer Differentialgleichungen müssen Sie die teilweisen Ableitungen der Gleichung eingeben.

Verwenden der Funktion "stiff":

- 1. Drücken Sie PLOT
- 2. Wählen Sie Diff Eq.
- 3. Markieren Sie _STIFF, und drücken Sie _CHK

*******	🗱 PLOT	Y'(T)=	F(T,Y) 🗱	
TYPE:	Diff	Eq	∡: Deg	э
F	ð Fð	Y:	ðFðT:	
INDEP:	X INIT	°0	FINAL:6,	.5
SOLN:	Y INIT	· 0	STIFF	
USE ST	TIFF DIFF	EQ_S	OLVER?	
	4	CHK DF	PTS ERASE D	RAM

Dieser Bildschirm enthält dieselben Elemente wie der Standard-Plot-Bildschirm und die folgenden zusätzlichen Felder:

9E9A:	Die teilweise Ableitung in bezug auf y des Ausdrucks in F:.
∂F∂T:	Die teilweise Ableitung in bezug auf t des Ausdrucks in $F:$.

Plotten eines steifen Anfangswertproblems:

- 1. Wählen Sie STIFF.
- 2. Geben Sie eine Gleichung ein, oder drücken Sie CHOOS, um eine Gleichung auszuwählen.
- 3. Geben Sie die teilweise Ableitung der Gleichung in bezug auf y und t ein (oder drücken Sie <u>CHOOS</u>, um diese auszuwählen, falls sie sich bereits im Speicher befinden).
- 4. Geben Sie die unabhängige Variable an.
- 5. Geben Sie den Anfangswert für die unabhängige Variable ein.
- 6. Geben Sie den Endwert für die unabhängige Variable ein.
- 7. Geben Sie die Lösungsvariable ein.
- 8. Geben Sie den Anfangswert für die Lösungsvariable ein
- 9. Stellen Sie die gewünschten Optionen und Anzeigeparameter ein.
- 10. Drücken Sie ERASE DRAW.

Beispiel: Plotten Sie die folgende Gleichung mit y(0) = 1:

y' = -1000 * (y - sin(t)) + cos(t)

Schritt 1: Wählen Sie "stiff", stellen Sie Radiant ein, und geben Sie die Funktion, die teilweisen Ableitungen und die Anfangswerte ein:



TYPE: F: ') INDEP: SOLN:	PLOT Y'(T) Diff Eq [afay: -1] T T INIT: 0 Y INIT: 1	=F(T,Y) ####################################
USE ST	IFF DIFF EQ :	SOLVER? PTS EIRABE ORAW

Schritt 2: Stellen Sie den horizontalen Anzeigebereich auf -1 bis 2 ein und den vertikalen Anzeigebereich auf -1 bis 1, und markieren Sie die Achsen jeweils alle 10 Pixel:

OPTS D 1 - /- ENTER
2 (ENTER) 1 (+/- (ENTER) 1
ENTER 10 ENTER 10 ENTER
√ CHK

19

	LOT OPTIONS X	
TOL: . 0001	STEP: Dflt	🖌 AXES
H-YAR: Ø	H-YIEW: -1	2
V-VAR: 1	V-VIEW: -1	1
н-тіск: 10	V-тіск: 10	PIXELS
TICK SPACING	i UNITS ARE P	IXELS?
	CHK 0	ANCL OK

Schritt 3: Zeichnen Sie den Graphen.

OK ERASE DRAW



Plotten einer Phasenebene für eine Lösung in Vektordarstellung

Mit dem HP 48 können Sie auch Gleichungen in Vektordarstellung plotten und festlegen, welcher Vektor entlang welcher Achse geplottet werden soll. Wie bereits beschrieben, kann die Gleichung zweiten Grades

$$y'' = a_1(t)y' + a_0(t)y + g(t)$$

auch in der Form

$$w' = fw * w + c * g(t)$$

dargestellt werden.

Dabei steht
$$w$$
 für $\begin{bmatrix} y \\ y' \end{bmatrix}$, fw für $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_0(t) & a_1(t) \end{bmatrix}$ und c für $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$.

Die Anfangsbedingung $y'(t_0) = y_0$ und $y(t_0) = y_1$ kann als $w'(t_0) = [y_0 \ y_1]$ dargestellt werden. Dies ist die Anfangsbedingung für Vektordarstellung.

Beispiel: Plotten Sie die folgende Gleichung für w(1) mit y(0) = 0und y'(0) = 0 ($w(0) = [0 \ 0]$):

$$y'' = .5y' + .5y + .5t + 1$$

wobei y(0) = 0 and y'(0) = 0 (w(0) = [0 0]).

Schritt 1: Wandeln Sie die Gleichung in eine Gleichung ersten Grades um.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} (.5t+1)$$

Schritt 2: Speichern Sie die Werte in fw und c.



Schritt 3: Geben Sie die Gleichung und die Anfangswerte ein, und wählen Sie w als Lösungsvariable aus.



TYPE: Diff Eq ≰:Deg
F: 'FW*W+C*(.5*T+1)'
INDEP: T INIT: Ø FINAL:1
SOLN: 📈 INIT: [0,,, g stiff
USE STIFF DIFF EQ_SOLVER?
CHK OPTS ERASE DRAW

Schritt 4: Stellen Sie den horizontalen Anzeigebereich auf -1 bis 2 und den vertikalen Anzeigebereich auf -1 bis 2 ein, und markieren Sie die Achsen jeweils bei 0.5 Benutzereinheiten.



	PLOT OPTIONS	
TOL: . 000	1 STEP: Df 1	t ⊻AXES
H-YAR: Ø	H-VIEW: -1	2
V-VAR: 1	V-VIEW: 1	2
н-тіск: .5	V-ТІСК: "5	i O PIXELS
TICK SPACIN	IG UNITS ARE	PIXELS?
	V CHK	CANCL DK

Schritt 5: Zeichnen Sie den Graphen.

OK ERASE DRAW



Schritt 6: Zeichnen Sie den Graphen neu mit dem zweiten Vektorwert entlang der vertikalen Achse.





20

Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung

Integration

Sie können symbolische Integrale für Ausdrücke mit bekannten Stammfunktionen (unbestimmte Integrale) berechnen. Außerdem können Sie die *numerischen* Werte dieser und anderer Integrale berechnen.

Numerische Integration

Mit der numerischen Integration können Sie einen Näherungswert eines bestimmten Integrals berechnen, auch wenn mit der symbolischen Integration kein Ergebnis geschlossener Form erzeugt werden kann. Die numerische Integration ermittelt einen Näherungswert mit Hilfe einer iterativen Prozedur.

Bestimmen eines Integrals mit numerischen Grenzen:

- 1. Drücken Sie (SYMBOLIC) OK , um die Eingabemaske INTEGRATE zu öffnen.
- 2. Geben Sie den zu integrierenden Ausdruck in das Feld EXPR: ein (ohne das Integralzeichen).
- 3. Geben Sie die Integrationsvariable in das Feld VAR: ein.
- 4. Geben Sie die Integrationsgrenzen in die Felder LO: und HI: ein. Für die numerische Integration müssen die Grenzen als Zahlen angegeben werden oder als algebraische Ausdrücke, die als Zahlen ausgewertet werden können.
- 5. Vergewissern Sie sich, daß das Feld RESULT auf Numeric eingestellt ist (drücken Sie gegebenenfalls +/-). Wenn der Typ des Ergebnisses auf Numeric eingestellt ist, wird das Feld NUMBER FORMAT angezeigt. Das Anzeigeformat für Zahlen legt die Genauigkeit für die numerische Integration fest.

EXPR:	INTEGRA1	TE ****************
YAR:	LO:	HI:
RESULT: NUMBER	lumeric FORMAT:Sto	1
ENTER EX	PRESSION	
EDIT CH	305	(AN(L DK

Der Bildschirm INTEGRATE (numerisch)

- 6. Stellen Sie das Anzeigeformat für Zahlen auf die für die Berechnung gewünschte Genauigkeit ein. Das Format Std liefert die höchste Genauigkeit und der Rechenvorgang dauert entsprechend lang, während die Formate Fiר, S⊂iØ und En∋Ø die geringste Genauigkeit bei einer kürzeren Berechnungszeit liefern. Siehe "Der Genauigkeitsfaktor und die Integrationsunsicherheit" auf Seite 20-6.
- 7. Drücken Sie OK, um das Integral zu berechnen.

20

Uneigentliche Integrale sind Integrale, für die eine der beiden Grenzen (oder beide) unendlich (∞) ist. Der HP 48 ist ein Rechner mit endlichen Berechnungsgrenzen und muß daher bei der Berechnung numerischer Integrale endliche Grenzen verwenden. Sie können jedoch durch Transformation der Variablen einen unendlichen Bereich in einen endlichen abbilden.

Die Transformation $y = \arctan x$ bildet beispielsweise den gesamten reellen Bereich der x-Achse auf das begrenzte Intervall $\frac{-\pi}{2} \le y \le \frac{\pi}{2}$ ab. Die Transformation lautet:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx \longrightarrow \int_{\arctan -\infty = \frac{-\pi}{2}}^{\arctan \infty = \frac{\pi}{2}} f(\tan y) \cdot (1 + \tan^2 y)dy$$

Auswerten eines uneigentlichen Integrals:

- Vergewissern Sie sich, daß der Modus Radiant aktiviert ist (drücken Sie gegebenenfalls (RAD)).
- 2. Drücken Sie → SYMBOLIC OK , um die Eingabemaske INTEGRATE zu öffnen.
- 3. Geben Sie den Integranden des unbestimmten Integrals in das Feld EXPR: ein.
- 4. Drücken Sie (NXT) CALC, während sich die Markierung auf dem Feld EXPR: befindet, und geben Sie den Ausdruck für die Transformation in den Stack ein. Wenn beispielsweise die Integrationsvariable für das unbestimmte Integral X heißt, geben

20-2 Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung

Sie TAN(Y) für die oben gezeigt Transformation $(x = \tan y)$ ein. Erstellen Sie eine Kopie des Transformationsausdrucks, indem Sie noch einmal (ENTER) drücken.

- 5. Geben Sie den Namen der ursprünglichen Integrationsvariablen ein, und drücken Sie (STO).
- Geben Sie den Namen der neuen Integrationsvariablen ein, und drücken Sie (P)(a), um die Ableitung des Transformationsausdrucks entsprechend der neuen Integrationsvariablen zu berechnen.
- 7. Drücken Sie 🗶 EVAL OK , um den transformierten Integranden zu berechnen und an das Feld EXPR: zu übergeben.
- 8. Geben Sie die neue Integrationsvariable in das Feld VAR: ein.
- Geben Sie die untere Integrationsgrenze in das Feld LO: ein. Verwenden Sie die Taste 'MAXR' f
 ür das Zeichen ∞.
- 10. Drücken Sie CALC, transformieren Sie die Grenze, und drücken Sie $\bigcirc K$. Für die oben beschriebene Arcustangens-Transformation $y = \arctan x$ müssen Sie den Arcustangens der Grenze bestimmen, um ihn transformieren zu können. Diese Funktion ist die Umkehrung der Funktion zur Transformation des obigen Ausdrucks.
- 11. Wiederholen Sie mit dem Feld HI die beiden vorigen Schritte für die obere Grenze.
- 12. Vergewissern Sie sich, daß der Typ des Ergebnisses Numeric ist, und stellen Sie das gewünschte Zahlenformat ein.
- 13. Drücken Sie OK, um das numerische Integral zu berechnen.
- Beispiel: Berechnen Sie das folgende unbestimmte Integral:

$$\int_1^\infty \frac{1}{x(x+1)} dx$$

Schritt 1: Öffnen Sie die Eingabemaske INTEGRATE, und geben Sie den Integranden für das uneigentliche Integral ein.



		INTEGRAT	TE ::::::::::::::::::::::::::::::::::::	
EXPR:	' 1∠C	$\times \times \times \times$	1 > > '	
YAR:		LO:	HI:	
RESUL	t: Syml	bolic		
	-			
CHIEK	ENTRE:	Siuri		
EDIT	CHOOS		CANCE	OΚ

Schritt 2: Rufen Sie mit CALC den Stack auf, geben Sie den Transformationsausdruck ein, und duplizieren Sie ihn.

NXT CALC (') (TAN @ Y (ENTER) (ENTER)	3: 2: 1:	'1/(X*(X+1))' 'TAN(Y)' 'TAN(Y)'
	STS	CANCL DK

Schritt 3: Transformieren Sie die Integrationsvariable, löschen Sie Y (um ein symbolisches Ergebnis sicherzustellen), und berechnen Sie die Ableitung des Transformationsausdrucks.

' @X STO	
(QY ENTER ENTER	
← PURG ← ∂	

3: 2: 1:

Schritt 4: Multiplizieren Sie die Ableitung des Transformationsausdrucks mit dem Integranden, werten Sie das Ergebnis aus, und übergeben Sie das ausgewertete Ergebnis an das Feld EXPR:.

× EVAL OK

********	INTEGRI	ATE SECOND
EXPR:	'1/(TANC)	∕)★(TAN…
VAR:	LO:	HI:
RESUL	T:Sumbolid	-
		-
ENTER	EXPRESSION	
RESET	CALC ITYPES	CANCLEDK

Schritt 5:Geben Sie die neue Integrationsvariable ein, berechnen
Sie die transformierten Listen, und geben Sie sie ein.

V α Y ENTER
CALC 1 (ATAN) OK
CALC (MTH) (NXT)
CONS (NXT) MAXR

EXPR: '1/(TAN(Y	re:
VAR: Y LD: 7)*(TAN
RESULT: Symbolic	8 HI: VAT

Schritt 6: Ändern Sie den Typ des Ergebnisses auf Numeric, stellen Sie die Anzeige auf Std ein, und berechnen Sie das Integral.

♥ +/- ♥	1:
+/- (bis Std angezeigt wird)	Nota
OK	

Numerisches Auswerten eines Mehrfachintegrals:

- 1. Drücken Sie (QUATION), tippen Sie das Mehrfachintegral (mit allen Integralzeichen) ein, und drücken Sie (ENTER). Alle Grenzen müssen mit Zahlen angegeben werden.
- 2. Stellen Sie das Anzeigeformat für Zahlen auf die gewünschte Genauigkeit ein.
- 3. Drücken Sie (). um das Ergebnis zu berechnen.

Beispiel: Bestimmen der Fläche des durch den Kardioid $r = 1 - \cos \theta$ bestimmten Bereichs. Dieser Bereich kann durch das folgende doppelte Integral ausgedrückt werden:

$$\int_0^{2\pi} \int_0^{1-\cos\theta} r \ dr \ d\theta$$

Schritt 1: Tippen Sie das doppelte Integral mit dem EquationWriter ein.



Schritt 2: Geben Sie das doppelte Integral in den Stack ein, und stellen Sie den Anzeigemodus auf Fix 3 und den Winkelmodus auf Radiant ein.

ENTER MODES FMT 3 FIX RAD (wenn nötig)

Schritt 3: Werten Sie das doppelte Integral aus. Überprüfen Sie anschließend Ihre Vermutung, daß π einen Faktor des Ergebnisses darstellt.



Der Genauigkeitsfaktor und die Integrationsunsicherheit

Die numerische Integration berechnet das Integral der Funktion f(x)durch Ermittlung eines gewichteten Mittels vieler Funktionswerte für viele Werte von x (Stichproben) innerhalb des Integrationsintervalls. Die Genauigkeit des Ergebnisses hängt von der Anzahl der berücksichtigten Stichproben ab; im allgemeinen wird durch mehr Stichproben ein genaueres Ergebnis erzielt. Es gibt jedoch zwei Gründe, die Genauigkeit des Integrals zu begrenzen:

- Mit zunehmender Anzahl der Stichproben vergrößert sich die Dauer der Berechnung des Integrals.
- Es gibt in jedem berechneten Wert für f(x) inhärente Ungenauigkeiten:
 - \Box Empirisch ermittelte Konstanten in f(x) könnten ungenau sein. Wenn f(x) beispielsweise empirisch ermittelte Konstanten mit einer Genauigkeit von nur zwei Dezimalstellen enthält, ist es nicht sinnvoll, das Integral mit der vollen Genauigkeit (12 Stellen) des Taschenrechners zu berechnen.
 - \square Wenn f(x) das Modell eines physikalischen Systems darstellt, könnte es in diesem Modell Ungenauigkeiten geben.
 - \square Bei jeder Berechnung von f(x) treten im Taschenrechner Rundungsfehler auf.

Sie können die Genauigkeit des Integrals indirekt begrenzen, indem Sie den Genauigkeitsfaktor des Integranden f(x) angeben. Der Genauigkeitsfaktor ist definiert als:

 $Genauigkeits faktor \leq \left| \frac{\text{wahrer Wert für } f(x) - \text{berechneter Wert für } f(x)}{\text{berechneter Wert für } f(x)} \right|$

Der Genauigkeitsfaktor ist Ihre Abschätzung für den Fehler in jedem berechneten Wert für f(x) in Dezimalform. Sie können den Genauigkeitsfaktor durch Einstellen des Anzeigemodus auf n Fix

20-6 Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung

angeben. Wenn Sie den Anzeigemodus auf 2 Fix einstellen, beträgt der Genauigkeitsfaktor 0,01 oder 1%. Stellen Sie den Anzeigemodus auf 5 Fix ein, beträgt der Genauigkeitsfaktor 0,00001 oder 001%.

Der Genauigkeitsfaktor steht in Zusammenhang mit der Integrationsunsicherheit (einem Maß für die Genauigkeit des Integrals):

 $Integration subscherheit \leq Genauigkeits faktor \times \int |f(x)| dx$



Die schraffierte Fläche entspricht dem Wert des Integrals, die schattierte Fläche entspricht dem Wert der Integrationsunsicherheit. Sie sehen, daß die Integrationsunsicherheit an jedem Punkt von xproportional zu f(x) ist.

Der Algorithmus für die numerische Integration verwendet eine iterative Methode, wobei die Anzahl der Stichproben bei jeder Iteration verdoppelt wird. Bei Beendigung des Algorithmus wird der aktuelle Wert des Integrals in Ebene 1 abgelegt, und der Wert für die Integrationsunsicherheit wird in der Variablen *IERR* gespeichert. Der tatsächliche Fehler im Ergebnis ist in fast allen Fällen kleiner als die Integrationsunsicherheit.

Prüfen der Unsicherheit der numerischen Ergebnisse:

Drücken Sie nach dem Berechnen der numerischen Ergebnisse
 VAR IERR . (Sie müssen NXT) eventuell mehrmals drücken, bis
 IERR in dem Menü angezeigt wird.

Symbolische Integration

Symbolische Integration bedeutet die Berechnung eines Integrals durch Ermitteln einer bekannten Stammfunktion und Einsetzen der angegebenen Integrationsgrenzen. Das Ergebnis ist ein symbolischer Ausdruck.

Der HP 48 kann für folgende Muster Integrationen berechnen:

- Alle vorprogrammierten Funktionen, deren Stammfunktionen ausschließlich weitere vorprogrammierte Funktionen enthalten und deren Argumente linear sind. (Siehe die mit "A" beschrifteten analytischen Funktionen in Anhang G.) Beispiel: 'SIN(X)' → 'COS(X)'.
- Summen, Differenzen, Negationen und andere Muster solcher Funktionen, z. B. 'SIN(X)-COS(X)' → '-SIN(X)-COS(X)' und '1/(COS(X)*SIN(X))' → 'LN(TAN(X))'.
- Ableitungen aller vorprogrammierten Funktionen, z. B.
 'INV(1+X^2)' → 'ATAN(X)'.
- Polynome mit linearem Grundterm, z. B. '(X-3)^3+6' → '6*X+(X-3)^4/4'.

Berechnen des bestimmten Integrals mit symbolischen Grenzen:

1. Drücken Sie (SYMBOLIC) OK , um die Eingabemaske INTEGRATE zu öffnen.

EXPR:	INTEGRAT	E ************
VAR: Resul'	LD: FSymbolic	HI:
ENTER EXPRESSION		
EDIT	CHOOS	(ANCL DK

Der Bildschirm INTEGRATE (symbolisch).

- 2. Geben Sie den zu integrierenden Ausdruck in das Feld EXPR: ein (ohne das Integralzeichen).
- 3. Geben Sie die Integrationsvariable in das Feld VAR: ein.
- 4. Geben Sie die Integrationsgrenzen in die Felder Lū: und HI: ein. Wenn Sie für die Grenzen formale Variablen verwenden wollen, vergewissern Sie sich, daß die Variablen im aktuellen Verzeichnis nicht existieren.
- 5. Vergewissern Sie sich, daß im Feld RESULT die Angabe Symbolic angezeigt wird (drücken Sie gegebenenfalls (+/-)).
- 6. Drücken Sie OK, um das Integral zu berechnen. Wenn das Ergebnis ein geschlossener Ausdruck ist (das Ergebnis enthält nicht das Zeichen J), war die symbolische Integration erfolgreich. Enthält das Ergebnis noch das Zeichen J, versuchen Sie, den Ausdruck umzuformen und neu auszuwerten. Falls dies nicht zu einem Ergebnis geschlossener Form führt, können Sie einen Näherungswert berechnen, indem Sie entweder eine numerische Integration durchführen oder Taylorpolynome verwenden (siehe "Näherungswerte für Taylorpolynome" auf Seite 20-13).
- 7. Drücken Sie (EVAL), um das Ergebnis geschlossener Form zu vereinfachen.

Berechnen des bestimmten Integrals einer Funktion:

- 1. Drücken Sie → SYMBOLIC OK , um die Eingabemaske INTEGRATE zu öffnen.
- 2. Geben Sie den zu integrierenden Ausdruck in das Feld EXFR: ein (ohne das Integralzeichen).
- 3. Geben Sie die Integrationsvariable in das Feld WAR: ein.
 Vergewissern Sie sich, daß es sich um eine formale Variable handelt
 sie darf nicht im aktuellen Verzeichnis vorhanden sein.
- 4. Geben Sie 0 als untere Grenze und die Integrationsvariable als obere Grenze ein.
- 5. Vergewissern Sie sich, daß im Feld RESULT die Angabe Symbolic angezeigt wird (drücken Sie gegebenenfalls +/-).
- 6. Drücken Sie OK , um den Ausdruck geschlossener Form zu berechnen.
- 7. Wenn der Ausdruck geschlossener Form in der Stack-Ebene 1 angezeigt wird, drücken Sie (PRG) TYPE OBJ+ 3 (STACK) (NXT) DRPN, um die unteren Grenzen zu löschen.
- 8. Drücken Sie (EVAL), um das Ergebnis an der oberen Grenze auszuwerten.

Symbolische Integration eines nicht integrierbaren Ausdrucks:

- 1. Berechnen Sie ein Taylorpolynom als einen Näherungswert für den Integranden
- 2. Berechnen Sie das symbolische Integral des Taylorpolynoms.

Differentiation

Sie können einen symbolischen Ausdruck entweder schrittweise differenzieren, so daß Sie die Substitutionen beobachten können, oder vollständig in einem einzigen Schritt, um gleich das Endergebnis zu erhalten. Wenn der Ausdruck ausschließlich analytische Funktionen (in Anhang G mit "A" gekennzeichnet) enthält, können Sie eine explizite Ableitung berechnen.

20 Bestimmen der Ableitung einer Funktion an einem bestimmten Punkt:

- 1. Drücken Sie (SYMBOLIC (GK., um die Eingabemaske DIFFERENTIATE zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Funktion in das Feld EXPR: ein.
- 3. Geben Sie die Differentiationsvariable in das Feld VAR: ein.
- 4. Drücken Sie, wenn nötig, +/-, um den Typ des Ergebnisses auf Numeric zu ändern:



Der Bildschirm DIFFERENTIATE (numerisch)

- 5. Geben Sie den Wert, für den Sie die Ableitung berechnen wollen, in das Feld VALUE: ein.
- 6. Drücken Sie OK .

Vollständige symbolische Differentiation eines Ausdrucks in einem Schritt:

1. Drücken Sie (SYMBOLIC) (V) OK, um die Eingabemaske DIFFERENTIATE zu öffnen.

EXPR:	RENTIATE	
VAR:	14-	
RESULT: SYMDOIIC		
ENTER EXPRESSION		
EDIT CHOOS	STEP CANCE DK	

Der Bildschirm DIFFERENTIATE (symbolisch)

- 2. Geben Sie die Funktion in das Feld EXPR: ein.
- 3. Geben Sie die Differentiationsvariable in das Feld VAR: ein.
- 4. Drücken Sie OK .

Schrittweise symbolische Differentiation eines Ausdruck:

- 1. Drücken Sie () SYMBOLIC () OK , um die Eingabemaske DIFFERENTIATE zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Funktion in das Feld EXPR: ein.
- 3. Geben Sie die Differentiationsvariable in das Feld VAR: ein.
- 4. Drücken Sie STEP. Der nächste Schritt der Ableitung wird berechnet und im Feld EXPR: angezeigt. Drücken Sie EVAL, wenn Sie den Wert in größerer Länge anzeigen wollen.
- 5. Wiederholen Sie Schritt 4, bis die Ableitung vollständig berechnet ist.

Erstellen benutzerdefinierter Ableitungen

Wenn Sie ∂ auf eine Funktion anwenden, für die keine vorprogrammierte Ableitung zur Verfügung steht, liefert ∂ eine *neue* Funktion, deren Name *der*, gefolgt vom Namen der ursprünglichen Funktionsnamen, ist. Die neue Funktion hat dieselben Argumente wie die Funktion und zusätzlich die Ableitungen dieser Argumente. (Zur weiteren Differentiation können Sie eine benutzerdefinierte Funktion erstellen, die die neue Ableitungsfunktion darstellt.)

Wenn Sie ∂ auf eine formale benutzerdefinierte Funktion (ein Name gefolgt von Argumenten in Klammern, für den im Benutzerspeicher

keine benutzerdefinierte Funktion existiert) anwenden, liefert ∂ eine formale Ableitung mit dem Namen *der* gefolgt vom Namen der ursprünglichen benutzerdefinierten Funktion und deren Argumenten und ihren Ableitungen.

Beispiel: Die Definition des HP 48 für % enthält keine Ableitung. Wenn Sie '∂Z(%(%, Y)) ' eingeben und EVAL drücken, erhalten Sie

'der%(X,Y,∂Z(X),∂Z(Y))'

Jedes Argument der Funktion % liefert zwei Argumente für die Funktion der% - \times führt zu \times und $\partial Z(\times)$, und \vee führt zu \vee und $\partial Z(\vee)$.

Zur Definition der Ableitungsfunktion für % geben Sie 'der%(x,y,dx,dy)=(x*dy+y*dx)/100' ein und drücken () (DEF). Im Menü VAR wird DER% angezeigt.

Sie können jetzt die Ableitung von '%(%,2*%)' erhalten, indem Sie den Ausdruck und die Variable '%' eingeben und anschließend () (ALGEBRA) COLCT drücken. Das Ergebnis lautet '.04*%'.

 Beispiel: Geben Sie die Ableitung einer formalen benutzerdefinierten Funktion ein: 'ax(f(x1,x2,x3))'. Drücken Sie anschließend (EVAL), um den Ausdruck auszuwerten. Das Ergebnis lautet:

'derf(x1,x2,x3,∂x(x1),∂x(x2),∂x(x3))'

Implizite Differentiation

Eine implizite Funktion von x und y ist eine Funktion, in der eine der Variablen (y) nicht direkt mit Hilfe der anderen Variablen (f)ausgedrückt wird. Es ist eventuell schwierig oder sogar unmöglich, den Ausdruck nach einer Variablen mit Hilfe der anderen aufzulösen. Auch in einem solchen Fall kann der Ausdruck mit den normalen Regeln der Differentiation und der Kettenregel differenziert werden.

Ausführen einer impliziten Differentiation:

1. Geben Sie die implizite Funktion in den Stack ein. Statt zweier unabhängiger Variabler (wie x und y) verwenden Sie eine zweite Variable, die von der ersten abhängig ist (wie x und y(x)). Es

20-12 Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung
besteht dadurch ein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen, der dazu führt, daß die Differentiation die Funktion als implizite Funktion behandelt, statt eine der Variablen als Konstante zu eliminieren.

- 2. Geben Sie die Differdntiationsvariable in den Stack ein (mit den '-Begrenzungszeichen).
- 3. Drücken Sie (), um die implizite Ableitung zu berechnen. In dem Ergebnis ist möglicherweise eine benutzerdefinierte Ableitung (wie z. B. der Y(X, 1)) enthalten. Auf diese Weise drückt der HP 48 Ableitungen einer Variablen in bezug auf die andere Variable aus (wie $\frac{dY}{dX}$).

Näherungswerte für Taylorpolynome

Sie können für jede mathematische Funktion, die als symbolischer Ausdruck dargestellt wird, ein Taylorpolynom als Näherungswert für x = 0 berechnen (Maclaurinsche Reihe). Den Grad des Polynoms können Sie selbst festlegen.

Berechnen eines Taylorpolynoms als Näherungswert bei x = 0:

1. Drücken Sie → SYMBOLIC ▼ ▼ OK , um die Eingabemaske TAYLOR POLYNOMIAL zu öffnen.

EXPR:	TAYLOR POLYNOMIAL ***********
YAR:	ORDER:
RESULT:	Numeric
ENTER Eqit o	XPRESSION Ods (Angl DK

Der Bildschirm TAYLOR POLYNOMIAL

- 2. Geben Sie die Funktion, für die Sie einen Näherungswert berechnen wollen, in das Feld EXPR: ein.
- 3. Geben Sie den Namen der für das Taylorpolynom zu verwendenden Variablen in das Feld VAR: ein.

- 4. Legen Sie den Grad des Taylorpolynoms im Feld ORDER: fest. Beachten Sie, daß die Berechnung von Polynomen höheren Grades länger dauert.
- 5. Drücken Sie OK, um das Taylorpolynom zu berechnen.

TAYLR wertet die Funktion und ihre Ableitungen für x = 0 aus. Wenn Sie das Verhalten einer Funktion an einer anderen Stelle untersuchen wollen, wird Ihnen das Taylorpolynom nützlicher sein, wenn Sie den Punkt, für den die Funktion ausgewertet werden soll, in diesen Bereich verlegen. Die Vorgehensweise hierzu wird weiter unten beschrieben. Auch in Fällen, in denen die Funktion an der Stelle Null nicht differenzierbar ist, müssen Sie den Auswertungspunkt von Null weg verlegen.

Berechnen des Taylorpolynoms bei x = a:

- 1. Drücken Sie ← SYMBOLIC ▼ ▼ OK , um die Eingabemaske TAYLOR POLYNOMIAL zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Funktion, für die Sie einen Näherungswert berechnen wollen, in das Feld EXPR: ein.
- 3. Drücken Sie (NXT) CALC, und geben Sie 'Y+a' in den Stack ein, wobei a der Punkt ist, für den Sie das Polynom berechnen wollen. Beachten Sie, daß Y (bzw. der verwendete Name) nicht im aktuellen Verzeichnis vorhanden sein darf.
- 4. Drücken Sie () @X STO EVAL DK, um die Umwandlung zu speichern, die Funktion mit dieser Umwandlung neu auszuwerten und in das Feld EXPR: einzusetzen.
- 5. Geben Sie den Namen der neuen in dem Taylorpolynom zu verwendenden Variablen (Y) in das Feld VAR: ein.
- 6. Geben Sie den Grad des Taylorpolynoms in das Feld ÜRDER: ein. Beachten Sie, daß die Berechnung von Polynomen höheren Grades länger dauert, aber auch genauere Näherungswerte liefert.
- 7. Drücken Sie OK, um das Taylorpolynom für den Umwandlungspunkt zu berechnen.
- 8. Drücken Sie VAR (X PURG, um die Variable X zu löschen.
- Geben Sie 'X-a' in den Stack ein, und drücken Sie () @Y (STO), um diesen Wert in Y zu speichern. (Wenn Sie für die Pseudo-Variable einen anderen Namen verwendet hatten, geben Sie diesen Namen statt Y an.)

10. Drücken Sie EVAL, um die Variable wieder auf X zu ändern. Sie können auch (SYMBOLIC) COLCT drücken, um die Ergebnisse zu vereinfachen.

Bestimmen symbolischer Lösungen für Gleichungen

Ein allgemeines Ziel der algebraischen Bearbeitung eines Ausdrucks oder einer Gleichung ist es, "symbolisch" nach einer Variablen aufzulösen, d. h., eine Variable durch die anderen Variablen und Zahlen des Ausdrucks bzw. der Gleichung auszudrücken. Die folgenden Befehle stehen für die symbolische Lösung zur Verfügung:

- ISOL. löst nach einer Variablen auf, die in einer Gleichung oder einem Ausdruck nur an einer einzigen Stelle auftritt.
- QUAD. löst nach einer Variablen auf, die in einem quadratischen Ausdruck oder in einer quadratischen Gleichung auftritt.

ISOL-Befehl	QUAD-Befehl
Die Variable tritt nur ein Mal auf.	Die Variable kann mehrfach
Die Variable kann beliebigen Grades sein.	auftreten; die Reihenfolge braucht nicht geändert zu werden.
Die Variable kann das Argument einer nichtlinearen Funktion (wie z. B. SIN) sein.	Die Variable darf höchstens zweiten Grades sein, um eine exakte Lösung bestimmen zu können.

Vergleich von Befehlen für symbolische Lösungen

Isolieren einer einzelnen Variablen

Auflösen nach einer Variablen, die nur ein Mal auftritt:

- 1. Drücken Sie → SYMBOLIC ▼ ▼ ●K , um die Eingabemaske ISOLATE A VARIABLE zu öffnen.
- Geben Sie den zu lösenden Ausdruck bzw. die Gleichung in das Feld EXPR: ein. Wenn es sich um einen Ausdruck (ohne =) handelt, wird er als Gleichung der Form 'expression=0' behandelt.

- 3. Geben Sie die Variable, nach der Sie auflösen wollen, in das Feld VAR: ein. Die zu isolierende Variable kann nur dann das Argument einer Funktion sein, wenn der HP 48 eine Umkehrfunktion für diese Funktion hat. Funktionen, für die der HP 48 Umkehrfunktionen hat, werden in diesem Handbuch als analytische Funktionen bezeichnet. Sie können z. B. X in einem algebraischen Objekt isolieren, wenn dieses TAN(X) oder LN(X) enthält, weil für TAN und LN Umkehrfunktionen existieren (ATAN und EXP). In einem Objekt, das IP(X) enthält, können Sie X dagegen nicht isolieren. Die analytischen Funktionen des HP 48 sind in der Befehlsübersicht in Anhang G gekennzeichnet.
- 4. Wahlweise: Wählen Sie den gewünschten Ergebnis-Typ (Numeric versucht, eine numerische Lösung zu bestimmen und erzeugt eine Fehlermeldung, falls dies nicht gelingt.)
- Wahlweise: Markieren Sie das Feld PRINCIPAL, wenn Sie nur die Hauptlösung anzeigen wollen (siehe "Berechnen der allgemeinen und der Hauptlösung" auf Seite 20-17).
- 6. Drücken Sie OK, um nach der Variablen aufzulösen.

Lösen quadratischer Gleichungen

Auflösen nach einer Variablen in einem quadratischen Objekt:

- 1. Drücken Sie → SYMBOLIC ▲ ▲ OK , um die Eingabemaske SOLVE QUADRATIC zu öffnen.
- Geben Sie den zu lösenden quadratischen Ausdruck bzw. die quadratische Gleichung in das Feld EXPR: ein. Wenn es sich um einen Ausdruck handelt, wird dieser wie eine Gleichung der Form 'expression=0' behandelt. Wenn Sie eine Gleichung eingeben, in der die zu lösende Variable nicht ersten oder zweiten Grades ist, wird sie in ein Näherungspolynom zweiten Grades umgewandelt und anschließend als quadratische Gleichung gelöst.
- 3. Geben Sie die Variable, nach der Sie auflösen wollen, in das Feld VAR: ein. Wenn das algebraische Objekt weitere Variablen enthält, dürfen diese *nicht* im aktuellen Verzeichnis vorhanden sein, wenn sie in der Lösung als formale (symbolische) Variablen verwendet werden sollen. Falls diese Variablen doch im aktuellen Verzeichnis existieren, werden sie bei der Lösung des quadratischen Objekts ausgewertet. (Löschen Sie eine Variable, um sie als formale Variable verwenden zu können.)

- 4. Wahlweise: Wählen Sie den gewünschten Ergebnis-Typ. (Numeric versucht, eine numerische Lösung zu bestimmen und erzeugt eine Fehlermeldung, falls die nicht gelingt.)
- 5. Wahlweise: Markieren Sie das Feld PRINCIPAL, wenn Sie nur die Hauptlösung anzeigen wollen (siehe unten).
- 6. Drücken Sie OK , um das quadratische Objekt aufzulösen.

Berechnen der allgemeinen und der Hauptlösung

Die Funktionen des HP 48 liefern immer ein Ergebnis, die Hauptlösung. Die Funktion $\sqrt{4}$ liefert beispielsweise +2 als Ergebnis, und ASIN(.5) liefert immer 30 Grad oder 0.524 Radiant.

Beim Auflösen eines algebraisches Objekts nach einer Variablen könnte es jedoch mehrere Lösungen geben, die Sie anzeigen wollen. Die Befehle ISOL und QUAD liefern daher normalerweise eine *allgemeine* Lösung. Eine allgemeine Lösungen steht für mehrere Lösungen; sie enthält eine Variable, die mehrere Werte annehmen kann:

- s1 steht für ein beliebiges Vorzeichen (+1 oder −1). Weitere beliebige Vorzeichen im Ergebnis werden durch s2, s3 usw. gekennzeichnet. Der "Hauptwert" für beliebige Vorzeichen ist +1.
- n1 steht für eine beliebige Ganzzahl 0, ±1, ±2, Weitere beliebige Ganzzahlen werden durch n2, n3 usw. gekennzeichnet. Der "Hauptwert" für beliebige Ganzzahlen ist 0.

Angeben von allgemeinen oder Hauptlösungen bei der Anzeige des Stack:

- 1. Drücken Sie (MODES) FLAG.
- 2. Drücken Sie CHK, bis die gewünschte Option für das Flag -1 angezeigt wird.
- **Beispiel:** Der Befehl ISOL zum Isolieren von x in der Gleichung $y = \sin x^2$ liefert die folgenden Ergebnisse bei Verwendung der allgemeinen bzw. der Hauptlösung (im Modus Radiant):

Hauptlösung: 'X=JASIN(Y)'.

Allgemeine Lösung: 'X=s1*√(ASIN(Y)*(− 1)^⊓1+π*⊓1)'

Anzeigen verdeckter Variablen

Es kann vorkommen, daß Sie nach einer Variablen auflösen wollen, die in einer anderen Variablen gespeichert ist. In diesem Fall müssen Sie das algebraische Objekt umformen, so daß die verdeckte Variable sichtbar wird.

Durch die Umformung eines algebraischen Objekts können Sie auch erreichen, daß bestimmte Variablen nicht ausgewertet werden, um die Auswertung zu beschleunigen.

Auswerten bestimmter Variablen in einem Ausdruck:

- 1. Geben Sie den Ausdruck in den Stack ein.
- 2. Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:
 - Geben Sie den Namen (mit 'Begrenzungszeichen) der Variablen in dem Ausdruck, die ausgewertet werden sollen, ein.
 - Geben Sie eine Liste mit den Namen der Variablen, die nicht ausgewertet werden sollen, ein.
- 3. Drücken Sie (SYMBOLIC) SHOW. Der Ausdruck wird entsprechend Ihren Anweisungen in Schritt 2 *teilweise* ausgewertet.

Auswerten eines algebraischen Objekts nach temporären Variablenwertei

- 1. Geben Sie das algebraische Objekt in den Stack ein.
- 2. Geben Sie eine Liste mit allen Variablennamen, gefolgt vom einzusetzenden Wert, ein. Beispiel: $\langle Name_1 Ausdr_1 \dots Name_n Ausdr_n \rangle$, wobei Ausdr eine Zahl oder ein symbolischer Ausdruck sein kann.
- 3. Drücken Sie SYMBOLIC NXT , um die Auswertung durchzuführen. Wenn eine in der Liste angegebene Variable bereits existiert (im VAR-Menü), wird ihr Inhalt *nicht* durch die |-Funktion ("wobei"-Funktion) geändert.

Neuordnen symbolischer Ausdrücke

Bearbeiten ganzer Ausdrücke

Sie können algebraische Objekte manchmal vereinfachen, indem Sie Teilausdrücke erweitern oder entsprechende Terme zusammenfassen. Wenn z. B. eine Variable mehrmals in einem algebraischen Objekt auftritt, können Sie das Objekt so vereinfachen, daß die Variable nur ein einziges Mal auftritt, um anschließend mit ISOL nach der Variablen auflösen zu können.

Ein *Teilausdruck* besteht aus einer Funktion und ihren Argumenten. Die Funktion, die einen Teilausdruck definiert, ist die *Hauptfunktion* dieser Funktion. Diese Funktion wird als letzte ausgewertet. Beispiel: In dem Ausdruck 'A+B*C<D', ist * die Hauptfunktion für den Teilausdruck 'B*C', \setminus ist die Hauptfunktion für 'B*C<D', und + ist die Hauptfunktion für 'A+B*C<D'.

Zusammenfassen entsprechender Terme in einem algebraischen Objekt:

- Geben Sie den Ausdruck in den Stack ein, und drücken Sie
 SYMBOLIC COLCT. COLCT vereinfacht ein algebraisches Objekt in folgender Weise:
 - Numerische Teilausdrücke werden ausgewertet. '1+2+LOG(10)'
 COLCT liefert beispielsweise das Ergebnis 4.
 - □ Numerische Terme werden zusammengefaßt. '1+X+2' COLCT liefert beispielsweise das Ergebnis '3+X'.
 - □ Die Faktoren (Argumente von *) werden geordnet, und gleiche Faktoren werden zusammengefaßt. 'X^Z*Y*X^T*Y' <u>COLCT</u> liefert beispielweise das Ergebnis 'X^(T+Z)*Y^2'.
 - □ Summanden (Argumente von + oder –) werden geordnet, und ähnliche Terme, die sich nur in einem Koeffizienten unterscheiden, werden zusammengefaßt. 'X+X+Y+3+X' <u>COLCT</u> liefert beispielsweise das Ergebnis '5+X+Y'.

COLCT behandelt die beiden Seiten einer Gleichung getrennt, ähnliche Terme auf den entgegengesetzten Seiten der Gleichung werden deshalb nicht zusammengefaßt.

Erweitern von Produkten und Potenzen in einem algebraischen Objekt:

- Geben Sie den Ausdruck in den Stack ein und drücken Sie
 SYMBOLIC EXPA . EXPAN schreibt ein algebraisches Objekt in folgender Weise neu:
 - □ Klammern, die Additionen enthalten, werden ausmultipliziert. 'A*(B+C)' EXPA liefert beispielsweise 'A*B+A*C'.
 - □ Potenzen, deren Exponenten aus Summen bestehen, werden ausmultipliziert. 'A^(B+C)' EXPA liefert beispielsweise 'A^B*A^C'.
 - Dotenzen mit positiven Exponenten werden erweitert. 'X^5'
 EXPA liefert beispielsweise 'X*X^4', und '(X+Y)^2' EXPA liefert 'X^2+2*X*Y+Y^2'.

EXPAN führt nicht alle möglichen Erweiterungen eines algebraischen Objekts in einem Schitt aus, sondern arbeitet sich an der Hierarchie der Teilausdrücke entlang. EXPAN hält an jeder Ebene der Hierarchie an, an der es einen erweiterbaren Teilausdruck findet. Zunächst wird der Teilausdruck auf der höchsten Ebene (das ist das algebraische Objekt selbst) untersucht. Wenn eine Erweiterung möglich ist, führt EXPAN diese durch und hält danach an. Ist die Erweiterung nicht möglich, untersucht EXPAN alle Teilausdrücke der zweiten Ebene. Dieser Prozeß wird so lange fortgesetzt, bis eine Erweiterung durchgeführt wurde; die tieferen Ebenen werden nicht mehr untersucht.

Bearbeiten von Teilausdrücken

Sie können algebraische Objekte in spezifischen Schritten neu ordnen, um das Ergebnis in der gewünschten Form zu erhalten. Die "Rules"-Umformungen sind algebraische Operationen zur Umformung, die weniger umfangreich sind als EXPAN und COLCT. Mit "Rules" können Sie in kleinen Schritten den Weg einer algebraischen Umformung steuern.

Algebraische Umformung eines Teilausdrucks:

- 1. Bringen Sie das algebraische Objekt in die Anwendung EquationWriter:
 - Für ein neues algebraisches Objekt drücken Sie (EQUATION), und geben Sie das Objekt ein.

- Wenn Sie das algebraische Objekt in Ebene 1 verwenden wollen, drücken Sie ().
- Wenn Sie ein in einer Variablen gespeichertes algebraisches Objekt verwenden wollen, drücken Sie die der Variablen entsprechende VAR-Menütaste, und drücken Sie (▼).
- 2. Aufrufen der Auswahlumgebung:
 - Im Eingabemodus drücken Sie
 - Im Rollmodus drücken Sie ♠ PICTURE ◀.
- Drücken Sie A V A L, um den Auswahlcursor auf die Hauptfunktion des zu ordnenden Teilausdrucks zu verschieben. (Siehe unten.)
- 4. Wahlweise: Drücken Sie an einer beliebigen Stelle **EXPR**, um den gesamten aktuellen Teilausdruck zu markieren (die Markierung wird ein- oder ausgeschaltet).
- 6. Drücken Sie die Menütaste für die gewünschte Umformung (oder verschieben Sie den Cursor, wenn Sie keine Umformung durchführen wollen). Drücken Sie vor der Umformungstaste die Taste , wenn die Umformung so lange wiederholt werden soll, bis keine Umformung mehr möglich ist.
- 7. Wiederholen Sie Schritt 6 für jede gewünschte Umformung. (Wenn Sie den Cursor verschieben, müssen Sie wieder bei Schritt 3 aufsetzen.)
- 8. Drücken Sie ENTER, um das umgeformte algebraische Objekt zu speichern (oder drücken Sie CANCEL), um die Änderung nicht zu speichern).

In diesem Abschnitt wird die im vorigen Abschnitt verwendete Definition des *Teilausdrucks* auch auf individuelle Objekte ausgedehnt. Sie können z. B. einen Namen als Teilausdruck angeben.

Nachdem Sie die Auswahlumgebung aktiviert haben, verschieben Sie den Auswahlcursor. Dadurch werden ein Objekt innerhalb des algebraischen Objekts und der entsprechende Teilausdruck ausgewählt.

Taste	Beschreibung
RULES	Aktiviert ein Menü mit relevanten Umformungen für
	den angegebenen Teilausdruck.
EDIT	Übergibt den angegebenen Teilausdruck in die
	Befehlszeile zum Ändern.
EXPR	Markiert den angegebenen Teilausdruck.
SUB	Übergibt den angegebenen Teilausdruck an die
	Stack-Ebene 1.
REPL	Ersetzt den angegebenen Teilausdruck durch das
	algebraische Objekt aus der Stack-Ebene 1. (Siehe
	"Ersetzen eines Teilausdrucks durch einen
	algebraischen Ausdruck" auf Seite 7-13.)
EXIT	Verläßt die Auswahlumgebung und setzt den
	Eingabecursor an das Ende der Gleichung.
	Verschiebt den Auswahlcursor in der angegebenen
	Richtung auf das nächste Objekt.Wenn Sie zuvor 🕞
	drücken, wird der Auswahlcursor auf das am weitesten
	entfernte Objekt in der angegebenen Richtung
_	verschoben.
(+/_)	Markiert den angegebenen Teilausdruck (wie EXPR),
	ist aber auch dann aktiv, wenn das RULES-Menu
	angezeigt wird.

Operationen im Auswahlmenü

Das RULES-Menü enthält möglicherweise auch Umformungen, die für den Teilausdruck nicht gültig sind - wenn Sie eine solche Umformung verwenden, wird ein Signalton ausgegeben. Nachdem Sie eine Umformung ausgeführt haben, kennzeichnet der Auswahlcursor das neue Objekt der obersten Ebene. Wenn Sie eine der folgenden Tasten drücken, wird das RULES-Menü ausgeblendet: () () () (), (zur Rückkehr in das Auswahlmenü), (ENTER und (CANCEL).

Die RULES-Umforungen sind in den Tabellen auf den folgenden Seiten mit entsprechenden Beispielen beschrieben. Die Tabellen enthalten *nicht* alle Muster, für die Umformungen möglich sind.

Hinweis



Die folgenden Tabellen enthalten Beispiele für Umformungen der Form

 $vorher \rightarrow nachher$

Die algebraischen Objekte (vorher/nachher) werden in ihrer *Befehlszeilenform* angegeben, auch wenn Sie die RULES-Umformungen in der *EquationWriter-Umgebung* durchführen. Wenn Sie ein Beispiel ausprobieren wollen, drücken Sie (ENTER), um den neuen Ausdruck in seiner Befehlszeilenform anzuzeigen.

Das RULES-Menü - Allgemeine Umformungen

Taste	Beschreibung
DNEG	Doppelte Negation. $\mathbf{f} \rightarrow -\mathbf{F}$
DINV	Doppelte Kehrwertbildung. $\mathbf{\hat{H}} \rightarrow \mathbf{INV}(\mathbf{INV}(\mathbf{\hat{R}}))$
*1	Multipikation mit 1. $\underline{H} \rightarrow \underline{H} \pm 1$ $\underline{H} + \underline{B} \ge 1 \rightarrow \underline{H} + \underline{B}$
~1	Erheben in die erste Potenz. $\mathbf{f} \rightarrow \mathbf{h}^{\infty} 1$
×1	Division durch 1. $\hat{H} \rightarrow \hat{H} \ge 1$ $\hat{H} + \hat{B} \ge 1 \rightarrow \hat{H} + \hat{E}$
+1-1	Addition von 1 und Subtraktion von 1. $\mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H} + 1 = 1$
COLCT	Zusammenfassen. Führt eine begrenzte Version des Befehls COLCT im Menü SYMBOLIC aus. Wirkt nur auf den im angegebenen Objekt definierten Teilausdruck und läßt die Koeffizienten zusammengefaßter Terme als Summen bzw. Differenzen stehen. $(2+3)*X \rightarrow 5*X$ $2*X+3*X \rightarrow (2+3)*X$

Das RULES-Menü - Verschieben von Termen

Taste	Beschreibung
÷Τ	Term nach links verschieben. Verschiebt den nächsten Nachbarn rechts von der angegebenen Funktion über den nächsten Nachbarn links von der Funktion hinweg. $A+B+(C+D) \rightarrow A+C+(B+D)$ $A+B+(C+D) \rightarrow A+C+(B+D)$ $A+B+(C+D) \rightarrow A+B+(D+C)$ $A+(B+C)*1+D \rightarrow A+D+(B+C)*1$ $A*B=C*D \rightarrow A*B/C=D$
T÷	Term nach rechts verschieben. Verschiebt den nächsten Nachbarn links von der angegebenen Funktion über den nächsten Nachbarn rechts von der Funktion hinweg. $A+B=(D+E) \rightarrow A=-B+(D+E)$ $A*B=(X+Y) \rightarrow A=INV(B)*(X+Y)$

20

★T und T→ werden zum Verschieben eines Terms über den jeweils "nächsten Nachbarn" links oder rechts verwendet. Ein Term ist ein Argument von + oder – (ein Summand), ein Argument von * oder / (ein Faktor) oder ein Argument von =. Bei diesen Operationen werden Klammern nicht berücksichtigt. Sie können angeben, daß Klammern berücksichtigt werden sollen, indem Sie den Klammerausdruck mit ¥1 in einen Term umwandeln.

Das RULES-Menü - Erstellen und Verschieben von Klammern

Taste	Beschreibung
(())	Nachbarn einklammern. Setzt die nächsten Nachbarn
	von + oder * in Klammern. Wenn die angegebene
	Funktion die erste oder einzige Funktion in dem
	Ausdruck ist, hat dies keine Auswirkung, da die
	Klammern bereits vorhanden (wenn auch nicht
	sichtbar) sind.
	$A+B+C+D \rightarrow A+(B+C)+D$
(+	Teilausdruck links erweitern. Erweitert den mit der
	angegebenen Funktion zusammenhängenden
	Teilausdruck auf den links benachbarten Term.
	Beachten Sie, daß dadurch ein zusammengehörendes
	Klammerpaar verschwinden kann.
	$A+B+(C+D)+E \rightarrow A+(B+C+D)+E$
+)	Teilausdruck rechts erweitern. Erweitert den mit der
	angegebenen Funktion zusammenhängenden
	Teilausdruck auf den rechts benachbarten Term.
	$A+(B+C)+D+E \rightarrow A+(B+C+D)+E$

Taste	Beschreibung
6 4	Vertauschen. Vertauscht die Argumente der
	angegebenen Funktion.
	$A \neq B \rightarrow B \neq A$
	$INV(A) * B \rightarrow BZA$
+A	Verbinden links.
	$A+(B+C) \rightarrow A+B+C$
	$A*(B/C) \rightarrow A*B/C$
	$A^{(B*C)} \rightarrow A^{B^{C}}$
A →	Verbinden rechts.
	$(A+B)*C \rightarrow A*(B+C)$
	$(A*B)/C \rightarrow A*(B/C)$
	(A^B) [™] C → A [™] (B*C)
+()	Präfix-Funktion verteilen.
	$-(A+B) \rightarrow -A-B$
	$INV(A/B) \rightarrow INV(A)*B$
	$IM(A*B) \rightarrow RE(A)*IM(B)*IM(A)*RE(B)$
+D	Verteilen links.
	$(A+B) \neq C \rightarrow A \neq C \neq B \neq C$
	$(A/B)^{\circ}C \rightarrow A^{\circ}CZB^{\circ}C$
D+	Verteilen rechts.
	$A*(B+C) \rightarrow A*B*A*C$
	A^(B−C) → A^BZA^C
	$LN(A*B) \rightarrow LN(A)*LN(B)$
+M	Faktoren links zusammenfassen. Faßt Argumente von
	+, -, * und / zusammen, wenn die Argumente einen
	gemeinsamen Faktor oder eine gemeinsame Funktion
	mit nur einem Argument EXP, ALOG, LN oder LOG
	haben. Bei gemeinsamen Faktoren gibt \div an, daß die
	Faktoren auf der linken Seite gemeinsame Faktoren
	sind. + last auch Summen zusammen, bei denen nur
	ein Argument ein Frodukt ist.
	$ (\Pi \forall \Box) = (\Pi \forall U) \rightarrow \Pi \forall (\Box \dagger U) \\ [\nabla D / \Box) = \nabla D / \Box) \rightarrow [\nabla D / \Box \perp D)$
	$ \Box \land \Box $
	$ \Box \pm \Box \pm \Box \rightarrow \Box \pm \langle \bot \pm \Box \rangle$

Das RULES-Menü - Vertauschung, Verbindung und Verteilung

Das RULES-Menü - Vertauschung, Verbindung und Verteilung (Forts.)

Taste	Beschreibung
M→	Faktoren rechts zusammenfassen. Faßt Argumente von +, -, * und / zusammen, wenn die Argumente einen gemeinsamen Faktor oder eine gemeinsame Funktion mit nur einem Argument EXP, ALOG, LN oder LOG haben. Bei gemeinsamen Faktoren gibt \Rightarrow an, daß die Faktoren auf der rechten Seite gemeinsame Faktoren sind. \Rightarrow faßt auch Summen zusammen, bei denen nur ein Argument ein Produkt ist. (A*C)+(B*C) \rightarrow (A+B)*C A*B+1*B \rightarrow (A+1)*B
-()	Doppelt negieren und ausmultiplizieren. Ist gleichbedeutend mit DNEG und daran anschließender Ausführung von \rightarrow () auf die resultierende innere Negation. $A+B \rightarrow = (-A-B)$ $LOG(INV(A)) \rightarrow = LOG(A)$
1/()	Zweifachen Kehrwert bilden und ausmultiplizieren. Ist gleichbedeutend mit DINV und daran anschließender Ausführung von \rightarrow () auf die resultierende innere Kehrwertbildung. $A \neq B \rightarrow INV(INV(A) \times B)$ $E \neq P(A) \rightarrow INV(E \approx P(-A))$

Das RULES-Menü - Potenzen umformen

Taste	Beschreibung
L×	Den Logarithmus einer Potenz durch das Produkt mit einem Logarithmus ersetzen. LOG(A^B) \rightarrow LOG(A) $*$ B
LO	Das Produkt mit einem Logarithmus durch den Logarithmus einer Potenz ersetzen. LN(A) $\mathbb{B} \rightarrow \mathbb{L}N(A^B)$
E	Das Produkt aus Potenzen durch die Potenz einer Potenz ersetzen. $ALOG(A*B) \rightarrow ALOG(A)^B$
E()	Die Potenz einer Potenz durch das Produkt aus Potenzen ersetzen. EXP(A)^B → EXP(A*B)
→TRG	Exponentialfunktionen durch trigonometrische Funktionen ersetzen. (In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, daß der Modus Radiant aktiv ist.) $E \boxtimes P(A) \rightarrow COS(A/i) + SIN(A/i) + i$

Das RULES-Menü - Addition von Brüchen

Taste	Beschreibung
AF	Addieren von Brüchen. Faßt Terme über einem
	gemeinsamen Nenner zusammen. (Wenn zwei Brüche
	bereits einen gemeinsamen Nenner haben, verwenden
	Sie M→ .)
	$A + (B/C) \rightarrow (A + C + B)/C$
	$(A/B) = C \rightarrow (A-B*C) \ge B$

Das RULES-Menü - Erweitern trigonometrischer Funktionen

Taste	Beschreibung
⇒DEF	Trigonometrische Definition erweitern. Ersetzt trigonometrische und hyperbolische Funktionen sowie deren Umkehrfunktionen durch ihre Definitionen in EXP und LN. (In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, daß der Modus Radiant aktiv ist.) $COS(X) \rightarrow (EXP(X*i)+EXP(-(X*i))) \ge 2$ $RSINH(U) \rightarrow =LN(J(1+U^2)-U)$
TRG*	Zum Produkt trigonometrischer Funktionen erweitern. Erweitert trigonometrische Funktionen von Summen und Differenzen. SIN(X+Y) \rightarrow SIN(X)*COS(Y)+COS(X)*SIN(Y)

Das RULES-Menü - Automatische Mehrfachausführung

Taste	Beschreibung
	Mehrfach verteilen rechts.
+	Mehrfach verteilen links. ($A+B+C$) $\neq D \rightarrow A \neq D+B \neq D \neq C \neq D$
₽ H→	Mehrfach verbinden rechts.
₽ *8	Mehrfach verbinden links. $A+(B+(C+D)) \rightarrow A+B+C+D$
M→	Faktoren rechts mehrfach zusammenfassen. $A*B+C*B+D*B \rightarrow (A+C+D)*B$
₽ *M	Faktoren links mehrfach zusammenfassen.
	Term mehrfach nach rechts verschieben. $A+B+C+D=E \rightarrow B+C+D=E-A$
Ð F	Term mehrfach nach links verschieben.
•	Teilausdruck rechts mehrfach erweitern. $A+(B+C)+D+E \rightarrow A+(B+C+D+E)$
	Teilausdruck links mehrfach erweitern.

Beispiel: Lösen Sie in der folgenden Gleichung nach der Variablen x auf:

ax = bx + c

Formen Sie dazu die Gleichung so um, daß x nur ein Mal auftritt, und verwenden Sie anschließend ISOL.

Schritt 1: Rufen Sie die Anwendung EquationWriter auf, und tippen Sie den Ausdruck ein.



Schritt 2: Aktivieren Sie die Auswahlumgebung. Verschieben Sie den Auswahlcursor anschließend auf die linke Seite der Gleichung, und rufen Sie das RULES-Menü auf.



20



Schritt 3: Verschieben Sie den Term B·X auf die linke Seite der Gleichung.

÷Τ



Schritt 4: Fassen Sie die beiden Terme auf der linken Seite der Gleichung zusammen.

M4

(A-E	})∎X=	⊧C			
÷T	T÷	÷M	MĐ	÷D	D÷

Schritt 5:x tritt jetzt in der Gleichung nur noch ein Mal auf.Legen Sie jetzt die Gleichung im Stack ab, und isolieren
Sie x.

Erstellen benutzerdefinierter Umformungen

Wenn die integrierten Rules-Umformungen ein algebraisches Objekt nicht in die gewünschte Form bringen, können Sie auch eigene Umformungen erstellen. Durch solche selbstdefinierten Umformungen können Sie auftretende Muster durch andere Muster ersetzen. Das Muster kann spezifisch sein oder "Universalmuster" enthalten, die für Teilausdrücke stehen und beim Ersetzen unverändert übernommen werden. Sie werden darüber informiert, ob Muster ersetzt wurden oder nicht.

Sie können auch bedingte Umformungen vornehmen - die Umformung wird abhängig von einer angegebenen Bedingung durchgeführt oder nicht.

Ersetzen eines Teilausdrucks durch einen anderen:

- 1. Drücken Sie (SYMBOLIC) (A) OK , um die Eingabemaske MANIPULATE EXPRESSION anzuzeigen.
- 2. Drücken Sie MATC, um die Eingabemaske MATCH EXPRESSION zu öffnen.
- 3. Geben Sie den zu ändernden Ausdruck in das Feld EXPR: ein oder rufen Sie ihn auf. (Sie können einen Ausdruck in der Stack-Ebene 1 aufrufen, indem Sie (NXT) CALC OK (NXT) drücken.)
- 4. Geben Sie das zu ersetzende symbolische Muster in das Feld PATTERN: ein. Für allgemeine Umformungen kann das Suchmuster auch "Universalmuster" enthalten, die einem *beliebigen* Teilausdruck entsprechen. Ein Universalmuster besteht aus dem Zeichen & (@TENTER) und einem gültigen Variablennamen (z. B. &A, &B oder &Name).
- 5. Geben Sie das neue symbolische "Ersatzmuster" in das Feld REPLACEMENT: ein. Wenn Sie im Suchmuster Universalmuster verwendet hatten, sollten Sie im Ersatzmuster normalerweise ebenfalls ein Universalmuster angeben. Sie können in dem Ersatzmuster kein Universalmuster angeben, das nicht auch im Suchmuster angegeben wurde.

- 6. Wahlweise: Markieren Sie das Feld SUBEXPR FIRST, wenn das Suchen und Ersetzen bei der tiefsten Ebene der Teilausdrücke begonnen und mit den höheren Ebenen fortgesetzt werden soll. Dies ist sinnvoll, wenn der Ausdruck durch die Substitution vereinfacht werden soll. Markieren Sie das Feld nicht, wenn das Suchen und Ersetzen mit dem Gesamtausdruck beginnen und mit den tieferen Ebenen fortgesetzt werden soll - dies empfiehlt sich bei einem Erweitern des Ausdrucks. Ein Teilausdruck, der bereits gefunden und ersetzt wurde, wird im gleichen Durchlauf kein weiteres Mal ersetzt. Ebenso werden auch Teilausdrücke, deren Argumente bereits ersetzt wurden, nicht ersetzt.
- Wahlweise geben Sie für eine bedingte Umformung den Bedingungsausdruck ein (z. B. '&A≟Ø'). Wenn ein solcher Ausdruck angegeben ist, wird die Umformung nur duchgeführt, wenn die Bedingung wahr ist.
- 8. Drücken Sie OK, um das Suchen und Ersetzen in der angegebenen Richtung (und gegebenenfalls entsprechend der angegebenen Bedingung) durchzuführen.
- **Beispiel:** Eine Erweiterung für die Halbwinkelformel für den Sinus lautet:

$$\sin(2z) = 2\sin(z)\cos(z)$$

Erstellen Sie auf der Basis dieser Formel eine Umformung, und formen Sie damit den Ausdruck 'SIN(2*(X+1))' um.

Schritt 1: Öffnen Sie die Eingabemaske MATCH EXPRESSION, und geben Sie den umzuformenden Ausdruck in das Feld EXPR: ein.



XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
EXPR: 'SIN(2*(X+1))'
PATTERN:
REPLACEMENT:
_SUBEXPR FIRST COND:
ENTER PATTERN TO SEARCH FOR
EDIT CANCL OK

Schritt 2: Geben Sie das zu suchende Muster und den Ersatzausdruck ein. Verwenden Sie ein Universalzeichen für z in den Formeln.



MATCH EXPRESSION				
EXPR: 'SI	N(2*(X·	+1>>'		
PATTERN: 'SIN(2*&Z)'				
REPLACEMENT: 2*SIN(&Z)*				
SUBEXPR FIRST COND:				
SEARCH SUBEXPRESSIONS FIRST?				
	CHK 🖉	CANCE	DK.	

Schritt 3: Markieren Sie SUBEXPR FIRST nicht, und geben Sie keinen Bedingungsausdruck ein. Führen Sie das Suchen und Ersetzen aus.

OK

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
EXPR: '2*SIN(X+1)*COS
ENTER EXPRESSION
EALT AUDIN STATE STATE ADDITION SUDA

Unbestimmte Integrale

Diese Tabelle enthält unbestimmte Integrale, die vom HP 48 verwendet werden. Sie zeigt die Integranden, welche vom HP 48 als unbestimmtes Integrale berechnet werden können.

 ϕ ist eine lineare Funktion der Integrationsvariablen. Um den Ausdruck in seine einfachste Form zu bringen, ist die Funktion durch den Koeffizienten 1. Ordnung in ϕ zu dividieren. Außerdem entsprechen mit 1/ beginnende Integranden INV: z.B. ist $1/\phi$ gleichwertig mit INV (ϕ) .

Funktion	Stammfunktion	
$ACOS(\phi)$	$\phi \times ACOS(\phi) - \sqrt{(1-\phi^2)}$	
$\operatorname{ALOG}(\phi)$	$.434294481904 \times \text{ALOG}(\phi)$	
$\operatorname{ASIN}(\phi)$	$\phi \times ASIN(\phi) + \sqrt{(1-\phi^2)}$	
$\operatorname{ATAN}(\phi)$	$\phi \times \text{ATAN}(\phi - \text{LN}(1 + \phi^2)/2$	
$\cos(\phi)$	$\operatorname{SIN}(\phi)$	
$1/(\cos(\phi) \times \sin(\phi))$	$LN(TAN(\phi))$	
$\operatorname{COSH}(\phi)$	$SINH(\phi)$	
$1/(COSH(\phi) \times SINH(\phi))$	$LN(TANH(\phi))$	
$1/(\text{COSH}(\phi)^2)$	$TANH(\phi)$	
$\mathrm{EXP}(\phi)$	$\mathrm{EXP}(\phi)$	
$\mathrm{EXPM}(\phi)$	$\mathrm{EXP}(\phi) - \phi$	
$\mathrm{LN}(\phi)$	$\phi \times LN(\phi) - \phi$	
$\mathrm{LOG}(\phi)$	$.434294481904 \times \phi \times \text{LN}(\phi) - \phi$	
$\operatorname{SIGN}(\phi)$	$ABS(\phi)$	
$\mathrm{SIN}(\phi)$	$-\mathrm{COS}(\phi)$	
$1/(SIN(\phi) \times COS(\phi))$	$LN(TAN(\phi))$	
$1/(SIN(\phi) \times TAN(\phi))$	$-INV(SIN(\phi))$	
$1/(SIN(\phi) \times TAN(\phi))$	$-INV(SIN(\phi))$	
$1/(\mathrm{SIN}(\phi)^2)$	$-INV(TAN(\phi))$	
$SINH(\phi)$	$\operatorname{COSH}(\phi)$	
$1/(\text{SINH}(\phi) \times^2$	$-INV(SIN(\phi))$	

Unbestimmte Integrale

Funktion	Stammfunktion
$1/(\text{SINH}(\phi) \times \text{COSH}(\phi))$	$LN(TANH(\phi))$
$1/(SINH(\phi) \times TANH(\phi))$	$-INV(SINH(\phi))$
$\mathrm{SQ}(\phi)$	$\phi^3/3$
$\mathrm{TAN}(\phi)^2$	$TAN(\phi)-\phi$
$\mathrm{TAN}(\phi)$	$-LN(COS(\phi))$
$\mathrm{TAN}(\phi)/\mathrm{COS}(\phi)$	$INV(COS(\phi))$
$1/\mathrm{TAN}(\phi)$	$LN(SIN(\phi))$
$1/\mathrm{TAN}(\phi) imes \mathrm{SIN}(\phi))$	$-INV(SIN(\phi))$
$ ext{TANH}(\phi)$	$LN(COSH(\phi))$
$ ext{TANH}(\phi)/ ext{COSH}(\phi)$	$INV(COSH(\phi))$
$1/TANH(\phi)$	$LN(SINH(\phi))$
$1/TANH(\phi) \times SINH(\phi))$	$-INV(SINH(\phi))$
$\sqrt{\phi}$	$2 \times \phi^{1.5} / 3$
$1/\sqrt{\phi}$	$2\chi\sqrt{\phi}$
$1/(2 \times \sqrt{\phi}))$	$2x\sqrt{\phi}x.5$
$\phi^{z}(z \ { m symbolic})$	$\mathrm{IFTE}(z==-1,\mathrm{LN}(\phi),\phi^{(z+1)}/(z+1))$
$\phi^z(z \text{ real}, \neq 0, -1)$	$\phi^{(z+1)}/(z+1)$
ϕ^0	ϕ
ϕ^{-1}	$LN(\phi)$
$1/\phi$	$LN(\phi)$
$1/(1-\phi^2)$	$ATANH(\phi)$
$1/(1+\phi^2)$	$\operatorname{ATAN}(\phi)$
$1/(\phi^2+1)$	$\operatorname{ATAN}(\phi)$
$1/(\sqrt{(\phi-1)}\times\sqrt{(\phi+1)})$	$ACOSH(\phi)$
$1/\sqrt{(1-\phi^2)}$	$ASIN(\phi)$
$1/\sqrt{(1+\phi^2)}$	$ASINH(\phi)$
$1/\sqrt{(\phi^2+1)}$	$ASINH(\phi)$

20

Unbestimmte Integrale (Forts.)

21

Statistik und Datenanalyse

Eingeben von Statistikdaten

Daten können beim HP 48 in Form von zwei verschiedenen Objektarten gespeichert werden: als Felder und Listen. Im allgemeinen sind Listen für Statistikberechnungen mit einer Variablen besser geeignet, Felder dagegen für statistische Berechnungen mit mehreren Variablen. Felder dürfen nur numerische Daten enthalten, Listen können dagegen Daten jedes Typs aufnehmen.

Die interne Anwendung STAT arbeitet stets mit Feldern: Das Programm verwendet die Daten, die in der Feldvariablen namens ΣDAT momentan gespeichert sind.

Für die Verwendung von programmierten Statistikfunktionen, die nicht in die Anwendung STAT integriert sind, können jedoch Listen als Objekttyp flexibler sein als Felder.

Eingeben von Statistikdaten als Liste:

- 1. Drücken Sie (()) für den Listenanfang.
- 2. Geben Sie die einzelnen Datenwerte ein, jeweils gefolgt von SPC. Schließen Sie die Eingabe nach dem letzten Datenwert mit ENTER ab.
- Wahlweise: Speichern Sie die Datenliste in einer benannten Variablen (nicht in einer reservierten Variablen wie z.B. ΣDAT), um sie später erneut verwenden zu können.

Direktes Eingeben von Statistikdaten in ΣDAT :

- 1. Drücken Sie (STAT) OK, um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- 2. Wahlweise: Falls sich im Feld ZDAT: bereits Daten befinden, können Sie entweder den Feldinhalt löschen (mit DEL OK)

oder die Daten sichern, indem Sie sie zunächst in einer Variablen speichern (siehe folgende Anleitung) und dann löschen.

- Setzen Sie die Markierung auf das Feld ZDAT:, und drücken Sie EDIT, um den MatrixWriter aufzurufen (eventuell müssen Sie zunächst (NXT) drücken).
- 4. Geben Sie die Daten ein. Verwenden Sie für jeden einzelnen Datensatz eine eigene Zeile und für jede Variable in dem Datensatz eine neue Spalte. Ein Datensatz mit Angaben über Größe, Gewicht und Alter für 100 Personen würde beispielsweise in Form von 100 Zeilen zu je 3 Spalten eingegeben.
- 5. Drücken Sie anschließend (ENTER). Die Datenmatrix ist nun in ΣDAT ; zwischengespeichert. Drücken Sie OK, wenn Sie die Matrix dort gespeichert lassen möchten; drücken Sie CANCL, wenn Sie den gesamten Vorgang ab brechen möchten; drücken Sie erneut EDIT, wenn Sie die Bearbeitung der Matrix fortsetzen möchten.

Speichern des Feldes in ΣDAT in einer anderen Variablen:

- Drücken Sie STAT OK, um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.) Ein Teil der aktuellen Statistikmatrix wird im Feld ZDAT: angezeigt.
 - 2. Drücken Sie (NXT) CALC, um den Stack aufzurufen.
 - 3. Geben Sie (mit den Begrenzungszeichen ') auf Ebene 1 einen Namen für die Matrix ein, und drücken Sie anschließend (STO).
 - 4. Rufen Sie mit OK wieder die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS auf.

Eingeben von Statistikdaten in eine Matrix:

- 1. Drücken Sie (MATRIX), um den MatrixWriter aufzurufen.
- Geben Sie die Daten ein. Verwenden Sie für jeden einzelnen Datensatz eine eigene Zeile und für jede Variable in dem Datensatz eine neue Spalte. Ein Datensatz mit Angaben über Größe, Gewicht und Alter für 100 Personen würde beispielsweise in Form von 100 Zeile zu je 3 Spalten eingegeben.
- 3. Drücken Sie (ENTER), sobald Sie alle Daten eingegeben haben.
- 4. Geben Sie auf Ebene 1 des Stack einen Namen für die Datenmatrix ein, und drücken Sie (STO).

Festlegen einer Matrix als aktuelle Statistikmatrix:

- 1. Drücken Sie (STAT) OK, um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- Wahlweise: Falls sich im Feld \(\Sigma\)DAT: bereits Daten befinden, können Sie entweder den Feldinhalt löschen (mit \(\OEL)\) OK () oder die Daten sichern, indem Sie sie zunächst in einer Variablen speichern und dann löschen.
- 3. Setzen Sie die Markierung auf das Feld ZDAT:, drücken Sie <u>CHOOS</u>, und markieren Sie mit den Pfeiltasten die Matrix, die Sie als aktuelle Statistikmatrix festlegen möchten.
- Drücken Sie OK , um die Matrix in ΣDAT zwischenzuspeichern. Drücken Sie OK , um den Vorgang zu bestätigen, oder CANCL, um den Vorgang abzubrechen. Sie können auch die Matrix in der aktuellen Eingabemaske verwenden, bevor Sie OK oder CANCL drücken.
- Beispiel: Geben Sie die folgenden Daten in eine Matrix ein, und speichern Sie sie in der Variablen *TEST*; definieren Sie anschließend *TEST* als aktuelle Statistikmatrix. In der Tabelle werden die studentischen Durchschnittsnoten von 12 Unternehmensmitarbeitern mit ihrer jeweiligen Prüfungspunktzahl bei einem Manager-Kurs verglichen:

Note	Punktzahl
2.2	76
2.4	89
3.1	83
2.5	79
3.5	91
3.6	95
2.5	82
2.0	69
2.2	66
2.6	75
2.7	80
3.3	88

Schritt 1: Starten Sie den MatrixWriter, und geben Sie die Daten ein (12 Zeilen, 2 Spalten).





- Schritt 2: Speichern Sie die Matrix als TEST, und öffnen Sie die Anwendung STAT.
 - (loslassen) STO ● STAT OK

XXXX SINGLE-	VARIABLE STA	ITISTICS
ΣDAT:		COL: 1
TYPE: Samp	le	
_ MEAN	STD_DEV	_ VARIANCE
_ TOTAL	_ MAXIMUM	_MINIMUM
ENTER STATI	STICAL DATA	
EDIT CHOOS		(ANCL OK

Schritt 3: Wählen Sie TEST als aktuelle Statistikmatrix (ΣDAT) .

CHOOS OK

XXXXX SINGLE-Y	ARIABLE STA	TISTIC	S 🗱 🗱
ΣDAT: [[2	.2 76	COL:	1
TYPE: Samp	le		
_ MEAN	_STD DEV	YARI	ANCE
_ TOTAL	_ MAXIMUM	_MIN	IMUM
ENTER STATISTICAL DATA			
EDIT CHOOS		(AN(L	OK

Schritt 4:Zuvor in ΣDAT gespeicherte Daten sind damit von der
Matrix TEST überschrieben. Drücken SieOK, um
fortzufahren, oder CANCL, um TEST zu löschen und
den vorherigen Inhalt von ΣDAT wiederherzustellen.

Editieren von Statistikdaten

Editieren eines Elements in der aktuellen Statistikmatrix:

- 1. Drücken Sie (STAT) OK, um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- 2. Drücken Sie EDIT, um die aktuelle Statistikmatrix in den MatrixWriter zu laden.
- 3. Markieren Sie mit den Pfeiltasten das zu ändernde Element, geben Sie den neuen Wert ein, und drücken Sie (ENTER).
- 4. Drücken Sie ENTER, um den Wert zu sichern und zu der Anwendung STAT zurückzukehren.

Transformieren einer Spalte der aktuellen Statistikmatrix:

- Drücken Sie STAT OK , um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- 2. Drücken Sie (NXT) CALC, um die Matrix in den Stack zu kopieren.
- 3. Geben Sie die Zahl der Spalten ein, die Sie transformieren möchten.
- 4. Drücken Sie MTH MATR COL COL-, um die gewünschte Spalte aus der Matrix zu extrahieren.
- 5. Drücken Sie (PRG) TYPE OBJ→ (EVAL) →LIST zur Konvertierung der Daten in eine Liste.
- 6. Führen Sie die gewünschte Transformation auf die Daten in der Liste aus. Um z.B. die Transformation x' = 3lnx auszuführen, drücken Sie $rac{1}{100}$ LN 3 \times .
- 7. Drücken Sie PRG TYPE OBJ→ →ARR zur Konvertierung der Liste in ein Feld.
- 8. Geben Sie die Spaltennummer ein, in welcher die transformierte Variable gespeichert werden soll, und drücken Sie (MTH) MATR COL COL+.
- 9. Drücken Sie (CONT) OK, um mit der transformierten Matrix in die STAT-Anwendung zurückzukehren.

Verwenden Sie zur Transformation einer Zeile ROW- and ROW+ in den Schritten 4 und 8.

Einfügen einer neuen Spalte in die aktuelle Statistikmatrix:

- 1. Drücken Sie (STAT OK , um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- 2. Markieren Sie das Feld ZDAT:.
- 3. Drücken Sie EDIT. Der MatrixWriter wird geöffnet.
- 4. Setzen Sie die Markierung auf die für die neue Spalte vorgesehene Stelle.
- 5. Drücken Sie (NXT) +COL. Eine Spalte mit Nullen wird eingefügt.
- 6. Drücken Sie (NXT) GO4 . Sie können nun die Nullen durch Datenwerte ersetzen.
- 7. Drücken Sie ENTER, um die geänderte Matrix an die Anwendung STAT zurückzugeben.

Löschen einer Spalte aus der aktuellen Statistikmatrix:

- 1. Drücken Sie (STAT) OK, um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen. (Sie können alle Eingabemasken der Anwendung STAT verwenden.)
- 2. Markieren Sie das Feld ZDAT:.
- 3. Drücken Sie EDIT. Der MatrixWriter wird geöffnet.
- 4. Setzen Sie die Markierung auf die zu löschende Spalte.
- 5. Drücken Sie (NXT) -COL. Die Spalte wird gelöscht.
- 6. Drücken Sie ENTER, um die geänderte Matrix an die Anwendung STAT zurückzugeben.

Mathematische Transformation der Daten in einer Liste:

- 1. Stellen Sie die Datenliste in den Stack.
- Führen Sie die Arithmetikfunktionen durch, die zum Transformieren der einzelnen Daten in der Liste erforderlich sind. Beispiel: Für die Transformation x' = 3 ln x - 4 drücken Sie PLN 3 × 4 -. (Zur Erinnerung: Für die Addition der Listenelemente nicht + verwenden, sondern MTH LIST ADD .)

Berechnen von Statistikfunktionen mit einer Variablen

Wenn Ihre Statistikdaten eine Stichprobe aus einer Grundgesamtheit beschreiben, wird eine Stichprobenstatistik berechnet. Wenn die Daten dagegen die gesamte Grundgesamtheit beschreiben, wird eine Grundgesamtheitsstatistik berechnet.

Die Anwendung STAT enthält die folgenden Statistikfunktionen mit einer Variablen:

MEAN	Liefert den arithmetischen Mittelwert der Daten in
	der gewählten Spalte.
STD DEV	Liefert die Standardabweichung der Daten in
	der gewählten Spalte. Die Funktion berechnet
	die im Feld TYPE: angegebene Version
	der Standardabweichung (Stichprobe oder
	Grundgesamtheit).
VARIANCE	Liefert die Varianz der Daten in der gewählten
	Spalte. Die Funktion berechnet die im Feld TYPE:
	angegebene Version der Varianz (Stichprobe oder
	Grundgesamtheit).
TOTAL	Liefert den Summenwert der Daten in der gewählten
	Spalte.
MAXIMUM	Liefert den größten Datenwert in der gewählten
	Spalte.
MINIMUM	Liefert den kleinsten Datenwert in der gewählten
	Spalte.

Berechnen einer Statistik für eine Variable:

- 1. Drücken Sie (STAT) OK , um die Eingabemaske SINGLE-VARIABLE STATISTICS zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Datenmatrix ein oder wählen Sie die Datenmatrix aus, die die Daten für die Variable enthält.
- 3. Markieren Sie das Feld COL:, und geben Sie die Nummer der Spalte ein, die die Daten für die Variable enthält.
- 4. Wählen Sie im Feld TYPE: entweder Sample oder Population, um festzulegen, ob eine Stichprobenstatistik oder eine Grundgesamtheitsstatistik berechnet werden soll.
- 5. Versehen Sie eines oder mehrere der Statistik-Kontrollfelder mit Markierungshäkchen.

6. Drücken Sie OK . Für jede Statistikfunktion wird ein beschriftetes Ergebnis in den Stack gestellt.

Berechnen einer Statistik für alle Variablen in den aktuellen Daten:

- 1. Drücken Sie (STAT) 1VAR, um das Befehlsmenü für die Statistikfunktionen mit einer Variablen aufzurufen.
- Drücken Sie die Menütaste für die gewünschte Statistikfunktion. Beispiel: Drücken Sie MEAN, um alle Mittelwerte für die Variablen (Spalten) in der aktuellen Statistikmatrix berechnen zu lassen. Das Ergebnis ist ein Vektor, dessen Elemente die Mittelwerte aller Spalten der Datenmatrix sind.

Berechnen eines Medianwerts für alle Variablen in den aktuellen Daten:

- 1. Geben Sie TEACH ein, und drücken Sie ENTER, um im Verzeichnis HOME eine Kopie des internen Beispiel-Verzeichnisses EXAMPLES anzulegen.
- 2. Drücken Sie VAR EXAM PRGS MEDIA. Das Ergebnis ist ein Vektor, der die Medianwerte für alle Variablen (Spalten) in der aktuellen Statistikmatrix enthält.

Zeichnen eines Balken-Plots der Daten für eine Variable:

- 1. Wählen Sie in der Maske SINGLE-VARIABLE STATISTICS die aktuelle Statistikmatrix und in dieser Matrix diejenige Spalte, die die zu plottenden Daten enthält.
- 2. Drücken Sie (NXT) OK , um die Auswahl zu bestätigen und zum Stack zurückzukehren.
- 3. Drücken Sie (STAT) PLOT BARPL, um den Balken-Plot mit automatischer Skalierung zeichnen zu lassen (weitere Einzelheiten siehe 23-22).

Generieren einer Häufigkeitsstatistik

Oft ist der wichtigste Aspekt bei der Betrachtung eines Datensatzes seine Häufigkeitsverteilung. Häufigkeiten und Häufigkeitsverteilung sind ein gebräuchliches Verfahren zur Analyse der Verteilung in einem Datensatz.

Häufigkeiten werden generiert, indem ein Intervall (häufig das Intervall zwischen dem kleinsten und dem größten Datenwert) in beliebig viele gleich große Unter-Intervalle oder Behälter (sogenannte *bins*) aufgeteilt wird, deren Zahl von den Daten und von der Genauigkeit abhängig ist, mit der die Verteilung untersucht werden soll. Das untenstehende Diagramm soll dieses Prinzip verdeutlichen.



Umwandeln eines Datensatzes in eine Gruppe von Häufigkeiten:

1. Drücken Sie → STAT ▼ OK , um die Eingabemaske FREQUENCIES zu öffnen.

ZDAT:	COL: 1			
X-MIN: -6.5 BIN COUNT: 13 BIN WIDTH: 1				
ENTER STATISTICAL DATA				
EDIT CHODS	(ANCL OK			

Der Bildschirm FREQUENCIES

- 2. Geben Sie im Feld **ZDAT**: die Datenmatrix mit den Daten ein, oder wählen Sie die Matrix aus.
- 3. Geben Sie die Nummer der Spalte ein, in der sich die umzuwandelnden Daten befinden.
- 4. Markieren Sie das Feld X-MIN:, und geben Sie den kleinsten Wert ein, mit dem ein Datenwert noch innerhalb eines *bins* liegt. Alle noch kleineren Werte werden als Fremdanteil (*outliers*) betrachtet.
- 5. Geben Sie im Feld BIN COUNT: ein, wieviele *bins* verwendet werden sollen.
- 6. Geben Sie im Feld BIN WIDTH: die Breite der einzelnen *bins* ein. Alle *bins* sind gleich breit.
- 7. Drücken Sie OK, um die Umwandlung durchzuführen. Auf Ebene 2 des Stack erscheint ein Feld mit ganzzahligen Elementen, die jeweils die Zahl der Datenwerte angeben, die auf die einzelnen bins entfallen (in aufsteigender Reihenfolge). Auf Ebene 1 des Stack erscheint ein Vektor mit zwei Elementen, die die Zahl der outliers angeben. Das erste Element gibt die Zahl der outliers unterhalb des untersten bin an, das zweite Element die Zahl der outliers oberhalb des obersten bin.

Plotten eines Histogramms mit den Häufigkeiten:

- 1. Wandeln Sie den Datensatz in Häufigkeiten um, wie zuvor beschrieben.
- 2. Drücken Sie 🗲, um den äußeren Vektor zu löschen.
- 3. Drücken Sie (STAT) DATA (SDAT) zur Speicherung der Häufigkeiten in ΣDAT.
- 4. Drücken Sie (STAT) PLOT BARPL zum Plotten der Häufigkeiten.

Anpassen eines Modells an einen Datensatz

Der HP 48 kann mit Hilfe von vier allgemeinen Regressionsmodellen versuchen, die Beziehung zwischen den Daten in zwei Spalten der aktuellen Statistikmatrix (ΣDAT) zu quantifizieren:

Linear Fit y = b + mxLogarithmic $y = b + m \ln x$ Fit Exponential $y = be^{mx}$ oder $\ln y = \ln b + mx$ Fit Power Fit $y = bx^m$ oder $\ln y = \ln b + m \ln x$

Für jedes dieser allgemeinen Modelle findet das Regressionsprogramm einen Achsenabschnitt (b) und eine Steigung (m), die einer Anpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate für das betreffende Modell entspricht. Das Programm berechnet und liefert auch die Kovarianz (Stichprobe oder Grundgesamtheit) und den Korrelationskoeffizienten für die Regression.

Durchführung einer Regression für zwei Variablen in den aktuellen Daten:

1. Drücken Sie ← STAT ♥ ♥ OK , um die Eingabemaske FIT DATA zu öffnen.

	FIT	DATA 💥	
ΣDAT:			
X-COL:	1 Y-CI	IL: 2	
MODEL:	Linear	• Fit	
	TATISTICA	L <u>D</u> ata	
EDIT CH	1005	PRED CANC	LOK

Der Bildschirm FIT DATA

- 2. Geben Sie die Datenmatrix ein, oder wählen Sie die Datenmatrix aus, die die anzupassenden Daten enthält.
- 3. Geben Sie die unabhängige Variable in X-COL: und die abhängige Variable in Y-COL: ein.
- Wählen Sie eines der vier Regressionsmodelle (oder Best Fit; diese Funktion wählt automatisch das Modell mit dem betragsgrößten Korrelationskoeffizienten).

5. Drücken Sie OK Auf Ebene 3 wird das berechnete Regressionsmodell angezeigt, auf Ebene 2 der Korrelationskoeffizient und auf Ebene 1 die Kovarianz.

Anwendung der berechneten Regression zur Vorhersage des Werts einer Variablen:

- 1. Drücken Sie ► STAT ▼ ▼ OK , um die Eingabemaske FIT DATA zu öffnen.
- 2. Geben Sie die Datenmatrix ein, oder wählen Sie die Datenmatrix aus, die die anzupassenden Daten enthält.
- 3. Geben Sie die unabhängige Variable in X-COL: und die abhängige Variable in Y-COL: ein.
- 4. Wählen Sie eines der vier Regressionsmodelle (oder Best Fit; diese Funktion wählt automatisch das Modell mit dem betragsgrößten Korrelationskoeffizienten).
- 5. Drücken Sie PRED, um die Maske PREDICT VALUES anzuzeigen.
- 6. Geben Sie den angenommenen Wert im Feld X: oder Y: ein.
 - Verschieben Sie die Markierung, sofern erforderlich, auf das Variablenfeld, dessen Wert Sie vorhersagen möchten, und drücken Sie <u>PRED</u>. Der berechnete Wert wird in dem Feld angezeigt. Drücken Sie <u>EDIT</u>, um die Zahl vollständig anzeigen zu lassen.

Plotten eines Scatter-Plot (Streu-Plot) der Daten und der Regressionskurve:

- 1. Führen Sie die Regressionsberechnung durch, wie weiter oben beschrieben.
- 2. Drücken Sie (STAT) FLOT SCATR, um die Daten mit automatischer Skalierung zu plotten (Einzelheiten siehe Seite 23-24).
- 3. Sobald die Darstellung des Plots abgeschlossen ist, drücken Sie STATL, um den Daten das zuletzt berechnete Regressionsmodell zu überlagern.
Ausführen von Summenstatistik

Es stehen sechs Summenstatistik-Funktionen zur Verfügung, mit denen statistische Besonderheiten innerhalb eines Datensatzes analysiert oder andere als die in die Anwendung STAT integrierten Statistikberechnungen durchgeführt werden können.

	SUMMARY STATISTICS		
ΣDAT:			
X-COL:	1 Y-COL: 2		
CALCULA	TE:		
_ΣX _	XV _ XX2 _ XY2 _ XXY _ NX		
ENTER STATISTICAL DATA			
EDIT CI	HOOS (AN(L OK		

Der Bildschirm SUMMARY STATISTICS

Bei den sechs Summenstatistik-Funktionen handelt es sich um:

ΣX	Summe der Daten in der Spalte \times -COL von ΣDAT .
ΣY	Summe der Daten in der Spalte \forall -COL von ΣDAT .
$\Sigma X2$	Summe der Quadratwerte der Daten in der Spalte
	X-COL von ΣDAT .
$\Sigma Y2$	Summe der Quadratwerte der Daten in der Spalte
	$\forall -COL \text{ von } \Sigma DAT.$
ΣXY	Summe der Produkte der zusammengehörigen Daten
	in den Spalten X-COL und Y-COL. ΣDAT .
Ν	Zahl der Zeilen in ΣDAT .

Erstellen einer Summenstatistik:

- 1. Drücken Sie **(STAT) (A)** OK , um die Eingabemaske SUMMARY STATISTICS anzeigen zu lassen.
- 2. Geben Sie die Datenmatrix ein, oder wählen Sie die Datenmatrix aus, die die Daten für die Berechnung enthält.
- Geben Sie die Spaltennummern f
 ür die unabh
 ängige (X-COL) und die abh
 ängige (Y-COL) Variable ein.
- 4. Kennzeichnen Sie mit einem Markierungshäkchen alle Summenstatistiken, deren Berechnung Sie wünschen.
- 5. Drücken Sie OK . Die Ergebnisse werden mit Beschriftungen in den Stack gestellt.

Verwenden der reservierten Variablen Σ PAR

Der HP 48 verwendet eine interne Statistikparameter-Variable namens ΣPAR zur Speicherung der Statistikparameter. ΣPAR enthält eine Liste mit den folgenden Objekten:

C Unabh. Spalte Abh. Spalte Achsenabschnitt Steigung Modell >

Anzeigen der aktuellen Einstellungen in ΣPAR :

- Einen der folgenden Schritte durchführen:

RAD { HOME }
Xcol: 1 Ycol: 2 Intercept: 0
Slope: 0 Model: LINFIT ROOT ROOT ROOT REMAINSEN INFO

Drücken Sie STAT ZPAR \longrightarrow ZPAR, um eine Liste anzeigen zu lassen. Der Inhalt der Standardliste lautet (1200 LINFIT).

Normalerweise werden die Parameter automatisch von der Anwendung STAT gewählt. Da ΣPAR eine Variable ist, können Sie in jedem Verzeichnis ein anderes ΣPAR anlegen.

Plotten

Verwendung der Anwendung PLOT

Mit der Anwendung PLOT können Sie: Graphen von einer oder mehreren Funktionen in verschiedenen Formaten zeichnen, Nullstellen und andere Parameter berechnen, Statistikdaten in verschiedenen Formaten plotten und Plots durch zusätzliche Elemente ergänzen.

Der HP 48 kann eine Gleichung, einen Ausdruck oder - bei einigen Plot-Typen - ein Programm plotten:

- Gleichung. Eine Gleichung ist ein algebraisches Objekt, das das Zeichen = enthält (z. B. 'A+B=C').
- Ausdruck. Ein Ausdruck ist ein algebraisches Objekt, das nicht das Zeichen = enthält (z. B. 'A+B').
- **Programm.** Ein Programm kann geplottet werden, wenn es eine reelle Zahl liefert (oder eine komplexe Zahl bei Plots des Typs PARAMETRIC).

In diesem Kapitel bezieht sich, sofern nicht anders vermerkt, der Begriff "Gleichung" auf alle Objekte, von denen Plots erstellt werden können: Gleichungen, Ausdrücke und Programme sowie Listen mit Gleichungen, Ausdrücken und Programmen.

Plots werden stets auf dem Grafikobjekt gezeichnet, das momentan in der reservierten Variablen *PICT* gespeichert ist. Sie können das momentan in *PICT* gespeicherte "Bild" anzeigen lassen, indem Sie (PICTURE) drücken.

Plotten eines einzelnen Ausdrucks:

 Drücken Sie PLOT, um die Anwendung PLOT aufzurufen. Der FLOT-Hauptbildschirm wird angezeigt; in TYPE: wird der aktuelle Plot-Typ angegeben, in EQ: die aktuelle Gleichung (sofern vorhanden). (Die drei Plot-Typen für Statistikfunktionen (Scatter, Bar und Histogram) verwenden das Feld ZDAT: statt EQ:.)



Der PLOT-Standardbildschirm

- 2. Sofern erforderlich, drücken Sie 🛆 und ändern Sie den Plot-Typ, indem Sie einen der folgenden Schritte ausführen:
 - Drücken Sie mehrmals +/-, bis in dem Feld der gewünschte Typ angezeigt wird.
 - Drücken Sie CHOOS, markieren Sie den gewünschten Typ in der Auswahlliste und drücken Sie OK .
 - Drücken Sie a und anschließend den Anfangsbuchstaben des gewünschten Typs. Eventuell müssen Sie diesen Schritt einmal oder mehrmals wiederholen, wenn mehrere Plot-Typen den gleichen Anfangsbuchstaben haben (z. B. Polar, Parametric, Pr-Surface, Ps-Contour).
- 3. Geben Sie neue Werte ein (oder übernehmen Sie die aktuellen Werte) für die einzelnen Plot-Parameter, die für den gewählten Plot-Typ zur Verfügung stehen. In Kapitel 23, "Plot-Typen," werden alle 15 verfügbaren Plot-Typen und die Plot-Parameter und Anzei geoptionen ausführlicher beschrieben. Zu den meisten Plot-Typen gibt es einen zweiten Bildschirm (Aufruf mit OPTS), der Anzeigeoptionen für den betreffenden Plot-Typ enthält.
- 4. Sobald Sie alle Werte, Parameter und Optionen festgelegt haben, führen Sie einen der folgenden Schritte durch:
 - Drücken Sie ERASE DRAW, um aus *PICT* den vorherigen Bildinhalt zu "löschen" und den Plot gemäß den festgelegten Angaben zeichnen zu lassen. Sie können verfolgen, wie der Plot gezeichnet wird, und anschließend darauf zugreifen. In Kapitel 23, "Plot-Typen", werden die verschiedenen Analyseschritte und Ergänzungen beschrieben, die Sie an einem fertig gezeichneten Plot durchführen können.
 - Drücken Sie DRAW, um den Plot dem bisher in PICT gespeicherten Bild überlagert zeichnen zu lassen.

- Drücken Sie NXT OK, um die Einstellungen und Optionen zu sichern und zum Stack zurückzukehren, ohne den Plot zeichnen zu lassen.
- Drücken Sie NXT CHNCL (oder CANCL), um die vor den Änderungen gültigen Einstellungen und Optionen wiederherzustellen und zum Stack zurückzukehren, ohne den Plot zeichnen zu lassen.

Plotten einer einzelnen Gleichung:

- 1. Das Verfahren ist im Prinzip das gleiche wie beim Plotten eines Ausdrucks; beim Plot-Typ Funct ion sind jedoch die folgenden Unterschiede zu beachten:
 - Bei Gleichungen, deren linke Seite *nur* aus dem Namen der abhängigen Variablen besteht (z. B. $y = 4x^2 - 7x + 29$), wird nur der Ausdruck auf der rechten Seite geplottet.
 - Bei Gleichungen, deren linke Seite nicht nur den Namen der abhängigen Variablen, sondern einen Ausdruck enthält (z. B. sin x = cos x), werden der linke und der rechte Ausdruck geplottet.

Plotten einer Gruppe von Ausdrücken oder Gleichungen:

- 1. Drücken Sie PLOT, um die Anwendung PLOT aufzurufen.
- Führen Sie einen der folgenden Schritte durch, um im Feld EQ: eine Liste der gewünschten Ausdrücke oder Gleichungen einzugeben.
 - Wenn alle Ausdrücke oder Gleichungen in Variablen gespeichert sind, drücken Sie CHOOS, markieren Sie mit den Pfeiltasten der Reihe nach alle Ausdrücke oder Gleichungen und wählen diese mit CHK aus. Drücken Sie OK, um eine Liste aller markierten Gleichungen in EQ: zu übernehmen.
 - Drücken Sie () für den Listenanfang, und geben Sie dann alle einzelnen Ausdrücke oder Gleichungen als Listenelemente ein. Drücken Sie (ENTER), um die Liste in EQ: zu übernehmen.
 - Sie können die beiden vorigen Verfahren kombinieren, indem Sie die in Variablen gespeicherten Ausdrücke und Gleichungen mit <u>CHOOS</u> für eine Liste auswählen, diese Liste in EQ: übernehmen und dann die Liste mit EDIT bearbeiten. Sie können Gleichungen an die Liste anfügen, darin einfügen oder ändern.

Beachten Sie, daß jeder Ausdruck bzw. jede Gleichung in der Gruppe für den betreffenden Plot-Typ geeignet sein muß

(Einzelheiten siehe Kapitel 24). Außerdem werden, wenn eine Liste Gleichungen (mit =-Zeichen) enthält, die mit dem Plot-Typ Function geplottet werden sollen, jeweils nur die Ausdrücke auf der rechten Seite der Gleichung geplottet. Die Ausdrücke auf der linken Seite werden ignoriert. Es kann sinnvoll sein, bestimmte Gleichungen so umzuformen, daß sie Ausdrücke (oder Gleichungen, deren linke Seite Null ist) bilden.

- 3. Sofern erforderlich, geben Sie Werte für die Plot-Parameter und Anzeigeoptionen ein.
- 4. Für die Plot-Typen Function, Polar und Parametric markieren Sie das Feld SIMULT (auf dem Bildschirm PLOT OPTIONS) mit einem Häkchen, wenn die Plots für alle Ausdrücke und Gleichungen in der Liste gleichzeitig gezeichnet werden sollen. Wenn dieses Feld nicht durch ein Häkchen markiert ist, werden die Plots nacheinander gezeichnet (bei den anderen Plot-Typen ist dies stets der Fall).
- 5. Drücken Sie ERASE DRAW (bzw. nur DRAW, wenn Sie den vorherigen Plot bzw. das vorherige Bild nicht löschen möchten).

Cursor-Koordinaten: Standard- und TRACE-Modus

Anzeigen der aktuellen Cursor-Koordinaten:

■ Während der Plot angezeigt wird, können Sie <<p>(X,Y) drücken, um die Menüanzeige auszuschalten und die Koordinatenwerte der aktuellen Cursor-Position (in benutzerdefinierten Einheiten) anzeigen zu lassen. Drücken Sie (NXT), um die Menüanzeige wieder einzuschalten und die Anzeige der Koordinaten zu beenden.

Wenn ein Plot gezeichnet wird - entweder bei der Erstellung oder während eines Zoom-Vorgangs - befindet sich der Cursor zu Beginn im *Standard*-Grafikmodus. Wenn Sie im Standard-Modus (), (), () oder () drücken, wird der Cursor unabhängig vom aktuellen Plot in die angegebene Richtung verschoben. Im Standard-Modus werden die horizontalen und vertikalen "Mittelpunkte" des Pixels, der sich momentan im Schnittpunkt des Fadenkreuzes befindet, als aktuelle Koordinaten angegeben.

Bei einigen Plot-Typen steht auch der TRACE-Modus als alternatives Verfahren zum Bewegen des Cursors zur Verfügung. In diesem Modus springt der Cursor nicht entlang der Pixelreihen und -spalten, sondern entlang der Funktionskurve von einem geplotteten Pun kt zum nächsten. <u>TRACE</u> wird nur dann im Menü angezeigt, wenn der TRACE-Modus für den aktuellen Plot-Typ zur Verfügung steht.

Ein- und Ausschalten des TRACE-Modus:

 Während der Plot angezeigt wird, drücken Sie TRACE, um den TRACE-Modus zu aktivieren. Bei eingeschaltetem TRACE-Modus erscheint im Menüfeld das Symbol

 Drücken Sie TRACE, um den TRACE-Modus wieder auszuschalten. Durch einen Z oom-Vorgang oder die Ausführung einer anderen Funktion, durch die der Graph neu gezeichnet wird, wird der TRACE-Modus ebenfalls automatisch ausgeschaltet.

Für die Plot-Typen Function, Polar und Parametric ändert sich im TRACE-Modus die Funktion der Pfeiltasten. (und) bewegen den Cursor auf dem Plot der aktuellen Gleichung rückwärts und vorwärts. Wenn mehrere Funktionen geplottet sind, "springt" der Cursor mit () und () zwischen den verschiedenen Funktionen hin und her. Bei aktivem TRACE-Modus können Sie mit (X, Y) die Koordinaten von Punkten auf dem Graph anzeigen lassen.

Tastenbelegung in der PICTURE-Umgebung

In der PICTURE-Umgebung ändert sich die Tastaturbelegung, so daß nur einige wenige Tasten aktiv sind. Die aktiven Tasten sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Taste	Beschreibung			
Menütasten	Verhalten sich wie gewohnt - Ausführung der im			
	entsprechenden Menüfeld angegebenen Funktion.			
NXT	Zeigt die nächste Menüseite an.			
	Verschieben des Cursors in der angegebenen			
	Richtung. Bei aktivem TRACE-Modus ist der			
	Bewegungsumfang des Cursors je nach Inhalt und			
	Typ des Plots eingeschränkt (Einzelheiten siehe			
	Kapitel 24).			
(PICTURE)	Schaltet den Roll-Modus ein und aus. Im			
	Roll-Modus sind Menü und Cursor nicht sichtbar.			
	Wenn PICT größer als das Anzeigefeld ist, können			
	Sie mit den Cursortasten durch das Bild rollen.			
(CLEAR)	Löscht das Bild. Die Taste ist eine Kurzausführung			
	für die Kombination EDIT NXT ERASE.			
	Zeigt die aktuelle Gleichung an, während die Taste			
	gedrückt wird. Bei aktivem TRACE-Modus wird die			
	momentan gezeichnete Funktion angezeigt.			

Taste	Beschreibung		
DEL	Löscht den durch Cursor und Markierung definierten Rechteckbereich. Die Taste ist eine Kurzausführung für die Kombination EDIT (NXT) DEL .		
(STO)	Stellt eine Kopie des aktuellen Bildes als Grafikobjekt in den Stack. Die Taste ist eine Kurzausführung für die Kombination EDIT (NXT) (NXT) PICT+.		
ENTER	Stellt die aktuellen Cursorkoordinaten als komplexe Zahl in den Stack. Die Taste ist eine Kurzausführung für die Kombination EDIT (NXT) NXT X, Y→.		
CANCEL	Kehrt zu der Anzeige zurück, von der aus die PICTURE-Umgebung aufgerufen wurde.		
×	Positioniert die Markierung an der momentanen Cursorposition. Die Taste ist eine Kurzausführung für die Kombination EDIT NXT MARK. Die Markierung legt einen Endpunkt des betreffenden Bereichs fest. Sobald die Marke gesetzt ist, kann der Cursor verschoben werden, um den anderen Eckpunkt anzugeben.		
Ξ	Schaltet die Anzeige der Menüfelder ein und aus, damit der von ihnen verdeckte Bereich sichtbar wird Die Taste ist eine Kurzausführung für EDIT (NXT MENU.		
÷	Schaltet die Anzeige der Cursorkoordinaten ein bzw. aus. Entspricht (X,Y).		
+7	Schaltet die Cursordarstellung um. Der Cursor ist entweder immer dunkel (Standardeinstellung) oder dunkel vor hellem Hintergrund und hell vor dunklem Hintergrund.		

Anwendung der Zoom-Funktionen

Mit Hilfe der Zoom-Funktionen in der PICTURE-Umgebung können Sie einen bestimmten Bereich des Plots detaillierter anzeigen lassen (Zoom In - heranzoomen) oder einen größeren Bereich des Plots anzeigen lassen als bisher (Zoom Out - wegzoomen).

Beim Zoomen bzw. mit der Zoom-Funktion wird der aktuelle Plot durch Berechnung neuer Anzeigeparameter neu gezeichnet. Das Zoomen ist eine Abkürzung für die folgenden Funktionen: Zur Anwendung PLOT zurückkehren, die Werte der Anzeigeparameter ändern und den Plot neu zeichnen lassen. Die Zoom-Funktion steht nicht bei allen Plot-Typen zur Verfügung.

Festlegen der Zoom-Standardwerte

Mehrere Zoom-Funktionen greifen auf die aktuellen Werte für Zoom-Faktor und Zentrier-Option zu, die vom Benutzer festgelegt werden können.

Festlegen des Zoom-Faktors:

 Drücken Sie ZOOM ZFACT, um die Eingabemaske ZOOM FACTORS zu öffnen.



Der Bildschirm ZOOM FACTORS

- 2. Geben Sie die Faktoren für die horizontale und vertikale Achse ein, die beim Heran- und Wegzoomen (und bei einigen anderen Zoom-Vorgängen) verwendet werden sollen. Der Skalierungswert wird bei Zoom Out mit dem betreffenden Faktor multipliziert, bei Zoom In durch den Faktor dividiert.
- 3. Legen Sie die gewünschte Zentrier-Option fest. Wenn das Feld RECENTER AT CROSSHAIRS nicht mit einem Markierungshäkchen versehen ist, wird die Anzeige nach dem Zoom-Vorgang an

demselben Punkt zentriert wie vor dem Zoom-Vorgang. Ist das Feld dagegen mit einem Markierungshäkchen versehen, wird die Anzeige nach dem Zoomen an demjenigen Punkt zentriert, an dem sich der Fadenkreuz-Cursor während des Zoomens befindet.

4. Drücken Sie OK .

Auswählen eines Zooms

Ausführen eines Zooms:

- 1. Während der Plot angezeigt wird, bewegen Sie den Cursor an die gewünschte Stelle (sofern dies für den gewünschten Zoom erforderlich ist), und drücken Sie ZOOM.
- 2. Wählen Sie den gewünschten Zoom (Einzelheiten siehe jeweils unten).

BOXZ	Zoom-to-Box (Zoomen auf Rechteck). Mit dieser
	Funktion können Sie ein beliebiges Rechteck ziehen
	und dann so zoomen, daß der Bereich im Rechteck
	den Bildschirm ganz ausfüllt. Der Cursor muß auf
	einen Eckpunkt des Bereichs gesetzt werden, bevor
	diese Zoom-Funktion gewählt wird.
ZIN	Zoom-In (Heranzoomen). Dividiert sowohl den
	horizontalen als auch den vertikalen Skalierungswert
	durch den aktuellen Zoom-Faktor.
ZOUT	Zoom-Out (Wegzoomen). Multipliziert sowohl den
	horizontalen als auch den vertikalen Skalierungswert
	mit dem aktuellen Zoom-Faktor.
ZSQR	Zoom-to-Square (Zoomen auf Quadrat). Macht
	den vertikalen Skalierungswert gleich groß wie den
	horizontalen Skalierungswert.
ZDFLT	Zoom-to-Default (Zoomen auf Standardwerte).
	Stellt den Plot mit den internen Anzeigebereichen
	neu dar. Die Option "recenter" wird nicht
	berücksichtigt.
HZIN	Horizontal Zoom-In (Horizontal heranzoomen).
	Dividiert den horizontalen Skalierungswert um
	den aktuellen Zoom-Faktor, ohne den vertikalen
	Skalierungswert zu beeinflussen.
HZOUT	Horizontal Zoom-Out (Horizontal wegzoomen).
	Multipliziert den horizontalen Skalierungswert durch

	den aktuellen Zoom-Faktor, ohne den vertikalen
	Skalierungswert zu beeinflussen.
WZIN	Vertical Zoom-In (Vertikal heranzoomen). Dividiert
	den vertikalen Skalierungswert durch den aktuellen
	Zoom-Faktor, ohne den horizontalen Skalierungswert
	zu beeinflussen.
VZOUT	Vertical Zoom-Out (Vertikal wegzoomen).
	Multipliziert den vertikalen Skalierungswert mit
	dem aktuellen Zoom-Faktor, ohne den horizontalen
	Skalierungswert zu beeinflussen.
CNTR	Recenter-on-Cursor (Auf Cursor neu zentrieren).
	Stellt den Plot an demjenigen Punkt zentriert neu
	dar, an dem sich der Fadenkreuz-Cursor beim
	Drücken von CNTR befindet. Die gewöhnliche
	Recenter -Funktion wird hierdurch ersetzt.
ZAUTO	Autoscale Zoom (Zoom automatisch skalieren).
	Berechnet die Skalierung der vertikalen Achse
	automatisch neu, ohne den horizontalen
	Skalierungswert zu beeinflussen.
ZDECI	Decimal Zoom (Zoom dezimal skalieren). Skaliert
	die horizontale Achse so, daß jeder Pixel genau 0,1
	Einheiten entspricht. Hat keinen Einfluß auf die
	vertikale Achse.
ZINTG	Integer Zoom (Zoom ganzzahlig skalieren). Skaliert
	die horizontale Achse so, daß jeder Pixel genau
	einer Einheit entspricht. Hat keinen Einfluß auf die
	vertikale Achse.
ZTRIG	Trigonometric Zoom (Zoom trigonometrisch
	skalieren). Skaliert die horizontale Achse so,
	daß 10 Pixel $\frac{\pi}{2}$ Einheiten entsprechen, und die
	vertikale Achse so, daß jeweils 10 Pixel einer Einheit
	${ m entsprechen.}$
ZLAST	Zoom-to-Last (Zoom auf letzte Einstellung).
	Stellt den Zustand der Anzeige vor dem letzten
	Zoomvorgang wieder her.

22-10 Plotten

Analysieren von Funktionen

Im Menü PICTURE FCN können Sie das mathematische Verhalten von geplotteten Funktionen analysieren. Zunächst geben Sie den betreffenden Bereich oder Punkt auf dem Graphen an, dann führen Sie vom Menü aus die gewünschte Berechnung durch. Sie können Funktion swerte, Steigungen, Flächen unter Kurven, Nullstellen, Extremwerte und andere kritische Punkte sowie die Schnittpunkte zweier Kurven berechnen. Darüber hinaus können Sie die Ableitungen von geplotteten Funktionen plotten.

Für die Analyse von Funktionen muß Function als aktueller Plot-Typ gewählt sein. Außerdem muß EQ eine Gleichung, einen Ausdruck oder eine Liste von Gleichungen oder Ausdrücken enthalten - EQ darf kein Programm enthalten.

Wenn EQ eine Liste von Ausdrücken enthält, wird von den Operationen des FCN-Menüs nur das erste (bzw. das erste und zweite) Element der Liste verwendet. Mit der Operation $\mathbb{N} \times \mathbb{EQ}$ werden die Listenelemente zyklisch vertauscht, so daß verschiedene Ausdrücke an "erster" bzw. "zweiter" Stelle zu stehen kommen.

Analysieren einer geplotteten Funktion:

- 1. Während der Plot angezeigt wird, drücken Sie FCH.
- 2. Setzen Sie mit den Tasten () (den Cursor auf den Punkt, den Sie analysieren möchten. (Für bestimmte Funktionen genügt es, wenn der Cursor *in der Nähe* des betreffenden Punktes steht.)
- 3. Drücken Sie die Menütaste für die gewünschte Funktionsanalyse-Option. Siehe die folgende Tabelle.
- 4. Drücken Sie **FICT** (auf Seite 2 des Menüs FCN), um zum PICTURE-Hauptmenü zurückzukehren.

Bei einer Funktionsanalyse-Operation führt der HP 48 die folgenden Schritte durch:

- Cursor auf den entsprechenden Punkt der Funktion setzen (wenn sich dieser Punkt in der Anzeige befindet).
- Unten links im Ergebnisfeld eine Meldung anzeigen.
- Das Ergebnis als markiertes Objekt an den Stack zurückliefern.

Taste	Beschreibung		
FCN ((im Menü PICTURE):		
ROOT	Root (Nullstelle). Setzt den Cursor auf eine Nullstelle (Schnittstelle der Funktion mit der x -Achse) und zeigt den Wert der Nullstelle an. Wenn die Nullstelle nicht im Anzeigefenster liegt, erscheint vor der Anzeige des Nullstellenwerts kurz die Meldung OFF SCREEN. Wenn mehrere Nullstellen vorhanden sind, findet die Suchroutine in der Regel die am nächsten beim Cursor liegende Nullstelle. Bei einer Gleichung wird eine Nullstelle für den Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung gesucht.		
ISECT	Intersection (Schnittpunkt). Wenn nur eine Funktion geplottet ist, wird der Cursor auf eine Nullstelle gesetzt (wie ROOT). Wenn zwei oder mehr Funktionen geplottet sind, wird der Cursor auf den nächstliegenden Schnittpunkt von zwei Funktionen gesetzt, und di e Koordinaten (x, y) werden angezeigt. Wenn der nächste Schnittpunkt nicht im Anzeigefenster liegt, erscheint vor der Anzeige der Schnittpunktkoordinaten kurz die Meldung OFF SCREEN.		
SLOPE	Slope (Steigung). Berechnet und zeigt die Steigung der Funktion am x-Wert des Cursors und setzt den Cursor auf denjenigen Punkt der Funktion, für den die Steigung berechnet wurde.		
AREA	Area (Fläche). Berechnet und zeigt die Fläche unter der Kurve zwischen den beiden von der Markierung und dem Cursor bezeichneten x -Werten. (Vor dieser Operation müssen Sie zunächst mit \bigotimes den einen Rand des x -Intervalls angeben und dann den Cursor auf d en anderen Rand setzen.)		
SHADE	Shade (Schraffur). Wenn nur eine Funktion geplottet ist, wird hierdurch derjenige Bereich zwischen den x-Werten der Markierung und des Cursors schraffiert, der zwischen der Funktion und der x -Achse liegt. Wenn zwei Funktionen geplottet sind, wird derjenige Bereich zwischen den x -Werten der Markierung und des Cursors schraffiert, der zwischen den beiden Funktionen liegt.		

Das Menü PICTURE FCN

Das Menü PICTURE FCN (Forts.)

Taste	Beschreibung		
EXTR	Extremum (Extremwert). Setzt den Cursor auf einen Extremwert (relatives Minimum oder Maximum) oder auf einen anderen kritischen Punkt und zeigt die (x,y)-Koordinaten an. Wenn der nächste Extremwert oder Wendepunkt nicht im Anzeigefenster liegt, erscheint vor der Anzeige des Wertes kurz die Meldung OFF SCREEN.		
F(X)	Funktionswert. Zeigt den Funktionswert für den aktuellen <i>x</i> -Wert des Cursors an und setzt den Cursor auf den betreffenden Punkt der Funktionskurve.		
F	Ableitung plotten. Plottet die erste Ableitung der Funktion und plottet die ursprüngliche Funktion erneut. Fügt außerdem den symbolischen Ausdruck für die erste Ableitung zum Inhalt von EQ hinzu. (Wenn EQ aus einer Liste besteht, fügt F' den Ausdruck am Anfang der Liste ein. Wenn EQ keine Liste ist, erstellt F' eine Liste und fügt den Ausdruck am Anfang der Liste ein.)		
TANL	Tangente. Zeichnet die Tangente an die aktuelle Funktion für den durch den Cursor angegebenen <i>x</i> -Wert. Die Gleichung der Tangente wird in den Stack gestellt.		
NXEQ	Next Equation (Nächste Gleichung). Vertauscht den Inhalt der Liste in EQ und zeigt die momentan am Anfang der Liste stehende Gleichung an. (Die zweite Gleichung wird an den Anfang der Liste gestellt, die erste Gleichung an das Listenende.)		

Beschreibung der reservierten PLOT-Variablen

Mit der Anwendung PLOT können Sie auf einfache Weise den Plotund Anzeigebereich, den Skalierungswert und die Auflösung der Plots sowie verschiedene andere Merkmale des Plots festlegen.

Alle Angaben über einen Plot werden automatisch in einer kleinen Gruppe *reservierter Variablen* gespeichert, auf die Sie gegebenenfalls direkt zugreifen können. Da es sich um in Verzeichnissen gespeicherte Variablen handelt, können Sie sich in jedem Verzeichnis eine andere Version dieser reservierten Variablen anlegen.

EQ

EQenthält die aktuelle Gleichung oder den Namen der Variablen, die die aktuelle Gleichung enthält.

Im einzelnen kann für die Anwendung PLOT jedes der folgenden Elemente die "Gleichung" in EQ bilden:

- Ein einzelnes algebraisches Objekt oder ein Name, der ein einzelnes algebraisches Objekt enthält.
- Eine reelle Zahl (bzw. beim Plot-Typ Parametric eine komplexe Zahl) oder ein Name, der eine reelle Zahl enthält.
- Ein Programm, das nichts vom Stack entnimmt und genau ein reelles (oder - beim Plot-Typ Parametric - komplexes) Ergebnis liefert, oder ein Name, der ein derartiges Programm enthält.
- Eine Liste, die eine beliebige Kombination dieser drei Elemente enthält, oder der Name einer derartigen Liste. Es werden zwar alle Elemente geplottet, das erste Element der Liste gilt aber stets als "aktuelle" Gleichung.

Σ DAT

 $\varSigma DAT$ enthält die aktuelle Statistikmatrix oder den Namen der aktuellen Statistikmatrix. Diese Variable wird von den drei Statistik-Plot-Typen - Scatter, Bar und Histogram - anstelle von EQ verwendet.

ZPAR

ZPAR speichert Zoom-Angaben: den horizontalen und den vertikalen Skalierungsfaktor, eine Zentrier-Markierung sowie (manchmal) eine Kopie von PPAR, die von der Operation Zoom-to-Last (ZLAST) verwendet wird. ZPAR enthält eine Liste mit den folgenden Objekten:

< h-fact v-fact center-flag < previous PPAR (sofern vorh.) > >

PPAR

Der HP 48 speichert die Plot-Parameter in einer internen Variablen namens PPAR. Die Plot-Parameter werden in der Regel mit Hilfe der Befehle in den Formularen PLOT und PLOT OPTIONS bearbeitet. PPAR enthält eine Liste mit den folgenden Objekten:

 $(x_{\min}, y_{\min}) (x_{\max}, y_{\max})$ indep res axes ptype depend >

Element	Beschreibung	Standardwer
(x_{\min}, y_{\min})	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten	(-6.5, -3.1)
	des unteren linken Eckpunkts des	
	Anzeigebereichs angibt.	
(x_{\max}, y_{\max})	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten	(6.5, 3.2)
	des oberen rechten Eckpunkts des	
	Anzeigebereichs angibt.	
indep	Unabhängige Variable. Der Name der	X
_	Variablen, oder eine Liste mit dem	
	Namen und zwei reellen Zahlen (die den	
	horizontalen Plot-Bereich angeben).	
res	Auflösung. Bei Gleichungen eine reelle	0 (geplottete
	Zahl oder eine binäre Ganzzahl, die das	Punkte pro
	Intervall zwischen den geplotteten	Pixel-
	Punkten angibt. Bei Statistikdaten hat	Spalte)
	dieser Parameter unterschiedliche	
	Bedeutung.	

Inhalt der PPAR-Liste

Element	Beschreibung	Standardwert
axes	Eine komplexe Zahl, die die Koordinaten	(0,0)
	des Achsenabschnitts angibt, oder eine	
	Liste mit dem Schnittpunkt und den	
	Beschriftungen (Zeichenketten) für beide	
	Achsen. Beim Plot-Typ Diff Eq wird	
	dieses Element auf eine spezielle Weise	
	verwendet (siehe Seite 23-12). Dieses	
	Element kann auch Angaben über den	
	Abstand zwischen den Tick-	
	Markierungen für beide Achsen	
	enthalten.	
ptype	Befehlsname, der den Plot-Typ festlegt.	FUNCTION
depend	Abhängige Variable. Der Name der	Y
	Variablen oder eine Liste mit dem	
	Namen und zwei reellen Zahlen (die den	
	vertikalen Plot-Bereich angeben). Beim	
	Plot-Typ Diff Eq wird dieses Element	
	auf eine spezielle Weise verwendet (siehe	
	Kapitel 23).	

Inhalt der PPAR-Liste (Forts.)

Zurücksetzen von PPAR auf die Standardwerte:

 Drücken Sie PLOT PPAR RESET. Die Operation RESET setzt alle Parameter in PPAR - außer dem Plot-Typ - auf ihre Standardwerte zurück, löscht PICT und setzt PICT wieder auf die Standardgröße.

VPAR

VPAR enthält die aktuellen Einstellungen, die bei den sechs Plot-Typen für Funktionen mit zwei Variablen den Anzeigeraum, den Blickpunkt und die Plot-Dichte bestimmen. Eine vollständige Darstellung der Beeinflussung der Plot-Anzeige durch diese Parameter befindet sich auf Seite 23-25.

VPAR besteht aus einer Liste reeller Zahlen:

X left X right Y near Y far Z low Z high XX left XX right YY left YY right
 Y r

22-16 Plotten

$X_{\text{eyept}} Y_{\text{eyept}} Z_{\text{eyept}} N_X N_Y$

Element	Beschreibung	Standardwert
X_{left}	Der kleinste Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die <i>x</i> -Achse (Breite) geplottet werden soll.	-1
X_{right}	Der größte Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die <i>x</i> -Achse (Breite) geplottet werden soll.	1
${Y}_{\mathrm{near}}$	Der kleinste Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die y-Achse (Tiefe) geplottet werden soll.	-1
${Y}_{\mathrm{far}}$	Der größte Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die y-Achse (Tiefe) geplottet werden soll.	1
Z_{low}	Der kleinste Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die z-Achse (Höhe) geplottet werden soll.	-1
$Z_{ m high}$	Der größte Ausgabewert (im Anzeigeraum), der für die z-Achse (Höhe) geplottet werden soll.	1

Inhalt der VPAR-Liste

Element	Beschreibung	Standardwert
XX_{left}	Der kleinste Wert für die horizontale	-1
	Achse der Eingangsebene.	
$XX_{ m right}$	Der größte Wert für die horizontale	1
	Achse der Eingangsebene.	
$YY_{ m left}$	Der kleinste Wert für die vertikale Achse	-1
	der Eingangsebene.	
$YY_{ m right}$	Der größte Wert für die vertikale Achse	1
	der Eingangsebene.	
$X_{ ext{eyept}}$	Die x-Achsen-Koordinate für den	0
	Blickpunkt.	
${Y}_{\mathrm{eyept}}$	Die y-Achsen-Koordinate für den	-3
	Blickpunkt. Muß stets um mindestens 1	
	kleiner sein als der Wert von Y_{near}	
$Z_{ m eyept}$	Die z-Achsen-Koordinate für den	0
	Blickpunkt.	
$N_{\mathbf{X}}$	Die Zahl der Spalten in dem geplotteten	10
	Gitter. Wird anstelle von oder in	
	Zusammenhang mit dem Element res res	
	von PPAR verwendet.	
$N_{\mathbf{Y}}$	Die Zahl der Reihen in dem geplotteten	8
	Gitter. Wird anstelle von oder in	
	Zusammenhang mit dem Element res res	
	von PPAR verwendet.	

Inhalt der VPAR-Liste (Forts.)

ΣPAR

 ΣPAR wird bei den Statistik-Plot-Typen in Zusammenhang mit ΣDAT verwendet. Diese Variable enthält entweder die aktuelle Liste der Statistikparameter oder den Namen der Variablen, die diese Liste enthält. Eine Beschreibung dieser rese rvierten Variablen finden Sie auf Seite 21-14.

23

Plot-Typen

Function-Plots (Funktionsdiagramme)

Mit dem Plot-Typ Function können Gleichungen geplottet werden, die für jeden Wert von x genau ein f(x) liefern. Die Analysis-Hilfsfunktionen von PICTURE FCN (siehe Kapitel 22) können nur für diesen Standard-Plot-Typ verwendet werden.

Die Standardbildschirme für FUNCTION-Plots



INDEP:	PLOT OPTION	IS	ŧ
ZAXES STEP: Df	⊈CONNECT 1t _PIXELS		
ENTER INDE	PENDENT VA	NAME	
EUIT		CHNCL DK	

Die Eingabemaske PLOT für Function-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den aktuellen zu plottenden Ausdruck
	bzw. die Gleichung oder das Programm ein. Die
	Eingabe kann auch eine Liste von Ausdrücken,
	Gleichungen oder Programmen enthalten, wenn
	mehrere Funktionen geplottet werden sollen. Statt der
	Objekte können auch die Namen von Variablen mit
	Ausdrücken, Gleichungen oder Programmen (oder
	Listen dieser Objekte) verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen
	ein.

H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich in die
	beiden Feider ein: den unteren Endpunkt links
	und den oberen Endpunkt rechts. Zur Angabe von
	errechneten Endpunkten verwenden Sie (NXT) CALC
	(siehe Seite 24-6).
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich in die beiden
	Felder ein: den unteren Endpunkt links und den
	oberen Endpunkt rechts. Zur Angabe von errechneten
	Endpunkten verwenden Sie (NXT) CALC (siehe Seite
	24-6).
AUTOSCALE	Wenn dieses Feld markiert ist, erfolgt eine
	automatische Skalierung des vertikalen
	Anzeigebereichs auf der Grundlage von 40 gleichmäßig
	über den horizontalen Anzeigebereich verteilten
	Stichprobenwerten. Wenn das Feld nicht markiert
	ist, wird der vertikale Anzeigebereich durch die
	in den beiden mit V-VIEW bezeichneten Feldern
	eingegebenen Werte festgelegt.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den <i>PICT</i> -Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen
	in den reservierten Variablen EQ und PPAR und
	zeichnet den Plot Die PICTURE-Umgebung bleibt
	anschließend geöffnet.
	0

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Function-Plots

INDEP:	Sofern erforderlich, geben Sie hier den Namen der
	unabhängigen Variablen ein.
LO:	Geben Sie den kleinsten zu plottenden Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Der Plotbereich kann
	vom Anzeigebereich abweichen (siehe Seite 24-3).
	Wenn Sie einen errechneten Endpunkt angeben
	wollen, verwenden Sie (NXT) CA LC (siehe Seite
	24-6).
HI:	Geben Sie den größten zu plottenden Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Der Plotbereich kann
	vom Anzeigebereich abweichen (siehe Seite 24-3).
	Wenn Sie einen errechneten Endpunkt angeben
	wollen, verwenden Sie (NXT) CAL C (siehe Seite
	24-6).

AXES	Wenn dieses Feld markiert ist (Standardeinstellung),
	werden die Koordinatenachsen gemeinsam mit dem
	Plot gezeichnet. Wenn das Feld nicht markiert ist,
	werden die Achsen nicht gezeichnet.
CONNECT	Wenn dieses Feld markiert ist (Standardeinstellung),
	werden die geplotteten Punkte durch kurze
	Linienabschnitte verbunden. Wenn das Feld nicht
	markiert ist, werden nur die geplotteten Punkte
CTMULT	angezeigt. Wann diagas Fold manhiert ist, wonden mahaan
STRUCT	Function on a light stift and state An allen
	Funktionen gielchzeitig geplottet: An allen
	Stichprobenwerten wird für jede Funktion ein Punkt
	geplottet, bevor auf den nachsten Stichprobenwert
	ubergegangen wird. Wenn das Feld nicht markiert ist
	(Standardeinstellung), werden mehrere Funktionen der
	Reihe nach geplottet: Zunächst werden alle Punkte
	für die erste Funktion geplottet, dann der erste Punkt
	für die zweite Funktion etc.
STEP:	Hiermit wird die Schrittweite - die Auflösung - des
	Plots festgelegt. Der Wert gibt den horizontalen
	Abstand (in Einheiten oder Pixeln - siehe unten)
	zwischen je zwei geplotteten Punkten an. Bei
	längerer Schrittweite wird der Plot schneller, aber
	mit weniger Einzelheiten gezeichnet, wogegen bei
	kürzerer Schrittweite mehr Einzelheiten dargestellt
	werden können, aber die Plotgeschwindigkeit sinkt.
	Die Standard-Schrittweite für Funct ion beträgt 0,1
	Einheiten.
PIXELS	Wenn dieses Feld markiert ist, wird der eingegebene
	Wert für die Schrittweite (STEP) als Anzahl von
	Pixeln interpretiert. Wenn das Feld nicht markiert
	ist (Standardeinstellung), wird die Schrittweite in
	Einheiten angegeben.
Н-ТІСК	Geben Sie den gewünschten Abstand der
	Tick-Markierungen für die horizontale Achse ein. Der
	Abstand kann je nach Einstellung des zugehörigen
	PIXELS-Felds (siehe unten) in Pixeln oder Einheiten
	eingegeben werden. Standardwert ist eine Tick-M
	arkierung auf 10 Pixel.
V-TICK	Geben Sie den gewünschten Abstand der
	Tick-Markierungen für die vertikale Achse ein. Der
	5

Abstand kann je nach Einstellung des zugehörigen PIXELS-Felds (siehe unten) in Pixeln oder Einheiten eingegeben werden. Standardwert ist eine Tick-Mar kierung auf 10 Pixel.

PIXELS Wenn dieses Feld markiert ist (Standardeinstellung), wird der in den Feldern H-TICK und V-TICK eingegebene Abstand der Tick-Markierungen als Anzahl von Pixeln interpretiert. Wenn das Feld nicht markiert ist, wird der Abstand der Tick-Markierungen in Einheiten angegeben.

TRACE-Modus

- Mit dund wird der Cursor auf dem Graphen der aktuellen Funktion verschoben.
- Mit den Tasten (a) und (v) können Sie den Cursor zwischen verschiedenen Funktionen hin- und herspringen lassen, wenn mehrere Funktionen geplottet werden.

Besondere Hinweise

- Algebraische Ausdrücke in EQ: können beliebig viele Variablen enthalten. Allerdings müssen sich alle Variablen außer der unabhängigen Variablen zu einer reellen Zahl auswerten lassen, damit EQ: geplottet werden kann. Andernfalls erscheint die Fe hlermeldung Undefined Name (Name nicht definiert).
- **Beispiel:** Lassen Sie den Beispiel-Plot für Function anzeigen $(XSIN): x + \sin x$. Geben Sie, sofern erforderlich, TERCH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS XSIN

INDEP:	₿PLOT OPT LO: -6.	IONS 🗱	5
ZAXES		CT _SIMU	LT
STEP: DF H-TICK: 11	1t _PIXI 7 V-TICK:	ELS ∶10 ∠PI	XELS
ENTER IND	EPENDENT	VAR NAME	
EDIT		CANCE	OΚ

Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Polar-Plots (Polarkoordinaten-Diagramme)

Mit dem Plot-Typ Polar werden Funktionen geplottet, die im Polarkoordinatensystem $f(\theta)$ definiert sind. Die unabhängige Variable ist der Polarwinkel θ .

Die Standardbildschirme für POLAR-Plots

TYPE: Polar 4: Deg EQ: INDEP: X H-VIEW: -6.5 6.5 _AUTOSCALE Y-VIEW: -3.1 3.2 ENTER FUNCTION(S) TO PLOT

INDEP: CLO DETIONS INDEP: LLO: Ø HI: 360 ∠AXES ∠CONNECT _SIMULT STEP: Df lt _PIXELS H-TICK: 10 V-TICK: 10 ∠PIXELS ENTER INDEPENDENT VAR NAME EDTER INDEPENDENT VAR NAME

Die Eingabemaske PLOT für Polar-Plots

۷:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck bzw. die
	Gleichung oder das Programm ein.
INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen
	ein. Die üblicherweise verwendete Polarvariable θ
	kann mit der Tastenfolge @F eingegeben werden.
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich in die
	beiden Felder ein: den unteren Endpunkt links und
	den oberen Endpunkt rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich in die beiden
	Felder ein: den unteren Endpunkt links und den
	oberen Endpunkt rechts.
AUTOSCALE	Wenn dieses Feld markiert ist, erfolgt eine
	automatische Skalierung des vertikalen
	Anzeigebereichs auf der Grundlage von 40 gleichmäßig
	über den horizontalen Anzeigebereich verteilten
	Stichprobenwerten. Da der HP 48 in Abhängigkeit

vom θ-Bereich einen passenden Anzeigebereich für die x- und die y-Achse berechnet, können die resultierenden Skalierungswerte für die x- und die y-Achse voneinander abweichen. Wenn dieses Feld nicht markiert ist, wird der vertikale Anzeigebereich durch die in den beiden V-VIEW-Feldern eingegebenen Werte festgelegt.
Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS. Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).

ERASELöscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).DRAWSpeichert alle Werte an den entsprechenden Stellen
in den reservierten Variablen EQ und PPAR und
zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt
anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Polar-Plots

INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen
	ein.
L0:	Geben Sie den kleinsten zu plottenden Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Bei Polar-Plots sind der
	Plot-Bereich und der Anzeigebereich nicht identisch.
HI:	Geben Sie den größten zu <i>plottenden</i> Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Bei Polar-Plots weicht
	der Plot-Bereich stets vom Anzeigebereich ab, da die
	unabhängige Variable nicht mit der Variablen der
	horizontalen Achse identisch ist.
AXES	Siehe Plot-Typ Function.
CONNECT	Siehe Plot-Typ Function.
SIMULT	Siehe Plot-Typ Function.
STEP:	Hiermit wird die Schrittweite - die Auflösung - des
	Plots festgelegt. Dabei handelt es sich um das
	Intervall zwischen zwei geplotteten Punkten. Die
	Standard-Schrittweite für den Plot-Typ Polar
	beträgt 2 Grad oder $\pi/90$.
PIXELS	Lassen Sie dieses Feld für Polar-Plots unmarkiert.
H-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
V-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
PIXELS	Siehe Plot-Typ Function.

OPTS

TRACE-Modus

- Mit und wird der Cursor auf dem Graphen der aktuellen Funktion verschoben. bewegt den Cursor zum nächstniedrigeren Wert, zum nächsthöheren Wert der unabhängigen Variablen. Infolgedessen kann die tatsächliche Bewegungsrichtung des Cursors von der auf den Pfeiltasten angegebenen "Richtung" abweichen. Polar-Plots können über den gesamten Bereich θ ≥ 0 abgetastet werden, so daß im TRACE-Modus beliebig oft gedrückt werden kann, auch wenn die Grenzen des geplotteten Intervalls dabei verlassen werden.
- Wenn mehrere Funktionen geplottet werden, können Sie mit den Tasten (und (den Cursor zwischen den verschiedenen Polar-Plots hin- und herspringen lassen.

Besondere Hinweise

- Sofern Sie nichts anderes angeben, werden Polar-Plots für einen vollen Umlauf der unabhängigen Variablen θ (0 bis 360 Grad, 2π oder 400 gon, je nach aktuellem Winkelmodus) gezeichnet.
- **Beispiel:** Lassen Sie den Beispiel-Plot für Polar anzeigen (ROSE): $r = 2\cos 4\theta$. Geben Sie, sofern erforderlich, TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS ROSE



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Parametric-Plots (Parameterdarstellungen)

Die Standardbildschirme für PARAMETRIC-Plots



	PLOT OPTIONS Lo: Df 1t	HI: Dflt
¥ AXES	CONNECT	_ SIMULT
STEP: Df1	t _PIXELS_	
н-тіск: 10	ү-тіск: 10	Z PIXELS
ENTER INDER	ENDENT VAR	NAME
EDIT		(AN(L DK

Die Eingabemaske PLOT für Parametric-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals +/-, oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck bzw.
	die Gleichung oder das Programm ein. Bei
	Parametric-Plots muß die Auswertung von EQ eine
	komplexe Zahl liefern (siehe unten, "Besondere
	Hinweise"). EQ kann eine Liste von Ausdrücken,
	Gleichung en oder Programmen enthalten, sofern
	mehrere Funktionen geplottet werden. Statt der
	Objekte können auch die Namen von Variablen mit
	Ausdrücken, Gleichungen oder Programmen (oder
	Listen dieser Objekte) verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen ein
	(gewöhnlich T).
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich in die
	beiden Felder ein: den unteren Endpunkt links und
	den oberen Endpunkt rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich in die beiden
	Felder ein: den unteren Endpunkt links und den
	oberen Endpunkt rechts.
AUTOSCALE	Wenn dieses Feld markiert ist, erfolgt eine
	automatische Skalierung des vertikalen
	Anzeigebereichs auf der Grundlage von 40 gleichmäßig
	uber den horizontalen Anzeigebereich verteilten
	Stichprobenwerten. Wenn dieses Feld nicht markiert
	ist, wird der vertikale Anzeigebereich durch die in

	den beiden V–VIEW-Feldern eingegebenen Werte
	festgelegt.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen
	in den reservierten Variablen EQ und $PPAR$ und
	zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt
	anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Parametric-Plots

INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen ein.
LO:	Geben Sie den kleinsten zu <i>plottenden</i> Wert der unabhängigen Variablen ein. Bei parametrischen
	Plots ist der Plotbereich normalerweise nicht mit dem Anzeigebereich identisch (siehe Seite 24-3)
ШΤ.	Geben Sie den größten zu nlattenden Wert der
	unabhängigen Variablen ein Der Plot-Bereich kann
	sich vom Anzeigebereich unterscheiden (siehe Seite
	24-3)
AXES	Siehe Plot-Typ Function.
CONNECT	Siehe Plot-Typ Function.
SIMULT	Siehe Plot-Typ Function.
STEP:	Hiermit wird die Schrittweite - die Auflösung - des
	Plots festgelegt. Dabei handelt es sich um das
	Intervall zwischen zwei geplotteten Punkten (in
	Einheiten oder Pixeln - siehe nächstes Feld). Die
	Standard-Schrittweite für den Plot-Typ Parametric
	entspricht einem Intervall, das $\frac{1}{130}$ des Abstands (in
	Einheiten) zwischen den Werten LO und HIGH im
	Plotbereich beträgt.
PIXELS	Wenn dieses Feld markiert ist, wird der eingegebene
	Wert für die Schrittweite (STEP) als Anzahl von
	Pixeln interpretiert. Wenn das Feld nicht markiert
	ist (Standardeinstellung), wird die Schrittweite in
	Einheiten angegeben.
H-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
V-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
PIXELS	Siehe Plot-Typ Function.

TRACE-Modus

- Mit (und) wird der Cursor auf dem Graphen der aktuellen Funktion verschoben. (bewegt den Cursor zum nächstniedrigeren Wert,) zum nächsthöheren Wert der unabhängigen Variablen. Somit kann die tatsächliche Bewegungsrichtung des Cursors von der auf den Pfeiltasten angegebenen "Richtung" abweichen. Parametrische Plots können über einen unbeschränkten Bereich der unabhängigen Variablen abgetastet werden, so daß im TRACE-Modus beliebig oft) oder (gedrückt werden kann, auch wenn die Grenzen des geplotteten Intervalls dabei verlassen werden.
- Mit den Tasten (A) und (V) können Sie den Cursor zwischen verschiedenen Funktionen hin- und herspringen lassen, sofern mehrere Funktionen geplottet werden.

Besondere Hinweise

- Algebraische Ausdrücke müssen in komplexer Form als '(F,G)' eingegeben werden, wobei F und G jeweils Ausdrücke mit der unabhängigen Variablen sind.
- Programme dürfen nichts vom Stack entnehmen und müssen als Ergebnis eine einzige komplexe Zahl liefern.

Beispiele

23

Beispiel 1: Lassen Sie den Beispiel-Plot für Parametric anzeigen (LISSA): $x(t) = 3 \sin 3t$, $y(t) = 2 \sin 4t$. Geben Sie, sofern erforderlich, TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

VAR EXAM PLOTS LISSA



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Maske anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen. **Beispiel 2:** Stoßen die beiden durch die folgende Parameterdarstellung beschriebenen Teilchen zwischen t = 0 und t = 6.5 tatsächlich zusammen, oder kreuzen sich nur ihre Flugbahnen?

Teilchen 1:
$$x(t) = \frac{16}{3} - \frac{8}{3}t$$
, $y(t) = 4t - 5$.
Teilchen 2: $x(t) = 2\sin\frac{\pi}{2}t$, $y(t) = -3\cos\frac{\pi}{2}t$.

Schritt 1: Geben Sie in der Maske Parametric PLOT eine Liste mit den beiden parametrisierten Ausdrücken in EQ: ein: ('(16/3-8/3*T,4*T-5)''(2*SIN(π/2*T),-

3*COS(π/2*T))' }

Schritt 2: Nehmen Sie die in der Abbildung gezeigten Einstellungen für die unabhängige Variable, den Anzeige- und Plotbereich, gleichzeitiges Plotten und den Abstand der Tick-Markierungen vor.

INDEP: TLO: 0HI: 6.5 H-VIEW: -3 3 V-VIEW: -5 5 ∠SIMULT H-TICK: 1V-TICK: 1 _PIXELS

WWWWWWWWWWWWWW	
INDEP: T LO: Ø	н⊧6.5
ZAXES ZONNECT	Z SIMULT
STEP: Dflt _PIXELS	
н-тіск: 1 У-тіск: 1	PIXELS
TICK SPACING UNITS ARE	PIXELS?
✓ CHK	(AN(L) OK

Schritt 3: Löschen Sie PICT, und lassen Sie den Plot zeichnen. Beobachten Sie, ob die beiden Plots gleichzeitig denselben Pixel einschalten - dies wäre ein Anzeichen für eine mögliche Kollision.

OK ERASE DRAW



Schritt 4:Nach der Beobachtung der Plot-Anzeige vermuten
Sie, daß im Punkt (0,3) eventuell ein Zusammenstoß
erfolgt. Aktivieren Sie den TRACE-Modus und die
Koordinatenanzeige, und setzen Sie den Cursor auf den
betreffenden Punkt. Die Annäherung erfolgt bei t = 2;
die Rücksubstitution in die Ausgangsgleichungen zeigt,
daß tatsächlich ein Zusammenstoß erfolgt.

TRACE (X, Y) **>** nach Bedarf



Diff Eq-Plots (Differentialgleichungs-Diagramme)

Plots von Differentialgleichungen werden in Kapitel 19 ausführlich beschrieben. Wenn Sie ein weiteres Beispiel für diese Plots wünschen, installieren Sie TEACH (sofern noch nicht geschehen), und drücken Sie dann EXAM PLOTS3 3 CC DEQ :



Besondere Hinweise

 Beim Plot-Typ Diff Eq hat das Element axes von PPAR eine spezielle Bedeutung. Die beiden Zeichenketten, die normalerweise die Achsenbeschriftungen enthalten, müssen hier jeweils eine ganze Zahl enthalten. Diese Zahlen geben an, welche Komponente der Lösung auf den einzelnen Achsen zu plotten ist ("0" bezeichnet die unabhängige Variable, "1" bezeichnet die erste (oder einzige) Lösungskomponente, "2" bezeichnet die zweite Lösungskomponente (wenn der Lösungswert ein Vektor ist) etc.

Conic-Plots (Kegelschnitt-Diagramme)

Gleichungen von Kegelschnitten sind stets Gleichungen höchstens zweiten Grades in x und y. So sind beispielsweise alle folgenden Gleichungen gültige Beschreibungen von Kegelschnitten:

 $\begin{array}{l} x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0 \quad (\text{Kreis}) \\ 5x^2 + 3y^2 - 18 = 0 \qquad (\text{Ellipse}) \\ x^2 - 4x + 3y + 2 = 0 \qquad (\text{Parabel}) \\ 2x^2 - 3y^2 + 3y - 5 = 0 \qquad (\text{Hyperbel}) \end{array}$

Die Standardbildschirme für CONIC-Plots



		PLOT O	PTIONS		
INDEP:	X	LO: Df	1t	₩÷Df	1t
Z AXES	5	Z CONM	IECT	DEPNO	»Y 👘
STEP:	Df 1	t _P	IXELS		
H-TICK	ៈ 10	Y-TIC	к: 10	∠ P	IXELS
ENTER	INDEF	ENDEN	IT YAR	NAME	
EDIT				(AN(L	0K

Die Eingabemaske PLOT für Conic-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck bzw. die
	Gleichung oder das Programm ein.
INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen
	ein.
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich in die
	beiden Felder ein: den unteren Endpunkt links und
	den oberen Endpunkt rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich in die beiden
	Felder ein: den unteren Endpunkt links und den
	oberen Endpunkt rechts.

OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen
	in den reservierten Variablen EQ und $PPAR$ und
	zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt
	anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Conic-Plots

INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen ein.
L0:	Geben Sie den kleinsten zu <i>plottenden</i> Wert der
	unabhängigen Variablen ein.
HI:	Geben Sie den größten zu <i>plottenden</i> Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Der Plot-Bereich kann
	sich vom Anzeigebereich unterscheiden (siehe Seite
	24-3).
AXES	Siehe Plot-Typ Function.
CONNECT	Siehe Plot-Typ Function.
DEPND:	Geben Sie die abhängige (bzw. die zweite
	unabhängige) Variable ein.
STEP:	Hiermit wird die Schrittweite - die Auflösung - des
	Plots festgelegt. Der Wert gibt den horizontalen
	Abstand (in Einheiten oder Pixeln - siehe nächstes
	Feld) zwischen je zwei geplotteten Punkten an. Die
	Standard-Schrittweite für Conic' '-Plots ist ein
	1 Pixel breites Intervall. \PIXELS\Wenn
	dieses Feld markiert ist, wird der eingegebene Wert
	für die Schrittweite (STEP) als Anzahl von Pixeln
	interpretiert. Wenn das Feld nicht markiert ist
	(Standardeinstellung), wird die Schrittweite in
	Einheiten angegeben.
H-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
V-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
PIXELS	Siehe Plot-Typ Function.

Besondere Hinweise

 Bei Plots des Typs CONIC plottet der HP 48 die beiden Zweige des Kegelschnitts nacheinander. Es können daher ein bis zwei Unregelmäßigkeiten in dem anschließend verbundenen Graphen entstehen. Durch Festlegung einer kleineren Schrittweite (also

Verkleinerung des Intervalls zwischen geplotteten Punkten) können Sie diese sichtbaren Unregelmäßigkeiten vermindern.

- Wenn das Flag -1 (Hauptwerte) gesetzt ist, stellt der Conic-Plot nur den Hauptzweig (also den halben Plot) dar. Wenn Sie das Flag -1 löschen und den Plot neu zeichnen lassen, wird der gesamte Kegelschnitt geplottet.
- Gleichungen, die in der unabhängigen oder abhängigen Variablen eine höhere Ordnung als 2 aufweisen, werden vor dem Plotten durch die entsprechende Taylor-Reihe zweiter Ordnung approximiert.
- Der Plot-Typ Conic bietet sich zum Plotten von Gleichungssystemen mit zwei Unbekannten an, bei denen in keiner der Gleichungen eine der Variablen eine höhere Ordnung als 2 aufweist (Beispiel 2 im Abschnitt "Truth-Plots" enthält eine Musteranwendung).
- **Beispiel:** Lassen Sie den Beispiel-Plot für Conic anzeigen (ELLIP): $5x^2 + 3y^2 - 18 = 0$. Geben Sie, sofern erforderlich, TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

VAR) EXAM PLOTS ELLIP



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Truth-Plots (Wahrheitswert-Diagramme)

Truth-Plots werten Ausdrücke aus, die als Ergebnis die Wahrheitswerte True (Wahr - jede reelle Zahl außer Null) oder False (Falsch - 0) liefern. An allen Pixel-Koordinaten wird die Anzeige des betreffenden Pixels *ein*geschaltet, wenn der Ausdruck war ist, und *unverändert* gelassen, wenn der Ausdruck falsch ist.

Die Standardbildschirme für TRUTH-Plots



	🗱 PLOT O	PTIONS 💥	
INDEP: 🔯	LO: Df	'lt H	⊧Dflt –
DEPND: Y	🗆 LO: Df	'lt H	⊧Dflt –
STEP: D	flt _⊓	IXELS 🖌	AXES
н-тіск: 1	.Ø Y-TIC	к:10	🖌 PIXELS
ENTER IN	DEPENDEN	IT VAR N	IAME
EDIT		06	N(L DK

23

Die Eingabemaske PLOT für Truth-Plots

۷:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Wahrheitswert-Ausdruck
	bzw. die Ungleichung oder das Programm ein.
INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen
	ein. Diese Variable wird auf der horizontalen Achse
	geplottet.
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich in die
	beiden Felder ein: den unteren Endpunkt links und
	den oberen Endpunkt rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich in die beiden
	Felder ein: den unteren Endpunkt links und den
	oberen Endpunkt rechts.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen
	in den reservierten Variablen EQ und $PPAR$ und
	zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt
	anschließend geöffnet.
Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Truth-Plots

INDEP:	Geben Sie den Namen der unabhängigen Variablen ein.
LO:	Geben Sie den kleinsten zu <i>plottenden</i> Wert der unabhängigen Variablen ein. Der Plotbereich ist normalerweise nicht mit dem Anzeigebereich identisch (siehe Seite 24.3)
нт:	Geben Sie den größten zu <i>nlattenden</i> Wert der
	unabhängigen Variablen ein. Der Plot-Bereich kann sich vom Anzeigebereich unterscheiden (siehe Seite
	24-3). Cabar Sie die abbürging (berrydie erweite
VERNU.	unabhängige Variable) ein. Diese Variable wird auf der vertikalen Achse geplettet
10:	Geben Sie den kleinsten zu nlettenden Wert der
20.	abhängigen Variablen ein
HI:	Geben Sie den größten zu <i>plottenden</i> Wert der
	abhängigen Variablen ein.
STEP:	Hiermit wird die Schrittweite - die Auflösung - des
	Plots festgelegt. Der Wert gibt den horizontalen
	Abstand (in Einheiten oder Pixeln - siehe nächstes
	Feld) zwischen je zwei geplotteten Punkten an. Die
	Standard-Schrittweite für Truth-Plots ist ein 1 Pixel
	breites Intervall.
PIXELS	Wenn dieses Feld markiert ist, wird der eingegebene
	Wert für die Schrittweite (STEP) als Anzahl von
	Pixeln interpretiert. Wenn das Feld nicht markiert
	ist (Standardeinstellung), wird die Schrittweite in
	Einheiten angegeben.
AXES	Siehe Plot-Typ Function.
Н-ТІСК	Siehe Plot-Typ Function.
V-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
PIXELS	Siehe Plot-Typ Function.

Besondere Hinweise

 Sofern nicht anders angegeben, wird die Berechnung für jeden Pixel in der Anzeige durchgeführt. Bei einer Vollformat-Anzeige bedeutet dies, daß EQ 8.384mal ausgewertet werden muß (gegenüber 131mal bei einem durchschnittlichen Funktions-Plot). Sie können die 23

Plot-Geschwindigkeit erhöhen, indem Sie für x und y einen kleineren Plotbereich angeben (siehe unten, Beispiel 2).

Beispiele

Beispiel 1: Lassen Sie den Beispiel-Plot für Conic anzeigen (PTRN): $(x^2 + y^3) \mod 2 \ge 4$. Geben Sie, sofern erforderlich, TERCH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

VAR) EXAM PLOTS PTRN



Drücken Sie nach dem Plotten (CANCEL) PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Beispiel 2:	Plotten Sie die Lösungsmenge für das folgende Ungleichungssystem: $x + y \ge 2, \ 4y \le x + 8, \ 2y \ge 3x - 6.$
Schritt 1:	Erstellen Sie einen einzelnen Wahrheits-Ausdruck: 'X+Y≥2 UND 4*Y≦X+8 UND 2*Y≥3*X−6'. Speichern Sie den Ausdruck in der Variablen INEQ.
Schritt 2:	Erstellen Sie eine Liste der drei Ungleichungen, in der die Ungleichheitszeichen durch Gleichheitszeichen (=) ersetzt sind: { 'X+Y=2' '4*Y=X+8' '2*Y=3*X-6' }. Speichern Sie die Liste in der Variablen <i>NEQL</i> .

Schri

23

23-18 Plot-Typen

Schritt 3: Rufen Sie die Anwendung PLOT auf, ändern Sie den Plot-Typ in Conic, setzen Sie die Plot-Standardwerte zurück, und wählen Sie NEQL für das Feld EQ:.





Schritt 4:Löschen Sie PICT, und plotten Sie die drei Geraden.
(Man beachte, daß diese drei Gleichungen die
Anforderungen für Conic-Plots erfüllen.) Verwenden
Sie nach dem Plotten (X,Y), um den interessierenden
Bereich für die Ungleichungen festzulegen.

ERASE DRAW (X,Y)



Schritt 5: Kehren Sie zu der Eingabemaske Formular PLOT zurück, ändern Sie den Plot-Typ in Truth, wählen Sie den Wahrheits-Ausdruck *INEQ* für das Feld EQ:, und begrenzen Sie den Plotbereich auf das Gebiet, das Sie bei der Betrachtung des Conic-Plots ermittelt haben.

NXT C	ANCEL 🛦 @ T 🛡
CHOOS	V I K
OPTS	▶ 1 +/- ENTER 5
(ENTER)	▶ 1 +/- (ENTER) 4
ENTER	

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	OPTIONS
INDEP: X LD: -	·1 ₩÷5
DEPND: Y LO: -	·1 ₩÷4
STEP: Dflt_	PIXELS 🖌 AXES
н-тіск: 10 у-т	ICK: 10 ZPIXELS
ENTER INDEP VAR	INCREMENT
EDIT	CANCE DK

Schritt 6: Lassen Sie den Truth-Plot zeichnen, ohne zuvor PICT zu löschen. Der Truth-Plot wird den zuvor gezeichneten Geraden überlagert.

OK DRAW



Statistik-Plots

Statistikdaten können auf drei Arten geplottet werden:

- Scatter-Plot (Streuungs-Diagramm). Für zwei Variablen werden die Werte an jedem Datenpunkt durch einen Punkt in der x-y-Ebene dargestellt.
 - Bar-Plot (Balkendiagramm). Für eine Variable wird der Wert an jedem sequentiellen Datenpunkt durch einen vertikalen Balken dargestellt.
 - Histogram-Plot (Histogramm). Für eine Variable wird die Häufigkeit, mit der ihr Wert in bestimmte Bereiche - sogenannte bins - fällt, durch einen vertikalen Balken dargestellt.

Statistik-Plots verwenden Daten, die in der reservierten Matrix ΣDAT gespeichert sind. Diese Matrix hat für statistische Berechnungen eine entsprechende Bedeutung wie EQ für das Plotten und Auflösen von Funktionen.

Histogram-Plots (Histogramme)

Ein Histogramm teilt den Wertebereich einer Variablen in eine bestimmte Zahl von Behältern (*bins*) auf und zeigt für jeden Behälter die Zahl der Datenpunkte an, für die der Variablenwert in den betreffenden Behälter fällt. Der Plot zeigt die *relative Häufigkeit* an; das *y*-Maximum entspricht der Gesamtzahl der Datenpunkte.

Die Standardbildschirme für HISTOGRAM-Plots

TYPE: His	PLOT
ZDAT:	COL: 1
WID: Dflt AUTOSCALI	. H-VIEW: -6.5 6.5 F V-VIEW: -3.1 3.2
ENTER DATA	TO PLOT
EDIT CHODS	OPTS ERASE DRAW

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
⊠ахез н-тіск: 10 v-тіск: 10	I ∠ PIXELS
DRAW AXES BEFORE PLOT	TING? Canal dr

Die Eingabemaske PLOT für Histogram-Plots

ΣDAT:	Geben Sie die Daten-Matrix bzw. den Namen der		
	Daten-Matrix ein, die die zu plottenden Daten		
	enthält.		
COL:	Geben Sie die Nummer der Spalte in ΣDAT ein, die		
	die zu plottenden Daten enthält.		
WID:	Geben Sie die gewünschte Balkenbreite ein.		
	Die Balkenbreite ist standardmäßig auf eine		
	Benutzereinheit gesetzt.		
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich (in		
	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den		
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt		
U-UTEN:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich (in		
T TILM.	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den		
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt		
AUTOSCALE:	Wenn dieses Feld markiert ist wird der horizontale		
110100011221	Anzeigebereich an den Bereich der Daten in der		
	ausgewählten ΣDAT -Spalte angepaßt, und der		
	vertikale Anzeigebereich wird unabhängig von der		
	tatsächlichen Verteilung so gesetzt, daß alle Balken		
	vertikal in die Anzeige passen. Wenn das Feld nicht		

markiert ist, werden für die Anzeige die in den Feldern
H-VIEW und V-VIEW angegebenen Anzeigebereiche
verwendet.

- **OPTS** Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
- ERASE Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
- DRAW Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in
 - den reservierten Variablen ΣDAT , PPAR und ΣPAR und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Histogram-Plots

AXES	Siehe	Plot-Typ	Function.
Н-ТІСК	Siehe	Plot-Typ	Function.
V-TICK	Siehe	Plot-Typ	Function.
PIXELS	Siehe	Plot-Typ	Function.

Bar-Plots (Balkendiagramme)

Ein Balkendiagramm zeigt die Werte einer Variablen in der Reihenfolge, in der sie in der Statistikmatrix erscheinen.

Die Standardbildschirme für BAR-Plots

		🗱 PL	OT 🗱		
TYPE:	Bar				
ΣDAT:				COL:]	L
MID: [)flt	H-YIE	W: -6	.5 6	5.5
_AUTOSCALE V-VIEW: -3.1 3.2					
ENTER DATA TO PLOT					
EDIT	CHOOS		OPTS	ERASE	DRAM

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
⊠exes H-TICK: 10 V-TICK: 10 ∠PIXELS
DRAW AXES BEFORE PLOTTING?

Die Eingabemaske PLOT für Bar-Plots

ΣDAT:	Geben Sie die Daten-Matrix bzw. den Namen der
	Daten-Matrix ein, die die zu plottenden Daten
	enthält.
COL:	Geben Sie die Nummer der Spalte in ΣDAT ein, die
	die zu plottenden Daten enthält.

WID:	Geben Sie die gewünschte Balkenbreite ein.
	Die Balkenbreite ist standardmäßig auf eine
	Benutzereinheit gesetzt.
H-VIEW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich (in
	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich (in
	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt
	rechts.
AUTOSCALE:	Wenn dieses Feld markiert ist, wird der horizontale
	Anzeigebereich auf 0 bis n gesetzt, wobei n der Zahl
	der Datenpunkte in ΣDAT entspricht. Der vertikale
	Anzeigebereich wird so gesetzt, daß alle Balken
	vertikal auf den Bildschirm passen; WID: wird auf den
	Standardwert gesetzt (1 Einheit pro Balken). Wenn
	das Feld nicht markiert ist, werden für die Anzeige die
	in den Feldern H-VIEW und V-VIEW angegebenen
	Bereiche verwendet.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in
	den reservierten Variablen ΣDAT . PPAR und ΣPAR
	und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung
	bleibt anschließend geöffnet.
	0

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Bar-Plots

AXES	Siehe	Plot-Typ	Function.
Н-ТІСК	Siehe	Plot-Typ	Function.
V-TICK	\mathbf{Siehe}	Plot-Typ	Function.
PIXELS	Siehe	Plot-Typ	Function.

Scatter-Plots (Streuungs-Diagramme)

Ein Scatter-Plot zeigt den Zusammenhang zwischen zwei Variablen, indem an jedem x-y-Koordinatenpaar ein Punkt geplottet wird. Für Variable, die in einem statistischen Bezug zueinander stehen, sollten sich die Punkte auf einer Kurve konzentrieren, die das betreffende statistische Modell darstellt.

Die Standardbildschirme für SCATTER-Plots



Die Eingabemaske PLOT für Scatter-Plots

ΣDAT:	Geben Sie die Daten-Matrix bzw. den Namen der
	Daten-Matrix ein, die die zu plottenden Daten enthält
cols:	Geben Sie die Nummern der Spalten in ΣDAT ein
	die die zu plottenden Daten enthalten. Das linke Feld
	hezeichnet die Spalte die entlang der horizontalen
	Achse genlottet werden soll: das rechte Feld gibt die
	entlang der vertikalen Ach se zu plottende Spalte an
H-VIFW:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich (in
	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt
	rechts.
V-VIEW:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich (in
	Benutzereinheiten) in die beiden Felder ein: den
	unteren Endpunkt links und den oberen Endpunkt
	rechts
AUTOSCALE:	Wenn dieses Feld markiert ist, werden der horizontale
	und der vertikale Anzeigebereich so gesetzt, daß
	alle geplotteten Punkte möglichst hündig angezeigt
	werden. Wenn das Feld nicht markiert ist werden
	für die Anzeige die in den Feldern ' 'H-VIEW'' und
	V-VIEW angegebenen Anzeigebereiche verwendet

Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in
den reservierten Variablen ΣDAT , PPAR und ΣPAR
und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung
bleibt anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Scatter-Plots

AXES	Siehe Plot-Typ Function.
Н-ТІСК	Siehe Plot-Typ Function.
V-TICK	Siehe Plot-Typ Function.
PIXELS	Siehe Plot-Typ Function.

Besondere Hinweise

• Sobald der Scatter-Plot gezeichnet ist, können Sie ihm mit STATL einen Plot des aktuellen Regressionsmodells überlagern. Hierdurch wird der Plot-Typ vorübergehend in Function geändert, so daß bei Anwendung einer Zoom-Funktion zwar die Regression skurve neu gezeichnet wird, nicht aber die gestreuten Datenwerte.

Plotten von Funktionen zweier Variablen

Für die visuelle Darstellung von Funktionen zweier Variablen stehen sechs verschiedene Plot-Typen zur Verfügung. Einigen dieser Plots zeigen simulierte dreidimensionale Flächen an; andere verwenden zweidimensionale Einzelansichten einer zugrundeliegenden (aber nicht angezeigten) "dreidimensionalen" Funktion.

Stichprobengitter

Funktionen zweier unabhängiger Variablen benötigen zwei Eingangsgrößen, um eine Ausgangsgröße zu erzeugen. Der HP 48 verwendet ein zweidimensionales *Stichprobengitter*, das aus Stichprobenpunkten besteht, deren beide Koordinaten jeweils die beiden erf orderlichen Eingangsgrößen bilden.

Bei allen sechs Plot-Typen, die mit Funktionen zweier Variablen arbeiten, können Sie die Größe des Stichprobengitters festlegen. Das Gitter besteht standardmäßig aus 80 Punkten - 10 Spalten x 8 Reihen. Bei einer Erhöhung der Zahl der Punkte im Stichprobengitter nimmt die zum Zeichnen des Plots benötigte Zeit zu - ebenso wie die Detailliertheit, mit der die Funktion geplottet wird.

Bei Plots von Funktionen zweier Variablen wird jedoch nicht immer durch größere Detailliertheit die Aussagekraft der Darstellung verbessert. Zu jeder Kombination aus Funktion und Plot-Typ gibt es ein spezifisches optimales Stichprobengitter, das gerade so klein ist, daß die Funktion sinnvoll dargestellt wird, und gerade so groß, daß wichtige Aspekte noch erkannt werden können. Daher muß oft beim ersten Plotten einer Funktion die Größe des Stichprobengitters durch Probieren optimiert werden.

Ausgabegitter

Jeder der sechs Plot-Typen transformiert das Stichprobengitter gemäß der zu plottenden Funktion in ein *Ausgabegitter*. Dabei wird das Stichprobengitter allerdings bei jedem Plot-Typ unterschiedlich verwendet.

Drei der Plot-Typen - Slopefield, Ps-Contour und Gridmap transformieren jeden einzelnen Satz von Stichprobenkoordinaten gemäß der aktuellen Gleichung in ein neues zweidimensionales *Ausgabegitter*, mit dessen Hilfe die transformierende Gleichung vis uell dargestellt werden kann. Der angezeigte Plot ist lediglich das zweidimensionale Ausgabegitter.



Umwandlung des Stichprobengitters in das Ausgabegitter

Ein vierter Plot-Typ - YSlice - führt die gleiche Umwandlung durch wie Wireframe, gibt allerdings eine völlig andere Anzeige aus. Bei YSlice wird nicht die gesamte Ausgabefläche gleichzeitig angezeigt, sondern es werden nacheinander zweidimensionale Querschnitte der Fläche senkrecht zur y-Achse geplottet. Für jede Reihe des Stichprobengitters wird ein Plot gezeichnet. Wenn alle "Scheiben" gezeichnet sind, läßt YSlice eine Animation ablaufen, in der jede "Scheibe" ein Einzelbild darstellt. Auf diese Weise können Sie eine visuelle Vorstellung davon gewinnen, wie sich eine Scheibe durch die berechnete Fläche bewegt.



Die YSLICE-Ansichten

Bei den beiden letzten Plot-Typen - Wireframe und Pr-Surface wird das zweidimensionale Stichprobengitter in eine dreidimensionale Ausgabe-*Fläche* transformiert. Der angezeigte Plot stellt diese Ausgabefläche von einem bestimmten Aussichtspunkt - dem *Blickpunkt* - aus dar. Es wird nur derjenige Teil der Oberfläche geplottet, der innerhalb eines bestimmten Teils des dreidimensionalen Raums liegt. Dieser sogenannte *Anzeigeraum* ist durch Bereiche auf allen drei Koordinatenachsen definiert.



Der Zusammenhang zwischen Blickpunkt, Anzeigeraum und Plot-Anzeige

Das dreidimensionale Koordinatensystem des HP 48 ist gegenüber seinem abstrakten mathematischen Gegenstück in mehrfacher Weise eingeschränkt. Im einzelnen heißt dies:

- Der Anzeigebildschirm kann nicht im Raum gedreht werden, sondern steht stets parallel zur xz-Ebene und senkrecht zur y-Achse. Die "Höhe" eines Körpers wird also stets entlang der z-Achse dargestellt, die "Breite" entlang der x-Achse und die "Tiefe" entlang der y-Achse.
- Die y-Achse ist stets so ausgerichtet, daß negative y-Werte "näher", positive y-Werte dagegen "entfernter" erscheinen.
- Der Blickpunkt muß um mindestens eine Einheit "näher" liegen als y_{near} ($y_e \leq y_{near} - 1$); er kann niemals "innerhalb" des Anzeigeraums liegen. Wenn Sie den Blickpunkt verschieben, wird auch der Anzeigebildschirm verschoben, so daß er wiederum entlang der y-Achse um genau eine Einheit vom Anzeigebildschirm entfernt ist.
- Sie können nicht durch Verschieben des Blickpunkts eine "Draufsicht" einer Funktion (von oben auf die xy-Ebene) plotten. (Sie können eine Draufsicht jedoch durch Vertauschen der Koordinaten simulieren.)

Slopefield-Plots (Steigungsfeld-Diagramme)

Beim Plot-Typ Slopefield wird ein Gitter von Liniensegmenten gezeichnet, deren Steigung jeweils dem Wert der Funktion f(x, y)am Mittelpunkt des Liniensegments entspricht. Hiermit können Integralkurven der Differentialgleichung y' = F(x, y) visuell vorstellbar gemacht werden; die Darstellung erleichtert auch das Verständnis der "beliebigen Konstante" in Stammfunktionen.



Die Standardbildschirme für SLOPEFIELD-Plots

23

Die Eingabemaske PLOT für Slopefield-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck (bzw. die
	Gleichung oder benutzerdefinierte Funktion) ein. Statt
	der Objekte können auch die Namen von Variablen
	mit Ausdrücken, Gleichungen oder benutzerdefinierten
	Funktionen verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das
	Stichprobengitter ein.
DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das
	Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAM	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in
	den reservierten Variablen EQ , $PPAR$ und $VPAR$ und

zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Slopefield-Plots

 X-LEFT: Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich
 X-RIGHT: entsprechend der (in INDEP angegebenen) ersten unabhängigen Variablen ein.
 Y-NEAR: Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich entsprechend

Y-FAR: der (in DEPND angegebenen) zweiten unabhängigen Variablen ein.

Beispiele

Beispiel 1: Lassen Sie den Beispiel-Plot für Slopefield anzeigen (SPFLD): $y' = \frac{(x^2-1)}{(y^2-1)}$. Geben Sie, sofern erforderlich, TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS (NXT) SPFLD



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

- **Beispiel 2:** Lassen Sie den Slopefield-Plot der Differentialgleichung $y'(x) = x^2$ zeichnen. Überlagern Sie anschließend diesem Graphen die Lösung der Gleichung mit einer bestimmten Anfangsbedingung.
- Schritt 1: Geben Sie in der Maske PLOT für Slopefield im Feld EQ: den Ausdruck ('X^2') ein, und legen Sie als Anzeigebereiche [-3 3] (horizontal) und [-1 5] (vertikal) fest. Übernehmen Sie für die anderen Felder die Standardwerte.

Schritt 2: Lassen Sie den Slopefield-Plot zeichnen.

ERASE DRAW



Schritt 3:	Aktivieren Sie den TRACE-Modus, setzen Sie
	den Cursor auf einen Punkt in der linken unteren
	Bildschirmecke und drücken Sie (ENTER), um die
	Koordinaten in den Stack zu stellen.
Schritt 4:	Kehren Sie zur PLOT-Maske zurück und ändern
	Sie den Plot-Typ in Diff Eq. Markieren Sie
	anschließend das Feld INIT: der Lösungsvariablen,
	und drücken Sie (NXT) CALC (DROP), damit sich der
	Koordinatenpunkt (eine markierte Liste) auf Ebene 1
	des Stack befindet.
Schritt 5:	Drücken Sie (PGM) LIST (UBJ→ (DROP), um die
	INPUT Markierung zu entfernen. Drücken Sie OBJ+
	DROP, um die beiden Koordinaten zu trennen, und
	anschließend \bigcirc CONT) \bigcirc K, um die y-Koordinate
	als Anfangswert der Lösung zu speichern.
Schritt 6:	Markieren Sie das Feld INIT: der unabhängigen
	Variablen, und drücken Sie CALC (DROP) OK ,
	um die x-Koordinate als unabhängigen Anfangswert zu
	gewinnen. Setzen Sie anschließend en Wert für FINAL:
	auf 3.
Schritt 7:	Setzen Sie die Schrittweite auf 0.1 und den Abstand der
	Tick-Markierungen für beide Achsen auf 1 Einheit und
	geben Sie an, daß die Achsen gezeichnet werden sollen.

Schritt 8: Lassen Sie den Plot zeichnen, ohne zuvor die Anzeige zu löschen, um den Plot der Differentialgleichung dem vorherigen Slopefield-Plot zu überlagern.

OK DRAW



Wireframe-Plots (Drahtgitter-Diagramme)

Der Plot-Typ Wireframe zeichnet eine schräge perspektivische 3D-Ansicht eines Drahtgittermodells der durch Z = F(x, y)definierten Fläche. Jeder Punkt im Stichprobengitter wird entlang der Verbindungslinie zwischen dem Stichprobenpunkt und dem Blickpun kt (X_e,Y_e,Z_e) perspektivisch auf den Anzeigebildschirm projiziert.



Perspektivische Projektion

Benachbarte Stichprobenpunkte sind durch gerade Linien verbunden. Das Stichprobengitter wird durch die "Grundfläche" ($X_{left}, X_{right}, Y_{near}, Y_{far}$) des Anzeigeraums festgelegt.

TYPE: Wireframe 4: Deg EQ: INDEP: X STEPS: 10 DEPND: Y STEPS: 8 ENTER FUNCTION(S) TO PLOT EQT PROOF OF EXTERIOR

**********	🗱 PLOT	OPTIONS
X-LEFT:	-1	X-RIGHT: 1
Y-NEAR:	-1	Y-FAR: 1
Z-LOW:	-1	z-HIGH: 1
XE: Ø	YE: -	-3 ZE:0
	IINIMUM	X VIEW-VOLUME VAL
EDIT		(AN(L DK

Die Eingabemaske PLOT für Wireframe-Plots

۷:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden Sie CHODS.
EQ:	Geben Sie den aktuellen zu plottenden Ausdruck (bzw. die Gleichung oder benutzerdefinierte Funktionen) ein. Statt der Objekte können auch die Namen von Variablen mit Ausdrücken, Gleichungen oder benutzerdefinierten Funktionen verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das Stichprobengitter ein.
DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in den reservierten Variablen EQ , $PPAR$ und $VPAR$ und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt anschließend geöffnet.

Die Standardbildschirme für WIREFRAME-Plots

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Wireframe-Plots

X-LEFT:	Geben Sie den x-Achsenbereich ("Breite") für die
X-RIGHT:	Anzeige ein.
Y-NEAR:	Geben Sie den y-Achsenbereich ("Tiefe") für die
Y-FAR:	Anzeige ein.
Z-LOW:	Geben Sie den z-Achsenbereich ("Höhe") für die
Z-HIGH:	Anzeige ein.

) J

23

XE:	Geben Sie die x-Koordinate des Blickpunkts ein. Wenn
	der Plot in der Anzeige horizontal zentriert werden soll,
	geben Sie den Mittelpunkt des x-Achsenbereichs für die
	Anzeige an.
YE:	Geben Sie die y-Koordinate des Blickpunkts ein. Diese
	Koordinate muß um mindestens eine Einheit kleiner
	sein als der Wert für Y-NEAR: (siehe oben). Je größer
	der Abstand zwischen YE: und Y-NEAR: ist, desto
	weiter entfernt erscheint der Plot.
ZE:	Geben Sie die z-Koordinate des Blickpunkts ein. Wenn
	der Plot in der Anzeige vertikal zentriert werden soll,
	geben Sie den Mittelpunkt des z-Achsenbereichs für die
	Anzeige an.
Beispiel:	Lassen Sie den Beispiel-Plot für Wireframe anzeigen
P	(WIRE): $z = x^3y - xy^3$. Geben Sie, sofern erforderlich.

Detspier: Lassen Sie den Beispier-Fiot für Wireframe anzeigen (WIRE): $z = x^3y - xy^3$. Geben Sie, sofern erforderlich, den Befehl TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS (NXT) WIRE



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Pseudo-Contour-Plots (Pseudo-Kontur-Diagramme)

Der Plot-Typ Ps-Contour plottet ein Gitter von Geradensegmenten, die jeweils Tangenten an eine Kontur der Funktion sind. (Die Kurve erfüllt die Gleichung F(x,y)=constant). Für jeden Punkt des Stichprobengitters wird eine Tangente berechnet. Auf diese Weise entsteht ein "schneller" Kontur-Plot, der eine visuelle Vorstellung von den Integralkurven (Konturen) vermittelt, ohne diese tatsächlich zu plotten.

Die Standardbildschirme für PS-CONTOUR-Plots



Die Eingabemaske PLOT für Ps-Contour-Plots

۷:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck (bzw. die
	Gleichung oder benutzerdefinierte Funktion) ein. Statt
	der Objekte können auch die Namen von Variablen
	mit Ausdrücken, Gleichungen oder benutzerdefinierten
	Funktionen verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das
	Stichprobengitter ein.
DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das
	Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).

DEAW Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in den reservierten Variablen EQ, PPAR und VPAR und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Ps-Contour-Plots

- X-LEFT: Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich
 X-RIGHT: entsprechend der (in INDEP angegebenen) ersten unabhängigen Variablen ein.
- Y-NEAR: Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich entsprechend
 Y-FAR: der (in DEPND angegebenen) zweiten unabhängigen
 Variablen ein.
- **Beispiel:** Lassen Sie den Beispiel-Plot für Ps-Contour anzeigen (PSCN): $z = \frac{(x^2-1)}{(y^2-1)}$. Geben Sie, sofern erforderlich, den Befehl TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie VAR EXAM PLOTS NXT PSCN



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Y-Slice-Plots (Y-Scheiben-Darstellung)

Der Plot-Typ YSLICE zeichnet eine Reihe von (jeweils zur y-Achse senkrechten) Querschnitten der durch die aktuelle Gleichung beschriebenen Fläche. Dabei wird für jede Reihe im Stichprobengitter ein Plot gezeichnet. Wenn alle "Scheiben" gezeichnet sind, läßt YSlice eine Animation ablaufen, in der jede "Scheibe" ein Einzelbild darstellt. Auf diese Weise können Sie eine visuelle Vorstellung davon gewinnen, wie sich eine Scheibe durch die berechnete Fläche bewegt.



Die Standardbildschirme f	für YSLICE-Plots
---------------------------	------------------

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	OPTIONS 🗱
X-LEFT: -1	X-RIGHT: 1
Y-NEAR: -1	Y-FAR: <u>1</u>
z-LOW: -1	z-HIGH: 1
_SAVE ANIMATION	
ENTER MINIMUM	{ VIEW-VOLUME VAL
EDIT	CANCE DK

Die Eingabemaske PLOT für Y-Slice-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Andern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck (bzw. die
	Gleichung oder benutzerdefinierte Funktion) ein. Statt
	der Objekte können auch die Namen von Variablen
	mit Ausdrücken, Gleichungen oder benutzerdefinierten
	Funktionen verwendet werden.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das
	Stichprobengitter ein.
DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen
	Variablen ein.
STEPS:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das
	Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Variablen an den entsprechenden Stellen
	in den reservierten Variablen EQ , $PPAR$ und $VPAR$

und zeichnet der Reihe nach die zugehörigen Plots. Sobald alle Scheiben gezeichnet wurden, werden sie als "Endlos-Animationsschleife" angezeigt. Mit (CANCEL) wird die Animation abgebrochen.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für YSlice-Plots

X-LEFT: Geben Sie den x-Achsenbereich ("Breite") für die X-RIGHT: Anzeige ein. Y-NEAR: Geben Sie den y-Achsenbereich ("Tiefe") für die Y-FAR: Anzeige ein. Z-LOW: Geben Sie den z-Achsenbereich ("Höhe") für die Z-HIGH: Anzeige ein. SAVE Wenn dieses Feld markiert ist, wird die bei der ANIMATION Animation verwendete "Scheiben"-Sequenz in den Stack gestellt, und die Zahl der Scheiben wird auf Ebene 1 des Stack gesetzt. Wenn das Feld nicht markiert ist, werden alle "Scheiben" außer der aktuellen gelöscht, sobald die PICTURE-Umgebung verlassen wird.

Beispiel: Lassen Sie den Beispiel-Plot für YSLICE anzeigen (SLICE): $z = x^3y - xy^3$. Geben Sie, sofern erforderlich, den Befehl TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS (NXT) SLICE

Drücken Sie CANCEL, um die Animation zu beenden.



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

Gridmap-Plots (Gitterzuordnungs-Diagramm)

Der Plot-Typ GRIDMAP transformiert das angegebene rechtwinklige Stichprobengitter gemäß der aktuellen komplexen Funktion. Die Koordinaten (eine komplexe Zahl) jedes Punktes im Stichprobengitter dienen als Eingangswerte für die Funktion, die die Koordinaten anschließend dem Ausgabegitter zuordnet. Welcher Teil des Ausgabegitters angezeigt wird, kann durch entsprechende Wahl des xund y-Bereichs für den Anzeigeraum beeinflußt werden.

Die Standardbildschirme für GRIDMAP-Plots

		8 PLOT 🗱	
TYPE:	Gridm	ар	∡: Deg
EQ:			
INDEP:	Х	STEPS	:10
DEPND:	Y	STEPS	: 8
ENTER	FUNCTIO	N(S)_TO P	LOT
EDIT	CHOOS	OPTS	ERASE DRAW

XXXXXXXXXXXXXXXXX PLOT	OPTIONS
X-LEFT: -1	X-RIGHT: <u>1</u>
Y-NEAR: —1	Y-FAR: <u>1</u>
XX-LEFT: — 1	XX-RGHT: <u>1</u>
YY-NEAR:- <u>1</u>	YY-FAR: <u>1</u>
ENTER MINIMUM	X VIEW-YOLUME VAL
EDIT	CANCE DK

Die Eingabemaske PLOT für Gridmap-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Ändern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie den zu plottenden Ausdruck (bzw. die
	Gleichung oder benutzerdefinierte Funktion) ein. Statt
	der Objekte können auch die Namen von Variablen
	mit Ausdrücken, Gleichungen oder benutzerdefinierten
	Funktionen verwendet werden. Die Funktion b zw. der
	Ausdruck in EQ benötigt ein komplexes Argument.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen
	Variablen ein.
STEP:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das
	Stichprobengitter ein.
DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen
	Variablen ein.
STEP:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das
	Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

DEAW Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in den reservierten Variablen EQ, PPAR und VPAR und zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Gridmap-Plots

X-LEFT: X-RIGHT:	Geben Sie den horizontalen Anzeigebereich ein.
Y-NEAR: Y-FAR:	Geben Sie den vertikalen Anzeigebereich ein.
XX-LEFT: XX-RIGHT:	Geben Sie den horizontalen Bereich des Eingabe-Stichprobengitters entsprechend der (in INDEP angegebenen) ersten unabhängigen Variablen ein.
YY-NEAR: YY-FAR:	Geben Sie den vertikalen Bereich des Eingabe- Stichprobengitters entsprechend der (in DEPND angegebenen) zweiten unabhängigen Variablen ein.
Beispiel:	Lassen Sie den Beispiel-Plot für Gridmap anzeigen (GRID): $x + y\mathbf{i} \Rightarrow \sin(x + y\mathbf{i})$. Geben Sie, sofern erforderlich, den Befehl TEACH ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:
Drücken Sie	

PLOTS (NXT) GRID



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen aus, und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen. 23

Pr-Surface-Plots (Parametrische Flächendarstellung)

Mit dem Plot-Typ Pr-Surface wird eine perspektivische dreidimensionale Schrägsicht eines Drahtgittermodells der Fläche gezeichnet, die durch die Gleichung $F(u, v) = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$ beschrieben wird. Dabei werden u und v vom Stichprobengitter übernommen (XX- und YY- Bereich). Pr-Surface verbindet somit die Koordinatenzuordnung des Gridmap-Plots mit der dreidimensionalen perspektivischen Ansicht des Wireframe-Plots.

Die Standardbildschirme für PR-SURFACE-Plots

	# PLOT ####################################
TYPE: Pr-S	urface 🗸 Deg
EQ:	
INDEP: X	STEPS: 10
DEPND: Y	STEPS: 8
ENTER FUNCTI	ON(S)_TO PLOT
EDIT CHOOS	OPTS ERASE DRAW

	PLOT OPTIONS
X-LEFT:	X-RIGHT: 1
Y-NEAR: -)	Y-FAR: 1
2-LOW: -)	Z-HIGH: 1
XE: Ø	YE: -3 ZE: Ø
ENTER MINI	MUM X <u>v</u> iew-volume val
EDIT	882YY CANCL DK

XXX AND YY	PLOT OPTIONS
XX-LEFT: <mark>— 1</mark> YY-NEAR: — <u>1</u>	XX-RGHT:1 YY-FAR: 1
ENTER MINIMUM	XX RANGE VALUE Ornol or

Die Eingabemaske PLOT für Pr-Surface-Plots

∠:	Zeigt den aktuellen Winkelmodus an. Zum Andern
	drücken Sie ein- oder mehrmals (+/-), oder verwenden
	Sie CHOOS.
EQ:	Geben Sie hier die Funktion als Liste mit den drei
	algebraischen Objekten ein, die die parametrisierten
	Vektorkomponenten enthalten.
INDEP:	Geben Sie den Namen einer der unabhängigen
	Variablen ein.
STEP:	Geben Sie die Anzahl der Spalten für das
	Stichprobengitter ein.

DEPND:	Geben Sie den Namen der zweiten unabhängigen
	Variablen ein.
STEP:	Geben Sie die Anzahl der Reihen für das
	Stichprobengitter ein.
OPTS	Öffnet die Eingabemaske PLOT OPTIONS.
ERASE	Löscht den PICT-Bildschirm (ohne ihn anzuzeigen).
DRAW	Speichert alle Werte an den entsprechenden Stellen in
	den reservierten Variablen EQ, PPAR und VPAR und
	zeichnet den Plot. Die PICTURE-Umgebung bleibt
	anschließend geöffnet.

Die Eingabemaske PLOT OPTIONS für Pr-Surface-Plots

X-LEFT: X-RIGHT:	Geben Sie den x-Achsenbereich ("Breite") für die Anzeige ein.
Y-NEAR: Y-FAR:	Geben Sie den y -Achsenbereich ("Tiefe") für die Anzeige ein.
Z-LOW: Z-HIGH:	Geben Sie den z-Achsenbereich ("Höhe") für die Anzeige ein.
XE:	Geben Sie die x -Koordinate des Blickpunkts ein. Wenn der Plot in der Anzeige horizontal zentriert werden soll, geben Sie den Mittelpunkt des x -Achsenbereichs für die Anzeige an.
YE:	Geben Sie die y-Koordinate des Blickpunkts ein. Diese Koordinate muß um mindestens eine Einheit kleiner sein als der Wert für Y-NEAR: (siehe oben). Je größer der Abstand zwischen YE: und Y-NEAR: ist, desto weiter entfernt erscheint der Plot.
ZE:	Geben Sie die z-Koordinate des Blickpunkts ein. Wenn der Plot in der Anzeige vertikal zentriert werden soll, geben Sie den Mittelpunkt des z-Achsenbereichs für die Anzeige an.
ΧΧ, ΥΥ	Öffnet die Eingabemaske XX UND YY PLOT OPTIONS für die Eingabe der Stichprobengitter-Bereiche.

23

Die Eingabemaske XX UND YY PLOT OPTIONS für Pr-Surface-Plots

- XX-LEFT: Geben Sie den horizontalen Bereich für das
- XX-RIGHT: Eingabe-Stichprobengitter ein.
- YY-NEAR: Geben Sie den vertikalen Bereich für das
- YY-FAR: Eingabe-Stichprobengitter ein.

Beispiel: Lassen Sie den Beispiel-Plot für Pr-Surface anzeigen (PSUR): $F(u, v) = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$ mit $x(u, v) = u \cos v, \ y(u, v) = u \sin v$ und z(u, v) = u. Geben Sie, sofern erforderlich, den Befehl TEAC H ein, um das Beispiel-Verzeichnis EXAMPLES zu installieren, und anschließend:

Drücken Sie (VAR) EXAM PLOTS (NXT) PSUR



Drücken Sie nach dem Plotten CANCEL PLOT, um die PLOT-Masken anzeigen zu lassen, mit denen der Plot erzeugt wurde. Probieren Sie verschiedene Werte oder Einstellungen, aus und lassen Sie den Plot jeweils neu zeichnen.

24

Spezielle Plot-Optionen

Beschriften und Positionieren der Achsen

Beschriften der Koordinatenachsen mit den Variablennamen:

• Wenn der Plot fertig gezeichnet ist, drücken Sie EDIT (NXT) LABEL. Die Namen der unabhängigen und der abhängigen Variablen sowie die Koordinaten (in Benutzereinheiten) der größten und der kleinsten *angezeigten* Werte für die einzelnen Variablen werden in den Plot eingefügt. Die folgende Abbildung zeigt Beschriftungen, die mit den Standardeinstellungen in den Plot der Funktion $x^2 - 2$ eingefügt wurden.



Beschriften der Achsen mit benutzerdefinierten Texten:

- 1. Sofern erforderlich, drücken Sie (CANCEL), um zum Stack zurückzukehren.
- 2. Geben Sie eine Liste mit den horizontalen und vertikalen Achsenbeschriftungen (als Zeichenketten) ein: ("H-Beschr" "V-Beschr")
- 3. Drücken Sie (PLOT) PPAR (NXT) AXES, um die Beschriftungen zu speichern.
- 4. Drücken Sie ()PICTURE, um den Plot wieder anzeigen zu lassen.
- 5. Drücken Sie EDIT (NXT) LABEL.

Eingeben eines anderen Schnittpunkts als (0,0):

- 1. Drücken Sie vom Stack aus ().
- 2. Geben Sie den gewünschten Schnittpunkt als komplexe Zahl ein, und drücken Sie ENTER.
- 3. Drücken Sie (PLOT) PPAR (NXT) AXES, um den Schnittpunkt zu speichern.
- 4. Drücken Sie PLOT ERASE DRAW, um den Plot mit dem neuen Achsenschnittpunkt erneut zeichnen zu lassen.

24

Plotten von Programmen und benutzerdefinierten Funktionen

Sie können nicht nur Ausdrücke und Gleichungen plotten, sondern auch Programme. Die Ausdrücke, Gleichungen und Programme können benutzerdefinierte Funktionen enthalten.

Ein Programm kann dann geplottet werden, wenn es nichts vom Stack entnimmt, die unabhängige Variable im Programm verwendet und genau einen Zahlenwert ohne Zusätze an den Stack zurückliefert:

- Reelles Ergebnis. Entspricht den Ausdrücken f(x) (Plot-Typ Function) und $r(\theta)$ (Plot-Typ Polar). Beispiel: Das Programm
 - « IF 'X<0' THEN '3*X^3-45*X^2+350' ELSE 1000 END»

erzeugt den Plot

$$f(x) = \begin{cases} 3x^3 - 45x^2 + 350 & \text{für } x < 0\\ 1000 & \text{für } x > 0 \end{cases}$$

Speichern Sie das Programm in EQ, wählen Sie automatische Skalierung, und lassen Sie den Plot zeichnen.

• Komplexes Ergebnis. Entspricht (x(t), y(t)) (Plot-Typ Parametric). Beispiel: Das Programm

« 't^2−2' →NUM 't^3−2*t+1' →NUM R→C »

plottet die parametrischen Gleichungen

$$x = t^2 - 2$$
 und $y = t^3 - 2t + 1$

24-2 Spezielle Plot-Optionen

Speichern Sie das Programm in EQ, machen Sie 'T' zur unabhängigen Variablen, wählen Sie automatische Skalierung und lassen Sie den Plot zeichnen.

Plotbereich und Anzeigebereich

Der *Plotbereich* ist derjenige Bereich der unabhängigen Variablen (bzw. mehrerer Variablen), in dem die aktuelle Gleichung ausgewertet wird. Wenn Sie keinen Plotbereich angeben, verwendet der HP 48 den Anzeigebereich der x-Achse (festgelegt durch XRNG in \bigcirc PLOT) oder durch H- \forall IEW in \bigcirc PLOT) als Plotbereich. Sie können jedoch auch einen vom Anzeigebereich der x-Achse abweichenden Plotbereich festlegen:

- Bei den Plot-Typen Polar und Parametric besteht kein Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variablen und der x-Achsen-Variablen; Sie müssen daher den Plotbereich festlegen, um den Bereich für die unabhängige Variable einzugrenzen.
- Bei den Plot-Typen Truth und Conic können Sie die Dauer des Plotvorgangs verkürzen, indem Sie den Plotbereich kleiner wählen als den x- und y-Achsen-Anzeigebereich. Bei diesen Plot-Typen müssen Sie die abhängige Variable angeben; Sie können einen vom Anzeigebereich der y-Achse abweichenden Plotbereich festlegen.

Sie können PICT größer als die Standardgröße (131 x 64 Pixel) wählen und entweder die x- und y-Skalierungsfaktoren übernehmen (um den Anzeigebereich zu vergrößern) oder den Anzeigebereich übernehmen (um die Skalierung zu vergrößern und den Plo t scheinbar zu "strecken").

Überprüfen der aktuellen Größe von PICT:

■ Drücken Sie (PRG) FICT FICT (PRCL). In der Anzeige Graphic Breitex Höhe werden die aktuellen Größenwerte von PICT angezeigt.

Ändern der Größe von PICT:

 Wenn Sie die Skalierungswerte übernehmen möchten, geben Sie zwei komplexe Zahlen (mit den Begrenzungszeichen (>)) ein, die die Koordinaten von diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten in 24

Benutzereinheiten angeben, und drücken Sie dann (PRG) FICT PDIM.

 Wenn Sie die Anzeigebereiche übernehmen möchten, geben Sie zwei binäre Ganzzahlen (mit den Begrenzungszeichen #) ein, die die horizontale und vertikale Größe in Pixeln angeben, und drücken Sie dann (PRG) PICT PDIM.

Das vom Befehl PDIM (*PICT-Dimension*) gelieferte Ergebnis ist vom Koordinatentyp - Benutzereinheiten oder Pixel - abhängig; in beiden Fällen wird aber die Größe von *PICT* geändert.

Beispiel: *PICT* habe seine Standardgröße, wie weiter hinten in Abbildung (a) dargestellt.

Zum Verdoppeln des x-Bereichs von PICT in horizontaler Richtung unter Beibehaltung der Skalierung (Einheiten pro Pixel) geben Sie (-10, -1) und (20, 2) ein, und drücken Sie FDIM. (Die Größe von PICT in Pixeleinheiten beträgt #261 (Breite) mal #64 (Höhe).) Wenn Sie den Graphen neu zeichnen lassen, werden an beiden Enden des Graphen weitere Punkte eingefügt, wie in Abbildung (c) gezeigt.







Erweitern des Plotbereichs über die Anzeigegrenzen:

 Ändern Sie die Größe von PICT so, daß der Plotbereich darin enthalten ist. Geben Sie zwei komplexe Zahlen (mit den Begrenzungszeichen ()) ein, die die Koordinaten von diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten in Benutzereinheiten angeben, und drüc ken Sie dann PRG PICT PDIM.

- 2. Öffnen Sie die Anwendung PLOT und wählen Sie die Plotund Anzeigebereiche. Der Anzeigebereich kann kleiner als der Plotbereich sein.
- 3. Sobald alle Plotparameter gesetzt sind, drücken Sie <u>ERASE</u> <u>DRAW</u>, um den Plot zeichnen zu lassen. Auf dem Bildschirm wird nur ein Teil des Plots dargestellt.
- 4. Drücken Sie (PICTURE) und verwenden Sie die Pfeiltasten, um den größeren Plot durchzurollen und zu betrachten. Durch nochmaliges Drücken von (PICTURE) wird der Roll-Modus wieder verlassen.

Verwendung berechneter Werte für Plot- oder Anzeigebereiche:

- 1. Markieren Sie in der Eingabemaske PLOT oder PLOT OPTIONS das Bereichsfeld, dessen Wert Sie berechnen möchten.
- 2. Drücken Sie (NXT) CALC, um eine Nebenrechnung im Stack vorzubereiten.
- 3. Führen Sie die gewünschte Berechnung durch. Beispiel: Wenn Sie ^{3π}/₄ als einen Endpunkt verwenden möchten, drücken Sie 3 ()
 3. Führen Sie ^{3π}/₄ als einen Endpunkt verwenden möchten, drücken Sie 3 ()
- 4. Sofern erforderlich, wandeln Sie das Ergebnis auf Ebene 1 in eine reelle Zahl um, indem Sie ← NUM drücken.
- 5. Drücken Sie OK , um das Ergebnis in das ursprüngliche Feld einzugeben.

Sichern und Abrufen von Plots

Ein Plot kann aus mehreren Komponenten bestehen:

- Das Plot-Bild (picture), ein Grafikobjekt.
- Die aktuelle(n) Gleichung(en), die in der reservierten Variablen EQ gespeichert ist/sind.
- Die aktuellen Plot-Parameter, die in den PLOT-Masken definiert und in der reservierten Variablen PPAR gespeichert werden, sowie bei dreidimensionalen Plot-Typen - VPAR.
- Flag-Einstellungen, die Plot- oder Anzeigeoptionen festlegen.

Sie können diese Plot-Komponenten ganz oder teilweise in einer Variablen speichern, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder abrufen zu können. Hierzu zwei nützliche Anregungen:

24

- Sichern Sie nur das Plot-Bild das "Ergebnis" in einer Variablen. Dieses Verfahren ist einfacher (siehe unten), aber jedes Plot-Bild benötigt etwa 1 Kilobyte Speicherplatz.
- 2. Sichern Sie die aktuellen Variablen EQ, PPAR, VPAR (sofern erforderlich) und Flag-Einstellungen in einer Liste. Zum späteren Abrufen des Plots können alle diese Variablen mit den in der Liste gespeicherten Werten geladen werden.

In den folgenden Anleitungen wird beschrieben, wie Plots auf diese Weise gesichert und zurückgeladen werden können.

Sichern des aktuellen Plot-Bildes in einer Variablen:

- 1. Wenn der Plot gezeichnet wurde und in PICTURE angezeigt wird, drücken Sie (STO), um eine Kopie des Plots als Grafikobjekt in den Stack zu stellen. Drücken Sie (CANCEL), um zum Stack zurückzukehren.
- Geben Sie einen Namen f
 ür den Plot ein (z. B. 'F1'), und dr
 ücken Sie (STO).

Abrufen eines in einer Variablen gespeicherten Plot-Bildes:

- 1. Drücken Sie nacheinander VAR, → und die Menütaste für die Variable, die das Plot-Bild enthält (z. B. P1), um die Variable wieder in den Stack abzurufen.
- 2. Drücken Sie PRG FICT FICT STO, um das Plot-Bild in der Variablen *PICT* zu speichern.
- 3. Drücken Sie (PICTURE), um das Plot-Bild anzeigen zu lassen.

Sichern einer "wiederherstellbaren" Version des aktuellen Plots:

- 1. Nachdem der Plot gezeichnet wurde, drücken Sie (CANCEL), um wieder zum Stack zurückzukehren.
- Rufen Sie den aktuellen Inhalt von EQ, PPAR und VPAR (wenn der aktuelle Plot dreidimensional ist) in den Stack, indem Sie nacheinander VAR, EQ PPAR und VPAR (sofern erforderlich) drücken. Zum Auffinden der einzelnen Variablen müssen Sie eventuell mit NXT durch die Menüseiten blättern.
- 3. Drücken Sie (MODES) FLAG NXT, um die aktuellen Flag-Einstellungen in den Stack zu rufen.
- 4. Der Stack enthält nun drei bzw. wenn VPAR ebenfalls enthalten ist - vier neue Objekte. Geben Sie die Zahl ein (3 oder 4), und

24

drücken Sie (PRG) LIST \rightarrow LIST, um diese Objekte zu einer Liste zusammenzufassen.

5. Geben Sie einen Namen für die Liste ein, und drücken Sie STO.

Wiederherstellen eines Plots aus der gesicherten Version:

- 1. Drücken Sie nacheinander VAR und die Menütaste für die Variable mit der (in Listenform) gespeicherten Version des Plots.
- 2. Drücken Sie PRG TYPE OBJ÷ DROP, um die Liste zu zerlegen und die Komponenten in den Stack zu stellen.
- 3. Drücken Sie (MODES STOF, um die Flag-Einstellungen wiederherzustellen. Achtung: Die aktuellen Flag-Einstellungen werden dabei überschrieben.
- 4. Wenn es sich um einen dreidimensionalen Plot handelt, drücken Sie (), geben Sie VPAR ein und drücken STO, um VPAR wiederherzustellen.
- 5. Drücken Sie (), geben Sie PPAR ein, und drücken Sie (STO), um PPAR wiederherzustellen.
- 6. Drücken Sie \bigcirc PLOT \bigcirc EQ, um EQ wiederherzustellen.
- 7. Drücken Sie PLOT ERASE DRAW, um den Plot erneut zeichnen zu lassen.
25

Die Gleichungsbibliothek

Die Gleichungsbibliothek ist eine Sammlung von Gleichungen und Befehlen zum Lösen allgemeiner wissenschaftlicher und technischer Probleme. Die Bibliothek besteht aus über 300 Gleichungen, die in 15 technische Themenbereiche mit über 100 Problemtiteln gegliedert sind. Jeder Problemtitel enthält eine oder mehrere Gleichungen, mit denen Sie Problemstellungen des betreffenden Typs lösen können. Anhang G enthält eine Tabelle der Gruppen und Problemtitel in der Gleichungsbibliothek. Ausführlichere Informationen zu den einzelnen Gleichungen enthält das HP 48G Series Advanced User's Reference.

Lösen einer Aufgabe mit der Gleichungsbibliothek

Zum Lösen einer Aufgabe mit der Gleichungsbibliothek führen Sie die folgenden Schritte durch:

- 1. Drücken Sie (F) (EQLIB), um die Gleichungsbibliothek aufzurufen.
- 2. Wählen Sie mit den Menütasten SI, ENGL und UNITS das gewünschte Einheitensystem.
- 3. Markieren Sie das gewünschte Thema, und drücken Sie dann (ENTER).
- 4. Markieren Sie den gewünschten Titel.
- 5. Wahlweise: Ausführlichere Informationen über die Gleichungen in der jeweiligen Gruppe können Sie mit weiteren Tasten abrufen, wie in den folgenden Abschnitten erläutert.
- 6. Geben Sie für jede bekannte Variable den betreffenden Wert ein, und drücken Sie die entsprechende Menütaste. Sofern erforderlich, drücken Sie (NXT), um Zugriff zu weiteren Variablen zu erhalten.

- 7. Drücken Sie SOLV, um mit der Lösung der Aufgabe zu beginnen.
- 8. Geben Sie für jede bekannte Variable den betreffenden Wert ein, und drücken Sie die entsprechende Menütaste. Sofern erforderlich, drücken Sie (NXT), um Zugriff zu weiteren Variablen zu erhalten.
- 9. Wahlweise: Geben Sie einen Schätzwert für die unbekannte(n) Variable(n) ein. Hierdurch können Sie die Berechnung beschleunigen oder sich auf eine von mehreren Lösungen konzentrieren. Der Schätzwert wird auf die gleiche Weise eingegeben wie der Wert einer bekannten Variablen. Wenn Sie ein Gleichungssystem bearbeiten, drücken Sie nach der Eingabe des Schätzwerts (1) und anschließend die Variablen-Menütaste MCAL (das Menüfeld wird wieder weiß).
- 10. Drücken Sie () und anschließend die Menütaste der Variablen, nach der Sie die Gleichung auflösen möchten. Wenn Sie ein Gleichungssystem lösen wollen, können Sie das System mit
 () ALL nach allen verbleibenden Unbekannten also nach allen Variablen, die Sie nicht zuvor definiert haben auflösen.

Anwendung der Solver-Lösungsroutine

Bei der Auswahl eines Themas und eines Titels in der Gleichungsbibliothek geben Sie ein System aus einer oder mehreren Gleichungen an. Sobald Sie anschließend SOLV drücken, werden die Kataloge der Gleichungsbibliothek wieder verlassen, und der Taschenrechner beginnt, die ausgewählten Gleichungen zu lösen.

Wenn Sie in der Gleichungsbibliothek SOLV drücken, führt die Solver-Anwendung die folgenden Schritte durch:

- Das Gleichungssystem wird in der entsprechenden Variablen gespeichert: EQ für eine einzelne Gleichung, EQ und Mpar für ein System aus mehreren Gleichungen. (Mpar ist der reservierte Name einer von der Lösungsroutine für Gleichungssysteme (Multiple-Equation Solver) verwendeten Variablen.)
- Die einzelnen Variablen werden erstellt und auf Null gesetzt sofern sie noch nicht vorhanden sind. (Wurde die Variable bereits vom Solver benutzt, handelt es sich um eine globale Variable und ist schon vorhanden—bis sie von Ihnen gelöscht wird.)

- Die Einheiten für die einzelnen Variablen werden gemäß Ihren Vorgaben gesetzt (SI- oder englisches Einheitensystem; Berechnung mit oder ohne Einheiten), sofern nicht die Variable bereits vorhanden und mit Einheiten versehen ist, deren Dimension mit Ihren Eingaben kompatibel ist. (Um von englischen Einheiten in SI-Einheiten oder umgekehrt zu wechseln, müssen Sie zuerst die existierenden Variablen löschen oder die Einheiten mit den Werten explizit eingeben.)
- Die entsprechende Lösungsroutine wird aufgerufen: die Anwendung SOLVR (siehe Seite 18-7) für einzelne Gleichungen, die Lösungsroutine für Gleichungssysteme (Multiple-Equation Solver), wenn es sich um ein System aus mehreren Gleichungen handelt.

Da EQ und Mpar Variablen sind, können Sie für jedes Verzeichnis im Speicher eigene Exemplare von EQ und Mpar anlegen.

Belegung der Menütasten

Die Funktionsweise der Variablen-Menütasten mit und ohne Umschaltung ist für *beide* Lösungsroutinen identisch. Die Routine für Gleichungssysteme verwendet zwei Arten von Menüfeldern: schwarze Felder und weiße Felder. Mit der Taste NXT werden, sofern erforderlich, zusätzliche Menüfelder angezeigt. Darüber hinaus verfügen beide Lösungsroutinen über spezielle Menütasten, die in der folgenden Tabelle beschrieben werden. An den speziellen Menüfeldern können Sie erkennen, welche der Lösungsroutinen gestartet wurde. (Sie können aber auch den Titel überprüfen: Der Titel für eine Bibliotheksgleichung in der Anwendung HP Solve beginnt mit EQ:.)



Belegung der Menütasten für die Lösungsroutinen

Blättern in der Gleichungsbibliothek

Wenn Sie in der Gleichungsbibliothek ein Thema und einen Titel wählen, geben Sie ein System mit einer oder mehreren Gleichungen an. Sie können aus den Katalogen der Gleichungsbibliothek die folgenden Angaben zu einem solchen Gleichungssystem abrufen:

- Die Gleichungen selbst und die Zahl der Gleichungen.
- Die verwendeten Variablen und die zugehörigen Einheiten (Sie können die Einheiten gegebenenfalls ändern).
- Eine Bilddarstellung des physikalischen Systems (für die meisten Gleichungssysteme).

25-4 Die Gleichungsbibliothek

Anzeigen von Gleichungen

Alle Gleichungen haben eine Anzeigeform; manche Gleichungen besitzen zusätzlich eine Berechnungsform. In der Anzeigeform ist die Gleichung in der Grundform dargestellt, so wie man sie in einem Buch finden würde. Die Berechnungsform enthält Erweiterungen zur Optimierung der Berechnung. Wenn für die Gleichung eine Berechnungsform zur Verfügung steht, erscheint ein * oben links in der Gleichungsanzeige.

Taste	Aktion	Beispiel
EQN NXEQ	Zeigt die Anzeigeform der aktuellen oder nächsten Gleichung im EquationWriter-Format an.	$B = \frac{\mu 0 \cdot \mu r \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$
(ENTER)	Zeigt die Anzeigeform der aktuellen oder nächsten Gleichung als algebraisches Objekt an. ENTER oder V zeigt die nächste Gleichung an, A die vorige Gleichung.	'Β=(µ0*µr*I)/(2*π*r)'
→STK	Zeigt die Berechnungsformen an. Hierzu wird eine Liste mit dem aktuellen Gleichungssystem in den Stack gestellt.	('B=IFTE(r <rw, CONST(μ0)*μr*I *r/(2*π*rw^2), CONST(μ0)*μr*I /(2*π*r))')</rw,

Operationen für die Anzeige von Gleichungen und Bildern

Anzeigen von Variablen und Auswählen der Einheiten

Nach der Auswahl eines Themas und Titels können Sie sich den Katalog der Namen, Beschreibungen und Einheiten für die Variablen im Gleichungssystem anzeigen lassen, indem Sie die Taste VARS drücken. In der folgenden Tabelle sind die in den Variablenkatalogen verfügbaren Operationen zusammengefaßt.

Operationen in den	Variablenkatalogen
--------------------	--------------------

Taste	Aktion
NXT	Schaltet zwischen Beschreibungs- und Einheitenkatalog hin und her.
SI ENG	Aktiviert SI- oder englische Einheiten, <i>sofern</i> dies zu keinem Konflikt mit den Einheiten von bereits vorhandenen (globalen) Variablen führt. Löschen Sie die existierenden Variablen (oder geben Sie die spezifischen Einheiten ein), um Konflikte zu vermeiden.
UNITS	Schaltet die Verwendung von Einheiten ein oder aus.
→VAR	Erstellt alle Variablen der Gleichung oder ändert sie gemäß den gewählten Einstellungen für die Einheiten.
PURG	Löscht alle Gleichungsvariablen für den betreffenden Titel im aktuellen Verzeichnis. Dies bereinigt auch Konflikte zwischen SI und englischen Einheiten.

Anzeigen des Bildes

Nach der Auswahl eines Themas und Titels können Sie sich das Bild zu der betreffenden Aufgabe anzeigen lassen - sofern zu dem betreffenden Titel ein Bild vorhanden ist.

Zum Anzeigen des Bildes drücken Sie PIC. Während der Anzeige des Bildes stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung:

- Drücken Sie ≠FICT, um das Bild im grafischen Speicher PICT abzulegen. Anschließend können Sie das Bild nach dem Verlassen des Gleichungsbibliothek-Katalogs mit ← PICTURE anzeigen lassen.
- Drücken Sie die Menütasten oder (ENTER), um weitere Angaben zu den Gleichungen abzurufen.

Weitere Informationen zum Anzeigen und Bearbeiten von Grafikobjekten finden Sie in Kapitel 9, "Grafikobjekte".

Anwendung des Multiple-Equation Solver

Die Gleichungsbibliothek startet den Multiple-Equation Solver automatisch, wenn das Gleichungssystem mehr als eine Gleichung enthält. Sie können die Routine jedoch auch mit Ihrem eigenen Gleichungssystem explizit starten (siehe "Gleichungssystem definieren" auf Seite 25-10.

Wenn die Gleichungsbibliothek den Multiple-Equation Solver startet, wird zunächst das Gleichungssystem in EQ und eine Kopie des Gleichungssystems und die Variablenliste samt zusätzlichen Informationen in *Mpar* gespeichert. Anschließend wird mit *Mpar* das Solver-Menü für das aktuelle Gleichungssystem definiert. (Beachten Sie, daß Sie EQ wie jede andere Variable direkt anzeigen lassen und bearbeiten können, daß aber *Mpar* nur indirekt (durch die Ausführung der Bearbeitungsbefehle) bearbeitet werden kann, da diese Variable in Form von speziellen Bibliotheksdaten für die Anwendung Multiple Equation Solver strukturiert ist.)

In der folgenden Tabelle ist die Belegung der Tasten des Solver-Menüs zusammengefaßt. Mit der Taste (NXT) können Sie weitere Menüfelder anzeigen lassen.

Operation	Taste	Aktion
Wert speichern	X	Erstellt die Variable (sofern erforderlich), speichert den Variablenwert und legt die Variable als benutzerdefiniert fest. Wenn der Wert keine Einheiten besitzt, werden die Einheiten des vorherigen Werts angefügt (sofern vorhanden).
Numerisch auflösen	J ×	Erstellt die Variable (sofern erforderlich), löst nach dem Variablenwert auf und legt die Variable als nicht benutzerdefiniert fest.
Wert wieder abrufen	Ð X	Legt den Wert der Variablen wieder in dem Stack ab.
Alle Variablen nicht benutzerdefiniert	ALL	Legt alle Variablen als nicht benutzerdefiniert fest, ändert jedoch ihre Werte nicht.
Nach allen Variablen auflösen	ALL	Erstellt Variablen, sofern erforderlich, und löst das Gleichungssystem nach allen (oder möglichst vielen) nicht benutzerdefinierten Variablen auf.
Erfolgskatalog	(ALL)	Zeigt Informationen zur letzten Lösung an.
Benutzerdefiniert	MUSE	Setzt den Status der Variablen oder Variablenliste im Stack auf "benutzerdefiniert".
Berechnet	MCAL	Setzt den Status der Variablen oder Variablenliste im Stack auf "nicht benutzerdefiniert" (berechnetes Ergebnis).

Tasten des Solver-Menüs

Die Menüfelder für die Variablentasten sind zunächst weiß und ändern ihre Farbe während des Lösungsvorgangs, wie weiter unten beschrieben.

Da eine Lösung viele Gleichungen und viele Variablen erfordert, muß der Multiple-Equation Solver ständig protokollieren, welche Variablen benutzerdefiniert sind (und nicht verändert werden dürfen) und welche nicht benutzerdefiniert sind (und somit verändert werden dürfen). Darüber hinaus protokolliert die Routine, welche Variablen beim letzten Lösungsvorgang verwendet oder gefunden wurden.

Die Menüfelder zeigen den Status der Variablen an. Die Felder werden automatisch aktualisiert, während Sie Werte einspeichern und das System nach Variablen auflösen. Sie können den Variablenstatus überprüfen, wenn Sie Schätzwerte eingeben und Lösungen ermitteln.

Beachten Sie, daß die beim letzten Lösungsvorgang verwendeten Variablen mit ■ gekennzeichnet sind; die Werte dieser Variablen sind miteinander kompatibel. Andere Variablen haben unter Umständen *keine* kompatiblen Werte, da sie bei der Lösung nicht beteiligt waren.

Menüfeld	Bedeutung
XO	Wert $x\theta$ wurde nicht von Ihnen definiert und nicht bei der letzten Lösung verwendet - kann sich bei der nächsten Lösung ändern.
•X0	Wert $x\theta$ wurde nicht von Ihnen definiert, aber in der letzten Lösung gefunden - kann sich bei der nächsten Lösung ändern.
XO	Wert $x\theta$ wurde von Ihnen definiert, aber nicht in der letzten Lösung verwendet - kann sich bei der nächsten Lösung nicht ändern (sofern Sie das System nicht ausschließlich nach dieser Variablen auflösen).
• X0	Wert $x\theta$ wurde von Ihnen definiert und in der letzten Lösung verwendet - kann sich bei der nächsten Lösung nicht ändern (sofern Sie das System nicht ausschließlich nach dieser Variablen auflösen).

Bedeutung der Menüfelder

Definieren eines Gleichungssystems

Beim Aufstellen eines Gleichungssystems sollten Sie damit vertraut sein, auf welche Weise der Multiple-Equation Solver die einzelnen Gleichungen zur Lösung von Aufgaben verwendet.

Der Multiple-Equation Solver geht auf die gleiche Art vor, wie auch Sie das System nach einer unbekannten Variablen auflösen würden - sofern Sie keine zusätzlichen Gleichungen aufstellen dürften: Sie wählen eine Gleichung aus, die nur eine Unbekannte enthält. Sie ermitteln den Wert dieser Variablen mit dem Root-Finder des HP 48. Durch wiederholte Anwendung dieses Verfahrens ermitteln Sie schließlich den Wert der gewünschten Variablen.

Sie sollten die Gleichungen so definieren, daß wahrscheinliche Unbekannte in den Gleichungen einzeln auftreten. Es dürfen nicht in allen Gleichungen zwei oder mehr Unbekannte auftreten. Sie können die Gleichungen auch in einer Reihenfolge definieren, die für die konkrete Aufgabe am besten geeignet ist.

Beispiel: Die drei folgenden Gleichungen beschreiben Anfangsgeschwindigkeit und Beschleunigung in Abhängigkeit von zwei beobachteten Wegstrecken und Zeiten. Die beiden ersten Gleichungen sind zur Lösung der Aufgabe mathematisch ausreichend, enthalten aber jeweils zwei Unbekannte. Durch Hinzufügen der dritten Gleichung wird eine erfolgreiche Lösung ermöglicht, da diese Gleichung nur eine der Unbekannten enthält.

Sie erhalten brauchbarere Gleichungen durch Einfügen von Funktionen, die korrekte und schnellere Berechnungen ermöglichen, z. B. CONST und TDELTA, UBASE, EXP und IFTE. Einzelheiten und Beispiele finden Sie im *HP 48G Series Advanced User's Reference*.

Wenn Ihre Gleichungen eine der folgenden Funktionen verwenden, können die Variablen vom Multiple-Equation Solver eventuell nicht ermittelt werden: Σ , \int , ∂ , |, QUOTE, APPLY, TVMROOT und CONST.

Die Liste der Gleichungen in EQ kann Menüdefinitionen enthalten; diese Definitionen werden aber von MINIT beim Erstellen von Mparignoriert. Sie können die Menüfelder jedoch mit MITM neu anordnen (siehe "Ändern von Titel und Menü" weiter hinten in diesem Kapitel.

Aufstellen eines Gleichungssystem für den Multiple Equation Solver:

- 1. Legen Sie alle Gleichungen des Systems im Stack ab.
- 2. Rufen Sie mit () den Interaktiven Stack auf, und setzen Sie dann den Cursor oben auf die Ebene mit der ersten eingegebenen Gleichung.
- 3. Fassen Sie die Gleichungen mit *→LIST* zu einer Liste zusammen.
- 4. Drücken Sie () @ E @ Q STO (oder SOLVE) ROOT () EQ), um die Liste in der Variablen EQ abzulegen.
- 5. Drücken Sie (EQ LIB) MES MINIT, um Mpar zu erstellen und das Gleichungssystem für den Multiple-Equation Solver vorzubereiten.
- 6. Drücken Sie MSOL, um den Solver mit dem neuen Gleichungssystem zu starten.

Ändern von Titel und Menü eines Gleichungssystems:

- 1. Stellen Sie sicher, daß das Gleichungssystem das aktuelle System ist (die Gleichungen werden beim Starten des Multiple-Equation Solver verwendet).
- 2. Geben Sie im Stack den neuen Titel als Textzeichenkette ein.
- 3. Geben Sie eine Liste mit den Variablennamen in der Reihenfolge ein, in der sie im Menü erscheinen sollen. Leerfelder können mit "" eingefügt werden. Sie müssen alle Variablen des Originalmenüs (aber keine anderen Variablen) eingeben und dabei Groß- und Kleinschreibung beachten.
- 4. Drücken Sie 🗲 EQ LIB MES MITM.

Interpretieren der vom Multiple Equation Solver gelieferten Ergebnisse

Der Multiple-Equation Solver löst das System nach Variablen auf, indem er das System wiederholt nach einer Gleichung durchsucht, die nur eine "Unbekannte" enthält (die nicht benutzerdefiniert ist und vom Solver während des laufenden Lösungsvorgangs nicht gefunden wurde); anschließend wird mit Hilfe des HP 48 Root-Finder der betreffende Wert ermittelt. Die Routine eliminiert die weiteren "Unbekannten", bis das System nach der angegebenen Variablen aufgelöst ist - oder nach keinen weiteren Variablen mehr aufgelöst werden kann. Jedesmal wenn der Multiple-Equation Solver beginnt, ein System nach einer Variablen aufzulösen, sind nur die Variablen mit schwarzen Menüfeldern "bekannt".

Während des Lösungsvorgangs zeigt der Multiple-Equation Solver die Variable an, nach der das System momentan aufgelöst wird. Die Routine zeigt auch, welche Art von Lösung vom HP 48 Root-Finder gefunden wurde (Nullstelle, Wendepunkt oder Extremwert) - oder welches Problem vorliegt, wenn keine Lösung gefunden werden konnte (Schätzwert oder Konstante ungeeignet). Sie können die Iterationen beobachten, wenn Sie während des Lösungsvorgangs eine beliebige Taste außer CANCEL drücken. Ausführlichere Informationen zur Root-Finder-Routine finden Sie in Kapitel 18.

Die folgenden Meldungen weisen auf Fehler in der Aufgabenstellung hin:

- Bad Guess(es) (Schlechte(r) Schätzwert(e)). Die Einheiten für eine Variable sind nicht vorhanden oder inkompatibel. Bei einer Schätzwertliste muß mindestens eines der Listenelemente kompatible Einheiten aufweisen.
- Too Many Unknowns (Zu viele Unbekannte). Die Solver-Routine konnte am Ende nur Gleichungen mit mindestens zwei Unbekannten finden. Geben Sie entweder weitere bekannte Werte ein, oder ändern Sie das Gleichungssystem - je nach konkreter Aufgabenstellung. Siehe "Ändern der Gleichungen" weiter hinten in diesem Kapitel.
- Constant? (Konstante). Der Anfangswert einer Variablen leitet den Root-Finder eventuell in die falsche Richtung. Geben Sie einen Schätzwert in der entgegengesetzten Richtung eines kritischen Werts ein - wenn negative Werte zulässig sind, versuchen Sie, einen negativen Wert einzugeben.

Überprüfen von Lösungen

Die mit einem • in den Menüfeldern gekennzeichneten Variablen stehen mit der letzten Lösung in Zusammenhang und bilden einen kompatiblen Satz von Werten, die die Gleichungen erfüllen. Die Werte von Variablen ohne Markierung erfüllen die Gleichungen nicht, da sie beim Lösungsvorgang nicht beteiligt waren.

Falls Lösungen unplausibel erscheinen, überprüfen Sie, ob die folgenden Probleme vorliegen:

- Falsche Einheiten. Eine bekannte oder ermittelte Variable hat nicht die von Ihnen vermuteten Einheiten. Hierbei handelt es sich um globale Variablen. Existierte die Variable bereits vor der Berechnung, hat seine verwendete Einheit (SI oder englisch) Priorität. Um diesen Konflikt zu beheben, sind entweder vor dem Lösen der Gleichung die Variablen zu löschen oder die gewünschten Einheiten explizit mit einzugeben.
- Keine Einheiten. Wenn Sie keine Einheiten verwenden, sind Ihre implizierten Einheiten innerhalb der Variablen oder mit den implizierten Einheiten von Konstanten oder Funktionen nicht kompatibel. Der aktuelle Winkelmodus legt die implizierten Einheiten für Winkel fest.
- Mehrere Lösungen. Eine Gleichung hat mehrere Lösungen, und die Solver-Routine hat eine ungeeignete Lösung gefunden. Geben Sie einen Schätzwert für die Variable ein, um die Suche auf den passenden Bereich zu konzentrieren.
- Falscher Variablen-Status. Eine bekannte oder unbekannte Variable hat nicht den geeigneten Status. Eine bekannte Variable muß ein schwarzes Menüfeld haben, eine unbekannte Variable ein weißes Menüfeld.
- Inkompatible Bedingungen. Wenn Sie Werte eingeben, die in dem betreffenden Gleichungssystem mathematisch nicht konsistent sind, liefert die Solver-Anwendung eventuell Ergebnisse, die manche der Gleichungen erfüllen, aber nicht alle. Dies gilt auch für Überspezifizierung, das heißt die Eingabe von Werten für mehr Variablen als für die Definition eines mathematisch lösbaren Problems erforderlich; durch die zusätzlichen Werte kann die Aufgabenstellung unmöglich oder unlogisch werden. (Die Lösung erfüllt die vom Solver verwendeten Gleichungen, der Solver überprüft aber nicht, ob die Lösung alle Gleichungen erfüllt.)

- Kein Bezug. Eine der Variablen ist nicht an der Lösung beteiligt (kein
 im Men
 ifeld), ist also nicht mit den Variablen kompatibel, die an der Lösung beteiligt waren.
- Falsche Richtung. Der Anfangswert einer Variablen leitet den Root-Finder in die falsche Richtung. Geben Sie einen Schätzwert in der entgegengesetzten Richtung eines kritischen Werts ein - wenn negative Werte zulässig sind, versuchen Sie, einen negativen Wert einzugeben.

Die Verwendung der Konstantenbibliothek

Die Konstantenbibliothek enthält eine Sammlung gebräuchlicher physikalischer Konstanten und Größen. Sie können diese Werte in Gleichungen und Programmen verwenden. (Mehrere dieser Konstanten werden in der Gleichungsbibliothek verwendet.) In der folgenden Tabelle sind die Konstanten in der Reihenfolge aufgeführt, in der sie in der Konstantenbibliothek stehen.

Name	Beschreibung	Wert (SI)
NA	Avogadro-Konstante	$6.0221367E23 \text{ gmol}^{-1}$
k	Boltzmannkonstante	1.380658E-23 J/K
Vm	Molvolumen	22.4141 l/gmol
R	Allgemeine Gaskonstante	8.31451 J/(gmol·K)
StdT	Normaltemperatur	273.15 K
StdP	Normaldruck	101.325 kPa
σ	${f Stefan-Boltzmann-Konstante}$	$5.67051E - 8 \text{ W/(m^2 \cdot K^4)}$
с	Vakuum-Lichtgeschwindigkeit	299792458 m/s
arepsilon 0	Elektrische Feldkonstante	8.85418781761E-12 F/m
$\mu 0$	(Vakuun) Magnetische Feldkonstante (Vakuum)	1.25663706144E-6 H/m
g	$\mathbf{Erdbeschleunigung}$	9.80665 m/s^2
G	Gravitationskonstante	$6.67259E - 11 \text{ m}^3/(\text{s}^2 \cdot \text{kg})$
h	Planck-Konstante	$6.6260755E - 34 J \cdot s$
hbar	Dirac-Konstante	$1.05457266E - 34 J \cdot s$
q	Ladung des Elektrons	1.60217733E-19 C
me	Ruhemasse des Elektrons	9.1093897E-31 kg
qme	q/me	175881962000 C/kg
mp	Ruhemasse des Protons	1.6726231E-27 kg
mpme	mp/me	1836.152701
α	${f Feinstruktur-Konstante}$	0.00729735308
ϕ	Magnetisches Fluß-Quantum	2.06783461E - 15 Wb
F	Faraday-Konstante	96485.309 C/gmol

Konstantenbibliothek

Name	Beschreibung	Wert (SI)			
$ m R\infty$	Rydberg-Konstante	$10973731.534 \text{ m}^{-1}$			
$\mathbf{a}0$	Bohrscher Radius	0.0529177249 nm			
$\mu\mathrm{B}$	Bohrsches Magneton	9.2740154E - 24 J/T			
$\mu \mathrm{N}$	Kern-Magneton	$5.0507866 \mathrm{E}{-27} \mathrm{~J/T}$			
$\lambda 0$	Wellenlänge des Photons	1239.8425 nm			
$\mathbf{f0}$	Frequenz des Photons (e/h)	2.4179883E14 Hz			
с	Compton-Wellenlänge	0.00242631058 nm			
\mathbf{rad}	1 Radiant	1 rad			
two π	2π Radiant	6.28318530718 rad			
\mathbf{angl}	🔺 im Trig-Modus	180°			
c3	Wien'sche	0.002897756 m·K			
	Verdrängungskonstante				
kq	k/q	0.00008617386 J/(K·C)			
$\epsilon 0 q$	$\epsilon 0/q$	55263469.6 F/(m·C)			
$\mathbf{q}\epsilon 0$	$q^* \epsilon 0$	1.4185979E-30 F·C/m			
ϵsi	${ m Dielektrizit}$ ätskonstante	11.9			
$\epsilon \mathbf{o} \mathbf{x}$	Dielektrizitätskonstante für	3.9			
	SiO ₂				
I0	Bezugsintensität	$0.000000000001 \ W/m^2$			

Konstantenbibliothek (Forts.)

Anzeigen der Konstantenbibliothek:

Drücken Sie GEQ LIB COLIB CONLI.

Anzeigen des vollständigen Werts einer bestimmten Konstante:

- 2. Drücken Sie VALUE und UNITS (sofern erforderlich), damit im Menüfeld
 angezeigt wird, um sowohl den Zahlenwert als auch die Einheiten der Konstanten anzeigen zu lassen.
- 3. Drücken Sie ENTER. Wenn die Konstante nicht in eine einzelne Zeile paßt, wird sie auf einem eigenen Bildschirm vollständig angezeigt.

Übernehmen einer Konstante aus der Bibliothek in den Stack:

- 1. Drücken Sie **EQ LIB** COLIB CONLI, um die Konstantenbibliothek zu öffnen.
- 2. Setzen Sie die Markierung auf die gewünschte Konstante.
- 3. Wahlweise: Wenn die Einheiten ebenfalls übernommen werden sollen, muß im Feld UNITS das

 angezeigt werden.
- 4. Drücken Sie →STK QUIT.

Übernehmen einer Konstanten in einen algebraischen Ausdruck:

- 1. Beginnen Sie in der Befehlszeile mit der Eingabe des Ausdrucks.
- 2. Drücken Sie EQ LIB COLIB CONST. In den algebraischen Ausdruck wird CONST() eingefügt.
- 3. Geben Sie das Symbol für die gewünschte Konstante ein. Beachten Sie, daß der von der Funktion CONST gelieferte Wert nur dann Einheiten enthält, wenn UNITS entsprechend eingestellt ist.

Minensuchspiel

Das Minensuchspiel ist ein militärisches Abenteuerspiel. Sie beginnen in der oberen linken Ecke eines Schlachtfelds mit 8×16 Feldern. Ihre Aufgabe besteht darin, sicher zur unteren rechten Ecke zu gelangen, ohne dabei die unsichtbaren Minen auszulösen. Sie erfahren bei jedem Zug, wieviele Minen sich jeweils unter den acht Nachbarfeldern befinden.

Aufrufen des Minensuchspiels:

Drücken Sie EQ LIB UTILS MINE .

8		NI	A	R	Q	М	IN	ES		S	C	IRE	1		0Ľ
м	•														м
Ï															Ï
N		_													N
E		_													E
		_													
Ň		_													Ň I
Τ		_							_		_				Τ
÷.														88	<u> </u>

 Mit den Ziffern- oder Pfeiltasten können Sie sich über das Spielfeld bewegen. Diagonalbewegungen sind mit den "Ecktasten" des Ziffernblocks möglich. Zum Verlassen des Spiels können Sie jederzeit (CANCEL) drücken.

Benutzerdefinierte Einheiten

Die Gleichungsbibliothek enthält vier benutzerdefinierte Einheiten: "gmol" (Gramm-Mole, mol), "lbmol" (Pound-Mole, etwa 454 mol), "rpm" (Umdrehungen pro Minute, 1/min), und "dB" (Dezibel, dimensionslos). Sie können deren Menütasten als Eingabehilfe verwenden. Um vollen Gebrauch von diesen Einheiten machen zu können, sollten Sie sie dem Benutzermenü hinzufügen. (Benutzerdefinierte Einheiten sind auf Seite 10-16 beschrieben.)

25 Beispiel: Bringen Sie die Einheiten aus der Gleichungsbibliothek in ein Benutzermenü.

SchrittGeben Sie die Liste mit Einheitenobjekten (eine pro Einheit)1:ein: {1_gmol 1_lbmol 1_rpm 1_dB}.

Schritt Speichern Sie diese im Benutzermenü und lassen Sie sich
das Menü anzeigen. (Benutzermenüs sind auf Seite 30-1 beschrieben.)

(MODES) MENU MENU

Sie erhalten das Benutzermenü jederzeit durch Drücken von CST. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Anwendung der benutzerdefinierten Einheiten im Benutzermenü:

- Drücken Sie GMOL zum Hinzufügen von Einheiten zum eingegebenen Zahlenwert oder zum Anhängen von Einheiten an den Einheitenzähler des Objekts in Ebene 1.
- Drücken Sie GMOL zum Anhängen von Einheiten an den Einheitennenner des Objekts in Ebene 1.

25-18 Die Gleichungsbibliothek

 Drücken Sie GMOL , um das Einheitenobjekt in Ebene 1 in "gmol" zu konvertieren.

Uhrfunktionen

Verwendung der Uhr (Datum und Uhrzeit)

Wenn Sie die Uhr aufrufen, erscheint ihre Anzeige oben rechts auf dem Bildschirm. Die Uhr zeigt das aktuelle Datum und die momentane Uhrzeit in dem von Ihnen gewählten Format an (siehe folgende Tabelle). Diese Formate gelten auch für die Eingabe von Datumsund Uhrzeitangaben in der Befehlszeile. In der folgenden Tabelle ist dargestellt, wie die Uhrzeit 16:31:04 am 21. Februar 1994 in den verschiedenen Formaten angezeigt wird.

Uhr-Anzeige	Format	Zahlenformat			
Datum:					
02/21/1994	Monat/Tag/Jahr-Format (MDY)	2.211994			
21.02.1994	Tag.Monat.Jahr-Format (d.m.y)	21.021994			
Zeit:					
04:31:04P	12-Stunden-Format	16.3104			
16:31:04	24-Stunden-Format	16.3104			

Anzeigen von Datum und Uhrzeit:

- 1. Drücken Sie (MODES).
- 2. Setzen Sie die Markierung auf das Feld CLOCK, und drücken Sie ~CHK, um das Feld mit einem Markierungshäkchen zu versehen.
- 3. Drücken Sie OK .

Ändern von Datum oder Uhrzeit:

1. Drücken Sie TIME (OK , um den Bildschirm SET TIME UND DATE aufzurufen.

********* SE	T TIME	AND D	ATE 🎆	
TIME: DATE:	4 : 48 4 / 30):27)/93	AM M∕D)/Y
ENTER HOU	8			-
EDIT CHOO	S		CANCE	ВK

- Markieren Sie das Stunden-Feld, und geben Sie die Stunden, Minuten und Sekunden ein. Schließen Sie die Eingabe jeweils mit (ENTER) ab.
- 3. Wahlweise: Wenn die Zeitangabe im 24-Stunden-Format erfolgen soll, drücken Sie (+/-), bis 24-hr angezeigt wird.
- 4. Markieren Sie das erste Datumsfeld und geben Sie den Tag, den Monat und das Jahr in den entsprechenden Feldern ein. Schließen Sie die Eingabe jeweils mit ENTER ab. Die Jahreszahl kann im Bereich zwischen 1991 bis 2090 liegen.
- 5. Wahlweise: Wenn die Datumsangabe im Tag-Monat-Jahr-Format erfolgen soll, drücken Sie (+/-), bis D. M. Y angezeigt wird.
- 6. Drücken Sie OK , um die Änderungen zu bestätigen und zum Stack zurückzukehren.

Einstellen des Alarms

Es stehen zwei Alarmfunktionen zur Verfügung, die verschiedene Operationen auslösen:

- Termin-Alarm. Diese Funktion zeigt die beim Einstellen des Alarms eingegebene Meldung an. Darüber hinaus ertönt ein akustisches Signal etwa 15 Sekunden lang oder bis zum Drücken einer Taste. Der Termin-Alarm muß nach der Auslösung bestätigt werden.
- Schaltuhr-Alarm. Diese Funktion führt ein Programm oder ein anderes Objekt aus, das Sie beim Einstellen des Alarms festgelegt haben; darüber hinaus erfolgen keine weiteren Aktionen. Der Schaltuhr-Alarm muß nicht bestätigt werden.

Wenn Sie einen Alarm einstellen, wird er in der Alarmliste des Systems gespeichert; der Alarm kann dort zu einem späteren Zeitpunkt überprüft und bearbeitet ("durchgeblättert") werden.

Einstellen eines Termin-Alarms:

1. Drücken Sie (TIME V OK , um den Bildschirm SET ALARM zu öffnen.

	SET ALARM
MESSAGE	
TIME:	9:31:00 AM
DATE:	17 3794
REPEAT:	None
ENTER "M	ESSAGE" OR « ACTION »
EDIT	(AN(L DK

- Drücken Sie (""), geben Sie die Meldung ein, die beim Auslösen des Alarms angezeigt werden soll, und drücken Sie ENTER.
- 3. Geben Sie die Uhrzeit (Stunden, Minuten, Sekunden) und das Format (FM, PM oder 24-hr-) des Alarms ein.
- 4. Geben Sie das Datum für den Alarm ein. Das Datum wird im aktuellen Datumsformat angezeigt (D.M.Y oder M/D/Y).
- Markieren Sie das Feld REPEAT, und geben Sie Anzahl und Zeitabstand der Wiederholungsintervalle ein. Beispiel: Drücken Sie 15 ENTER @D, um 15 Days (15 Tage) als Wiederholungsintervall einzugeben. Mit 0 ENTER können Sie ei en Einmal-Alarm ohne Wiederholung definieren.
- 6. Drücken Sie OK, um den Alarm zu aktivieren und zum Stack zurückzukehren.

Einstellen eines Schaltuhr-Alarms:

- 1. Drücken Sie () TIME () OK , um den Bildschirm SET ALARM zu öffnen.
- 2. Geben Sie im Feld MESSAGE: ein Programm oder ein anderes Objekt ein, das beim Auslösen des Alarms ausgeführt werden soll.
- 3. Geben Sie Uhrzeit und Datum für den Alarm ein.
- 4. Markieren Sie das Feld REFERT, und geben Sie Anzahl und Zeitabstand der Wiederholungsintervalle an. Mit 0 (ENTER) können Sie einen Einmal-Alarm ohne Wiederholung definieren.
- 5. Drücken Sie OK , um den Alarm zu aktivieren.

Bestätigen eines Alarms

Wenn ein Termin-Alarm ausgelöst wird, erscheint der (••)-Indikator, das akustische Signal ertönt etwa 15 Sekunden lang in kurzen Abständen, und die Alarm-Meldung wird angezeigt. Wenn Sie während des akustischen Signals eine Taste drücken, wird der Alarm dadurch bestätigt und der aktuelle Termin gelöscht.

Wenn Sie den Alarm während des akustischen Signals nicht bestätigen, wird das Signal ausgeschaltet und die Meldung im Display gelöscht. Ein wiederholter Alarm wird normalerweise automatisch gelöscht und neu gesetzt. Ein Einmal-Alarm dagegen ist zwar "abgelaufen", aber nicht gelöscht: Der (••)-Indikator bleibt eingeschaltet und zeigt an, daß Sie einen abgelaufenen Alarm bestätigen müssen.

Wenn mehrere Alarm-Termine abgelaufen sind, können Sie sich die einzelnen Termine mit TIME OK anzeigen lassen. Mit PURG können Sie einen Alarm löschen. Mit jedem Druck auf die Taste TIME ALRM ACK wird der jeweils älteste abgelaufene Alarm gelöscht. Der (••)-Indikator erlischt erst, wenn alle abgelaufenen Alarm-Termine gelöscht sind.

Bestätigen eines Termin-Alarms:

26

 Während das akustische Signal ertönt, drücken Sie eine beliebige Taste, z. B. CANCEL.
 oder

 Nachdem sich das akustische Signal ausgeschaltet hat, rufen Sie mit (TIME) die Meldung ab; drücken Sie dann ACK. (Anschließend können Sie mit CANCEL) zum Stack zurückkehren.)

Bestätigen eines Schaltuhr-Alarms:

 Keine Reaktion erforderlich. Ein ausgelöster Schaltuhr-Alarm muß nicht bestätigt werden: Der Alarm gilt implizit als bestätigt. Beim Auslösen eines Schaltuhr-Alarms wird zuerst eine Kopie des Alarm-Index auf Ebene 1 abgelegt und dann das angegebene Objekt ausgeführt. Der Alarm-Index ist eine reelle Zahl, die den Alarm anhand seiner chronologischen Reihenfolge in der Alarmliste des Systems identifiziert; Sie können diese Zahl im Zusammenhang mit Alarm-Programmbefehlen verwenden (Beschreibung siehe HP 48G Series Advanced User's Reference).

Gleichzeitiges Bestätigen aller abgelaufenen Alarm-Termine:

Drücken Sie (TIME) ALRM ACKA .

Bei einem wiederholten Alarm kann unter Umständen das Wiederholungsintervall so kurz sein, daß der Alarm schneller neu gesetzt und ausgeführt wird, als Sie ihn aus der Alarmliste löschen können. Dieser Fall kann eintreten, wenn Sie irrtümlich ein sehr kur zes Wiederholungsintervall für einen wiederholten Termin-Alarm definieren. Ein anderes Beispiel wäre ein Schaltuhr-Alarm, der ein Programm zur Durchführung von Messungen in kurzen Abständen aufruft.

Abhilfe bei einem Alarm mit zu kurzem Wiederholungsintervall:

Drücken Sie die Tasten ON und 4 gleichzeitig, und lassen Sie sie anschließend wieder los. Hierdurch wird der Taschenrechner in einen Status versetzt, in dem das Rücksetzen des nächsten fälligen Alarms (also vermutlich des wiederholten Alarms mit kurzem Wiederholungsintervall) unterdrückt wird. Sobald dieser Alarm ausgelöst würde - oder beim nächsten Tastendruck - wird der Sonder-Status des Taschenrechners wieder deaktiviert, so daß zukünftige Alarm-Termine davon nicht betroffen sind. Da die ser Sonder-Status auch durch Tastendruck deaktiviert werden kann, sollten Sie erst dann wieder eine Taste drücken, wenn der Auslösezeitpunkt des Alarms vorüber ist.

Sichern oder Verwerfen eines bestätigten Einmal-Alarms:

- Wenn der Alarm nach der Bestätigung gelöscht werden soll, drücken Sie 44 (-/-) (-) (MODES) FLAG CF. Dies ist die Standardeinstellung. Ein ausgelöster Schaltuhr-Alarm (wiederholter Alarm oder Einmal-Alarm) wird stets - unabhängig von der Einstellung des Flags -44 - in der Alarmliste des Systems gesichert.
- Wenn der Alarm nach der Bestätigung gesichert werden soll, drücken Sie 44 (+/-) (-) (MODES) FLAG SF . Abgelaufene sich wiederholende Alarme werden nicht gesichert.

Anzeigen und Bearbeiten eines Alarms

Anzeigen, Bearbeiten oder Löschen eines Alarms:

- Öffnen Sie den Bildschirm Browse alarms.... PTIME OK
 Alle vorhandenen Alarm-Termine werden angezeigt.
- Zum Bearbeiten eines Alarms markieren Sie den gewünschten Alarm, und drücken Sie EDIT.
- Zum Löschen eines Alarms markieren Sie den gewünschten Alarm, und drücken Sie PURG.

Mit MEW können Sie mehr als einen Alarm erstellen. (Nach dem Definieren des jeweiligen Alarms kehren Sie zum Bildschirm ALARMS zurück).

Ändern der Funktionsweise eines wiederholten Alarms:

- Wenn ein wiederholter Alarm automatisch gelöscht und neu gesetzt werden soll, drücken Sie 43 (+/-) (MODES) FLAG CF.
- Wenn ein wiederholter Alarm nach dem Ablaufen nicht neu gesetzt werden soll, drücken Sie 43 (+/-) (+) (MODES) FLAG SF .

Aktivieren/Deaktivieren des akustischen Signals:

- Zum Aktivieren des akustischen Alarm-Signals drücken Sie 57 (+/-)
 (MODES) FLAG
 CF
 - Zum Unterdrücken des akustischen Alarm-Signals drücken Sie 57
 (+/-) (+) (MODES) FLAG SF .

27

Daten übertragen und drucken

Übertragen von Daten zwischen zwei HP-48-Taschenrechnern

Übertragen eines Objekts von einem HP 48 zu einem anderen:

 Richten Sie die Infrarot-Schnittstellen der beiden Geräte an der Markierung ▲ (neben dem Hewlett-Packard-Logo oberhalb der Anzeige) aufeinander aus. Die beiden Systeme sollten nicht mehr als 5 cm voneinander entfernt sein.



2. Empfänger.

- a. Wechseln Sie in das Verzeichnis, in dem die neuen Objekte gespeichert werden sollen.
- b. Drücken Sie PI/O.
- c. Wählen Sie Get from HP 48 im Menü, und drücken Sie OK.
- 3. Sender.
 - a. Drücken Sie (+)(/0).
 - b. Wählen Sie Send to HP 48... im Menü, und drücken Sie OK

- c. Drücken Sie CHOOS, und wählen Sie die Namen der zu übertragenden Objekte im Feld NAME aus. Drücken Sie OK.
- d. Drücken Sie SEND.

Drucken

Der Ausdruck von Objekten mit Hilfe von Druckbefehlen erfolgt - mit bestimmten Ausnahmen - nach den folgenden Prinzipien:

- Objekte werden mitsamt ihren Begrenzungszeichen gedruckt.
- Objekte, die nicht in eine Ausgabezeile passen, werden auf den folgenden Zeilen weitergedruckt.
- Feldobjekte werden in expandierter Form gedruckt.

Beim Ausdruck eines Feldes in expandierter Form werden die Zeilen und Spalten jeweils mit Beschriftungen versehen. Beispiel: Die 2×3 -Matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

erscheint im Ausdruck in der folgenden Form:

	Array	¢	2	з	> ←	Felddimensionen
Zeilennummer 🔶	Row 1					
ſ	1] 1					
Spaltennummer {	23 2					
l	3] 3					
	Row 2					
	1] 4					
	2] 5					
	316					

Grafikobjekte werden in ihrer Stack-Form gedruckt.

Sie können alle Druckoperationen mit einem beliebigen kompatiblen Drucker ausführen - *mit den folgenden Ausnahmen*:

- Sonderzeichen im Zeichensatz des HP 48 werden auf einem seriellen Drucker eventuell nicht richtig gedruckt.
- Grafikobjekte oder der Inhalt der Anzeige können auf einem seriellen Drucker nicht ausgegeben werden.

Konfigurieren des Druckers

Konfigurieren des Infrarot-Druckers HP 82240B:

- Stellen Sie den HP 48 und den Drucker auf einer ebenen Fläche auf. Richten Sie die Marke ▲ (neben dem Hewlett-Packard-Logo oberhalb der Anzeige) auf das Fenster auf dem Drucker aus. Der Abstand zwischen den beiden Geräten sollte 45 cm nicht überschr eiten.
- 2. Drücken Sie 34 +/- (MODES) FLAG CF, um Flag -34 zu löschen (Standardeinstellung).
- Falls Sie zuvor aus irgendeinem Grund OLDPR gedrückt hatten, setzen Sie die Variable PRTPAR jetzt zurück - drücken Sie hierzu
 PRINT PRTPA RESET.

Konfigurieren eines seriellen Druckers:

- Schließen Sie den 9poligen Steckverbinder eines seriellen HP 48-Kabels an den seriellen Drucker an. Sofern erforderlich, verwenden Sie einen Adapter für den Übergang von 9- auf 25polige Steckverbinder.
- Halten Sie den Taschenrechner so, daß das HP-Logo auf dem 4poligen Steckverbinder nach oben weist, und schließen Sie das Kabel an den HP 48 an. Der Steckverbinder muß leicht einrasten.
- 3. Wenn der Drucker mit XON/XOFF-Handshake arbeitet: Drücken Sie (1/0) NXT SERIA OPENI (NXT) I/O CLOSE, um die Variable IOPAR zu erstellen. Drücken Sie dann (VAR) (P) IOPAR (EDIT), und ändern Sie die vierte Zahl in 1 z. B. (9600 00131). Drücken Sie (ENTER).
- 4. Wenn der Drucker eine Zeilenende-Sequenz statt der Kombination Wagenrücklauf / Zeilenvorschub benötigt, drücken Sie (1/0)
 FR1 , um die Variable PRTPAR zu erstellen. Bearbeiten Sie dann den Parameter end-of-line (viertes Element in der PRTPAR-Liste).

Ausführen von Druckjobs

Drucken eines Objekts über die Infrarot-Schnittstelle:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß der Drucker ordnungsgemäß konfiguriert und eingeschaltet ist.
- 2. Drücken Sie PRINT zu öffnen.
- 3. Sofern erforderlich, ändern Sie die Einstellung für den Datenübertragungsanschluß mit (A) (+/-) in Infrared.



Der PRINT-Bildschirm für Infrarot-Druckjobs

- 4. Drücken Sie CHOOS, verschieben Sie die Markierung auf die zu druckende Variable und drücken Sie OK.
- 5. Wahlweise: Stellen Sie die folgenden Druckparameter nach Bedarf ein.
 - DBL-SPACE Markieren Sie dieses Feld mit einem Häkchen, wenn Sie den Zeilenabstand verdoppeln möchten. DELAY: Geben Sie die Verzögerungszeit in Sekunden (max. 6,9) ein, die der HP 48 vor dem Beginn der Übertragung der nächsten Zeile an einem Infrarot-Drucker verstreichen lassen soll. Zur Erzielung optimaler Druckgeschwindigkeit sollte dieser Zeitabst and nur knapp länger sein als die vom Druckkopf für den Ausdruck einer Zeile benötigte Zeit (Standardeinstellung: 1.8 Sekunden). In der Standardeinstellung (mit LINEF Markierungshäkchen) schließt jeder Druckbefehl die Datenübertragung durch automatische Ausgabe des Befehls "Wagenrücklauf" (carriage right) ab. Hierdurch wird der Drucker angewiesen, die momentan in seinem Puffer befindlichen Daten zu drucken und den Druckkopf am rechten Rand der

Druckzeile anhalten zu lassen. Als Alternative (ohne Markierungshäkchen) können Sie den automatischen CR-Befehl unterdrücken und mehrere Druckbefehle im Druckpuffer sammeln; diese werden in diesem Fall erst dann ausgeführt, wenn Sie manuell CR FRINT CR eingeben.

6. Drücken Sie PRINT.

Drucken einer Variablen über die serielle Schnittstelle:

- 1. Überprüfen Sie, ob der Drucker ordnungsgemäß konfiguriert und das Kabel richtig angeschlossen ist.
- 2. Drücken Sie PRINT zu öffnen.

		PRIN	т 🗱	
PORT:	Wire	•		
OBJECT:				
_DBL-SI	ACE X	LAT:	New1	LINEF
BAUD: 96	600 P	ARITY	None	LEN: 80
ENTER D	BJECTO	S) TO	PRINT	
EDIT CH	005			PRINT

Der Bildschirm PRINT für das Drucken über Kabel

- 3. Sofern erforderlich, ändern Sie die Einstellung für den Datenübertragungsanschluß mit ▲ +-- in Wire.
- 4. Drücken Sie CHOOS, verschieben Sie die Markierung auf die zu druckende Variable, und drücken Sie OK.
- 5. Wahlweise: Stellen Sie die folgenden Druckparameter nach Bedarf ein.

DBL-SPACE	Markieren Sie dieses Feld mit einem Häkchen,
	wenn Sie den Zeilenabstand verdoppeln möchten.
XLAT:	Wählen Sie eine von vier möglichen
	Zeichenübersetzungstabellen aus. Ausführlichere
	Informationen hierzu finden Sie auf Seite 27-18.
LINEF	In der Standardeinstellung (<i>mit</i>
	Markierungshäkchen) schließt jeder Druckbefehl
	die Datenübertragung durch automatische
	Ausgabe des Befehls "Wagenrücklauf"
	(carriage right) ab. Hierdurch wird der
	Drucker angewiesen, die Befehlskombination
	"Wagenrücklauf/Zeilenvorschub" auszuführen.
	-

	Anschließend gibt der Drucker die momentan in seinem Puffer befindlichen Daten aus. Als
	Alternative (ohne Markierungshäkchen) können
	Sie den automatischen CR-Befehl unterdrücken
	und mehrere Druckbefeh le im Druckpuffer
	sammeln; diese werden in diesem Fall erst dann
	ausgeführt, wenn Sie manuell CR (()
	PRINT CR eingeben.
BAUD:	Geben Sie die Übertragungsgeschwindigkeit ein
	oder wählen Sie sie aus. Die Einstellungen für den
	Drucker und den HP 48 müssen übereinstimmen.
PARITY:	Geben Sie die Paritätseinstellung für die
	Übertragung ein oder wählen Sie sie aus. Die
	Einstellungen für den Drucker und den HP 48
	müssen übereinstimmen.
LEN:	Geben Sie die Zeilenlänge des Druckers (in
	Zeichen) ein.

6. Drücken Sie PRINT.

27

Drucken des Objekts auf Ebene 1:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß der Drucker und der HP 48 für den Druck richtig konfiguriert sind.
- - 3. Wenn Anschluß und Druckparameter geändert werden müssen:
 - a. Drücken Sie \bigcirc 1/0 \bigtriangledown \bigtriangledown \bigcirc 0K .
 - b. Drücken Sie NXT CALC OK , um das auf Ebene 1 des Stack befindliche Objekt einzugeben.
 - c. Stellen Sie Anschluß und Druckparameter nach Bedarf ein (Einzelheiten hierzu enthalten die beiden vorausgegangenen Beschreibungen).
 - d. Drücken Sie PRINT.

Drucken des aktuellen Bildes in der Anzeige:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß der Drucker und der HP 48 für den Druck richtig konfiguriert sind.

27-6 Daten übertragen und drucken

Übertragungsanschluß oder die anderen Druckparameter ändern und einen neuen Versuch durchführen.)

3. Wenn Sie Print display nicht wählen können, ohne daß der Inhalt der zu druckenden Anzeige verändert oder zerstört wird, gehen Sie wie folgt vor: Bereiten Sie die Anzeige für den Druck vor. Halten Sie dann die Taste ON gedrückt, drücken Sie kurz 1, und lassen Sie ON anschließend wieder los.

Drucken aller Objekte im Stack:

■ Drücken Sie () PRINT PRST .

Drucken einer Gruppe von Variablen:

- 1. Stellen Sie den Anschluß und die Druckparameter nach Bedarf ein.
- 2. Setzen Sie die Variablenliste auf Ebene 1 des Stack.
- 3. Drücken Sie ()/O PRINT PRVAR. Alle Variablen werden mit ihrem Namen und Inhalt gedruckt.

Übertragen von Daten zwischen dem HP 48 und einem Computer

Vorbereiten des Computers und des HP 48

Verbinden Sie den HP 48 und den Computer über ein serielles Schnittstellenkabel. Das Kabel ist im Lieferumfang des Serial Interface Kit enthalten, welches von Hewlett-Packard bezogen werden kann. (Informationen zu diesem Produkt erhalten Sie bei Ihrem HP-Händler.)

Verbinden eines Computers mit dem HP 48:

 Schließen Sie das serielle Kabel mit dem entsprechenden Steckverbinder an den seriellen Anschluß des Computers an. Sofern erforderlich, verwenden Sie einen entsprechenden Steckverbinderadapter. (In dem folgenden Diagramm ist die Pinbelegung für die PC-Version des seriellen Schnittstellenkabels und des zugehörigen Steckverbinderadapters dargestellt. Falls Sie zusätzliche Informationen benötigen, schlagen Sie bitte in der Dokumentation zu Ihrem Computer nach.)



Serielles Schnittstellenkabel und Adapter (PC-Version)

 Halten Sie den Taschenrechner so, daß das HP-Logo auf dem 4poligen Steckverbinder nach oben weist, und schließen Sie das Kabel an den HP 48 an. Der Steckverbinder muß leicht einrasten.



Vorbereiten einer Datenübertragung zwischen HP 48 und Computer:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß das serielle Kabel ordnungsgemäß mit dem Computer und dem HP 48 verbunden ist.
- 2. HP 48. Drücken Sie PU/O A A OK , um die Eingabemaske TRANSFER anzeigen zu lassen.

		TRANS	FER 🗱		
PORT:	Wire	•	TYPE:	Keri	nit
NAME:					
FMT: A	ISC	XLAT:	New	ј] СН	к: З
BAUD: 9	600	PARITY	"Ног	ne _C	IVRM
ENTER	NAMES	OF Y	ARS TI	O TRAM	ISFER
EDIT	THOOS		RECV	KGET	SEND

Der Bildschirm TRANSFER für das Drucken über Kabel

 3. HP 48 Stellen Sie die I/O-Parameter ein:
 PORT: Wählen Sie den Übertragungsanschluß (für Übertragungen zwischen dem HP 48 und einem Computer normalerweise Wire).

TYPE:	Wählen Sie das Übertragungsprotokoll: entweder
	Kermit oder XModem.
FMT:	Wählen Sie das Übertragungsformat: entweder
	ASCII oder binär (nur für Kermit-Protokoll
	verfügbar).
XLAT:	Wählen Sie eine von vier Zeichenübersetzungs-
	Optionen (nur für Kermit-Protokoll verfügbar).
	Einzelheiten siehe Seite 27-18.
СНК:	Wählen Sie eines von drei Fehlerprüfprotokollen
	(nur für Kermit-Protokoll verfügbar).
BAUD:	Geben Sie die Übertragungsgeschwindigkeit ein
	oder wählen Sie sie aus. Die Einstellung muß mit
	der am Computer übereinstimmen.
PARITY:	Geben Sie die Übertragungsparität ein oder
	wählen Sie sie aus (nur für Kermit-Protokoll
	verfügbar). Die Einstellung muß mit der am
	Computer übereinstimmen.
OVRW	Markieren Sie dieses Feld mit einem Häkchen,
	wenn empfangene Objekte vorhandene Objekte
	mit demselben Namen überschreiben sollen.
	Wenn dieses Feld nicht markiert ist, wird bei
	Namenskonflikten das empfangene Objekt mit
	einer numerischen Namenser weiterung versehen.

Verwendung von Kermit

Der HP 48 verwendet standardmäßig das Übertragungsprotokoll *Kermit* für die Datenübertragung und die Korrektur von Übertragungsfehlern. Der HP 48 bietet auch Befehle für XMODEM und andere serielle Datenübertragungsverfahren als Kermit, z. B. für das Senden von Daten an einen seriellen Drucker oder ein Meßgerät. Das Kermit-Protokoll wurde am Columbia University Center for Computing Activities entwickelt und steht mittlerweile für zahlreiche Rechnersysteme zur Verfügung.
Übertragen von Variablen mit Kermit

Die Übertragung von Daten zu und von einem Computer unter Verwendung von Kermit ist nur möglich, wenn auf dem betreffenden Computer ein Programm mit dem Kermit-Protokoll läuft. Wenn Sie weitere Informationen zu Kermit benötigen, empfehlen wir die beiden folgenden Bücher: Using MS-DOS Kermit von Christine M. Gianone, Digital Press, 1990, und KERMIT, A File Transfer Protocol von Frank da Cruz, Digital Press, 1987.

Übertragen von Variablen vom HP 48 an einen Computer:

- 1. Computer. Wechseln Sie zu dem Verzeichnis, in dem die betreffenden Objekte gespeichert werden sollen.
- 2. **Computer.** Starten Sie das Programm, mit dem das Kermit-Protokoll ausgeführt wird. Wählen Sie das Übertragungsformat (Binary oder ASCII) entsprechend der Einstellung des HP 48 aus. Das binäre Format kann wesentlich schneller übertragen werden; eine spätere Editierung der Objekte auf dem Computer ist aber nur bei Übertragung mit der ASCII-Option möglich.
- 3. Computer. Führen Sie einen Kermit-Befehl aus, mit dem der Computer als Server definiert wird, z. B. SERVER.
- 4. HP 48. Drücken Sie PU/O A A OK .
- 5. HP 48. Geben Sie den bzw. die Name(n) der zu übertragenden HP 48-Variable(n) ein. Blättern Sie mit CHOOS OK das aktuelle Verzeichnis durch, und setzen Sie ein Markierungshäkchen neben alle Variablen, die Sie an den Computer übertragen möchten. Sofern erforderlich, wechseln Sie in ein anderes Verzeichnis, um dort ebenfalls Variablen auszuwählen. (Es können allerdings nur die Variablen aus jeweils einem Verzeichnis gleichzeitig übertragen werden.) Drücken Sie OK, um die Namensliste in die Eingabemaske TRANSFER einzugeben.
- HP 48. Vergewissern Sie sich, daß die I/O-Parameter für die Übertragung richtig eingestellt sind (siehe Seite 27-9).
- 7. HP 48. Drücken Sie SEND.
- 8. HP 48. Beenden Sie den Server-Modus durch Drücken von 🕤 [/O] SRVR FINIS.

Übertragen von Dateien von einem Computer zum HP 48 mit Steuerung durch den HP 48:

- 1. Computer. Starten Sie das Programm, mit dem das Kermit-Protokoll ausgeführt wird. Wählen Sie das Übertragungsformat (Binary oder ASCII) entsprechend der Einstellung des HP 48 aus.
- 2. Computer. Führen Sie einen Kermit-Befehl aus, mit dem der Computer als Server definiert wird, z. B. SERVER.
- 3. HP 48. Drücken Sie → 1/0 ▲ ▲ 0K .
- 4. HP 48. Drücken Sie CHOOS O OK, um den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des Computers auflisten zu lassen. (Diese Funktion steht nur bei PC-kompatiblen Computern zur Verfügung.) Wählen Sie die zu übertragen den Dateien aus, und setzen Sie Markierungshäkchen neben die betreffenden Dateinamen. Wenn sich die Dateien in einem anderen Verzeichnis befinden, können Sie wie beim Variable Browser mit CHOOS das Verzeichnis wechseln. Wenn alle gewünschten Dateien selektiert sind, drücken Sie OK, um die Liste im Feld NAME: in der Eingabemaske TRANSFER einzugeben.
- HP 48. Vergewissern Sie sich, daß die I/O-Parameter f
 ür die Übertragung richtig eingestellt sind (siehe Seite 27-9).
- 6. HP 48. Drücken Sie KGET.

27

7. HP 48. Beenden Sie den Server-Modus durch Drücken von 🕤 [/O] SRVR FINIS.

Übertragen einer Datei von einem Computer zum HP 48 mit Steuerung durch den Computer:

- 1. Computer. Wechseln Sie zu dem Verzeichnis, in dem die Dateien gespeichert werden sollen.
- 2. Computer. Starten Sie das Programm, mit dem das Kermit-Protokoll ausgeführt wird.
- 3. HP 48. Drücken Sie → 1/0 ▲ ▲ 0K .
- HP 48. Vergewissern Sie sich, daß die I/O-Parameter f
 ür die Übertragung richtig eingestellt sind (siehe Seite 27-9).
- 5. HP 48. Drücken Sie RECV.
- 6. Computer. Führen Sie den Kermit-Befehl zum Senden der Datei aus, z. B. SEND *file*.
- 7. Wahlweise: Wenn Sie weitere Dateien übertragen möchten, wiederholen Sie die Schritte 5 und 6.
- 8. Computer. Zum Beenden der Sitzung führen Sie den Kermit-Befehl zum Deaktivieren des Servers aus, z. B. FINISH.

27-12 Daten übertragen und drucken

Auswahl und Verwendung von Dateinamen

Für Computerdateien gelten andere Namenskonventionen als für HP 48-Variablen.

Wenn der HP 48 eine Datei von einem Computer *empfängt*, kann der Name der Computerdatei eventuell Probleme verursachen.

- Wenn der Dateiname Zeichen enthält, die in einem Variablennamen nicht zulässig sind (z. B. AE# oder (ABC)), bricht der HP 48 die Übertragung ab und sendet eine Fehlermeldung an den Computer.
- Wenn der Dateiname mit dem Namen eines internen Befehls (z. B. SIN oder DUP) identisch ist, fügt der HP 48 eine numerische Erweiterung an den Namen an (z. B. SIN. 1).
- Wenn der Name mit einem Variablennamen im aktuellen Verzeichnis identisch ist und Flag -36 nicht gesetzt ist (um die vorhandenen Variablen zu schützen), wird an den Namen eine numerische Erweiterung angefügt (z. B. NAME. 1).

Wenn der HP 48 eine Variable an einen Computer *sendet*, kann der Name eventuell mit den Namenskonventionen der Computersoftware inkompatibel sein. Die Übertragung einer solchen Datei führt zu einem Übertragungsfehler. (Sie können dieses Problem umgehen, indem Sie die Variable vor dem Senden umbenennen.)

Sichern des Speicherinhalts des HP 48

Sie können den Inhalt des gesamten *HOME*-Verzeichnisses in einer Datei auf Ihrem Computer sichern und von dort später zurückladen. Das *HOME*-Verzeichnis enthält alle Variablen, Benutzer-Tastenbelegungen und Alarm-Informationen. Sie können auf Wunsch auch alle Flag-Einstellungen mit übernehmen.

In der folgenden Beschreibung wird davon ausgegangen, daß Sie den Computer und den HP 48 bereits für die Datenübertragung vorbereitet haben - siehe "Vorbereiten des Computers und des HP 48" auf Seite 27-7. 27

Sichern des gesamten Benutzerspeichers in einer Computerdatei:

Achtung

\$

Vergewissern Sie sich vor dem Sichern des Speicherinhalts, daß die tickende Uhr nicht in der Anzeige sichtbar ist; andernfalls könnte die Integrität der Sicherungsdaten beeinträchtigt werden.

- 1. Computer. Führen Sie, sofern verfügbar, den Kermit-Befehl zur Konfigurierung einer Übertragung von Binärdaten aus.
- 2. Computer. Führen Sie einen Kermit-Befehl aus, mit dem der Computer als Server definiert wird, z. B. SERVER.
- HP 48. Wahlweise: Wenn Sie auch die Flag-Einstellungen sichern möchten, drücken Sie (MODES) FLAG NXT ECLF, geben Sie den Namen einer Flag-Variablen ein (mit ' als Begrenzungszeichen), und drücken Sie (STO).
- 4. **HP 48.** Geben Sie das markierte Objekt **:** IO: *Name* auf dem Stack ein; dabei ist *Name* der Name der auf dem Computer zu erstellenden Datei.
- 5. HP 48. Drücken Sie (MEMORY) (NXT) ARCHI.
- 6. **HP 48.** Zum Beenden der Sitzung drücken Sie (1/0) SRVR FINIS.
- 7. HP 48. Wahlweise: Um die Batterien zu schonen, drücken Sie

Mit der Funktion ARCHIVE wird stets - unabhängig von der Einstellung für ASCII/Binary auf dem HP 48 - ein binärer Transfer durchgeführt.

Achtung Der RESTORE-Befehl ist mit Vorsicht zu verwenden: Durch das Zurückladen des Benutzerspeicherinhalts wird der vorhandene Inhalt dieses Speichers vollständig gelöscht und durch die Sicherungskopie überschrieben.

Zurückladen des HP 48-Benutzerspeichers aus einer Computerdatei:

 Übertragen Sie die Computerdatei mit einer der oben beschriebenen Übertragungsmethoden in eine HP 48-Variable. Vergewissern Sie sich, daß Binary als Übertragungsmodus gewählt ist.

- HP 48. Geben Sie im Stack den Namen der empfangenen Variablen ein (mit ' als Begrenzungszeichen), und drücken Sie RCL, um das zurückzuladende Objekt abzurufen.
- 3. HP 48. Drücken Sie (MEMORY) (NXT) RESTO.
- 4. HP 48. Wahlweise: Zum Zurückladen von zuvor gesicherten Flag-Einstellungen geben Sie den Namen der Flag-Variablen ein (mit ' als Begrenzungszeichen), drücken Sie RCL und anschließend MODES FLAG NXT STOF.
- Beispiel: Zum Sichern des Speicherinhalts in einer Datei namens AUG1 geben Sie das markierte Objekt : IO: AUG1 als Name der Sicherungskopie ein. Wenn Sie diese Daten später in den HP 48 zurückladen, können Sie 'AUG1' eingeben und →IIRCL drücken, um Backup HOMEDIR in den Stack zu stellen - abrufbereit für den RESTORE-Befehl.

Senden von Kermit-Befehlen

Sie können mit einem HP 48 Kermit-Befehle an einen Kermit-Server - einen anderen HP 48 oder einen Computer - senden. Wenn der HP 48 als Server fungiert, können Sie Kermit-Befehle an ihn senden (der HP 48 reagiert jedoch nur auf GET (KGET) SEND, REMOTE DIR, REMOTE HOST, FINISH und LOGOUT). Bei der folgenden Beschreibung wird davon ausgegangen, daß die empfangende Einheit bereits als Server konfiguriert ist.

Senden eines Kermit-Befehls von einem HP 48:

- 1. Geben Sie den Befehl als Zeichenkette ein (mit " " als Begrenzungszeichen).
- 2. Geben Sie den Pakettyp als Zeichenkette ein (mit " " als Begrenzungszeichen).
- 3. Drücken Sie 📢 (1/0) SRVR PKT .

Der Server reagiert auf den Befehl PKT mit einer der folgenden Antworten:

- Eine Bestätigungsmeldung. Die Antwort auf das Paket wird als Zeichenkette an Ebene 1 geliefert - wenn keine passende Antwort vorhanden ist, wird eine leere Zeichenkette zurückgeliefert.
- Ein Fehlerpaket. Der HP 48 zeigt den Inhalt des Fehlerpakets kurz an. Zum Abrufen drücken Sie (10) (NXT) KERF.
- Beispiel: Zum Anfordern einer Verzeichnisliste geben Sie "D" und "G" ein, und drücken Sie <u>PKT</u>. Das Verzeichnis wird als Zeichenkette geliefert.

Verwendung von XMODEM

Das integrierte XMODEM-Protokoll des HP 48 führt keine CRC-Fehlerprüfung durch, ist aber mit XMODEM-Computerprogrammen kompatibel, die diese Prüfung durchführen. In diesem Fall müssen Sie unter Umständen kurze Zeit warten, bis das Computerprogramm die ve rsuchte CRC-Prüfung abbricht und zum Standard-XMODEM-Betrieb zurückkehrt.

27

Übertragen einer Variablen an einen Computer mit XMODEM:

- 1. HP 48. Drücken Sie → 1/0 ▲ ▲ 0K , um die Eingabemaske TRANSFER zu öffnen.
- HP 48. Wählen Sie den Anschluß Wire und den Typ XModem aus und vergewissern Sie sich, daß die Baud-Rate mit der des Computers übereinstimmt.
- 3. HP 48. Markieren Sie das Feld NAME:, wählen Sie mit CHOOS eine Variable aus, und geben Sie diese Variable ein.
- 4. **Computer.** Sofern erforderlich, wechseln Sie in das Verzeichnis, in dem die Variable gespeichert werden soll, starten Sie das XMODEM-Programm, und wählen Sie Receive.
- 5. Computer. Geben Sie den Dateinamen ein, und starten Sie den Empfangsmodus.
- 6. HP 48. Drücken Sie SEND.

Übertragen einer Variablen von einem Computer mit XMODEM:

- 1. Computer. Wechseln Sie in das Verzeichnis, in dem die Variable gespeichert werden soll.
- 2. Computer. Starten Sie das Programm, mit dem XMODEM ausgeführt wird.
- 3. HP 48. Wechseln Sie in das Verzeichnis, in dem Sie die ankommende Variable ablegen möchten, und drücken Sie dann
 I/O A OK, um die Eingabemaske TRANSFER zu öffnen.
- HP 48. Wählen Sie den Anschluß Wire und den Typ XModern aus und vergewissern Sie sich, daß die Baud-Rate mit der des Computers übereinstimmt.
- 5. HP 48. Geben Sie einen Namen für die zu empfangende Variable ein. Markieren Sie das Feld OVRW mit einem Häkchen, wenn Sie eine vorhandene Variable mit demselben Namen überschreiben möchten.
- 6. HP 48. Drücken Sie RECV.
- 7. Computer. Starten Sie mit Send die Übertragung.

Verwendung anderer serieller Übertragungsprotokolle

Sie können Daten und Befehle auch an serielle Geräte senden und von ihnen empfangen, die *nicht* das Kermit-Protokoll verwenden, z. B. serielle Drucker und Meßgeräte. Hierzu werden die allgemeinen seriellen I/O-Befehle eingesetzt.

Überprüfen der aktuellen I/O-Parameter des HP 48:

 Drücken Sie (1/0) IOPAR. Falls die Parameter nicht angezeigt werden, drücken Sie (NXT) INFO.

Ändern der I/O-Parameter des HP 48:

- Geben Sie -58 ein, und drücken Sie MODES FLAGS CF.
 Hierdurch werden die aktuellen Einstellungen beim Ändern angezeigt.
- 2. Drücken Sie (1/0) IOPAR
- 3. Ändern Sie den/die gewünschte(n) Parameter wie folgt:
 - Drücken Sie IRZW, um IR oder Wire als aktuellen Anschluß für die Übertragung auszuwählen.
 - Geben Sie 1200, 2400, 4800 oder 9600 ein, und drücken Sie BAUD, um die aktuelle Übertragungsgeschwindigkeit auszuwählen.
 - Geben Sie 1 (ungerade), 2 (gerade), 3 (Markierung), 4 (Leerzeichen) oder Ø (ohne) ein und drücken Sie FARIT, um die aktuelle Einstellung für die Paritätsprüfung zu wählen. Wahlweise können Sie auch den negativen Wert für eine die ser Optionen eingeben, wenn Sie die Paritätsprüfung nur beim Senden verwenden, beim Empfangen aber deaktivieren möchten.
 - Wenn Sie im ASCII-Modus Daten übertragen oder drucken möchten, geben Sie die Nummer der gewünschten Übersetzungsoption ein (siehe untenstehende Tabelle) und drücken Sie TRAN. Die Tabelle ist wie folgt zu lesen: "10 → 10,13" bedeutet "Zeichen 10 wird übersetzt in die Zeichen 10 und 13." Mit dem Eingabewert 0 können Sie angeben, daß Sie keine Übersetzung wünschen.

Option 1	Option 2	Option 3	
Vom HP 48 gesendete Daten			
$10 \rightarrow 10,13$	$10 \rightarrow 10,13$	$10 \rightarrow 10,13$	
	$\land \rightarrow \land \land$	$\backslash \rightarrow \backslash \backslash$	
	$128 \rightarrow \ddot{\cup} bers$	$128 \rightarrow \ddot{u}bers$	
	$159 \rightarrow \ddot{u}bers$	$255 \rightarrow \ddot{\cup} bers$	
Vom HP 48 empfangene Daten			
$10 \rightarrow 10,13$	$10,13 \rightarrow 10$	$10,13 \rightarrow 10$	
	$\land \land \rightarrow \land$	$\land \land \rightarrow \land$	
	$\ddot{u}bers \rightarrow Zchn$	$trans \rightarrow Zchn$	
	$1000 \rightarrow Zchn$	$\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $	
	$159 \rightarrow Zchn$	$\255 \rightarrow Zchn$	

Optionen für die ASCII-Datenübersetzung (Übersicht)

Übersetzung der ASCII-Zeichen (Zeichen-Codes 128-255)

HP 48	HP 48	Übers	HP 48	HP 48	Übers	HP 48	HP 48	Übers
Code	Zchn		Code	Zchn		Code	Zchn	
128	4	$\langle \rangle$	142	÷	~<-	156	Π	NPI
129	ž	\x-	143	4	NU	157	Ω	NGW
130		N.V	144	†	$\sim 1^{\circ}$	158		NC 3
131	1	N07	145	2	∖G9	159	- 00	<u>∖oo</u>
132	Ţ	\.S	146	δ	∖Gd	171	*	~<<
133	Σ	∖GS	147	€	∖Ge	176	•	\^o
134	Þ	1>	148	η	∖Gn	181	μ	∖Gm
135	π	∖pi	149	8	∖Gh	187	×	\rightarrow
136	6	\.d	150	λ	\G1	215	×	`. ×
137	₹	~<=	151	P	∖Gr	216	ø	<u>∖0∕</u>
138	Þ	>>=	152	σ	∖Gs	223	β	∖Gb
139	¥	\=/	153	т	∖Gt	247	÷	N:-
140	α	∖Ga	154	ω	∖Gw	nnn	andere	hightharpoonup nn
141	÷	\>	155	Δ	NGD			

Übertragen serieller Daten mit einem seriellen Gerät ohne Kermit-Protokoll:

- Drücken Sie (1/0) IOPAR, und stellen Sie die I/O-Parameter passend zu dem seriellen Gerät ein. Sie können sich mit (NXT) INFO die aktuellen Einstellungen anzeigen lassen.
- Wenn das serielle Gerät bei der Übertragung einen Empfang/Sende-Handshake verwendet (XON/XOFF-Signale), drücken Sie IOPAR (EDIT):
 - Wenn Sie beim Empfangen von Daten Handshake wünschen, ändern Sie die dritte Zahl in 1.
 - Wenn Sie beim Senden von Daten Handshake wünschen, ändern Sie die vierte Zahl in 1 - Beispiel: (9600 0 0 1 3 1). Drücken Sie (ENTER) (') IOPAR (STO).
- Wahlweise: Drücken Sie I/O (NXT) SERIA OPENI, um den seriellen Anschluß des HP 48 zu öffnen. (Für die meisten Übertragungen ist dieser Schritt nicht erforderlich; hierdurch werden aber Probleme vermieden, die dadurch entstehen können, daß manche Geräte nicht mit einem "geschlossenen" Anschluß kommunizieren können.)
- 4. Zum Senden oder Empfangen serieller Daten oder Befehle verwenden Sie die I/O-Menütasten für die betreffende Operation siehe untenstehende Tabelle.

27

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung	
• 1/0 8	ERIA:		
XMIT	XMIT	Sendet die Zeichenkette auf Ebene 1 ohne Kermit-Protokoll. Sobald die Zeichenkette vollständig gesendet wurde, wird an Ebene 1 eine 1 zurückgeliefert. Wenn die Zeichenkette nicht vollständig gesendet werden konnte, wird an Ebene 1 eine 0 zurückgeliefert und an Ebene 2 der nicht gesendete Teil der Eingabekette; mit ERRM können Sie sich die Fehlermeldung anzeigen lassen.	
SRECV	SRECV	Empfängt die auf Ebene 1 angegebene Zeichenzahl. Bei einer erfolgreichen Übertragung werden an Ebene 2 die Zeichen zurückgeliefert, an Ebene 1 wird eine 1 geliefert. Bei einer fehlgeschlagenen Übertragung wird an Ebene 2 eine leere od er unvollständige Zeichenkette zurückgeliefert und an Ebene 1 eine 0; mit ERRM können Sie sich die Fehlermeldung anzeigen lassen. (Eine fehlgeschlagene Übertragung liegt vor, wenn die Zeichen einen Paritätsfehler, Rahmenfehler oder Überlauffehler enthalte n oder wenn weniger Zeichen als angegeben empfangen werden, bevor ein Zeitüberlauf eintritt (standardmäßig 10 Sekunden). Die Zeichen werden aus dem Eingabepuffer abgeholt. Wartezeiten lassen sich vermeiden, wenn Sie die Zahl der Zeichen im Puffer angeben (wird von EUELE geliefert)	

Das I/O-Menü - Serielle I/O-Befehle

Taste	Programmier- barer Befehl	Beschreibung
STIME	STIME	Legt für den seriellen
		Sende-/Emplangs-Zeituberlauf die auf Ebene 1 angegebene Zahl von Sekunden
		fest. Der Zeitüberlauf kann einen
		beliebigen Wert zwischen 0 und 25,4
		Sekunden annehmen. Wenn Sie 0
		angeben, wartet der HP 48 unbegrenzt
		lange; hierdurch kann die Batterie stark
		belastet werden.
SBRK	SBRK	Sendet ein serielles BREAK
		(Unterbrechungs)-Signal.
BUFLE	BUFLEN	Liefert an Ebene 2 die Zahl der Zeichen
		im Eingabepuffer und an Ebene 2 den
		Fehlerstatus (1=kein Rahmenfehler
		oder UART-Überlauf, 0=Rahmenfehler
		oder UART-Überlauf). Wenn an Ebene
		1 eine 0 geliefert wird, gilt die an Ebene
		2 gelieferte Zeichenzahl für denjenigen
		Teil der Daten, der vor dem Fehler
		empfangen wurde; auf diese Weise
		können Sie feststellen, an welcher Stelle
		der Fehler aufgetreten ist.

Das I/O-Menü - Serielle I/O-Befehle (Forts.)

Hinweis	XMIT, SRECV und BUFLEN überprüfen zwar den
A	Sende- und Empfangsmechanismus; die Integrität der
	Daten wird jedoch nicht geprüft. Ein Verfahren zur
T	Überprüfung der Datenintegrität besteht darin, daß
	das sendende Gerät am Ende der gesendeten Daten
	eine Prüfsumme anhängt und das empfangende Gerät
	diese Prüfsumme kontrolliert.

OPENIO, XMIT, SRECV und SBRK öffnen automatisch den Infrarot- und den seriellen Anschluß mit den aktuellen Werten der vier ersten IOPAR-Parameter (Baudrate, Parität, Handshaking beim Empfang und Handshaking beim Senden) und mit der aktuellen Infrarot/Kabel-Einstellung (wird im Menü I/O SETUP mit IRZM festgelegt). Sobald Sie den Anschluß öffnen, kann der Eingabepuffer ankommende Daten (bis zu 255 Zeichen) bereits empfangen, bevor Sie SRECV ausführen.

27

Bibliotheken, Ports und Einsteckkarten

Port-Speicher und Karten-Steckplätze

Der Port-Speicher (auch als *unabhängiger* Speicher bezeichnet) ist anders strukturiert als der Benutzerspeicher:

- Der Benutzerspeicher kann in Verzeichnisse unterteilt werden, der Port-Speicher nicht.
- (Globale) Variablen im Benutzerspeicher sind aktiv und können innerhalb des Speichers physisch verschoben werden.
 (Port-)Variablen im Port-Speicher sind inaktiv und ändern ihre Position im Speicher nicht.

Der Port-Speicher enthält zwei Objekttypen:

- Sicherungsobjekte. Sicherungsobjekte sind gewöhnliche Objekte, die in eine für den Port-Speicher geeignete "inaktive" Form konvertiert wurden.
- Bibliotheken. Bibliotheken sind Sammlungen benannter Objekte, die zur Erweiterung des eingebauten Befehlssatzes dienen. Sie müssen im Port-Speicher gespeichert und an ein Benutzerverzeichnis angebunden sein, um genutzt werden zu können. Ein benanntes Objekt kann von einer Bibliothek aus ausgeführt, aber nicht angezeigt oder editiert werden; dies entspricht den internen Befehlen, die ebenfalls angewendet, aber nicht editiert werden können.

Anzeigen eines Menüs von im Port-Speicher gespeicherten Objekten:

- 1. Drücken Sie () LIBRARY) FORTS .
- 2. Drücken Sie die Menütaste, die zu dem anzuzeigenden Port-Speicher gehört.

Anzeigen des Menüs der Bibliotheken, auf die vom aktuellen

Verzeichnis aus zugegriffen werden kann:

Drücken Sie (LIBRARY).

Port 0

Port 0 ist der einzige Port-Speicher, der bei allen HP 48 zur Verfügung steht. Der Speicherbereich für Port 0 wird aus dem Benutzerspeicher abgezweigt; das heißt, in Port 0 gespeicherte Objekte verringern den zur Verfügung stehenden Benutzerspeicher. Die Größe von Port 0 ist dynamisch und wird in Abhängigkeit vom Speicherinhalt größer oder kleiner. Dieses Diagramm zeigt Port 0 beim Belegen des benötigter Speichers im Benutzerspeicher.



28

Wenn Sie keine Einsteckkarten besitzen oder verwenden wollen, können Sie Port 0 zum Speichern von Sicherungsobjekten oder Bibliotheksobjekten verwenden.

Karten-Steckplatz 1

Der HP 48GX ist mit zwei Karten-Steckplätzen versehen. Diese Karten-Steckplätze sind *nicht* gleichwertig. Karten-Steckplatz 1 kann eine Einsteckkarte mit einer maximalen Kapazität von 128 kB aufnehmen. Der RAM-Speicher auf einer Einsteckkarte in Steck platz 1 kann als Erweiterung des internen Benutzerspeichers und damit des zur Verfügung stehenden aktiven Speichers genutzt oder als gewöhnlicher Port-Speicher genutzt werden. Der Karten-Steckplatz 1 ist mit den beim Vorgängermodell HP 48SX erhältlichen Steckplätzen identisch. Port-Speicher, der in Karten-Steckplatz 1 verwendet wird, wird als Port 1 bezeichnet. In Steckplatz 1 können sowohl RAM- als auch ROM-Karten eingesteckt werden.

Karten-Steckplatz 2

Karten-Steckplatz 2 kann eine Einsteckkarte mit einer maximalen Kapazität von 4 MB aufnehmen. (Dies sind eigentlich 4096 KByte, von welchen 3968 KByte belegt werden können.) Der RAM-Speicher auf einer Einsteckkarte in Steckplatz 2 kann *nicht* zur Erweiterung des internen Benutzerspeichers verwendet werden. Der in Steckplatz 2 bereitgestellte Port-Speicher wird vielmehr in getrennte Ports von je 128 kB Kapazität unterteilt. Eine 1-MB-Einsteckkarte liefert beispielsweise Port 2 bis 9, die je 128 kB Sicherungsobjekte und Bibliotheken enthalten können. Entsprechend liefert eine 4-MB-Einsteckkarte Port 2 bis 32. In Steckplatz 2 können RAM- oder ROM-Karten eingesteckt werden.

Verwendung von Sicherungsobjekten

Der HP 48 verwendet einen speziellen Objekttyp, das Sicherungsobjekt, zur Speicherung von Sicherungsdaten. Ein Sicherungsobjekt enthält ein anderes Objekt, seinen Namen und seine Prüfsumme.

Sicherungsobjekte können nur im Port-Speicher gespeichert werden:

- Port 0.
- Port 1, wenn er RAM-Karten enthält, die als Port-Speicher (d.h. nicht als Hauptspeichererweiterung) genutzt werden. Bei der ersten Installation einer Karte wird eine RAM-Karte standardmäßig als Port-Speicher verwendet. (Port 1 ist beim HP 48G nicht vor handen.) * Ports 2 bis 32, falls vorhanden. (Port 2 bis 32 ist beim HP 48G nicht vorhanden.)

Sichern eines Objekts auf einer Karte:

- 1. Legen Sie das Objekt im Stack ab.
- 2. Geben Sie eine *Sicherungskennung* für das zu erstellende Sicherungsobjekt ein siehe unten.
- 3. Drücken Sie (STO).
- 4. Wahlweise: Löschen Sie das ursprüngliche Objekt aus dem Benutzerspeicher.

Der Befehl STO erstellt die Sicherungskopie unter Verwendung des von der *Sicherungskennung* angegebenen Ports und Namens. Der Befehl hat die folgende Form:

: Port: Name

Dabei ist *Port* die Port-Nummer (0 bis 32) und *Name* der Name, unter dem die Sicherungskopie gespeichert wird. Wenn Sie Port 1 verwenden, darf der Port-Speicher nicht als Erweiterung des Benutzerspeichers konfiguriert sein. Der Name des Sicherungsobjekts kann sich vom ursprünglichen Namen unterscheiden.

Ein ganzes Verzeichnis (mit seinen Unterverzeichnissen) kann in ein Sicherungsobjekt gesichert werden, indem das Verzeichnisobjekt im Stack abgelegt und eine Sicherungskopie erstellt wird.

Zurückholen eines Port-Objekts in den Stack:

- Geben Sie die Sicherungskennung für das Sicherungsobjekt ein, und drücken Sie → RCL.

Auswerten eines Sicherungsobjekts:

- Lassen Sie das entsprechende PORT-Menü anzeigen, und drücken Sie dann die Menütaste für das Objekt.
 oder
- Geben Sie die Sicherungskennung f
 ür das Sicherungsobjekt ein, und dr
 ücken Sie EVAL.

Um mehrere Sicherungsobjekte nacheinander auszuwerten, geben Sie eine Liste der Sicherungskennungen (mit $\langle \rangle$ als Begrenzungszeichen) ein und drücken dann (EVAL).

Löschen eines Sicherungsobjekts:

 Geben Sie die Sicherungskennung für das Sicherungsobjekt ein, und drücken Sie (PURG). Ein Sicherungsobjekt, das in den Stack zurückgeholt wurde, kann nicht gelöscht werden; es erscheint die Meldung Object in Use (Objekt wird verwendet). Wenn Sie das Objekt vom Stack löschen oder in eine Variable speichern, können Sie das Sicherungsobjekt löschen.

Gleichzeitiges Löschen mehrerer Sicherungsobjekte:

- 1. Geben Sie eine Liste der Sicherungskennungen (mit $\langle \rangle$ als Begrenzungszeichen) ein.
- 2. Drücken Sie (PURG.

Durchsuchen aller Ports nach einem Sicherungsobjekt:

- Geben Sie die Sicherungskennung des Objekts ein, ersetzen Sie dabei aber die Port-Nummer durch &. (Drücken Sie a ENTER), um & zu erzeugen.)
- 2. Führen Sie den Befehl RCL, EVAL oder PURGE aus. Wenn das Universalzeichen & für die Port-Nummer eingesetzt wird, durchsucht der HP 48 zunächst die Ports (in umgekehrter numerischer Reihenfolge, beginnend mit dem höchsten verfügbaren Port: 32, ..., 2, 1, 0) und dann den Hauptspeicher nach dem Sicherungsobjekt. Das erste aufgefundene Objekt dieses Namens wird verwendet.
- Beispiel: Wenn Sie : &: BPG1 eingeben und PURG drücken, löschen Sie das erste aufgefundene BPG1 in Port 32, ..., 2, 1, 0 oder im Hauptspeicher.

Erstellen einer Liste der Sicherungsobjekte in einem Port:

 Geben Sie die Port-Nummer ein, und drücken Sie LIBRARY
 EVARS. Der Befehl PVARS liefert eigentlich zwei
 Ergebnisse. Ebene 1 gibt den Speichertyp im Port an: "ROM" (Anwendungskarte), "SYSRAM" (erweiterter Speicher) oder eine Zahl (die Zahl der Bytes, die (bei Port 0) im Benutzerspeicher bzw. (bei einem andern Port) im unabhängigen Port-Speicher verfügbar sind). Ebene 2 enthält eine Liste der Sicherungskennungen und Bibliothekskennungen.

Kopieren von Sicherungsobjekten von einer Karte in einen anderen HP 48:

- 1. Schalten Sie den HP 48 aus, und setzen Sie die Karte ein siehe "Einsetzen und Entnehmen von Einsteckkarten" auf Seite 28-10.
- 2. Schalten Sie den HP 48 ein.
- 3. Stellen Sie das Objekt wieder in den Stack (siehe "Zurückholen eines gesicherten Objekts in den Stack" auf Seite 28-4).

Sie können auch Objekte über die Infrarot-Schnittstellen zwischen zwei HP 48-Rechnern übertragen - siehe "Übertragen von Daten zwischen zwei HP 48-Taschenrechnern" auf Seite 27-1.

Sichern des gesamten Speichers

Der Inhalt des gesamten *HOME*-Verzeichnisses kann in einem Sicherungsobjekt gesichert und später zurückgeladen werden. Das *HOME*-Verzeichnis enthält alle Variablen, Benutzertasten-Belegungen und Alarm-Informationen. Es können auf Wunsch auch alle Flags-Einstellungen mit gesichert werden.

Der Speicher kann auch in einer Computer-Datei gesichert werden. Siehe "Sichern des HP 48-Speichers" auf Seite 27-13.

Achtung



28

Vergewissern Sie sich vor dem Sichern des Speicherinhalts, daß die Uhr nicht in der Anzeige sichtbar ist. Andernfalls könnte die Integrität der Sicherungsdaten beeinträchtigt werden.

Sichern des gesamten Benutzerspeichers in einem Sicherungsobjekt:

- 1. Wahlweise: Wenn die Flag-Einstellungen ebenfalls gesichert werden sollen, drücken Sie (MODES) FLAG (NXT) RCLF, geben Sie einen Variablen-Namen ein (mit ' als Begrenzungszeichen), und drücken Sie (STO).
 - 2. Geben Sie eine Sicherungs-Bezeichnung für das zu erstellende Sicherungsobjekt ein.
 - 3. Drücken Sie (MEMORY) (NXT) ARCHI.

Der Befehl ARCHIVE sichert nur den Benutzerspeicher, aber nicht den unabhängigen Speicher.

AchtungBei der Ausführung des Befehls RESTORE wird
der gesamte Inhalt des Benutzerspeichers mit dem
Inhalt des Sicherungsobjekts überschrieben. Zur
Sicherung des Stacks kann dieser in einem anderen
Sicherungsobjekt gespeichert werden.

Zurückladen des HP 48-Benutzerspeichers aus einem Sicherungs-Objekt:

- Geben Sie den Namen des Sicherungsobjekts (mit :: Begrenzungszeichen) in den Stack ein. Denken Sie daran, daß der Name eine Port-Nummer mit einschließt.
- 2. Drücken Sie (MEMORY) NXT RESTO.
- Wahlweise: Zur Wiederherstellung der vorher gespeicherten Flag-Einstellungen rufen Sie den Inhalt der Variablen, die die Flag-Daten enthält, wieder auf, und drücken Sie (MODES) FLAG (NXT) STOF.

Verwendung von Bibliotheken

Eine Bibliothek ist ein Objekt, das wiederum benannte Objekte enthält, die als Erweiterungen des internen Befehlssatzes dienen können. Die Hauptfunktion einer Bibliothek besteht darin, als Hilfsmittel für eine ROM- oder RAM-gestützte Anwendung zu dienen. Eine Bibliothek auf ROM-Basis ist auf einer Anwendungs-Einsteckkarte gespeichert und wird durch das Einsetzen der Karte in einen der Karten-Steckplätze installiert. (Der HP 48G ist nicht mit Karten-Steckplätzen ausgestattet.) Eine RAM-gestützte Bibliothek kann auf einer RAM-Karte gespeichert sein oder über die serielle oder Infrarot-Schnittstelle in den Benutzerspeicher übertragen werden. (Details siehe Bibliotheks-Dokumentation).

Achtung



Bibliotheken, die ursprünglich für die älteren HP 48S- und HP 48SX-Modelle entwickelt wurden, sind eventuell mit dem HP 48G und HP 48GX nicht kompatibel. Es kann infolgedessen zum Verlust des Speicherinhalts kommen. Der Benutzerspeicher sollte daher gesichert werden (siehe Seite 28-6), bevor versucht wird, diese Bibliotheken zu verwenden. Wenden Sie sich an den Händler oder Autor der jeweiligen Bibliothek, um genauere Angaben hinsichtlich der Kompatibilität zu erhalten. Bibliotheken bieten verschiedene Vorteile gegenüber Programmen:

- Von Ihnen verfaßte Anwendungen sind kopiergeschützt, da der Inhalt einer Bibliothek nicht angezeigt, editiert oder auf den Stack zurückgeholt werden kann.
- Bibliotheken ermöglichen einen schnelleren Zugriff auf die von Anwendungen verwendeten Variablen.
- Sie können in Anwendungen verwendete Variablen als "versteckte" (unbenannte) Variablen definieren; hierdurch wird die Überfüllung des Bibliotheksmenüs vermindert.

Jede Bibliothek wird auf zwei Arten bezeichnet:

- Eine Bibliothekskennung mit der Form : Port: Nummer; dabei ist Nummer eine eindeutige, der Bibliothek zugeordnete Nummer.
 Wenn Sie (LIBRARY) PORT und die Menütaste für den Port, in dem die Bibliothek gespeichert ist, drücken, wird die Bibliotheksnummer im Menü angezeigt.
- Ein Bibliotheksname in Form einer Zeichenkette. Wenn Sie in dem Verzeichnis, an das die Bibliothek angebunden wurde, oder in einem seiner Unterverzeichnisse LIBRARY drücken, wird der Bibliotheksname im Menü angezeigt.

Mit dem HP 48 können keine Bibliotheken erstellt werden. Normalerweise werden Bibliotheken auf einem Computer erstellt und über ein serielles Kabel oder eine Einsteckkarte auf den HP 48 übertragen. Wenn Sie selbst Bibliotheken erstellen möchten, wenden Sie sich an den Calculator Technical Support oder an das HP Calculator Bulletin Board System (siehe hintere Umschlag-Innenseite) für Informationen darüber, wo die erforderlichen Programmierwerkzeuge erhältlich sind.

Einrichten einer Bibliothek:

- 1. Installieren Sie die Bibliothek in einem Port:
 - Bei einer Anwendungskarten-Bibliothek: Schalten Sie den HP 48 aus, und setzen Sie die Karte in Port 1 oder 2 ein.
 - Bei einer RAM-gestützten Bibliothek: Speichern Sie die Bibliothek im Port-Speicher.
- Binden Sie die Bibliothek an (siehe unten). Einige Bibliotheken binden sich selbst an, andere müssen manuell angebunden werden. An jedes Verzeichnis kann nur eine Bibliothek angebunden werden, mit Ausnahme des HOME-Verzeichnisses, an das eine be

28-8 Bibliotheken, Ports und Einsteckkarten

liebige Zahl von Bibliotheken angebunden werden kann. (Weitere Informationen über das Anbinden der Bibliothek finden Sie in der Dokumentation der Anwendungskarte oder der RAM-gestützten Bibliothek.)

Damit eine Bibliothek verwendet werden kann, muß sie in einem Port installiert und an ein Verzeichnis des Benutzerspeichers angebunden werden. Dieses Anbinden kann entweder automatisch bei der Installation einer Anwendungskarte erfolgen oder muß manuell durchgeführt werden.

Speichern einer RAM-gestützten Bibliothek im Port-Speicher:

- 1. Stellen Sie das Bibliotheksobjekt in den Stack. (Notieren Sie sich Bibliotheksnummer und -namen.)
- 2. Geben Sie die Port-Nummer zum Speichern der Bibliothek ein. Wenn Sie Port 0 verwenden, ist die Bibliothek immer verfügbar, auch wenn Sie die Einsteckkarten entfernen. Wenn Sie einen Port in einem der Karten-Steckplätze verwenden, muß der entsprechende Steckplatz eine RAM-Karte enthalten, die als unabhängiger Port-Speicher festgelegt ist.
- 3. Drücken Sie STO.
- 4. Wahlweise: Sofern noch nicht geschehen, löschen Sie das ursprüngliche Bibliotheksobjekt aus dem Benutzerspeicher.

Anbinden einer "selbst-anbindenden" Bibliothek an das HOME-Verzeichnis:

 Schalten Sie den HP 48 aus und wieder ein. Alle im Port-Speicher gespeicherten selbst-anbindenden Bibliotheken, die noch nicht an das HOME-Verzeichnis angebunden sind, binden sich nun an dieses Verzeichnis an.

Manuelles Anbinden einer Bibliothek an ein Verzeichnis:

- 1. Wechseln Sie in das gewünschte Verzeichnis:
 - Wenn Sie die Bibliothek aus allen Verzeichnissen heraus verwenden wollen, wechseln Sie in das HOME-Verzeichnis.
 - Wenn der Zugriff beschränkt werden soll, wechseln Sie in das gewünschte Verzeichnis. Die Bibliothek steht dann nur in diesem Verzeichnis und seinen Unterverzeichnissen zur Verfügung.
- 2. Geben Sie die Bibliothekskennung in der Form : Port: Nummer ein.
- 3. Drücken Sie (LIBRARY) (NXT) ATTAC.

Abkoppeln einer Bibliothek von einem Verzeichnis:

- 1. Wechseln Sie in das Verzeichnis, an das die Bibliothek angebunden ist.
- 2. Geben Sie die *Bibliotheksnummer* der Bibliothek ein, die abgekoppelt werden soll.
- 3. Drücken Sie (LIBRARY) DETAC, um die Bibliothek vom Verzeichnis abzukoppeln.

Löschen einer Bibliothek aus dem Speicher:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß die Bibliothek an kein Verzeichnis mehr angebunden ist.
- 2. Geben Sie die *Bibliothekskennung* der Bibliothek im unabhängigen Speicher ein. Die Kennung hat die Form : *Port*: *Nummer*.
- Drücken Sie PURG, um die Bibliothek aus dem unabhängigen Speicher zu löschen. Wenn die Fehlermeldung Object In Use angezeigt wird, bedeutet dies, daß die Bibliothek noch an ein Verzeichnis angebunden ist.

Einsetzen und Entnehmen von Einsteckkarten

Die beiden Steckplätze für Einsteckkarten werden als Karten-Steckplatz 1 und Karten-Steckplatz 2 bezeichnet. Karten-Steckplatz 1 befindet sich näher an der Vorderseite des Taschenrechners; Karten-Steckplatz 2 befindet sich näher an der Rückseite. Diese Steckplätze sind *nicht gleichwertig*. Einzelheiten zu den Unterschieden zwischen den Steckplätzen finden Sie auf Seite 28-2.



Achtung

Die Verwendung von ungeeigneten Einsteckkarten und Zubehörteilen kann zur Beschädigung des HP 48 führen. Sie können eine potentiell gefährliche Karte oder ein ungeeignetes Einsteckmodul von einer von HP empfohlenen Komponente unterscheiden, indem Sie die Rückseite der Karte an der Stelle betrachten, die in den HP 48 eingesteckt wird. Eine empfohlene Karte ist mit einem Metallverschluß zum Schutz des HP 48 vor statischen Ladungen versehen. Die bisher von HP untersuchten ungeeigneten Karten und Zubehörte ile sind nicht mit diesem Verschluß versehen, sondern weisen ungeschützte Goldkontakte auf.

Einsetzen der Batterie in eine neue RAM-Karte:

- 1. Verwenden Sie dieses Verfahren nicht zum Austauschen der Batterie auf einer RAM-Karte - dies könnte zum Speicherverlust in der RAM-Karte führen. Informationen über das Austauschen einer Batterie finden Sie unter "Wechseln einer RAM-Karten-Batterie" auf Seite A-8.
- 2. Ziehen Sie die Batteriehalterung aus der Karte heraus, indem Sie den Daumennagel oder einen kleinen Schraubendreher in die Nut drücken und ziehen.

3. Die mit der Nut versehene Seite der Batteriehalterung ist mit dem +-Symbol und dem Wort UP gekennzeichnet. Setzen Sie die Batterie mit der +-Seite nach oben in die Halterung ein, und schieben Sie die Halterung in die Karte.



28

4. Schreiben Sie mit einem feinen, nicht löschbaren Stift das Installationsdatum auf die Karte. Dieses Datum ist später wichtig, um den richtigen Zeitpunkt für das Auswechseln der Batterie zu bestimmen.



5. Stellen Sie zur Erinnerung an den Batteriewechsel einen Alarm im Rechner auf 1 Jahr nach der Installation. Je nach Gebrauchshäufigkeit des Taschenrechners bleibt die Batterie zwischen 1 und 3 Jahren funktionsfähig. Wenn die Batterie ausgetauscht werden muß, wird eine Meldung angezeigt, aber nur, wenn sich die Karte im Rechner befindet. Der Alarm soll nur als Erinnerung für den Fall dienen, daß sich die Karte nicht im Rechner befindet, wenn die Batterie schwach wird.) Informationen über das Einstelle n eines Alarms siehe "Einstellen des Alarms" auf Seite 26-2. Informationen zum Wechseln der Batterie finden Sie unter "Batterie einer RAM-Karte wechseln" auf Seite A-8.

Einsetzen einer Einsteckkarte:

- 1. Speichern Sie alle momentan im Stack befindlichen Objekte, die Sie sichern möchten. (Beim Einsetzen oder Entnehmen von Einsteckkarten wird der Stack gelöscht.)
- 2. Wenn die einzusetzende Karte Bibliotheken oder Anwendungen enthält, die für das ältere HP 48SX-Modell entwickelt wurden, sichern Sie als Vorsichtsmaßnahme den gesamten Benutzerspeicher vor dem Einsetzen der Karte (siehe Seite 28-6). Nicht alle älteren Bibliotheken sind mit dem HP 48GX kompatibel; einige Bibliotheken können zu einem Datenverlust im Benutzerspeicher führen.
- 3. Schalten Sie den Taschenrechner aus. Andernfalls kann der gesamte Benutzerspeicher gelöscht werden.
- 4. Wenn die Karte eine *neue* RAM-Karte ist, setzen Sie die Batterie ein (siehe oben).
- Bei einer RAM-Karte: Prüfen bzw. verstellen Sie den Schreibschutzschalter. Bei einer neuen RAM-Karte: Stellen Sie den Schreibschutzschalter auf Lesen/Schreiben. (Schalten Sie den Rechner vor dem Verstellen des Schreibschutzschalters immer aus.)
 - Nur lesen. Sie können den Inhalt der Karte lesen, aber keine Daten verändern, löschen oder speichern. Dies schützt den Inhalt der RAM-Karte vor unbeabsichtigtem Überschreiben oder Löschen. Verwenden Sie diese Stellung *nie* bei einer RAM-Karte, die eine Erweiterun g des Benutzerspeichers enthält.
 - Lesen/Schreiben Sie können wie beim internen
 Benutzerspeicher den. Inhalt lesen, verändern und löschen und Daten speichern.



6. Entfernen Sie die Port-Abdeckung oben am Rechner, indem Sie auf die Griffläche drücken und die Abdeckung in die angegebene Richtung schieben. Bei abgenommener Abdeckung sind die beiden Einsteck-Ports zugänglich.





7. Wählen Sie den leeren Steckplatz für die Karte.

8. Setzen Sie die Einsteckkarte ein, wie in der Abbildung dargestellt. Der dreieckige Pfeil auf der Karte muß nach unten, zum Rechner hin zeigen. Vergewissern Sie sich, daß die Karte richtig auf einen Steckplatz ausgerichtet ist und sich nicht zwischen den beiden Steckplätzen befindet.



- Schieben Sie die Karte fest in den Steckplatz, bis sie sich nicht weiter einschieben läßt. Wenn Sie den ersten Widerstand fühlen, muß die Karte noch ca. 6 mm weiter geschoben werden, bis sie richtig positioniert ist.
 - 10. Schieben Sie die Port-Abdeckung wieder auf den Rechner, bis die Lasche einrastet.
 - 11. Drücken Sie (ON), um den Rechner einzuschalten.

28

Hinweis Wenn Sie eine neuen RAM-Karte (oder eine Karte mit bisher nicht verwendeten Ports) einsetzen und den Rechner einschalten, erhalten Sie die Meldung Invalid Card Data. Sie können diese Meldung ignorieren: Ports werden bei der ersten Benutzung automatisch initialisiert. Sie können auch CIBRARY NXT FINIT drücken, um alle verfügbaren RAM-Ports zu initialisieren. Der Befehl PINIT hat keine Auswirkungen auf momentan in Ports gespeicherte Daten.

Entnehmen einer Einsteckkarte:

Achtung	Entnehmen Sie nie eine RAM-Karte, die Erweiterungs-Speicher enthält - dies würde wahrscheinlich zum Verlust von Daten im Benutzerspeicher führen. Vor dem Entfernen der RAM-Karte muß der Erweiterungs-Speicher freigegeben werden. Siehe Seite 28-17.
	Wenn Sie versehentlich eine Karte mit Erweiterungs-Speicher entnommen haben und die Meldung Replace RAM, Press ON angezeigt wird, können Sie den Datenverlust minimal halten, indem Sie den Rechner eingeschaltet lassen, die Karte in denselben Port wieder einsetzen und dann ON drücken.

- 1. Wenn Sie eine RAM-Karte aus Karten-Steckplatz 1 entnehmen, vergewissern Sie sich, daß sie unabhängigen Speicher enthält - siehe Warnung auf dieser Seite und auf Seite 28-17.
- 2. Schalten Sie den Taschenrechner aus. Drücken Sie nicht ON, bevor Sie die Karte entnommen haben.
- 3. Entfernen Sie die Port-Abdeckung.
- 4. Drücken Sie auf die Griffläche, und schieben Sie die Karte aus dem Port.
- 5. Schieben Sie die Port-Abdeckung wieder auf den Rechner.

Erweitern des Benutzerspeichers mit RAM-Einsteckkarten

Der interne Benutzerspeicher des HP 48GX kann erweitert werden, indem eine RAM-Karte in Karten-Steckplatz 1 gesteckt und ihr Speicher als Erweiterung für den Benutzerspeicher konfiguriert (merged) wird. (Das Modell HP 48G verfügt über keine Karten-Steck plätze.) Jede RAM-Karte enthält eine Batterie, die ihren Inhalt sichert, wenn der Taschenrechner ausgeschaltet ist und wenn die Karte ordnungsgemäß aus dem Taschenrechner entnommen wurde. (Die Taschenrechner-Batterien versorgen die RAM-Karte nur mit Strom, während der Taschenrechner eingeschaltet ist.)

Eine RAM-Karte wird stets als einer von zwei Speichertypen konfiguriert; jeder dieser Typen hat seine spezifischen Vorteile. Sie können zwischen diesen beiden Typen wechseln, aber nicht eine Karte gleichzeitig für beide Speichertypen verwenden.

- Benutzerspeicher-Erweiterung. Der Teil des Benutzerspeichers, der sich auf einer RAM-Karte befindet - der Speicher der Karte dient als Erweiterung des internen Benutzerspeichers. Dadurch können Sie den Benutzerspeicher-Umfang zur Erstellung von Variablen und Verzeichnissen und zum Ablegen von Objekten im Stack vergrößern.
- Freier Port-Speicher. RAM-Speicher, der unabhängig vom Benutzerspeicher ist - im internen Speicher (in Port 0) oder auf einer RAM-Karte (in Ports 1 bis 32). Dies ermöglicht es, einzelne Objekte oder ganze Verzeichnisse zu sichern (ähnlich dem Sichern von Computer-Dateien auf einer Diskette) und diese dann an einem sicheren Ort aufzubewahren. Es können auf diese Art auch Daten auf einen anderen HP 48 übertragen werden, indem die Karte dort eingesetzt wird und die Objekte in den anderen Taschenrechner kopiert werden (siehe Seite 28-3).

Prüfen des Speichertyps in einem Port:

Geben Sie die Port-Nummer ein, und drücken Sie (LIBRARY)
 PVARS. Das Ergebnis auf Ebene 1 zeigt den Speichertyp an:
 "ROM" ROM auf einer Anwendungskarte.
 "SYSRAM" Erweiterter Benutzerspeicher auf einer RAM-Karte.
 Zahl Freier Port-Speicher auf einer RAM-Karte.

Konfigurieren des RAM-Karten-Speichers in Karten-Steckplatz 1 als Benutzerspeicher-Erweiterung:

- 1. Schalten Sie den Taschenrechner aus, und vergewissern Sie sich, daß die Karte nicht schreibgeschützt ist.
- Schalten Sie den Taschenrechner wieder ein, und drücken Sie
 LIBRARY MERG. Wenn die Karte Sicherungsobjekte oder Bibliotheken enthielt, werden diese durch den Befehl MERGE1 automatisch in einen speziellen Teil des Speichers mit der

28-18 Bibliotheken, Ports und Einsteckkarten

Bezeichnung Port 0 verschoben. Siehe "Verwendung von Port 0" auf Seite 28-2.

Freigeben einer als Benutzerspeicher-Erweiterung konfigurierten RAM-Karte in Karten-Steckplatz 1:

- 1. Drücken Sie () (ENTER, um eine leere Liste einzugeben.
- 2. Drücken Sie (LIBRARY) FREE1. Wenn der Speicher der RAM-Karte bereits unabhängig (Port-Speicher) ist, erhalten Sie die Fehlermeldung Port Not Available bei der Ausführung des Befehls FREE1. Wenn nicht genügend Speicher für die Freigabe der RAM-Karte zur Verfügung steht, erhalten Sie eine Speicherfehler-Meldung bei der Ausführung des Befehls FREE1 (siehe unten).
- 3. Wahlweise: Schalten Sie den HP 48 aus, und nehmen Sie die Karte heraus (siehe "Herausnehmen einer Einsteckkarte" auf Seite 28-17).

Wenn nicht genügend Benutzerspeicher für die Freigabe einer RAM-Karte zur Verfügung steht:

- Löschen Sie nicht benötigte Variablen aus dem Benutzerspeicher.
- Sichern Sie Daten auf einer anderen RAM-Karte, die im anderen Karten-Steckplatz installiert ist, und löschen Sie dann die ursprünglichen Variablen.
- Sichern Sie Daten in Port 0, löschen Sie die ursprünglichen Daten, und verschieben Sie die Sicherungsobjekte auf die RAM-Karte, während sie freigegeben wird (siehe unten).

Freigeben einer Erweiterungs-RAM-Karte und Verschieben von Sicherungsobjekten dorthin:

- 1. Sichern Sie die gewünschten Objekte in Port 0 siehe "Sichern eines Objekts" auf Seite 28-3.
- 2. Geben Sie eine Liste der einfachen Namen der Sicherungsobjekte in Port 0 (mit <) als Begrenzungszeichen) ein.

- 3. Drücken Sie (MEMORY) FREE1. Die in der Liste genannten Objekte werden aus Port 0 entfernt und auf der gerade freigegebenen RAM-Karte (im Port-Speicher) gespeichert.
- 4. Wahlweise: Schalten Sie den HP 48 aus, und entnehmen Sie die Karte (siehe "Entnehmen einer Einsteckkarte" auf Seite 28-17).

Den Schreibschutzschalter bei installierter Karte verstellen:

- Vergewissern Sie sich, daß die Karte freien, unabhängigen Port-Speicher enthält - siehe "Überprüfen des Speichertyps in einem Port" auf Seite 28-18.
- 2. Schalten Sie den HP 48 aus.
- 3. Schieben Sie den Schalter in die richtige Stellung:
 - Für Nur-Lesen: Schalter zum Rand der Karte.
 - Für Lesen/Schreiben: Schalter zur Mitte der Karte.

Programmierung des HP 48

Dieses Kapitel enthält eine Einführung in einige der Programmiermöglichkeiten des HP 48. Eine vollständige Liste der Befehle und eine detaillierte Programmieranleitung enthält das HP 48G Series Advanced User's Reference (Teilenummer 00048-90136).

Grundlagen der Programmierung

Ein HP 48-Programm ist ein Objekt mit den Begrenzungszeichen « », das eine Folge von Zahlen, Befehlen und anderen Objekten enthält, mit denen Sie eine Aufgabe automatisch ausführen lassen können.

Beispiel: Wenn Sie die negative Wurzel einer Zahl suchen, die sich auf Ebene 1 befindet, können Sie die Tastenfolge \sqrt{x} +-- drücken. Das folgende Programm führt die gleichen Befehle aus:

« J NEG »

Ohne das Programm zu ändern, *könnten*wir den Code auch mit einem Befehl pro Zeile darstellen - ähnlich wie in anderen Programmiersprachen:

```
«
J
NEG
»
```

29

Der Inhalt eines Programms

Wie weiter oben bereits erwähnt, enthält ein Programm eine Folge von Objekten. Die Art der Verarbeitung der einzelnen Objekte in einem Programm hängt vom Objekttyp ab, wie die folgende Übersicht zeigt:

Objekt	Verarbeitung
Befehl	Wird ausgeführt.
Zahl	Wird in den Stack gestellt.
Algebraischer Ausdruck	Wird in den Stack gestellt.
Zeichenkette	Wird in den Stack gestellt.
Liste	Wird in den Stack gestellt.
Programm	Wird in den Stack gestellt.
Globaler Name (mit	Wird in den Stack gestellt.
Anführungszeichen)	
Globaler Name (ohne	• Programm wird <i>ausgeführt</i> .
Anführungszeichen)	■ Name wird ausgewertet.
	• Verzeichnis wird zum aktuellen
	Verzeichnis.
	Stack gestellt.
Lokaler Name (mit	Wird in den Stack gestellt.
Anführungszeichen)	
Lokaler Name (ohne	Inhalt wird in den Stack gestellt.
Anführungszeichen)	

Verarbeitung bestim	mter Objekte i	n Programmen
---------------------	----------------	--------------

Wie die Tabelle zeigt, werden die meisten Objekttypen einfach im Stack abgelegt; eingespeicherte Befehle und mit ihrem Namen bezeichnete Programme dagegen werden *ausgeführt*. Die folgenden Beispiele zeigen die Ergebnisse, die bei der Ausführung von Programmen mit verschiedenen Objektsequenzen entstehen.
Programm	${f Ergebnisse}$
«12»	2: 1
	1: 2
« "Hello" (A B) »	2: "Hello"
	1: (AB)
« '1+2' »	1: '1+2'
« '1+2' →NUM »	1: 3
« « 1 2 + » »	1: « 1 2 + »
««12+»EVAL»	1: 3

Beispiele für die Objektverarbeitung in Programmen

Programme können nicht nur Objekte enthalten, sondern auch Strukturen. Eine Struktur ist ein Programmabschnitt mit definiertem Aufbau. Es stehen zwei Grundtypen von Strukturen zur Verfügung:

- Lokalvariablen-Struktur. Der Befehl → definiert lokale Variablennamen und ein zugehöriges algebraisches oder Programm-Objekt, das unter Verwendung dieser Variablen ausgewertet wird.
- Verzweigungsstrukturen. Mit Strukturwörtern (z. B. DO...UNTIL...END) werden Bedingungs- oder Schleifenstrukturen definiert, die die Steuerung der Ablaufreihenfolge in einem Programm übernehmen.

Eine Lokalvariablenstrukturkann innerhalb eines Programms auf eine der folgenden Arten aufgebaut sein:

```
\ll \Rightarrow Name_1 \dots Name_n 'Ausdruck' \gg 
\ll \Rightarrow Name_1 \dots Name_n \ll Programm \gg
```

Mit dem Befehl \rightarrow werden *n* Objekte vom Stack entnommen und in den benannten lokalen Variablen gespeichert. Der algebraische Ausdruck bzw. das Programm in der Struktur wird *automatisch ausgewertet*, da es ein Element der Struktur bildet - obwohl algebraische und Programmobjekte in anderen Fällen nicht im Stack abgelegt werden. Jedesmal wenn in dem algebraischen Ausdruck oder dem Programm der Name einer lokalen Variablen erscheint, wird dafür der Inhalt der Variablen eingesetzt. Das folgende Programm beispielsweise entnimmt zwei Zahlen vom Stack und liefert ein numerisches Ergebnis zurück:

```
« → a b 'ABS(a-b)' »
```

Berechnungen in einem Programm

Bei vielen Berechnungen in Programmen werden Daten vom Stack entnommen, die manchmal vom Benutzer oder von einem anderen Programm dort abgelegt wurden. Es folgen zwei typische Beispiele für die Bearbeitung solcher Daten:

- **Stack-Befehle.** Verarbeiten direkt die Objekte im Stack.
- Lokalvariablen-Struktur. Speichert die Stack-Objekte in temporären lokalen Variablen und verwendet dann die Variablennamen für die Darstellung der Daten in den folgenden algebraischen oder Programmobjekten.

An numerischen Berechnungen lassen sich diese Verfahren gut verdeutlichen. Die folgenden drei Programme verwenden zwei Zahlen vom Stack für die Berechnung der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks nach der Formel $\sqrt{x^2 + y^2}$.

```
≪ SQ SWAP SQ + √ »
≪ → x y ≪ x SQ y SQ + √ » »
≪ → x y '√(x^2+y^2)' »
```

Das erste Programm verwendet Stack-Befehle zur Bearbeitung der Zahlen im Stack: Für die Berechnung wird Stack-Syntax verwendet. Das zweite Programm verwendet eine Lokalvariablenstruktur zum Speichern und Abrufen der Zahlen; für die Berechnung wird Stack-Syntax verwendet. Das dritte Programm verwendet ebenfalls eine Lokalvariablenstruktur; für die Berechnung wird jedoch algebraische Syntax verwendet. Die zugrundeliegende Formel ist im dritten Programm am deutlichsten zu erkennen.

Lokalvariablenstrukturen mit algebraischen Objekten werden von vielen Programmierern bevorzugt, da diese Programme leichter zu schreiben und zu lesen sind und die Fehlerbehebung vereinfachen.

Strukturiertes Programmieren

Der HP 48 unterstützt das strukturierte Programmieren. Jedes Programm besitzt nur einen Eingangspunkt: den Programmbeginn. Ebenso gibt es nur einen Ausgangspunkt: das Programmende. Innerhalb eines Programms gibt es keine Adressen, zu denen gesprungen werden kann, und keine GOTO-Befehle zum Verlassen der Routine. Nach außen stellt sich der Programmablauf äußerst einfach dar: Start am Programmbeginn, Ziel am Programmende. (Selbstverständlich können Sie innerhalbdes Programms Verzweigungsstrukturen zur Steuerung des Programmablaufs verwenden.)

Sie können die strukturierte Programmierung nutzen, indem Sie Programme nach dem "Baukasten"-Prinzip erstellen. Jedes "Baustein"-Programm kann sowohl für sich allein stehen als auch eine Subroutine in einem größeren Programm bilden. Ein Programm kann zum Beispiel lauten:

« GETVALUE CALCULATE SHOWANSWER »

Dieses Programm ist in drei Haupt-Tasks gegliedert, die jeweils eine Subroutine enthalten. Der Ablauf ist vorhersagbar. Nur die Eingabe und Ausgabe der einzelnen Subroutinen ist von Bedeutung - die internen Abläufe interessieren auf dieser Ebene nicht.

Jede Subroutine kann entweder eine eigene einfache Aufgabe ausführen oder in andere Subroutinen weiter untergliedert sein, die kleinere Aufgaben ausführen. Dadurch sind vergleichsweise kleine Subroutinen möglich - auch wenn das Hauptprogramm selbst relativ groß ist.

Programme werden somit zu Erweiterungen des internen Befehlssatzes, wie weiter oben bereits angedeutet. Sie werden durch Eingabe ihres Namens ausgeführt. Programme verarbeiten bestimmte Eingangswerte und liefern bestimmte Ergebnisse.

Eingeben und Ausführen von Programmen

Ein Programm ist ein Objekt - es belegt eine Ebene im Stack und kann in einer Variablen gespeichert werden.

Eingeben eines Programms:

- 1. Drücken Sie 🕤 🕢. Der Indikator FRG erscheint, um anzuzeigen, daß der Programmeingabe-Modus aktiv ist.
- 2. Geben Sie die Befehle und andere Objekte (mit entsprechenden Begrenzungszeichen) in der Reihenfolge ein, in der die Operationen vom Programm ausgeführt werden sollen.
 - Drücken Sie (SPC), zwischen aufeinanderfolgenden Zahlen.
 - Drücken Sie , um den Cursor an schließenden Begrenzungszeichen vorbeizubewegen.
- 3. Wahlweise: Drücken Sie an beliebiger Stelle PP (Zeilenschaltung), um in der Befehlszeile eine neue Zeile zu beginnen.
- 4. Drücken Sie ENTER, um das Programm in den Stack zu stellen.

Im Programmeingabe-Modus (FRG-Indikator aktiv) werden Tastenbefehle nicht ausgeführt, sondern stattdessen in der Befehlszeile eingegeben. Nur nicht programmierbare Operationen (z. B.) und (VAR) werden ausgeführt.

Zeilenschaltungen gehen verloren, sobald Sie (ENTER) drücken.

Eingeben von Befehlen und anderen Objekten in einem Programm:

- Drücken Sie die Tastatur- oder Menütaste für den betreffenden Befehl oder das Objekt.
 oder
- Geben Sie die entsprechenden Zeichen über die Buchstabentastatur ein.

Speichern eines Namens oder Programms:

- 1. Geben Sie das Programm im Stack ein.
- 2. Geben Sie den Variablennamen (mit '-Begrenzungszeichen) ein, und drücken Sie (STO).

Ausführen eines Programms:

- Drücken Sie nacheinander (VAR) und die Menütaste für den gewünschten Programmnamen.
 oder
- Geben Sie den Programmnamen ein (ohneBegrenzungszeichen), und drücken Sie ENTER.
 oder
- Stellen Sie den Programmnamen auf Ebene 1, und drücken Sie EVAL).
 oder
- Stellen Sie das Programmobjekt auf Ebene 1, und drücken Sie EVAL).

Anhalten eines Programms bei der Ausführung:

- Drücken Sie (CANCEL).
- Beispiel: Geben Sie ein Programm ein, das einen Radiuswert vom Stack entnimmt und das Volumen einer Kugel mit Radius rgemäß folgender Formel berechnet:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Schritt 1: Wenn Sie das Volumen nach Eingabe des Radius im Stack manuell berechnen wollten, würden Sie die folgenden Tasten drücken:

$$3 \mathcal{Y}^{\mathcal{T}} \bigoplus \pi \times 4 \times 3 \div \bigoplus \mathsf{NUM}$$

Geben Sie diese Tastenfolge in ein Programm ein. () beginnt eine neue Zeile.)





29

Schritt 2: Stellen Sie das Programm in den Stack.

(ENTER)



Schritt 3: Speichern Sie das Programm in der Variablen VOL. Stellen Sie dann den Radiuswert 4 in den Stack, und starten Sie das Programm VOL.

() VO	L (STO	Ð
4 (VAR		VΟL	•••••••

1:		- 26	8.08	32573	3107
YOL	BOXR	BOXS	CMB	PPAR	Ĥ

Beispiel: Ersetzen Sie das Programm aus dem vorigen Beispiel durch eine leichter lesbare Version. Geben Sie ein Programm ein, das eine Lokalvariablenstruktur zur Berechnung des Kugelvolumens verwendet. Das Programm lautet:

« → r '4/3*π*r^3' →NUM »

(Sie müssen \rightarrow NUM mit aufnehmen, da durch π ein symbolisches Ergebnis erzeugt wird. Probieren Sie das Programm einmal mit und einmal ohne den Befehl \rightarrow NUM aus.)

Schritt 1: Geben Sie das Programm ein.



Schritt 2: Stellen Sie das Programm in den Stack, speichern Sie es in VOL, und berechnen Sie das Volumen für den Radius 4.

(ENTER) (VAR)	
S WOL 4	YOL

1:		- 26	8.08	32573	3106
YOL	BOXR	BOXS	CMB	PPAR	Ĥ

Anzeigen, Fehlerbehebung und Editierung von Programmen

Anzeigen oder Editieren eines Programms:

- 1. Anzeigen des Programms:
 - Wenn das Programm auf Ebene 1 steht, drücken Sie () (EDIT).
 - Wenn das Programm in einer Variablen gespeichert ist, setzen Sie den Variablennamen auf Ebene 1 und drücken Sie () (EDIT).
- 2. Nehmen Sie die gewünschten Änderungen vor.
- 3. Drücken Sie ENTER, um die Änderungen zu sichern (oder CANCEL), um die Änderungen zu verwerfen), und kehren Sie zum Stack zurück.

Die Funktionsweise eines Programms läßt sich leichter nachvollziehen, wenn Sie das Programm schrittweise ausführen und die Auswirkungen jedes einzelnen Schritts beobachten. Auf diese Weise können Sie sowohl Ihre eigenen Programme "entwanzen" (debuggen) als auch fremde Programme analysieren.

Einzelschritt-Ausführung ab Programmanfang:

- 1. Legen Sie alle vom Programm benötigten Daten auf den entsprechenden Ebenen des Stacks ab.
- 2. Stellen Sie das Programm oder den Programmnamen auf Ebene 1 (oder in die Befehlszeile).
- 3. Drücken Sie (PRG (NXT) RUN DBUG . Die Programmausführung beginnt und wird sofort wieder unterbrochen. Im Statusbereich erscheint der HALT-Indikator.
- 4. Führen Sie einen der folgenden Schritte durch:
 - Drücken Sie <u>SST</u>, wenn Sie den nächsten Programmschritt im Statusbereich anzeigen und anschließend ausführen lassen möchten.
 - Zur Anzeige (*nicht* zur Ausführung) der nächsten beiden Programmschritte drücken Sie NEXT.
 - Drücken Sie (CONT), um die Ausführung fortzusetzen.
 - Drücken Sie KILL, um die Ausführung abzubrechen.
- 5. Wiederholen Sie gegebenenfalls Schritt 4.

Einzelschritt-Ausführung ab Programmitte:

- 1. Fügen Sie einen HALT-Befehl an derjenigen Stelle des Programms ein, an der die Einzelschritt-Ausführung einsetzen soll.
- 2. Führen Sie das Programm normal aus. Das Programm hält an, sobald der HALT-Befehl erreicht wird, und der HALT-Indikator erscheint.
- 3. Führen Sie eine der folgenden Maßnahmen durch:
 - Drücken Sie SST, wenn Sie den nächsten Programmschritt im Statusbereich anzeigen und anschließend ausführen möchten.
 - Zur Anzeige (nicht zur Ausführung) der nächsten beiden Programmschritte drücken Sie NEXT.
 - Drücken Sie (GONT), um die Ausführung fortzusetzen.
 - Drücken Sie KILL, um die Ausführung abzubrechen.
- 4. Wiederholen Sie gegebenenfalls Schritt 3.

Wenn das Programm wieder normal ausgeführt werden soll, entfernen Sie den HALT-Befehl aus dem Programm.

Einzelschritt-Ausführung, wenn der nächste Schritt eine Subroutine ist:

- Zur Ausführung der Subroutine als ein einziger Einzelschritt drücken Sie SST
- Zur schrittweisen Ausführung der Subroutine drücken Sie SST+ .

Mit SST wird der nächste Programmschritt ausgeführt - wenn der nächste Programmschritt eine Subroutine ist, wird diese Subroutine als ein einziger Einzelschritt ausgeführt. SST+ arbeitet genau wie SST ; wenn allerdings der nächste Schritt eine Subroutine ist, wird der erste Schritt in der Subroutine im Einzelschrittmodus ausgeführt.

Ausschalten des HALT-Indikators an einem beliebigen Punkt:

Drücken Sie (PRG) CTRL KILL .

Verwendung von Programmierstrukturen

Mit Hilfe von Programmierstrukturen kann ein Programm in Abhängigkeit von einer bestimmten Bedingung oder von den Werten bestimmter Variablen Entscheidungen darüber treffen, auf welche Weise die Programmausführung erfolgen soll. Durch geschickte Verwendung solcher Strukturen können außerordentlich flexible Programme erstellt werden.

Bedingungsstrukturen

Bedingungsstrukturen lassen ein Programm eine Entscheidung auf der Grundlage einer oder mehrerer Prüfungen treffen.

In der folgenden Übersicht sind die auf dem HP 48 verfügbaren Bedingungsstrukturen zusammengefaßt:

IF...THEN...END

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH () IF drücken. Die Syntax lautet:

« ... IF Prüf-Ausdruck THEN Wahr-Ausdruck END ... »

IF...THEN...END führt die Befehlsfolge in Wahr-Ausdruck nur dann aus, wenn Prüf-Ausdruck als wahr bewertet wird. Der Prüf-Ausdruck kann eine Befehlsfolge sein (z. B. $\exists E \leq$) oder ein algebraischer Ausdruck (z. B. ' $\exists \in E'$). Wenn der Prüf-Ausdruck ein algebraischer Ausdruck ist, wird er automatisch als Zahl ausgewertet; \rightarrow NUM oder EVAL werden nicht benötigt.

IF leitet einen Prüf-Ausdruck ein, der ein Prüfergebnis im Stack ablegt. THEN entfernt das Prüfergebnis vom Stack. Wenn der Wert nicht Null ist, wird der Wahr-Ausdruck ausgeführt; andernfalls wird die Programmausführung hinter END fortgesetzt.

IF...THEN...ELSE...END

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH (P) IF drücken. Die Syntax lautet: 29

^{« ...} IF Pröf-Ausdruck THEN Wahr-Ausdruck ELSE Falsch-Ausdruck END' ... »

IF...THEN...ELSE...END führt entweder die Befehlsfolge in Wahr-Ausdruck aus, wenn Prüf-Ausdruck wahr ist, oder die Befehlsfolge in Falsch-Ausdruck, wenn Prüf-Ausdruck falsch ist. Wenn der Prüf-Ausdruck ein algebraischer Ausdruck ist, wird er automatisch als Zahl ausgewertet; \rightarrow NUM oder EVAL werden nicht benötigt.

IF leitet einen Prüf-Ausdruck ein, der ein Prüfergebnis im Stack ablegt. THEN entfernt das Prüfergebnis vom Stack. Wenn der Wert nicht Null ist, wird der Wahr-Ausdruck ausgeführt, andernfalls der Falsch-Ausdruck. Nach der Ausführung des jeweiligen Ausdrucks wird die Programmausführung hinter END fortgesetzt.

CASE...END

Eingeben von CASE...END in ein Programm:

- 1. Drücken Sie (PRG) BRCH (CASE , um CASE...THEN...END...END einzugeben.
- Für jeden weiteren Pr
 üf-Ausdruck verschieben Sie den Cursor hinter das END eines Pr
 üf-Ausdrucks und dr
 ücken Sie
 CASE, um ein weiteres THEN...END einzugeben.

Die Syntax für die CASE...END-Struktur lautet:

CASE Prüf-Ausdruck₁ THEN Wahr-Ausdruck₁ END Prüf-Ausdruck₂ THEN Wahr-Ausdruck₂ END : Prüf-Ausdruck_n THEN Wahr-Ausdruck_n END Standard-Ausdruck (wahlweise) END

Mit dieser Struktur können Sie zunächst eine Sequenz von Prüf-Ausdruck-Befehlen und anschließend die entsprechende Reihe von Wahr-Ausdruck-Befehlen ausführen lassen. Die erste Prüfung, die ein wahres Ergebnis liefert, bewirkt die Ausführung des zu gehörigen Wahr-Ausdrucks und damit das Ende der CASE...END-Struktur. Wahlweise können Sie hinter der letzten Prüfung einen Standard-Ausdruck einfügen, der ausgeführt wird, wenn jede der Prüfungen ein falsches Ergebnis liefert. Wenn einer der Prüf-Ausdrücke ein algebraischer Ausdruck ist, wird er automatisch als Zahl ausgewertet; →NUM oder EVAL sind nicht erforderlich. Bei der Ausführung von CASE wird zunächst Prüf-Ausdruck₁ ausgewertet. Wenn das Prüfergebnis wahr ist, wird Wahr-Ausdruck₁ ausgeführt und die Programmausführung hinter END fortgesetzt. Wenn Prüf-Ausdruck₁ falsch ist, wird die Ausführung bei Prüf-Ausdruck₂ fortgesetzt. Die Programmausführung wird innerhalb der CASE-Struktur fortgeführt, bis ein Wahr-Ausdruck ausgeführt wird oder alle Prüf-Ausdrücke ein falsches Ergebnis geliefert haben. Wenn ein Standard-Ausdruck vorhanden ist und alle Prüf-Ausdrücke als falsch ausgewertet werden, wird der Standard-Ausdruck ausgeführt.

Schleifenstrukturen

Schleifenstrukturen veranlassen ein Programm, eine bestimmte Befehlsfolge mehrmals auszuführen. Wenn Sie im voraus festlegen möchten, wie oft die Schleife wiederholt werden soll, verwenden Sie eine bestimmte Schleife. Wenn durch eine Prüfung ermittelt werden soll, ob die Schleife zu wiederholen ist oder nicht, verwenden Sie eine unbestimmte Schleife.

START...NEXT

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH (START drücken. Die Syntax lautet:

« ... Start Ziel START Schleifen-Ausdruck NEXT ... »

START...NEXT führt die Befehlsfolge in Schleifen-Ausdruck für jede Zahl im Bereich zwischen Start und Ziel einmal aus. Der Schleifen-Ausdruck wird immer mindestens einmal ausgeführt.

START entnimmt zwei Zahlen (*Start* und *Ziel*) vom Stack und speichert sie als Anfangs- und Endwert eines Schleifenzählers. Anschließend wird der Schleifen-Ausdruck ausgeführt. NEXT erhöht den Zähler um 1 und prüft, ob der Wert kleiner oder gleich *Ziel* ist. In diesem Fall wird der Schleifen-Ausdruck erneut ausgeführt; andernfalls wird die Programmausführung hinter NEXT fortgesetzt.

START...STEP

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH → START drücken. Die Syntax lautet:

« ... Start Ziel START Schleifen-Ausdruck Schrittweite STEP ... » START...STEP führt Schleifen-Ausdruck auf die gleiche Weise aus wie START...NEXT; die Schrittweite für den Zähler ist jedoch nicht standardmäßig 1, sondern wird vom Programm angegeben. Der Schleifen-Ausdruck wird mindestens einmal ausgeführt.

START entnimmt zwei Zahlen (*Start* und *Ziel*) vom Stack und speichert sie als Anfangs- und Endwert des Schleifenzählers. Dann wird der Schleifen-Ausdruck ausgeführt. STEP entnimmt die Schrittweite vom Stack und erhöht den Zähler um den betreffenden Wert. Wenn das Argument von STEP ein algebraischer Ausdruck oder ein Name ist, wird es automatisch als Zahl ausgewertet.

Die Schrittweite kann positiv oder negativ sein. Bei positiver Schrittweite wird die Schleife erneut ausgeführt, wenn der Zähler kleiner oder gleich Ziel ist. Bei negativer Schrittweite wird die Schleife ausgeführt, wenn der Zähler größer oder gleich Ziel ist. Andernfalls wird die Programmausführung hinter STEP fortgesetzt.

FOR...NEXT

29

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH () FOR drücken. Die Syntax lautet:

« ... Start Ziel FOR Zähler Schleifen-Ausdruck NEXT ... »

FOR...NEXT führt das Programmsegment Schleifen-Ausdruck für jede Zahl im Bereich zwischen Start und Ziel einmal aus und verwendet dabei die lokale Variable Zähler als Schleifenzähler. Sie können diese Variable im Schleifen-Ausdruck verwenden. Der Schleifen-Ausdruck wird immer mindestens einmal ausgeführt.

FOR entnimmt Start und Ziel als Anfangs- und Endwert für den Schleifenzähler vom Stack und erstellt anschließend die lokale Variable Zähler als Schleifenzähler. Dann wird der Schleifen-Ausdruck ausgeführt; Zähler kann im Schleifen-Ausdruck enthalten sein. NEXT erhöht Zähler um 1 und prüft anschließend, ob dieser Wert kleiner gleich Ziel ist. In diesem Fall wird der Schleifen-Ausdruck wiederholt (mit dem neuen Wert für Zähler); andernfalls wird die Programmausführung hinter NEXT fortgesetzt. Beim Verlassen der Schleife wird Zähler gelöscht.

FOR...STEP

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH (P) FOR drücken. Die Syntax lautet:

29-14 Programmierung des HP 48

« ... Start Ziel FOR Zähler Schleifen-Ausdruck Schrittweite STEP ... »

FOR...STEP führt die Sequenz in *Schleifen-Ausdruck* auf die gleiche Weise aus wie FOR...NEXT; die Schrittweite für *Zähler* ist jedoch nicht standardmäßig 1, sondern wird vom Programm angegeben. Der Schleifen-Ausdruck wird immer mindestens einmal ausgeführt.

FOR entnimmt Start und Ziel als Anfangs- und Endwerte für den Schleifenzähler vom Stack und erstellt anschließend die lokale Variable Zähler als Schleifenzähler. Danach wird der Schleifen-Ausdruck ausgeführt; Zähler kann im SchleifenAusdruck enthalten sein. STEP entnimmt die Schrittweite vom Stack und erhöht Zähler um diesen Wert. Wenn das Argument von STEP ein algebraischer Ausdruck oder ein Name ist, wird dieser automatisch als Zahl ausgewertet.

Die Schrittweite kann positiv oder negativ sein. Bei positiver Schrittweite wird die Schleife erneut ausgeführt, wenn Zähler kleiner oder gleich Ziel ist. Bei negativer Schrittweite wird die Schleife ausgeführt, wenn Zähler größer gleich Ziel ist. Andernfalls wird Zähler gelöscht und die Programmausführung hinter STEP fortgesetzt.

DO...UNTIL...END

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH () DO drücken. Die Syntax lautet:

« ... DO Schleifen-Ausdruck UNTIL Pröf-Ausdruck END ... »

DO...UNTIL...END führt die Befehlsfolge in Schleifen-Ausdruck wiederholt aus, bis Prüf-Ausdruck ein wahres Ergebnis (ungleich Null) liefert. Da die Ausführung des Prüf-Ausdrucks nachder des Schleifen-Ausdrucks erfolgt, wird der Schleifen-Ausdruck mindestens einmal ausgeführt.

DO beginnt die Ausführung des Schleifen-Ausdrucks. UNTIL bezeichnet das Ende des Schleifen-Ausdrucks. Der Prüf-Ausdruck legt ein Prüfergebnis auf dem Stack ab. END entfernt das Prüfergebnis vom Stack. Wenn der Wert gleich Null ist, wird der Schleifen-Ausdruck erneut ausgeführt; andernfalls wird die Programmausführung hinter END fortgesetzt. Wenn das Argument von END ein algebraischer Ausdruck oder ein Name ist, wird dieser automatisch als Zahl ausgewertet.

WHILE...REPEAT...END

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) BRCH MHILE drücken. Die Syntax lautet:

« ... WHILE Pröf-Ausdruck REPERT Schleifen-Ausdruck END ... »

WHILE...REPEAT...END wertet Prüf-Ausdruck wiederholt aus und führt die Befehlsfolge in Schleifen-Ausdruck aus, wenn die Prüfung ein wahres Ergebnis liefert. Da der Prüf-Ausdruck vor dem Schleifen-Ausdruck ausgeführt wird, wird der Schleifen-Ausdruck nicht ausgeführt, wenn die Prüfung schon beim ersten Mal das Ergebnis "falsch" liefert.

WHILE beginnt die Ausführung des Prüf-Ausdrucks, der ein Prüf-Ergebnis auf dem Stack ablegt. REPEAT entnimmt diesen Wert vom Stack. Falls der Wert ungleich Null ist, wird die Programmausführung mit dem Schleifen-Ausdruck fortgesetzt, andernfalls hinter END. Wenn das Argument von REPEAT ein algebraischer Ausdruck oder ein Name ist, wird dieser automatisch als Zahl ausgewertet.

Fehlerverzweigungsstrukturen

Viele Zustände werden vom HP 48 automatisch als Fehlerzustände erkannt und in Programmen automatisch als Fehler behandelt. Ein Befehl mit einem falschen Argument oder einer falschen Zahl von Argumenten verursacht in einem Programm einen Fehler. Ein Ergebnis, das außerhalb des zulässigen Bereichs liegt, kann ebenfalls einen Fehler verursachen. Das gleiche gilt für einen ungültigen Betriebszustand des Taschenrechners.

Mit Hilfe von *Fehlerverzweigungsstrukturen* können Programme Fehlerzustände umgehen oder begrenzen, die andernfalls zum Programmabbruch führen würden.

IFERR...THEN...END

29

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG (NXT) ERROR () IFERR drücken. Die Syntax lautet:

« ... IFERR Verzweigungs-Ausdruck THEN Fehler-Ausdruck END ... »

Die Befehle in Fehler-Ausdruck werden nur dann ausgeführt, wenn während der Ausführung von Verzweigungs-Ausdruck ein Fehler erzeugt wird. In diesem Fall wird der Fehler ignoriert, der Rest des Verzweigungs-Ausdrucks wird übersprungen, und die Programmausführung wird beim Fehler-Ausdruck fortgesetzt. Wenn im Verzweigungs-Ausdruck keine Fehler auftreten, wird der Fehler-Ausdruck übersprungen und die Programmausführung hinter dem END-Befehl fortgesetzt.

IFERR...THEN...ELSE...END

Geben Sie diese Struktur in ein Programm ein, indem Sie (PRG) (NXT) ERROR () IFERR drücken. Die Syntax lautet:

« ... IFERR Verzweigungs-Ausdruck THEN Fehler-Ausdruck ELSE Standard-Ausdruck END ... »

Die Befehle in Fehler-Ausdruck werden nur ausgeführt, wenn während der Ausführung von Verzweigungs-Ausdruck ein Fehler erzeugt wird. In diesem Fall wird der Fehler ignoriert, der Rest des Verzweigungs-Ausdrucks wird übersprungen, und die Programmausführung wird beim Fehler-Ausdruck fortgesetzt. Wenn im Verzweigungs-Ausdruck keine Fehler auftreten, wird die Programmausführung nach Beendigung des Verzweigungs-Ausdrucks mit Standard-Ausdruck fortgesetzt.

Verwendung von lokalen Variablen

Die Verwendung von globalen Variablen in Programmen ist mit Nachteilen verbunden:

- Nach der Programmausführung müssen nicht mehr benötigte globale Variablen gelöscht werden, wenn das Menü VAR gelöscht und der Benutzerspeicher freigegeben werden soll.
- Sie müssen Daten in globalen Variablen vor der Programmausführung explizit speichern oder das Programm STO ausführen lassen.

Lokale Variablen vermeiden die Nachteile, die globale Variablen bei der Programmierung verursachen. Es handelt sich um temporäre Variablen, die von einem Programm erstellt werden. Lokale Variablen sind nur während der Programmausführung existent und können außerhalb des Programms nicht verwendet werden. Diese Variablen sind im Menü VAR niemals sichtbar. Darüber hinaus kann auf lokale Variablen schneller zugegriffen werden als auf globale Variablen. (In diesem Handbuch sind lokale Variablen durch Kleinbuchstaben gekennzeichnet.)

Erstellen von lokalen Variablen

In einem Programm werden lokale Variablen von Lokalvariablenstrukturen erzeugt.

Eingeben einer Lokalvariablenstruktur in einem Programm:

- 1. Geben Sie den Befehl \rightarrow ein (drücken Sie \bigcirc).
- 2. Geben Sie einen oder mehrere Variablennamen ein.
- 3. Geben Sie eine *Definitionsprozedur* (ein algebraisches oder Programmobjekt) ein, das diese Namen verwendet.

« → Name₁ Name₂ ... Name_n 'algebraischer Ausdruck' » oder « → Name₁ Name₂ ... Name_n « Programm » »

Wenn der Befehl \rightarrow in einem Programm ausgeführt wird, werden nWerte vom Stack entnommen und den Variablen $Name_1$, $Name_2$ und

 \dots $Name_{\rm n}$ zugewiesen. Wenn beispielsweise der Stack den folgenden Inhalt hat:

{ HOME	}				
4:					
3:					1Ø
2					20
0.0000	IATR	LIST	HYP	REAL	BASE

dann gilt:

- \Rightarrow a erstellt die lokale Variable a = 20.
- \Rightarrow a b erstellt die lokalen Variablen a = 6 und b = 20.
- \Rightarrow a b c erstellt die lokalen Variablen a = 10, b = 6 und c = 20.

Die Definitionsprozedur verwendet diese lokalen Variablen anschließend für Berechnungen.

Lokalvariablenstrukturen haben die folgenden Vorteile:

- Der Befehl → speichert die Werte vom Stack in den zugehörigen Variablen: STO braucht nicht explizit ausgeführt zu werden.
- Lokale Variablen werden automatisch gelöscht, wenn die Definitionsprozedur, von der sie erstellt wurden, ihre Ausführung abgeschlossen hat. Lokale Variablen erscheinen folglich nicht im Menü VAR und beanspruchen den Benutzerspeicher nur während der Prog rammausführung.
- Verschiedene Lokalvariablenstrukturen können dieselben Variablennamen ohne Konflikte verwenden.

Auswerten von lokalen Namen

Lokale Namen werden anders ausgewertet als globale Namen. Bei der Auswertung eines globalen Namens wird das in der zugehörigen Variablen gespeicherte Objekt selbst ausgewertet. (Sie wissen bereits, daß in globalen Variablen gespeicherte Programme bei der Auswertung des Variablennamens automatisch ausgewertet werden.)

Bei der Auswertung eines lokalen Namens wird das in der zugehörigen Variablen gespeicherte Objekt an den Stack zurückgeliefert, aber *nicht* ausgewertet. Wenn eine lokale Variable einen Zahlenwert enthält, ist die Wirkung die gleiche wie bei der Auswert ung eines globalen Namens, da das Ablegen einer Zahl im Stack ihrer Auswertung entspricht. Wenn eine lokale Variable jedoch ein Programm, einen algebraischen Ausdruck oder einen globalen Variablennamen enthält und wenn Sie dieses Objekt auswerten lassen möchten -, so muß das Programm EVAL ausführen, nachdem das Objekt im Stack abgelegt wurde.

Verwendung von lokalen Variablen in Subroutinen

Da ein Programm selbst ein Objekt ist, kann es in einem anderen Programm als Subroutine verwendet werden: Wenn Programm B von Programm A verwendet wird, ruft Programm A Programm B auf, und Programm B ist eine Subroutine innerhalb von Programm A.

Normalerweise sind lokale Variablen *nur* innerhalb ihrer Definitionsprozedur existent (nicht innerhalb von Subroutinen). Das heißt, normale lokale Variablen können innerhalb einer Subroutine nur verwendet werden, wenn die Subroutine in die Definitionsprozedur der lokalen Variablen eingebettet oder *geschachtelt* ist.

Der HP 48 bietet jedoch eine Möglichkeit, lokale Variablen auch in Subroutinen aufzunehmen, die nicht in der Definitionsprozedur der lokalen Variablen geschachtelt sind.

Verwendung einer lokalen Variablen "außerhalb" ihrer Definitionsprozedur:

- Verwenden Sie bei der Definition der lokalen Variablen ÷ (a)
 A) als erstes Zeichen des Namens. Hierdurch wird eine kompilierte lokale Variable erstellt.

Kompilierte lokale Variablen stehen für alle Subroutinen zur Verfügung, die von dem Hauptprogramm aufgerufen werden, das die Definitionsprozeduren für diese lokalen Variablen enthält. Kompilierte lokale Variablen sind allerdings weiterhin *lokale* Variablen und werden am Ende des Hauptprogramms gelöscht.

Lokale Variablen und benutzerdefinierte Funktionen

Die Definitionsprozedur für eine Lokalvariablenstruktur kann entweder ein algebraischer Ausdruck oder ein ProgrammAusdruck sein.

Eine benutzerdefinierte Funktion ist im Prinzip ein *Programm*, das ausschließlich aus einer Lokalvariablenstruktur besteht, deren Definitionsprozedur ein algebraischer Ausdruck ist.

Die Syntax lautet:

 $* \rightarrow Name_1 \ Name_2 \ \dots \ Name_n \ 'Ausdruck' \$

Die Funktion verwendet beliebig viele Argumente (kann eine unbegrenzte Zahl von lokalen Variablen verwenden), liefert aber nur *ein*Ergebnis an den Stack.

Wenn ein Programm mit einer Lokalvariablenstruktur beginnt und als zugehörige Definitionsprozedur ein Programm enthält, das genau ein Ergebnis liefert, dann verhält sich das Gesamtprogramm auf zweierlei Art wie eine benutzerdefinierte Funktion:

- Es verwendet numerische oder symbolische Argumente.
- Es entnimmt seine Argumente entweder vom Stack oder verwendet sie mit algebraischer Syntax.

Ein derartiges Programm kann zwar Befehle enthalten, die in algebraischen Ausdrücken nicht zulässig sind, besitzt jedoch *keine* Ableitung.

Untersuchung der Programme im Verzeichnis EXAMPLES

Anwendung und Untersuchung des Verzeichnisses EXAMPLES:

- 1. Geben Sie in der Befehlszeile TEACH ein, und drücken Sie (ENTER). Hierdurch wird der Inhalt des Beispiel-Verzeichnisses EXAMPLES aus dem internen Speicher in Ihr Verzeichnis HOME kopiert, wo Sie darauf zugreifen können.
- 2. Drücken Sie VAR EXAM, um das Verzeichnis EXAMPLES zu öffnen.



29

Alle Objekte im Verzeichnis EXAMPLES (außer in den Unterverzeichnissen PRGS, PLOTS und EQNS) sind entweder Programme oder algebraische Objekte. Die algebraischen Objekte im Unterverzeichnis EQNS werden in den Beispielen im *Kurzanleitung* Serie HP 48G verwendet. Die kurzen Programme in PLOTS plotten jeweils ein Beispiel für die verschiedenen Plot-Typen. Die übrigen Objekte sind Beispielprogramme für eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben.

MEDIAN	Liefert einen Vektor mit den Medianwerten für jede
	Spalte in der aktuellen Statistikmatrix.
FIBON	Verwendet n als Eingangswert und liefert das n te
	Glied der Fibonacci-Folge.
APLY	Führt ein Programm mit jedem Element eines
	Feldes aus. Das ausgeführte Programm muß genau
	einen Eingangswert verwenden und genau einen
	Ausgangswert liefern. Bei Symbolausgabe wird als
	Ergebnis ein "symbolisches Feld" geliefert (d. h.
	eine Liste von "Zeilen"-Listen statt ein Feld von
	Zeilen-Vektoren).
\rightarrow RPN	Wandelt ein algebraisches Objekt in eine Liste
	äquivalenter RPN-Befehle um. Durch Auswertung
	der Ergebnisliste entsteht der ursprüngliche
	algebraische Ausdruck. Dient zur Verdeutlichung
	der Äquivalenz zwischen algebraischen und
	RPN-Prozeduren.
%TILE	Entnimmt eine Datenliste von Ebene 2 und eine
	Median-Prozent-Zahl von Ebene 1 und liefert den
	Median-Prozent-Wert für die Liste. Beispiel: Die
	Eingabe (Datenliste) 50 und Drücken von %TILE
	liefert den Median (50. Median-Prozentwert) für die
	Liste.

Unter Umständen ist es sinnvoll, diese Programme mit eingeschalteter Einzelschritt-Ausführung (siehe Seite 29-9) durchzuarbeiten.

29

Verwendung von HP 48S/SX-Programmen mit dem HP 48G/GX

Mittlerweile sind viele Programme erhältlich (sowohl im Handel als auch privat), die ursprünglich für die Taschenrechner HP 48S und HP 48SX, die Vorläufer der HP 48G-Serie, geschrieben wurden.

Achtung	Bevor Sie auf einem Taschenrechner der
	HP 48G-Serie eine Programmbibliothek starten, die
di.	für die Rechner der HP 48S-Serie entwickelt wurde,
Ŧ	sichern Sie den Speicherinhalt auf einem externen
	Medium (Computer oder Einsteckkarte). Aufgrund
	von Inkompatibilitäten zwischen der Bibliothek und
	dem Taschenrechner der HP 48G-Serie kann es zum
	Verlust des Speicherinhalts kommen.

Es kann keine Garantie dafür übernommen werden, daß derartige Programme auf Taschenrechnern der HP 48G-Serie fehlerfrei laufen. Die meisten älteren Programme jedoch, die ausschließlich *Benutzer-RPL*-Befehle - also Befehle aus dem Befehlssatz, der bei Eingabe des Befehlsnamens an der Tastatur erkannt wird - enthalten, laufen auch auf den Rechnern der neueren HP 48G-Serie.

Es gibt einige Unterschiede zwischen der älteren HP 48S-Serie und der neueren HP 48G-Serie, die die Funktionsfähigkeit älterer Programme (eventuell) beeinträchtigen können:

- Programme f
 ür die HP 48S-Serie, die den Befehl SYSEVAL verwenden, k
 önnen bei der Ausf
 ührung auf einem Taschenrechner der HP 48G-Serie zu Speicherverlusten f
 ühren, da die interne Speicherbelegung ge
 ändert wurde.
- Programme für die HP 48S-Serie, die Variablennamen verwenden, die mit für die Taschenrechner der HP 48G-Serie neu eingeführten Befehlen identisch sind, liefern infolge des Namenskonflikts unbestimmte Ergebnisse. Dieses Problem läßt sich umgehen, indem die in den älteren Programmen verwendeten Namen geändert werden.
- Programme f
 ür die HP 48S-Serie, die den Befehl MENU zur Anzeige eines internen Men
 üs verwenden, k
 önnen unerwartete Ergebnisse liefern, da die Taschenrechner der HP 48G-Serie eine andere Men
 üstruktur verwenden (siehe Anhang C).

 Programme f
ür die HP 48S-Serie, die mit den Flags -14, -28, -29 oder -54 arbeiten, verursachen Konflikte aufgrund der abweichenden Bedeutung dieser Flags bei den Taschenrechnern der HP 48G-Serie.

Einige im Handel erhältliche *Bibliotheken*, die für die HP 48S-Serie entwickelt wurden, laufen eventuell nicht auf der HP 48G-Serie und können sogar zum Verlust des Speicherinhalts führen. Darüber hinaus funktionieren eventuell manche auf Einsteckkarten gelieferten Bibliotheken nur dann, wenn die Karte in Kartensteckplatz 1 eingesetzt ist, andere dagegen nur in Steckplatz 2. Sichern Sie daher unbedingt zuerst den Benutzerspeicher, bevor Sie eine Bibliothek erstmals ausprobieren.

Weitere Informationsquellen

- Das HP 48G Series Advanced User's Reference (Teilenummer 00048-90136) enthält Informationen zur Programmierung einschließlich Syntax-Hinweisen für alle Befehle der HP 48G-Serie in übersichtlicher Form zum Nachschlagen.
- Das HP Calculator Bulletin Board System (siehe hintere Umschlag-Innenseite) bietet ein Forum, auf dem die Anwender Informationen über die Verfügbarkeit und Kompatibilität von Software austauschen können, die für die Taschenrechner der Serie S oder Serie G entwickelt wurde. Darüber hinaus ist das Board eine nützliche Bezugsquelle für Programmierhinweise und interessante Programme.

29

30

Konfigurierung des HP 48

Benutzermenüs

Ein von Ihnen erstelltes Menü wird als "Benutzer"-Menü bezeichnet. Benutzermenüs können Menüfelder für Operationen, Befehle und andere Objekte enthalten, die Sie nach Ihren eigenen Anforderungen erstellen oder gruppieren.

Ein Benutzermenü wird durch den Inhalt einer reservierten Variablen namens CST (für "custom" - benutzerdefiniert) definiert. Die Erstellung eines Benutzermenüs beinhaltet also die Erstellung einer Variablen CST, die die von Ihnen für das Menü vorgesehenen Objekte enthält.

Erstellen eines Benutzermenüs und Zuweisen als aktuelles CST-Menü:

- 1. Geben Sie eine Liste mit den Objekten ein, die das Menü enthalten soll. (Die verschiedenen Objekttypen erfüllen dabei unterschiedliche Aufgaben.)
- 2. Drücken Sie (MODES) MENU MENU.

Anzeigen des aktuellen CST-Menüs:

Drücken Sie (CST).

Objekte im CST-Menü haben in der Regel die gleiche Funktionalität wie in den internen Menüs:

 Namen. Namen verhalten sich wie VAR-Menütasten. Beispiel: *ABC* sei ein Variablenname. Mit ABC wird *ABC* ausgewertet, mit ABC der Inhalt abgerufen und mit ABC ein neuer Inhalt für *ABC* gespeichert. Im Menü feld für einen Verzeichnisnamen steht ein Balken über der linken Ecke des Menüfelds - hierdurch wird angezeigt, daß Sie durch Drücken der Menütaste in das betreffende Verzeichnis wechseln können.

- Einheiten. Einheitenobjekte verhalten sich wie Einträge im UNITS-Katalog; beispielsweise bieten sie weiterhin die Möglichkeit zur Konvertierung mit der linken Umschalttaste.
- **Zeichenketten.** Zeichenketten-Objekte geben, gewissermaßen als Eingabehilfe, den Inhalt der betreffenden Zeichenkette wieder.
- **Befehle.** Fast alle Befehlsnamen verhalten sich wie normale Befehlstasten.

Sie können Sicherungsobjekte in die Liste aufnehmen, die ein Benutzermenü definieren, indem sie den Namen des Sicherungsobjekts mit der zugehörigen Port-Position kennzeichnen. Beispiel: Die Benutzermenüliste enthält :2:TOM. Das Menüfeld TOM verw eist dann auf das Sicherungsobjekt *TOM* in Port 2.

Wenn Sie Eingabehilfen für bestimmte Befehle erstellen möchten, die den Programmablauf beeinflussen (z. B. HALT, PROMPT, IF...THEN...END und andere Programm-Steuerstrukturen), müssen Sie diese nicht als Befehlsnamen, sondern als Zeichenkettenobjekte definieren.

Beispiel: Erstellen eines Benutzermenüs mit dem internen Befehl \rightarrow TAG, dem Einheitenobjekt 1_m^3, der Eingabehilfe VOLUMEN und dem Variablennamen CST.

30

Schritt 1: Geben Sie die Objektliste ein.

(1) PRG TYPE → TAG
1 → @ m p² 3
→ "" @ VOLUME @
@ (halten) C S T (loslassen)
ENTER
Schritt 2: Erstellen Sie das Menü CST, und lassen Sie es anzeigen.
MODES MENU MENU
TAG MES VOLU CST

Schritt 3: Wandeln Sie 1075 cm^3 in m^3 um.

1075 P. Q. c Q. m	1:	.001075_m^3
y^x 3 ENTER	⇒TAG MA	B VOLU CST
M ^A 3		

30-2 Konfigurierung des HP 48

Schritt 4: Geben Sie die Zeichenkette "VOLUME" ein.

$\bullet ""$	VOLU	ENTER
--------------	------	-------



Schritt 5: Erstellen Sie ein betiteltes Objekt aus dem Inhalt der Ebenen 2 und 1.

→TAG



Schritt 6: Lassen Sie den aktuellen Inhalt von CST anzeigen.

CST

2:	VOLUME:	.0010	175_m^3
1:	{ →TAG 1	_m^3	
	"VULUME"	UST	}
÷Τθ	IG MAB VOLU	CST	

Sie können, wie bei anderen Variablen auch, in jedem Verzeichnis im Speicher ein *CST* erstellen. Auf diese Weise können Sie in jedem Verzeichnis ein anderes Benutzermenü anlegen.

Statt die Objektliste selbst in CST zu speichern, können Sie wahlweise auch den Namen einer anderen Variablen speichern, die die Liste enthält. Auf diese Weise können Sie in einem Verzeichnis mehrere Variablen anlegen, die verschiedene Benutzermenülis ten enthalten. So können Sie das CST-Menü leicht von einem Benutzermenü zu einem anderen umschalten, indem Sie einfach in CST einen neuen Namen speichern.

Erweitern der Benutzermenüs

Sie können das CST-Menü erweitern, indem Sie spezielle Menüfelder erstellen und unterschiedliche Tastenfunktionen mit und ohne Umschaltung definieren.

Erstellen eines speziellen Menüfelds für ein Objekt:

■ Ersetzen Sie in der CST-Liste das Objekt durch eine eingebettete Liste der Form { "Menüfeld" Objekt }. 30

Das Standard-Menüfeld für ein Objekt im CST-Menü ist der zugrundeliegende Befehl oder die Einheit oder Eingabehilfe - mit so vielen Zeichen Länge, wie in den verfügbaren Raum passen.

Beispiel: Wenn Sie (→TAG 1_m^3 ("VOL" "VOLUMEN") ("CUST" CST)) in CST speichern, ergibt dies die gleiche Funktionalität des CST-Menüs wie im vorigen Beispiel, aber die Menüfelder l auten →TAG, M^3, VOL und CUST.

Definieren der Tastenfunktionen für Tasten mit Umschaltung:

 Ersetzen Sie in der CST-Liste das Objekt durch eine eingebettete Objektliste: Cobjektnicht umgeschaltet Objektlinks umgeschaltet
 Objektrechts umgeschaltet D. (Das bzw. die beiden letzten Objekt(e) kann/können gegebenenfalls wegfallen.)

Sie können nur dann Operationen mit Umschaltung definieren, wenn Sie zuvor Operationen ohne Umschaltung definiert haben. Sie können die Menüerweiterungen durch Spezial-Menüfelder mit der erweiterten Funktionalität durch die Umschalttasten kombinieren: sie he das folgende Beispiel.

Beispiel: Die CST-Menütaste VOL soll die drei folgenden Operationen ausführen:

- VOL wertet ein Programm aus, das den Wert auf Ebene 1 in einer Variablen namens VBOX speichert.
- G VOL wertet ein Programm aus, das das Produkt der Ebenen 1, 2 und 3 berechnet.
- 🔁 VOL zeigt VOLUMEN an.

Die folgende CST-Liste realisiert das gewünschte Benutzermenü. Das Menü enthält nur ein Menüfeld: VOL.

{ ("VOL" (« 'VBOX' STO » « * * » "VOLUMEN")))

Erstellen eines temporären Menüs:

- 1. Geben Sie die Menüliste ein wie bei CST.
- 2. Drücken Sie (MODES) MENU TMEN. Hierdurch wird ein temporäres Menü erstellt und angezeigt, ohne den Inhalt der Variablen *CST* zu überschreiben.

Konfigurieren der Tastatur

Beim HP 48 können Sie alle Tasten auf der Tastatur (einschließlich Buchstaben- und umgeschaltete Tasten) anders belegen und so die Tastatur an Ihre persönlichen Erfordernisse anpassen. Die so konfigurierte Tastatur wird als *Benutzertastatur* bezeichnet und ist immer dann aktiv, wenn sich der Taschenrechner im *Benutzermodus* befindet.

Benutzermodi

Aktivieren des User-(Benutzer)-Modus:

- Wenn Sie nur eine Operation ausführen möchten (1USR), drücken Sie JUSER. (Der Modus wird nach der Operation wieder verlassen.)
- Wenn Sie mehrere Operationen durchführen möchten (USER), drücken Sie (USER) (Drücken Sie (USER) ein drittes Mal, wenn Sie den Benutzermodus wieder verlassen möchten.)

Die Taste \bigcirc USER hat, wie die Taste @, drei Funktionen. Durch einmaliges Drücken der Taste wird der Modus nur für die nächste Operation aktiviert, durch zweimaliges Drücken in Folge wird der Modus dauerhaft eingeschaltet; mit einem dritten Tastendruck wird der Modus wieder ausgeschaltet. Je nach Wunsch können Sie Flag -61 setzen, um durch einen einmaligen Tastendruck von \bigcirc USER den Benutzermodus zu verriegeln.

Zuweisen und Freigeben von Benutzertasten

Sie können allen Benutzertasten (einschließlich Tasten mit Umschaltung) Befehle oder andere Objekte zuweisen. Die Funktion der Tasten ist für die einzelnen Objekttypen die gleiche wie für Benutzermenüs - siehe "Konfigurieren von Menüs" auf Seite 30-1.

Zuweisen eines Objekts an eine Benutzertaste:

- 1. Geben Sie das der Taste zuzuweisende Objekt ein.
- 2. Geben Sie die dreistellige Positionsnummer ein, die die Taste bezeichnet. (Siehe das folgende Diagramm.)
- 3. Drücken Sie (MODES) KEYS ASN .



Zuweisen eines internen Befehls an eine Benutzertaste:

- 1. Geben Sie eine Liste mit zwei Parametern ein: den Befehl, der der Taste zugewiesen werden soll, gefolgt von der dreistelligen Tasten-Positionsnummer (siehe oben).
- 2. Drücken Sie (MODES) KEYS STOK .

Zuweisen von mehreren Benutzertasten:

- 1. Geben Sie eine Liste mit zwei Tastenzuweisungs-Parametern für jede Taste ein: das Objekt, das der Taste zugewiesen werden soll, gefolgt von der dreistelligen Tasten-Positionsnummer (siehe oben).
- 2. Drücken Sie (MODES) KEYS STOK .

Das folgende Beispiel zeigt eine Tastenzuweisungsliste für STOKEYS:

(SINH 41 "3.14" 94.2 ABC 11.4)

Sie können 'SKEY' als Zuweisungsobjekt verwenden. Die Abkürzung steht für die "Standard"-Tastendefinition (ohne Zuweisung).

Wenn Sie eine Benutzertaste drücken, wird das zugehörige Objekt ausgeführt - oder, wenn die Taste nicht zugewiesen ist, wird die Standard-Operation ausgeführt. (Sie können auch Tasten inaktivieren; siehe nächster Punkt.)

Wenn Sie eine Benutzertaste zugewiesen haben, bleibt diese Zuweisung wirksam, bis die Taste mit ASN oder STOKEYS neu zugewiesen wird oder bis Sie die Taste *freigeben*. Nicht belegte Benutzertasten erhalten automatisch wieder ihre ursprüngliche Funktion: dieselbe Funktion wie bei der Standard-Tastenbelegung.

Freigeben von zuvor zugewiesenen Benutzertasten:

- Wenn Sie nur eine Benutzertaste freigeben möchten, geben Sie die dreistellige Tastennummer ein, und drücken Sie dann
 MODES KEYS DELK. Nicht belegte Benutzertasten erhalten automatisch wieder ihre ursprüngliche Funktion - dieselbe Funktion wie bei der Standard-Tastenbelegung.
- Zum Freigeben mehrerer Benutzertasten geben Sie eine Liste mit den jeweiligen dreistelligen Tastennummern ein, und drücken Sie dann (MODES) KEYS DELK.
- Zum Freigeben aller Benutzertasten drücken Sie 0 (MODES)
 KEYS DELK. Alle Benutzertasten werden freigegeben, und alle gesperrten Tasten werden wieder aktiviert (siehe nächster Punkt).

Sperren von Benutzertasten

Sie können momentan nicht zugewiesene Benutzertasten sperren, so daß sie funktionslos sind. Auf diese Weise können Sie festlegen, welche Benutzertasten aktiv sind - einschließlich zugewiesene und Standard-(nicht zugewiesene) Tasten.

Wenn Sie eine gesperrte Benutzertaste zuweisen, wird sie dadurch aktiviert.

Sperren aller nicht zugewiesenen Benutzertasten:

■ Geben Sie 'S' ein, und drücken Sie (MODES) KEYS DELK.

Reaktivieren von nicht zugewiesenen gesperrten Benutzertasten:

- Wenn Sie nur eine nicht zugewiesene Taste aktivieren möchten, geben Sie 'SKEY' und die dreistellige Tastennummer ein, und drücken Sie dann (MODES) KEYS ASN.
- Wenn Sie mehrere nicht zugewiesene Tasten aktivieren möchten, geben Sie eine Liste ein, die 'SKEY' und für jede Taste die dreistellige Tastennummer enthält, und drücken Sie dann
 MODES KEYS STOK. (Geben Sie für jede Taste einmal 'SKEY' ein.)
- Zum Aktivieren und Freigeben aller Benutzertasten drücken Sie 0
 MODES KEYS DELK.

30

Reaktivieren und Zuweisen gesperrter Benutzertasten:

- Wenn Sie nur eine Benutzertaste aktivieren und zuweisen möchten, geben Sie das Objekt ein, das der Taste zugewiesen werden soll, geben Sie dann die dreistellige Tastennummer ein, und drücken Sie anschließend (MODES) KEYS ASN.
- Wenn Sie alle Benutzertasten aktivieren und mehrere Tasten zuweisen möchten, geben Sie eine Liste ein, in der das Objekt S an erster Stelle steht und dahinter das zugewiesene Objekt und die dreistellige Tastennummer für jede Tastenzuweisung folgen; drücken Sie dann (MODES) KEYS STOK.

Abrufen und Editieren von Benutzertasten-Zuweisungen

Abrufen der aktuellen Benutzertasten-Zuweisungen:

 Drücken Sie MODES KEYS RCLK (die Taste für den Befehl RCLKEYS).

Der Befehl RCLKEYS liefert auf Ebene 1 eine Liste aller aktuellen Benutzertasten-Zuweisungen in Form von paarweise geordneten Zuweisungsobjekten und dreistelligen Tastennummern. Wenn das erste Element in der Liste der Buchstabe S ist, sind die nicht zugewiesenen Benutzertasten momentan aktiv - andernfalls sind nicht zugewiesene Tasten momentan inaktiv.

Editieren der Benutzertasten-Zuweisungen:

- 1. Drücken Sie (MODES) KEYS RCLK (die Taste für den Befehl RCLKEYS).
- 2. Drücken Sie ()EDIT, und editieren Sie die Liste der Tastenzuweisungen.
- 3. Drücken Sie (MODES) KEYS DELK STOK (den Befehl STOKEYS), um die editierten Zuweisungen zu aktivieren.

Hinweis	Wenn Sie den User-Modus nicht mehr verlassen können - vermutlich mit "blockierter" Tastatur -, weil Sie die Tasten zum Verlassen des User-Modus neu zugewiesen oder gesperrt haben, halten Sie die Taste ON gedrückt, und drücken Sie die Taste C; lassen Sie dann zuerst die Taste C los.
	Auch gelöschte Benutzertasten-Zuweisungen nehmen noch jeweils zwischen 2,5 und 15 Bytes Speicherplatz in Anspruch. Sie können diesen Speicherplatz durch Komprimieren der Benutzertasten-Zuweisungen freigeben - drücken Sie (MODES) KEYS RCLK 0 DELK STOK.

A

A

Unterstützung, Batterien und Service

Antworten auf häufige Fragen

Unsere Abteilung für die Taschenrechner-Unterstützung beantwortet Fragen zur Bedienung des Taschenrechners. Da erfahrungsgemäß viele Benutzer ähnliche Fragen stellen, wurde dieser Abschnitt in das Handbuch aufgenommen, in dem die meisten dieser Fragen beantwortet werden. Sollten Sie die Antwort auf Ihre Fragen nicht in diesem Abschnitt finden, wenden Sie sich an die auf der Innenseite des Rückumschlags angegebene Adresse bzw. Telefonnummer.

F: Mein HP 48 blinkt manchmal nach dem Einschalten. Ist das normal?

A: Ja, das ist das normale Verhalten des HP 48.

F: Ich bin nicht sicher, ob der Taschenrechner nicht richtig funktioniert oder ob ich selbst etwas falsch mache. Wie kann ich überprüfen, ob der Rechner richtig funktioniert?

A: Siehe "Betrieb des Taschenrechners überprüfen" auf Seite A-10.

F: Der ((•))-Indikator erscheint, auch wenn der Taschenrechner ausgeschaltet ist. Ist der Rechner in Ordnung?

A: Dies kann ein Symptom dafür sein, daß die Batterie des Rechners oder einer RAM-Karte erschöpft ist, oder daß ein Alarm abgelaufen ist. Überprüfen Sie die Ursache der (••)-Anzeige, indem Sie den Taschenrechner aus- und wieder einschalten. Daraufhin wird eine Meldung angezeigt, die auf die Ursache des Problems hinweist. Siehe "Wann müssen Batterien ausgewechselt werden" auf Seite A-5 oder "Einstellen des Alarms" auf Seite 26-2.

F: Wie kann ich feststellen, wieviel Speicher im Taschenrechner frei ist?

A: Drücken Sie (MEMORY) MEM. Der verfügbare Speicher (in Byte) wird in der unteren rechten Ecke der Anzeige eingeblendet. Wenn der Speicher des HP 48GX leer ist, sollten ungefähr 127000 Byte interner RAM-Speicher angezeigt werden, sofern keine RAM-Karten installiert sind.

F: Was bedeutet E in einer Zahl, z. B. 2.51E-13?

A: E ist der Exponent von 10, z. B. 2.51×10^{-13} (siehe "Eintippen von Zahlen" auf Seite 2-1 und "Einstellen des Anzeigemodus" auf Seite 4-2).

F: Warum liefern trigonometrische Funktionen unerwartete Ergebnisse?

A: Möglicherweise ist der Winkelmodus nicht entsprechend Ihrem Problem eingestellt. Überprüfen Sie den Indikator für den Winkelmodus: RAD bedeutet Radiant, GRAD bedeutet Gon, keine Angabe bedeutet Grad. Drücken Sie (GRAD), oder ändern Sie den Winkelmodus im Menü (MODES).

F: Wenn ich den Sinus aus π im Grad-Modus berechne, warum erhalten ich das Ergebnis 'SIN(π)' statt einer Zahl?

A: Der Taschenrechner ist auf den Modus "Symbolische Ergebnisse" eingestellt; 'SIN(π)' ist das symbolische Ergebnis. Drücken Sie •NUM, um 'SIN(π)' in sein numerisches Äquivalent .0548... auf 11 Dezimalstellen genau umzuwandeln (sin 3.14°). Sie können auch •MODES MISC SYMT drücken, um in den Modus "Numerische Ergebnisse" zu wechseln und keine symbolische Auswertung vorzunehmen.

F: Wenn ich $"SIN(\pi)"$ auswerte, erhalte ich als Ergebnis nicht Null. Warum nicht?

A: Der HP 48 kann wie alle Taschenrechner Berechnungen nur mit einer endlichen Anzahl von Dezimalstellen durchführen. Da π eine unendliche Anzahl von Dezimalstellen enthält, müssen alle Berechnungen mit π gerundet werden. Gelegentlich, wie auch in diesem Fall, kann das gerundete Ergebnis von der theoretischen Lösung um den Betrag 10⁻¹² (ein Millionstel eines Millionstels) abweichen.

F: Bei der Differentiation oder Integration wird die Fehlermeldung Undefined Name angezeigt. Was bedeutet diese Meldung?

A: Es ist nicht der symbolische Lösungsmodus eingestellt, und der Taschenrechner versucht (vergeblich), mit ausschließlich symbolischen Variablen zu einer numerischen Lösung zu gelangen. Drücken Sie MODES MISC SYMB, oder vergewissern Sie sich, daß das Feld RESULTS: in der Eingabemaske für die Integration bzw. die

A-2 Unterstützung, Batterien und Service

Differentiation auf Symbolic eingestellt ist, und versuchen Sie es erneut.

F: Wenn ich $(-1)^{\frac{2}{3}}$ berechne, erhalte ich als Ergebnis eine komplexe statt einer reellen Zahl. Warum?

A: Für Bruchexponenten liefert der HP 48 komplexe Hauptlösungen. Wenn Sie die reelle Wurzel berechnen wollen, verwenden Sie stattdessen den Operator $\sqrt[x]{y}$ (die Taste $\sqrt[x]{y}$ oder den Befehl XROOT).

F: Was ist ein "Objekt"?

A: "Objekt" ist der allgemeine Begriff für alle Datenelemente, mit denen der HP 48 arbeitet. Beispiele für Objekte sind Zahlen, Ausdrücke, Felder, Programme, usw.

F: Was bedeuten drei Punkte (...) am Rand einer Anzeigezeile?

A: Die drei Auslassungspunkte zeigen an, daß das angezeigte Objekt zu lang ist, um auf einer Zeile angezeigt werden zu können. Sie können die verborgenen Teile des Objekts mit den Cursortasten ◀ und ► anzeigen.

F: Wie kann ich den Indikator HALT ausschalten? **A:** Drücken Sie (PRG) (NXT) RUN KILL .

F: Der Taschenrechner gibt einen Signalton aus und und zeigt die Meldung Bad Argument Type an. Was bedeutet dieser Fehler?

A: Die Objekte im Stack haben nicht den richtigen Typ für den verwendeten Befehl. Wenn Sie z. B. den Befehl →UNIT (im Menü PRG TYPE) ausführen, während sich in den Stack-Ebenen 1 und 2 Zahlen befinden, tritt dieser Fehler auf.

F: Der Taschenrechner gibt einen Signalton aus und und zeigt die Meldung Too Few Arguments an. Was bedeutet deser Fehler?

A: Es befinden sich weniger Argumente im Stack, als für den angeforderten Befehl benötigt werden. Wenn Sie z. B. den Befehl + ausführen, während sich nur ein Argument bzw. eine Zahl im Stack befindet, tritt dieser Fehler auf.

F: Der Taschenrechner gibt einen Signalton aus und und zeigt eine andere Meldung als die beiden weiter oben beschriebenen an. Wie kann ich herausfinden, was diese Fehler bedeuten?

A: Schlagen Sie in Anhang B, "Fehlermeldungen", nach.

A

F: Ich kann manche manche zuvor bereits verwendete Variablen nicht mehr finden. Wo sind sie geblieben?

A: Sie haben die Variablen möglicherweise in einem anderen Verzeichnis verwendet. Wenn Sie nicht mehr wissen, welches Verzeichnis Sie verwendet hatten, müssen Sie alle Verzeichnisse in Ihrem Taschenrechner durchsuchen.

F: Manchmal scheint mein HP 48 während einer Berechnung kurz stehenzubleiben. Liegt ein Fehler vor?

A: Dieses Verhalten ist normal. Der Taschenrechner führt von Zeit zu Zeit eine System-Reorganisation durch, bei der die nicht mehr benötigten temporären Objekte gelöscht werden. Durch diese Reorganisation wird zusätzlicher Speicher für die aktuellen Operationen freigegeben. Wenn Sie mehr Speicher verfügbar machen, geschieht dies weniger häufig.

Q: Der Gleichungsbibliothek-Solver gibt SI Einheiten zurück, selbst wenn ENG spezifiziert ist (oder umgekehrt).

A: Der Solver erzeugt und verwendet globale Variable. Waren die in Frage kommenden Variablen bereits vorhanden, bleiben diese auch erhalten, bis sie von Ihnen wieder gelöscht werden. Mit ihnen bleiben auch deren Einheitendefinitionen erhalten. Um die alte Einheit zu überschreiben, müssen Sie entweder vor Aufruf des Solvers die Variable löschen oder die gewünschte Einheit (z.B. als _ft) explizit eingeben.

Umgebungsbedingungen

Die Zuverlässigkeit Ihres Taschenrechners ist nur innerhalb bestimmter Umgebungsbedingungen gewährleistet. Achten Sie darauf, daß der Taschenrechner und die Einsteckkarten nicht feucht werden, und beachten Sie auch die folgenden Einschränkungen bezüglich der Betriebstemperatur und der Luftfeuchtigkeit:

Taschenrechner:

- Betriebstemperatur: 0° bis 45°C.
- Lagertemperatur: -20° bis 65°C.
- Feuchtigkeit bei Betrieb und Lagerung: 90% relative Luftfeuchtigkeit bei max. 40°C.

A-4 Unterstützung, Batterien und Service
Einsteckkarten:

- Betriebstemperatur: 0° bis 45 °C.
- Lagertemperatur: -20° bis 60 °C.
- Lagertemperatur f
 ür Aufrechterhaltung der Daten in RAM-Einsteckkarten: 0° bis 60 °C.
- Feuchtigkeit bei Betrieb und Lagerung: 90% relative Luftfeuchtigkeit bei max. 40 °C.

Wann müssen Batterien ausgewechselt werden?

Wenn die Batteriespannung abfällt, bleibt der (•)-Indikator an, auch wenn der Taschenrechner ausgeschaltet wird. Wenn der Taschenrechner in diesem Zustand eingeschaltet wird, erscheint ca. 3 Sekunden lang die Meldung Warning: LowBat():

LowBat(P1) bezieht sich auf Port 1. LowBat(P2) bezieht sich auf Port 2. LowBat(S) bezieht sich auf die Systembatterien des Rechners.

Hinweis	Wenn der (••)-Indikator und die Warnungsmeldung angezeigt werden, sollten Sie so bald wie möglich die Batterien des Taschenrechners bzw. der RAM-Karten auswechseln. Wenn Sie den
	Taschenrechner weiterhin benutzen, während der (•)-Indikator erscheint, wird schließlich die Anzeige schwach, und Sie könnten Daten auf dem Taschenrechner oder der RAM-Karte verlieren.

Unter normalen Bedingungen sollte die Batterie einer RAM-Karte zwischen einem und drei Jahren halten. Kennzeichnen Sie die Karten mit dem Einbaudatum der Batterie, und stellen Sie einen Alarm auf 1 Jahr nach dem Einbaudatum ein. Somit werden Sie auch dann an das Auswechseln der Batterie erinnert, wenn sich die Karte zu diesem Zeitpunkt nicht im Taschenrechner befindet. RAM-Karten werden ohne installierte Batterie ausgeliefert. A

Auswechseln der Batterien

Der HP 48 verwendet folgende Batterietypen:

- Batterien des Taschenrechners. Batterien des Typs AAA einer beliebigen Marke. Alle drei Batterien müssen vom gleichen Typ und von der gleichen Marke sein. (Von der Verwendung wiederaufladbarer Battereien wird wegen der geringeren Kapazität und der kürzeren Warnungszeit abgeraten.)
- **Batterien für RAM-Einsteckkarten.** 3-Volt 2016 Knopfzellen. (Im HP 48G nicht verwendet.)

Gehen Sie zum Auswechseln der Batterien des Taschenrechners anhand der folgenden Anleitungen vor. Zum Auswechseln der Batterien für RAM-Karten sehen Sie unter "Auswechseln der Batterie einer RAM-Karte" auf Seite A-8 nach.

Achtung



Wenn Sie Batterien aus dem Taschenrechner entfernen, vergewissern Sie sich, daß der Rechner ausgeschaltet ist, und drücken Sie nicht die Taste ON, bevor die neuen Batterien installiert sind. Wenn Sie ON drücken, während sich keine Batterien in dem Taschenrechner befinden, können alle Daten aus dem Speicher verlorengehen.

Auswechseln der Batterien des Taschenrechners:

- 1. Schalten Sie den Taschenrechner aus. Wenn Sie die Batterien des Taschenrechners entnehmen, während der Rechner eingeschaltet ist, können Daten aus dem Speicher der Rechners oder der RAM-Karten verlorengehen.
- 2. Halten Sie drei neue Batterien des Typs AAA der gleichen Marke bereit. Wischen Sie beide Pole der Batterien mit einem trockenen, sauberen Tuch ab.

3. Öffnen Sie das Batteriefach des Taschenrechners, indem Sie auf den Deckel des Fachs drücken und den Deckel aus dem Taschenrechner schieben. Geben Sie acht, daß Sie nicht versehentlich die Taste ON drücken. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Vorgehensweise.



4. Drehen Sie den Taschenrechner um, und schütteln Sie die Batterien vorsichtig aus dem Rechner. Nachdem Sie die Batterien aus dem Rechner entnommen haben, sollten Sie innerhalb der nächsten zwei Minuten die neuen Batterien installieren, um einen Datenverlust zu vermeiden.

WarnungBatterien dürfen nicht weggeworfen, zerlegt
oder offenen Feuer ausgesetzt werden.
Bei unsachgemäßer Behandlung können
Batterien platzen und gefährliche Chemikalien
freisetzen. Entsorgen Sie verbrauchte Batterien
entsprechend den Anweisungen des jeweiligen
Herstellers.

5. Richten Sie die Batterien entsprechend den Markierungen am Boden des Batteriefachs aus. *Berühren Sie die Pole der Batterien nicht*. Am besten drücken Sie die Batterien mit dem flachen Ende (Minuspol) zuerst in das Batteriefach. Setzen Sie die mittlere Batterie zuletzt ein. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies.



- 6. Schieben Sie die Laschen des Batteriefachdeckels in die Schlitze am Rechnergehäuse, und lassen Sie den Deckel einrasten.
- 7. Drücken Sie ON, um den Taschenrechner einzuschalten.

Auswechseln der Batterie einer RAM-Karte:

1. Drehen Sie den Taschenrechner um, und nehmen Sie die Plastikabdeckung über den Ports für die Einsteckkarten (auf der Seite der Anzeige des Rechners) ab.



- 2. Schalten Sie den Taschenrechner ein, während sich die RAM-Karte in Port 1 oder 2 befindet.
- Achtung Vergewissern Sie sich, daß der Taschenrechner eingeschaltet ist, bevor Sie die Batterie einer RAM-Karte auswechseln. Die Daten auf der RAM-Karte können nur über die Systembatterien aufrechterhalten werden, wenn der Rechner eingeschaltet ist. Wenn Sie die Batterie einer RAM-Karte entnehmen, während die Karte nicht im Rechner installiert ist, können die Daten im RAM-Speicher der Karte verlorengehen.
- 3. Halten Sie die Karte mit dem Zeigefinger im Taschenrechner fest. Sie verhindern damit, daß die Karte aus dem Rechner rutscht, wenn Sie die Batteriehalterung der Karte entfernen. Drücken Sie jetzt den Daumennagel Ihrer freien Hand in die Rille auf dem schwarzen Plastikstück auf der linken Seite der Karte, und ziehen Sie die Batteriehalterung aus der Karte heraus.



4. Nehmen Sie die alte Batterie aus der Plastikhalterung heraus.

Warnung Batterien dürfen nicht weggeworfen, zerlegt oder offenen Feuer ausgesetzt werden. Bei unsachgemäßer Behandlung können Batterien platzen und gefährliche Chemikalien freisetzen. Entsorgen Sie verbrauchte Batterien entsprechend den Anweisungen des jeweiligen Herstellers.

- Legen Sie eine neue 3-Volt-Knopfzelle, Typ 2016, in die Batteriehalterung ein, und setzen Sie die Batteriehalterung mit der neuen Batterie in die Karte ein. Vergewissern Sie sich, daβ die mit "+" gekennzeichnete Seite der Batterie zur Vorderseite der Karte zeigt.
- 6. Kennzeichnen Sie die Karte mit dem Einbaudatum der Batterie, und stellen Sie einen Alarm auf 1 Jahr nach dem Einbaudatum ein, der Sie an das Auswechseln der Batterie erinnert. (Wenn Sie die Karte herausnehmen, kann der HP 48 den Zustand der Batterie nicht überprüfen.)
- 7. Bringen Sie die Port-Abdeckung über der Einsteckkarte wieder an.

Betrieb des Taschenrechners überprüfen

Anhand der folgenden Anleitungen können Sie überprüfen, ob der Taschenrechner richtig funktioniert. Testen Sie den Taschenrechner nach jedem Einzelschritt und überprüfen Sie, ob er wieder arbeitet. Falls Ihr Taschenrechner repariert werden muß, schlagen Sie unter "Wenn der Taschenrechner gewartet werden muß" auf Seite A-19 nach.

Wenn der Taschenrechner nicht eingeschaltet werden kann oder auf Tastenanschläge nicht reagiert:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß die drei neuen Batterien richtig im Taschenrechner installiert sind.
- 2. Drücken Sie die Taste ON, und lassen Sie sie wieder los.
- 3. Falls keine Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste ON, halten Sie sie gedrückt, drücken Sie mehrmals die Taste + und lassen Sie sie wieder los, bis Zeichen angezeigt werden. Lassen Sie anschließend

A-10 Unterstützung, Batterien und Service

A

die Taste ON wieder los. Wenn keine Zeichen angezeigt werden, muß der Rechner repariert werden.

- 4. Wenn ein unterbrochenes Programm nicht reagiert, wenn Sie (CANCEL) drücken, drücken Sie (CANCEL) noch einmal.
- 5. Falls die Tastatur "gesperrt" ist, führen Sie einen System-Halt durch:
 - a. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
 - b. Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los.
 - c. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.
 - d. Falls das Problem weiterhin besteht, führen Sie einen manuellen System-Halt durch (siehe Seite 5-18).
- 6. Falls das Problem immer noch besteht, führen Sie einen Speicher-Reset durch. Dabei können Daten verlorengehen, führen Sie deshalb einen Speicher-Reset nur im Notfall durch:
 - a. Drücken Sie die Taste (ON), und halten Sie sie gedrückt.
 - b. Drücken Sie die Tasten "A" und "F" (die Buchstaben A und F), und halten Sie sie gedrückt.
 - c. Lassen Sie alle drei Tasten wieder los.

Der Taschenrechner gibt einen Signalton aus und zeigt die Meldung Try To Recover Memory? am oberen Rand der Anzeige an. Drücken Sie YES, um soviel Speicher wie möglich wiederherzustellen.

Falls der Rechner danach immer noch nicht funktioniert, muß er repariert werden.

Falls der Rechner auf Tastenanschläge reagiert und Sie trotzdem eine Fehlfunktion vermuten:

- 1. Führen Sie den im folgenden Abschnitt beschriebenen Selbsttest aus.
 - Falls der Selbsttest einen Fehler meldet, muß der Taschenrechner repariert werden.
 - Wenn der Selbsttest keine Fehler meldet, liegt möglicherweise ein Bedienungsfehler vor. Lesen Sie die entsprechenden Abschnitte im Handbuch und den Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" auf Seite A-1.

A

2. Wenden Sie sich an die Unterstützungsabteilung für Taschenrechner. Die Adressen und Telefonnumern sind auf der Innenseite der hinteren Umschlagseite abgedruckt.

Selbsttest

Wenn die Anzeige eingeschaltet ist, der Rechner aber nicht richtig funktioniert, führen Sie den Diagnose-Selbsttest aus.

Starten des Selbsttests:

- 1. Schalten Sie den Rechner ein.
- 2. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 3. Drücken Sie die Taste "E" (den Buchstaben E), und lassen Sie sie wieder los.
- 4. Lassen Sie (ON) wieder los.

Bei dem Diagnose-Selbsttest werden der interne RAM-und ROM-Speicher geprüft und verschiedene Muster auf der Anzeige eingeblendet. Der Test wird so lange kontinuierlich durchgeführt, bis Sie einen System-Halt durchführen.

Anhalten des Selbsttests (System-Halt):

- 1. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 2. Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los.
- 3. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.

Wenn der Selbsttest einen Fehler des internen RAM- oder ROM-Speichers meldet (IROM OK und IRAM OK werden nicht angezeigt), muß der Rechner repariert werden.

Der Diagnose-Selbstttest sollte erfolgreich durchgeführt worden sein, bevor Sie einen der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Tests durchführen.

Tastaturtest

Mit diesem Test wird die Funktion sämtlicher Tasten des Rechners geprüft.

Starten des interaktiven Tastaturtests:

- 1. Schalten Sie den Rechner ein.
- 2. Drücken Sie die Taste (ON), und halten Sie sie gedrückt.
- Drücken Sie die Taste "D" (den Buchstaben D), und lassen Sie sie wieder los.
- 4. Lassen Sie (ON) wieder los.
- 5. Drücken Sie die Taste "E" (den Buchstaben E), und lassen Sie sie wieder los. Die Meldung KBD1 erscheint in der linken oberen Ecke der Anzeige.
- 6. Drücken Sie nacheinander alle 49 Tasten der Tastatur. Beginnen Sie mit der oberen linken Taste, und gehen Sie von links nach rechts vor.

Wenn Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge drücken und die Tasten richtig funktionieren, gibt der Rechner für jede Taste einen hohen Signalton aus. Wenn Sie die 49ste Taste (+) drücken, sollte die Meldung KBD1 OK angezeigt werden.

Wenn Sie eine Taste in der falschen Reihenfolge drücken, wird neben KBD1 eine fünfstellige Hexadezimalzahl angezeigt. Starten Sie den Test erneut, indem Sie die Schritte 2 bis 6 wiederholen.

Falls eine Taste nicht richtig funktioniert, wird beim nächsten Tastenanschlag der Hex-Code für die erwartete und die empfangene Tastenposition angezeigt. Wenn Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt haben und diese Meldung angezeigt wird, muß der Rechner repariert werden. Wenn Sie den Rechner an den Kundendienst schicken, legen Sie unbedingt eine Beschreibung der Fehlermeldung bei.

Beenden des Tastaturtests (System-Halt):

- 1. Drücken Sie die Taste (ON), und halten Sie sie gedrückt.
- Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los).
- 3. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.

Α

Port-RAM-Test

Mit dem Port-Test werden die Einsteck-Ports des Taschenrechners (sofern vorhanden) und die installierten Einsteckkarten getestet. (Dabei gehen keine Daten verloren.)

Starten des Port-RAM-Tests:

- 1. Vergewissern Sie sich, daß eine RAM-Einsteckkarte richtig in Port 1 oder 2 installiert ist.
- 2. Die Schalter auf den Karten müssen auf die Position "Read/Write" eingestellt sein.



- 3. Schalten Sie den Taschenrechner ein.
- 4. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 5. Drücken Sie die Taste "D" (den Buchstaben D), und halten Sie sie gedrückt.
- 6. Lassen Sie ON wieder los. Auf beiden Seiten und in der Mitte der Anzeige erscheint ein vertikaler Strich.
- 7. Drücken Sie kurz die Taste 🔼

In der linken oberen Ecke der Anzeige wird RAM1 oder RAM2 und die Größe der entsprechenden RAM-Karte angezeigt (32K oder

A-14 Unterstützung, Batterien und Service

128K). Rechts neben dieser Anzeige erscheint Meldung OK, wenn der RAM-Test erfolgreich abgeschlossen wurde.

Für jeden Port, der keine Einsteckkarte enthält, und für jede Karte, deren Schreibschutzschalter auf "write-protect" eingestellt ist, wird eine Fehlermeldung (z. B. RAM1 00002) angezeigt. Diese Meldung kann ignoriert werden.

Wenn für eine installierte, auf "read/write" eingestellt Karte nicht UK angezeigt wird, installieren Sie die Karte in dem anderen Port und wiederholen Sie den Test. Wird immer noch nicht UK angezeigt, muß die RAM-Karte durch eine neue ersetzt werden.

Rückkehr zum normalen Taschenrechner-Betrieb (System-Halt):

- 1. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 2. Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los.
- 3. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.

IR-Schleifentest

Mit diesem Test werden die Sende- und Empfangssensoren des Infrarot-Ports und die entsprechenden Schaltkreise überprüft.

Starten des IR-Schleifentests:

- 1. Schalten Sie den Taschenrechner ein.
- 2. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- Drücken Sie die Taste "D" (den Buchstaben D), und lassen Sie sie wieder los.
- 4. Lassen Sie ON wieder los. Auf beiden Seiten und in der Mitte der Anzeige erscheint ein vertikaler Strich.
- 5. Vergewissern Sie sich, daß die Plastikabdeckung des Ports richtig angebracht ist und die Lampen am oberen Rand des Rechners verdeckt sind.
- 6. Drücken Sie EVAL.

In der linken oberen Ecke der Anzeige erscheint die Meldung IRLB. Wenn rechts von dieser Meldung OK angezeigt wird, war der Test A

erfolgreich. Wird $\mathbb{O}\mathbb{K}$ nicht angezeigt, muß der Rechner repariert werden.

Rückkehr zum normalen Taschenrechner-Betrieb (System-Halt):

- 1. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 2. Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los.
- 3. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.

Serieller Schleifentest

Mit diesem Test werden die Sende- und Empfangsschaltkreise der seriellen Schnittstelle am oberen Rand des Rechners überprüft.

Starten des seriellen Schleifentests:

- 1. Schalten Sie den Taschenrechner ein.
- 2. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 3. Drücken Sie die Taste "D" (den Buchstaben D), und lassen Sie sie wieder los.
- 4. Lassen Sie ON wieder los. Auf beiden Seiten und in der Mitte der Anzeige erscheint ein vertikaler Strich.
- 5. Schließen Sie kurzzeitig die beiden mittleren Stifte (Stift 2 und 3) der 4poligen seriellen Schnittstelle am oberen Rand des Rechners kurz. Achten Sie darauf, daß Sie die Stifte nicht verbiegen oder quetschen. Die beiden Stifte müssen während des gesamten Tests überbrückt bleiben.
- 6. Drücken Sie (PRG).

In der linken oberen Ecke der Anzeige erscheint die Meldung U_LB. Wenn rechts neben dieser Meldung OK angezeigt wird, war der Test erfolgreich. Wird OK nicht angezeigt, muß der Rechner repariert werden.

Hinweis

Wenn Sie versehentlich die Stifte 1 und 2 oder 3 und 4 der seriellen Schnittstelle kurzschließen, erzeugt der Schleifentest die Fehlermeldung U_LB 00001 oder U_LB 00002. Der Rechner kann dadurch nicht beschädigt werden.

Rückkehr zum normalen Taschenrechner-Betrieb (System-Halt):

- 1. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
- 2. Drücken Sie die Taste "C" (den Buchstaben C), und lassen Sie sie wieder los.
- 3. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte eine leere Stack-Anzeige erscheinen.

Eingeschränkte Gewährleistung von einem Jahr

Umfang der Gewährleistung. Hewlett-Packard bietet eine Gewährleistung auf den Taschenrechner und seine Zusatzkomponenten gegen Material- und Verarbeitungsfehler. Die Gewährleistungsfrist beträgt ein Jahr ab dem Kaufdatum. Batterien und Schäden, die durch defekte Batterien verursacht wurden, sind von der Gewährleistung ausgenommen. Bei einem Wiederverkauf oder einer Weitergabe wird der Gewährleistungsanspruch automatisch auf den neuen Eigentümer übertragen, die Gewährleistungsdauer bleibt unverändert. Innerhalb der Gewährleistungsfrist wird ein nachweislich defektes Produkt nach Ermessen von HP entweder repariert oder gegen ein funktionstüchtiges Produkt ausgetauscht. Der Kunde muß dazu das Produkt auf eigene Kosten an ein Hewlett-Packard-Servicezentrum senden. (Bei einem Austausch behält HP sich das Recht vor, das Produkt gegen ein neueres Modell mit gleicher oder höherer Funktionalität auszutauschen.)

Neben diesen ausdrücklichen Ansprüchen bestehen möglicherweise weitere Ansprüche aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen des jeweiligen Landes.

Gewährleistungsausschluß. Batterien sowie Schäden, die durch defekte Batterien verursacht wurden, sind von der Gewährleistung

A

ausgeschlossen. Wenden Sie sich bezüglich einer Gewährleistung für solche Schäden an den Hersteller der Batterie.

Schäden am HP 48, die durch nicht empfohlene Einsteckkarten oder andere nicht empfohlene Zusatzmodule verursacht wurden, sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.

Reparaturen dürfen ausschließlich von einem autorisierten Hewlett-Packard-Servicezentrum vorgenommen werden. Der Gewährleistungsanspruch erlischt, wenn das Produkt bei einer versuchten Reparatur oder einem Umbau durch eine nicht autorisierte Person beschädigt wird.

Weitere ausdrückliche Gewährleistungsansprüche bestehen nicht. Die Reparatur oder der Austausch eines Produkts ist der einzig bestehende Anspruch. ALLE WEITEREN IMPLIZITEN GEWÄHRLEISTUNGEN BEZÜGLICH VERWENDBARKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK SIND AUF DIE GEWÄHRLEISTUNGSDAUER DER HIER BESCHRIEBENEN GEWÄHRLEISTUNGSBEDINGUNGEN BEGRENZT. Die Dauer der Gewährleistung kann sich durch gesetzliche Bestimmungen in manchen Ländern von der hier angegebenen Dauer unterscheiden. HEWLETT-PACKARD HAFTET IN KEINEM FALL FÜR FOLGESCHÄDEN. Der Ausschluß der Gewährleistung für Folgeschäden ist in manchen Ländern nicht zulässig. Im Zweifel gelten die gesetzlichen Bestimmungen des jeweiligen Landes.

Das Produkt wird auf der Basis der Spezifikationen zum Zeitpunkt der Produktion ausgeliefert. Es besteht keine Verpflichtung für Hewlett-Packard, das Produkt nachträglich zu erweitern oder zu aktualisieren.

Wenn der Taschenrechner gewartet werden muß

Hewlett-Packard unterhält Servicezentren in vielen Ländern. Defekte Taschenrechner können in diesen Zentren repariert oder gegen ein baugleiches oder leistungsfähigeres Modell ausgetauscht werden, auch wenn kein Gewährleistungsanspruch mehr besteht. Für Servicearbeiten an Geräten, für die die Gewährleistungsfrist abgelaufen ist, wird eine Servicegebühr erhoben. Normalerweise werden Taschenrechner innerhalb von fünf Arbeitstagen repariert und zurückgeschickt.

Hinweis

Falls sich im Speicher Ihres Taschenrechners wichtige Daten befinden, sollten Sie diese Daten auf einer RAM-Karte, einem anderen HP 48 oder einem anderen Computer sichern, bevor Sie den Rechner zur Reparatur einsenden.

- In den USA: Senden Sie den Rechner an das Corvallis Service Center. Die Adresse ist auf der Innenseite der hinteren Umschlagseite abgedruckt.
- In Europa: Die Anschrift des nächstgelegenen Servicezentrums erfragen Sie bei Ihrem Hewlett-Packard-Vetriebsbüro, Ihrem Händler oder bei der europäischen Hewlett-Packard-Zentrale (Adresse siehe unten). Senden Sie den Rechner nicht ein, ohne vorher mit einer Hewlett-Packard-Vetretung Kontakt aufgenommen zu haben.

Hewlett-Packard S.A. 150, Route du Nant-d'Avril P.O. Box CH 1217 Meyrin 2 Genf, Schweiz Telefon: 022 780.81.11

• In anderen Ländern: Die Anschrift des nächstgelegenen Servicezentrums erfragen Sie bei Ihrem Hewlett-Packard-Vetriebsbüro, Ihrem Händler oder beim Corvallis Service Center (Adresse auf der Innenseite der hinteren Umschlagseite). Falls in Ihrem Land kein Service verfügbar ist, können Sie den Rechner an das Corvallis Service Center zur Reparatur schicken. A

Für Versand-, Import- und Zollkosten und -formalitäten ist der Kunde selbst verantwortlich.

Servicegebühren. Die Servicegebühren für Geräte, für die die Gewährleistungsfrist abgelaufen ist, können Sie beim Corvallis Service Center (Adresse auf der Innenseite der hinteren Umschlagseite) erfragen. Diese Gebühren können außerdem den Verkaufs- und Umsatzsteuern des jeweiligen Landes unterliegen.

Die Reparatur von Taschenrechnern, die durch unsachgemäße Behandlung beschädigt wurden, ist durch die festen Gebühren nicht abgedeckt. Diese Gebühren werden individuell auf der Basis der Material- und Arbeitskosten berechnet.

Versandanweisungen. Wenn Ihr Rechner gewartet werden muß, senden Sie ihn an das nächstgelegene autorisierte Servicezentrum oder eine entsprechende Sammelstelle.

- Legen Sie Ihre Rücksendeadresse sowie eine detaillierte Beschreibung des Problems bei. Zu den Details gehören installierte RAM/ROM-Karten, Fehlermeldungen und zum Fehlerzeitpunkt angeschlossene Peripheriegeräte.
- Falls ein Gewährleistungsanspruch besteht, legen Sie einen Nachweis über das Kaufdatum bei.
- Legen Sie einen Reparturauftrag oder einen Scheck für die Standard-Reparaturkosten bei, oder geben Sie die Nummer Ihrer Kreditkarte (Visa oder MasterCard) mit Ablaufdatum an.
- Verpacken Sie den Taschenrechner in einem geeigneten frankierten Schutzumschlag. Versandschäden sind von der Gewährleistung ausgeschlossen. Sie sollten deshalb den Rechner gut verpacken und eine Transportversicherung abschließen.

Service-Gewährleistung. Für den Service besteht eine Gewährleistung von 90 Tagen, beginnend mit dem Tag der Wartung, auf Material und Verarbeitung.

Servicevereinbarungen. Wenden Sie sich bezüglich der aktuellen Servicevereinbarungen an Ihr HP-Vetriebszentrum oder direkt an das Corvallis Service Center (die Adresse ist auf der Innenseite der hinteren Umschlagseite abgedruckt).

B

В

Fehlermeldungen

Dieser Anhang enthält eine Liste mit ausgewählten Meldungen des HP 48 in alphabetischer Reihenfolge.

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Alarm	Alarm wurde noch nicht bestätigt.	(ohne)
All Variables Known (Alle Variablen bekannt)	Die Gleichungen enthalten keine Unbekannten, nach denen sie aufgelöst werden können.	E405
Bad Argument Type (Falscher Argumententyp)	Eines oder mehrere der Stack-Argumente ist für die betreffende Operation nicht geeignet.	202
Bad Argument Value (Falscher Argumentenwert)	Der Wert des Arguments liegt außerhalb des zulässigen Bereichs für die betreffende Operation.	203
Bad Guess(es) (Falsche(r) Schätzwert(e))	Die Schätzwerte, die an die Anwendungen HP Solve oder ROOT übergeben wurden, liegen außerhalb des Gültigkeitsbereichs der Gleichung.	A01
Bad Packet Block check (Falsche Paket- Blockprüfsumme)	Kermit-Fehler: Die berechnete Paket-Prüfsumme stimmt nicht mit der tatsächlichen Prüfsumme des Pakets überein.	C01

Alphabetische Liste der Fehlermeldungen

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Can't Edit Null Char (Null-Zeichen kann nicht editiert werden.)	Es wurde versucht, eine Zeichenkette zu editieren, die das Zeichen mit dem Code 0 enthält.	102
Circular Reference (Eigenreferenz)	Es wurde versucht, einen Variablennamen in sich selbst zu speichern.	129
Constant? (Konstante?)	Die Anwendung HP Solve oder ROOT lieferte für jeden Stichprobenpunkt der aktuellen Gleichung denselben Wert.	A02
Directory Not Allowed (Unzulässiges Verzeichnis)	Der Name einer vorhandenen Verzeichnisvariablen wurde als Argument verwendet.	12A
Directory Recursion (Verzeichnis- Eigenreferenz)	Es wurde versucht, ein Verzeichnis in sich selbst zu speichern.	002
EQ Invalid for MINIT (<i>EQ</i> für <i>MINIT</i> nicht gültig)	EQ muß mindestens zwei Gleichungen (oder Programme) und zwei Variablen enthalten.	E403
Extremum (Extremwert)	Das von der Anwendung HP Solve oder ROOT gelieferte Ergebnis ist keine Nullstelle, sondern ein Extremwert.	A06
HALT Not Allowed (HALT nicht zulässig)	Es wurde ein Programm ausgeführt, das den Befehl HALT enthält, während eine der Anwendungen MatrixWrite, DRAW oder HP Solve aktiv war.	126

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Illegal During MROOT (Illegale Operation bei MROOT)	Es wurde versucht, während der Ausführung von MROOT einen Befehl des Multiple-Equation Solver auszuführen.	E406
Inconsistent Units (Einheiten nicht kompatibel)	Es wurde versucht, eine Einheitenumwandlung mit inkompatiblen Einheiten durchzuführen.	B02
Infinite Result (Ergebnis unendlich)	Mathematischer Ausdruck: Eine Berechnung wie z. B. 1/0 führt zu einem unendlich großen Ergebnis.	305
Insufficient Memory(Zu wenig Speicher)	Es ist nicht genügend freier Speicher vorhanden, um die Operation auszuführen.	001
Insufficient Σ Data (Zu wenig Daten in Σ)	Ein Statistikbefehl wurde ausgeführt, aber ΣDAT enthielt nicht genügend Datenpunkte für die Berechnung.	603
Interrupted (Unterbrechung)	Die Anwendung HP Solve oder ROOT wurde durch (CANCEL) unterbrochen.	A03
Invalid Array Element (Feld-Element ungültig)	Durch (ENTER) wurde ein Objekt des falschen Typs für die aktuelle Matrix geliefert.	502
Invalid Card Data (Karten-Daten ungültig)	Der HP 48 kann keine Daten auf der Einsteckkarte erkennen, oder mindestens ein Port auf der Karte wurde bisher nicht verwendet.	008

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Invalid Date (Datumsformat ungültig)	Das Datum-Argument ist keine reelle Zahl im richtigen Format oder liegt außerhalb des zulässigen Bereichs.	D01
Invalid Definition (Definition ungültig)	Fehlerhafte Struktur des Gleichungsarguments für DEFINE.	$12\mathrm{C}$
Invalid Dimension (Dimension ungültig)	Das Feld-Argument hat die falschen Dimensionen.	501
Invalid EQ (<i>EQ</i> ungültig)	Es wurde versucht, eine Operation aus dem Menü GRAPHICS FCN auszuführen oder DRAW mit dem Plot-Typ CONIC auszuführen, obwohl EQ keinen algebraischen Ausdruck enthält.	607
Invalid IOPAR (<i>IOPAR</i> ungültig)	<i>IOPAR</i> enthält keine Liste, oder mindestens ein Objekt in der Liste fehlt oder ist ungültig.	C12
Invalid Mpar (<i>Mpar</i> ungültig)	Die Variable <i>Mpar</i> wurde von MINIT nicht erstellt.	E401
Invalid Name (Name ungültig)	Es wurde ein unzulässiger Dateiname empfangen, oder vom Server wurde das Senden eines ungültigen Dateinamens angefordert.	C17
Invalid PPAR (<i>PPAR</i> ungültig)	PPAR enthält keine Liste, oder mindestens eines der Objekte in der Liste fehlt oder ist ungültig.	12E

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Invalid PRTPAR (<i>PRTPAR</i> ungültig)	PRTPAR enthält keine Liste, oder mindestens eines der Objekte in der Liste fehlt oder ist ungültig.	C13
Invalid PTYPE (<i>PTYPE</i> ungültig)	Der Plot-Typ ist für die aktuelle Gleichung nicht gültig.	620
Invalid Repeat (Wiederholungswert ungültig)	Alarm-Wiederholungsintervall nicht im zulässigen Bereich.	D03
Invalid Server Cmd (Server-Befehl ungültig)	Im Server-Modus wurde ein ungültiger Befehl empfangen.	C08
Invalid Syntax (Syntax ungültig)	Der HP 48 kann OBJ→, (ENTER) oder STR→ aufgrund ungültiger Objektsyntax nicht ausführen.	106
Invalid Time (Zeitformat ungültig)	Das Zeit-Argument ist keine reelle Zahl im richtigen Format oder liegt nicht im zulässigen Bereich.	D02
Invalid Unit (Einheit ungültig)	Es wurde versucht, eine Einheiten-Operation mit einer ungültigen oder nicht definierten Benutzereinheit durchzuführen.	B01
Invalid User Function (Benutzerfunktion ungültig)	Typ und Struktur des als benutzerdefinierte Funktion ausgeführten Objekts sind nicht korrekt.	103

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Invalid Σ Data (Daten in Σ ungültig)	Ein Statistikbefehl wurde ausgeführt, obwohl ΣDAT ein ungültiges Objekt enthält.	601
I⊓valid ∑ Data LN(Neg) (Ungültige ∑-Daten bei LN (Neg))	Es wurde versucht, eine nichtlineare Kurvenapproximation durchzuführen, obwohl die Matrix ΣDAT ein negatives Element enthält.	605
Invalid ∑ Data LN(0) (Ungültige ∑-Daten bei LN (0))	Es wurde versucht, eine nichtlineare Kurvenapproximation durchzuführen, obwohl die Matrix ΣDAT ein 0-Element enthält.	606
Invalid Σ PAR (Σ PAR ungültig)	ΣPAR enthält keine Liste, oder mindestens ein Objekt der Liste fehlt oder ist ungültig.	604
LAST STACK Disabled (LAST STACK nicht aktiv)	UNDO wurde gedrückt; diese Funktion zur Datenrückgewinnung ist jedoch nicht aktiv.	124
LASTARG Disabled (LASTARG nicht aktiv)	LASTARG wurde ausgeführt; diese Funktion zur Datenrückgewinnung ist jedoch nicht aktiv.	205
LowBat(ightarrow (Batterie schwach)	Taschenrechner-Batterien (S) oder Steckkarten-Batterien (P1) oder (P2) austauschen.	(ohne)

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Low Battery (Batterie schwach)	Die System-Batteriespannung ist zu niedrig, um risikolos Druck- oder I/O-Funktionen durchzuführen.	C14
Memory Clear (Speicher ist leer)	Der Speicher des HP 48 wurde gelöscht.	005
Name Conflict (Namenskonflikt)	Die Funktion versuchte, der Variablen des Integrations- oder Summationsindex einen Wert zuzuweisen.	13C
Negative Underflow (Negativer Unterlauf)	Mathematischer Ausdruck: Eine Berechnung lieferte ein negatives Ergebnis zwischen 0 und -MINR.	302
No Current Equation (Keine aktuelle Gleichung vorhanden)	Es wurde versucht, SOLVE, DRAW oder RCEQ auszuführen, obwohl kein EQ vorhanden ist.	104
No current equation (Keine aktuelle Gleichung vorhanden)	Status-Meldung der Anwendungen Plot oder HP Solve.	609
No Room in Port (Kein Speicherplatz im Port)	Nicht genügend freier Speicher im angegebenen RAM-Port vorhanden.	$00\mathbf{B}$
No Room to Save Stack (Kein Platz zum Sichern des Stack)	Nicht genügend freier Speicher zum Sichern der Stack-Kopie vorhanden. LAST STACK wird automatisch inaktiviert.	101
No Room to Show Sta⊂k (Kein Platz zum Anzeigen des Stack)	Stack-Objekte werden infolge Speicherplatzmangels nur nach Typ angezeigt.	131

Alphabetische	Eiste der	Fehlermeldungen	(Forts.)
---------------	-----------	-----------------	----------

Meldung	Bedeutung	# (hex)
No stat data to plot (Keine StatDaten zu plotten)	Keine Daten in ΣDAT gespeichert.	60F
Non-Empty Directory (Verzeichnis nicht leer)	Es wurde versucht, ein nicht leeres Verzeichnis zu löschen.	12B
Non-Real Result (Ergebnis nicht reell)	Bei der Ausführung einer der Anwendungen HP Solve, ROOT, DRAW oder ∫ wurde als Ergebnis keine reelle Zahl oder Einheit geliefert.	12F
Nonexistent Alarm (Alarm nicht vorhanden)	Der vom Alarm-Befehl angegebene Alarm ist in der Alarm-Liste nicht vorhanden.	D04
Nonexistent ΣDAT (ΣDAT nicht vorhanden)	Es wurde ein Statistik-Befehl ausgeführt, obwohl ΣDAT nicht vorhanden ist.	602
Object Discarded (Objekt gelöscht)	Vom Sender wurde ein EOF (Z)-Paket gesendet, das im Datenfeld ein "D" enthält.	C0F
Оbject In Use(Objekt in Benutzung)	Es wurde versucht, PURGE oder STO mit einem Sicherungsobjekt durchzuführen, dessen gespeichertes Objekt momentan benutzt wird.	009
Object Not in Port (Objektnichtim Port)	Es wurde versucht, auf ein nicht vorhandenes Sicherungsobjekt oder eine nicht vorhandene Bibliothek zuzugreifen.	00C

в

Meldung	Bedeutung	# (hex)
(OFF SCREEN) (Nicht im Anzeigebereich)	Ein Funktionswert, eine Nullstelle, ein Extremwert oder ein Schnittpunkt konnte in der momentanen Anzeige nicht dargestellt werden.	61F
Out of Мемогу(Kein freier Speicherplatz)	Infolge Speichermangels muß mindestens ein Objekt gelöscht werden, um den Rechnerbetrieb fortsetzen zu können.	135
Overflow (Überlauf)	Mathematischer Ausdruck: Eine Berechnung lieferte ein Ergebnis, dessen Betrag größer als MAXR ist.	303
Parity Error	Das Paritätsbit für die empfangenen Bytes entspricht nicht der aktuellen Paritätseinstellung.	C05
Port Closed (Port geschlossen)	Hardware-Fehler bei Infrarot- oder serieller Übertragung möglich. Selbsttest durchführen.	C09
Port Not Available (Port nicht verfügbar)	Ein Port-Befehl wurde für einen leeren oder nicht vorhandenen Port oder für einen Port verwendet, der ROM statt RAM enthält. (Ports 1 und 2 sind beim HP 48G nicht vorhanden.) Es wurde versucht, einen Server- Befehl auszuführen, der selbst auf den I/O-Port zugreift.	00A

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Positive Underflow (Positiver Unterlauf)	Mathematische Ausnahme:Eine Berechnung lieferte ein positives Ergebnis zwischen 0 und MINR.	301
Power Lost (Spannungsverlust)	Der Rechner wurde nach einem zwischenzeitlichen Verlust der Batteriespannung wieder eingeschaltet. Der Speicherinhalt ist unter Umständen beschädigt.	006
Protocol Error (Protokoll-Fehler)	Es wurde ein Paket empfangen, das kürzer als ein Null-Paket ist. Der Parameter des anderen Geräts für die maximale Paketlänge ist unzulässig.	C07
Receive Buffer Overrun (Empfangspuffer- Überlauf)	Kermit: Es wurden über 255 Bytes mit Versuchen zur Wiederaufnahme der Übertragung gesendet, bevor der HP 48 ein weiteres Paket empfangen konnte. SRECV: Überlauf der ankommenden Daten im Puffer.	C04
Receive Error (Empfangs-Fehler)	UART-Überlauf oder Rahmen-Fehler.	C03
Sign Reversal (Vorzeichenwechsel)	Die Anwendung HP Solve oder ROOT konnte keinen Punkt finden, an dem die aktuelle Gleichung den Wert Null hat, aber zwei benachbarte Punkte, an denen die Gleichung ihr Vorzeichen ändert.	A05

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Single Equation (Nur eine Gleichung)	Dem Multiple-Equation Solver wurde nur eine Gleichung übergeben.	E402
Timeout (Zeitüberlauf)	Drucken zum seriellen Anschluß: XOFF wurde empfangen; Zeitüberlauf beim Warten auf XON. Kermit: Zeitüberlauf beim Warten auf ankommendes Paket.	C02
Too Few Arguments (Zu wenig Argumente)	Der Befehl erforderte mehr Argumente als im Stack verfügbar.	201
Transfer Failed (Übertragung fehlgeschlagen)	Es wurde 10mal hintereinander erfolglos versucht, ein intaktes Paket zu empfangen.	C06
Unable to Isolate (Isolation nicht möglich)	ISOL ist fehlgeschlagen, da der angegebene Name fehlt oder im Argument einer Funktion ohne Umkehrfunktion enthalten ist.	130
Undefined Constant (Konstante nicht definiert)	Der an CONST übergebene Name ist nicht in der Konstantenbibliothek enthalten.	E129
Undefined Local Name (Lokaler Name nicht definiert)	Ein lokaler Name wurde ausgeführt oder aufgerufen, für den keine zugehörige lokale Variable vorhanden ist.	003
Undefined Name (Name nicht definiert)	Ein globaler Name wurde ausgeführt oder aufgerufen, für den keine zugehörige Variable vorhanden ist.	204

Meldung	Bedeutung	# (hex)
Undefined Result (Ergebnis nicht definiert)	Eine Berechnung wie z. B. 0/0 lieferte ein mathematisch nicht definiertes Ergebnis.	304
Undefined XLIB Name (XLIB-Name nicht definiert)	Ein XLIB-Name wurde ausgeführt, obwohl die angegebene Bibliothek nicht vorhanden ist.	004
Wrong Argument Count (Falsche Zahl von Argumenten)	Es wurde eine benutzerdefinierte Funktion mit der falschen Zahl von Klammer-Argumenten ausgewertet.	128
Zero (Null)	Das von der Anwendung HP Solve oder ROOT gelieferte Ergebnis ist eine Nullstelle (ein Punkt, an dem die aktuelle Gleichung den Wert Null hat).	A04

С

Menüs

No.	Name	No.	Name
0	Letztes Menü	27	PRG BRCH FOR
1	CST	28	EDIT
2	VAR	29	PRG BRCH DO
3	МТН	30	SOLVE ROOT SOLVR
4	MTH VECTR	31	PRG BRCH WHILE
5	MTH MATR	32	PRG TEST
6	MTH MATR MAKE	33	PRG TYPE
7	MTH MATR NORM	34	PRG LIST
8	MTH MATR FACTR	35	PRG LIST ELEM
9	MTH MATR COL	36	PRG LIST PROC
10	MTH MATR ROW	37	PRG GROB
11	MTH LIST	38	PRG PICT
12	МТН НҮР	39	PRG IN
13	MTH PROB	40	PRG OUT
14	MTH REAL	41	PRG RUN
15	MTH BASE	42	UNITS Katalog
16	MTH BASE LOGIC	43	UNITS LENG
17	MTH BASE BIT	44	UNITS AREA
18	MTH BASE BYTE	45	UNITS VOL
19	MTH FFT	46	UNITS TIME
20	MTH CMPL	47	UNITS SPEED
21	MTH CONS	48	UNITS MASS
22	PRG	49	UNITS FORCE
23	PRG BRCH	50	UNITS ENRG
24	PRG BRCH IF	51	UNITS POWR
25	PRG BRCH CASE	52	UNITS PRESS
26	PRG BRCH START		

С

No.	Name	No.	Name
53	UNITS TEMP	87	PLOT STAT
54	UNITS ELEC	88	PLOT STAT PTYPE
55	UNITS ANGL	89	PLOT STAT Σ PAR
56	UNITS LIGHT	90	PLOT STAT Σ PAR
57	UNITS RAD		MODL
58	UNITS VISC	91	PLOT STAT DATA
59	UNITS Befehle	92	PLOT FLAG
60	PRG ERROR IFERR	93	SYMBOLIC
61	PRG ERROR	94	TIME
62	CHAR	95	TIME ALRM
63	MODES	96	STAT
64	MODES FMT	97	STAT DATA
65	MODES ANGL	98	STAT Σ PAR
66	MODES FLAG	99	STAT Σ PAR MODL
67	MODES KEYS	100	STAT 1VAR
68	MODES MENU	101	STAT PLOT
69	MODES MISC	102	STAT FIT
70	MEMORY	103	STAT SUMS
71	MEMORY DIR	104	I/O
72	MEMORY ARITH	105	I/O SRVR
73	STACK	106	I/O IOPAR
74	SOLVE	107	I/O PRINT
75	SOLVE ROOT	108	I/O PRINT PRTPA
76	SOLVE DIFFE	109	I/O SERIA
77	SOLVE POLY	110	LIBRARY Befehle
78	SOLVE SYS	111	LIBRARY PORTS
79	SOLVE TVM	112	LIBRARY Katalog
80	SOLVE TVM SOLVR	113	EQLIB
81	PLOT	114	EQLIB EQLIB
82	PLOT PTYPE	115	EQLIB COLIB
83	PLOT PPAR	116	EQLIB MES
84	PLOT 3D	117	EQLIB UTILS
85	PLOT 3D PTYPE		
86	PLOT 3D VPAR		

D

System-Flags

In diesem Anhang sind die System-Flags des HP 48 nach Funktionsgruppen aufgelistet. Sie können alle Flags setzen, löschen und testen. In der Standardeinstellung sind alle Flags *gelöscht* - außer den binären Flags "Ganzzahlen-Wortgröße" (Flags -5 bis -10).

Flag	Beschreibung
-1	Hauptlösung.
	Gelöscht: QUAD und ISOL liefern als Ergebnis alle
	möglichen Lösungen.
	Gesetzt: QUAD und ISOL liefern nur die Hauptlösung.
-2	Symbolische Konstanten.
	Gelöscht: Symbolische Konstanten (z. B. π , MAXR und MINR) behalten bei der Auswertung ihre symbolische Form, wenn das Flag "Numerische Ergebnisse" -3 nicht gesetzt ist.
	Gesetzt: Symbolische Konstanten werden - unabhängig vom Status des Flags "Numerische Ergebnisse" -3 - numerisch ausgewertet.
-3	Numerische Ergebnisse.
	Gelöscht: Funktionen mit symbolischen Argumenten, einschließlich symbolischer Konstanten, werden zu symbolischen Ergebnissen ausgewertet.
	Gesetzt: Funktionen mit symbolischen Argumenten, einschließlich symbolischen Konstanten, werden zu Zahlen ausgewertet.
-4	Nicht verwendet.

System-Flags

Flag	Beschreibung
-5	Binäre Ganzzahlen-Wortgröße.
\mathbf{bis}	Durch die Kombination der Zustände der Flags -5 bis -10
-10	wird eine Wortgröße zwischen 1 und 64 bit festgelegt.
-11	Binäre Ganzzahlen-Basis.
und	HEX: -11 gesetzt, -12 gesetzt.
-12	DEC: $-11 \ gel\"{o}scht$, $-12 \ gel\"{o}scht$.
	$OCT: -11 \ gesetzt, -12 \ gelöscht.$
	BIN: -11 gelöscht, -12 gesetzt.
-13	Nicht verwendet.
-14	Zahlungsweise.
	Gelöscht: Bei TVM-Berechnungen werden Zahlungen zum
	Zeitraumende vorausgesetzt (nachschüssige Zahlungen).
	Gesetzt: Bei TVM-Berechnungen werden Zahlungen zum
	Zeitraumbeginn vorausgesetzt (vorschüssige Zahlungen).
-15	Kartesisch: -16 gelöscht.
und	Polar/Zylinder: $-15 \ gel\"{o}scht$, $-16 \ gesetzt$.
-16	Polar/Kugel: -15 gesetzt, -16 gesetzt.
-17	Grad: -17 gelöscht, -18 gelöscht.
und	Radiant: -17 gesetzt.
-18	Gon: -17 gelöscht, -18 gesetzt.
-19	$Gelöscht: \rightarrow V2$ und \textcircled{P} 2D erstellen einen
	zweidimensionalen Vektor aus 2 reellen Zahlen.
	$Gesetzt: \rightarrow V2$ und \textcircled{P} 2D erstellen eine komplexe Zahl aus
	zwei reellen Zahlen.
-20	Unterlauf-Ausnahmebedingung.
	Gelöscht: Eine Unterlauf-Ausnahmebedingung liefert das
	Ergebnis 0 und setzt die Flags -23 oder -24 .
	Gesetzt: Eine Unterlauf-Ausnahmebedingung wird als Fehler
	behandelt.

Flag	Beschreibung
-21	Überlauf-Ausnahmebedingung.
	Gelöscht: Eine Überlauf-Ausnahmebedingung liefert das Ergebnis ± 9.9999999999992499 und setzt das Flag -25 .
	<i>Gesetzt</i> : Eine Überlauf-Ausnahmebedingung wird als Fehler behandelt.
-22	Unendlich-Ausnahmebedingung.
	<i>Gelöscht</i> : Eine Unendlich-Ausnahmebedingung wird als Fehler behandelt.
	Gesetzt: Eine Unendlich-Ausnahmebedingung liefert das Ergebnis ± 9.999999999992499 und setzt das Flag -26 .
-23	Indikator für negativen Unterlauf.
-24	Indikator für positiven Unterlauf.
-25	Indikator für Überlauf.
-26	Indikator für unendlich großes Ergebnis.
	Wenn eine Ausnahmebedingung eintritt, wird das
	entsprechende Flag $(-23 \text{ bis } -26)$ nur gesetzt, wenn die Ausnahmebedingung <i>nicht</i> als Fehler behandelt wird.
-27	Anzeige symbolischer komplexer Zahlen.
	Gelöscht: Symbolische komplexe Zahlen werden in
	Koordinatenform angezeigt (z. B. ' (x, y) ').
	Gesetzt: Symbolische komplexe Zahlen werden mit 'i' angezeigt (z. B. '×+u*i').
-28	Gleichzeitiges Plotten mehrerer Funktionen.
	Gelöscht: Mehrere Gleichungen werden nacheinander
	geplottet.
	Gesetzt: Mehrere Gleichungen werden gleichzeitig geplottet.
-29	Achsen zeichnen.
	Gelöscht: Bei zweidimensionalen und Statistik-Plots werden
	Achsen gezeichnet.
	Gesetzt: Bei zweidimensionalen und Statistik-Plots werden
	keine Achsen gezeichnet.
-30	Nicht verwendet.

Flag	Beschreibung
-31	Kurve ausfüllen.
	Gelöscht: Kurven zwischen geplotteten Punkten werden ausgefüllt.
	Gesetzt: Kurven zwischen geplotteten Punkten werden nicht ausgefüllt.
-32	Grafik-Cursor.
	Gelöscht: Der Grafik-Cursor wird immer dunkel dargestellt.
	Gesetzt: Der Grafik-Cursor wird auf hellem Hintergrund
	dunkel und auf dunklem Hintergrund hell dargestellt.
-33	I/O-Gerät.
	Gelöscht: I/O wird zum seriellen Anschluß geleitet.
	Gesetzt: I/O wird zum Infrarot-Anschluß geleitet.
-34	Drucker-Anschluß.
	Gelöscht: Druckausgabe wird zum Infrarot-Drucker geleitet.
	Gesetzt: Druckausgabe wird zum seriellen Anschluß geleitet,
	wenn das Flag –33 gelöscht ist.
-35	I/O-Datenformat.
	Gelöscht: Objekte werden im ASCII-Format übertragen.
	Gesetzt: Objekte werden im binären Format (als
	Speicher-Abbild) übertragen.
-36	Bei I/O-Empfang überschreiben.
	Gelöscht: Wenn ein vom HP 48 übertragener Dateiname mit
	einem auf dem HP 48 vorhandenen Variablennamen identisch
	Ist, wird ein neuer variablenname mit numerischer
	Constat: Wonn on yom HP 48 übertragener Dateiname mit
	einem auf dem HP 48 vorhandenen Variablennamen identisch
	ist, wird die vorhandene Variable überschrieben.
-37	Drucken mit doppeltem Zeilenabstand.
	Gelöscht: Drucken mit einfachem Zeilenabstand.
	Gesetzt: Drucken mit doppeltem Zeilenabstand.

Flag	Beschreibung
-38	Zeilenvorschub.
	<i>Gelöscht</i> : Am Ende jeder Druckzeile wird ein Zeilenvorschub eingefügt.
	<i>Gesetzt</i> : Am Ende der Druckzeile wird kein Zeilenvorschub eingefügt.
-39	I/O-Meldungen.
	Gelöscht: I/O-Meldungen werden angezeigt.
	Gesetzt: I/O-Meldungen werden unterdrückt.
-40	Uhranzeige.
	Gelöscht: Die Uhr wird nicht angezeigt.
	Gesetzt: Die tickende Uhr wird ständig angezeigt.
-41	Uhrzeit-Format.
	Gelöscht: 12-Stunden-Anzeige.
	Gesetzt: 24-Stunden-Anzeige.
-42	Datumsformat.
	Gelöscht: MM/TT/JJ (Monat/Tag/Jahr)-Format.
	Gesetzt: TT.MM.JJ (Tag.Monat.Jahr)-Format.
-43	Wiederholter Alarm wird nicht neu gesetzt.
	<i>Gelöscht</i> : Unbestätigter wiederholter Termin-Alarm wird automatisch neu gesetzt.
	<i>Gesetzt</i> : Unbestätigter wiederholter Termin-Alarm wird nicht neu gesetzt.
-44	Bestätigten Alarm sichern.
	Gelöscht: Bestätigter Termin-Alarm wird von der
	Alarm-Liste geloscht.
	gesichert. Bestatigter Termin-Alarm wird in der Alarm-Liste gesichert.
-45	Zahl der Dezimalstellen.
bis	Durch die Kombination der Zustände der Flags -45 bis -48
-48	wird die Zahl der Dezimalstellen in den Modi Fix (fest),
	festgelegt.

Flag	Beschreibung
-49	Numerisches Anzeigeformat.
und	Standard: -49 gelöscht, -50 gelöscht.
-50	Fix: $-49 \ gesetzt, \ -50 \ gel\"{oscht}$.
	Scientific: -49 gelöscht, -50 gesetzt.
	Engineering: $-49 \ gesetzt, -50 \ gesetzt.$
-51	Dezimalzeichen.
	Gelöscht: Das Dezimalzeichen ist . (Punkt).
	Gesetzt: Das Dezimalzeichen ist, (Komma).
-52	Ein-Zeilen-Anzeige.
	Gelöscht: Das Objekt auf Ebene 1 hat in der Anzeige
	Vorrang und kann bis zu vier Zeilen der Stack-Anzeige
	belegen.
	Gesetzt: Die Anzeige des Objekts auf Ebene 1 ist auf eine
	Zeile beschränkt.
-53	Priorität.
	Gelöscht: In algebraischen Ausdrücken werden zur
	Verbesserung der Lesbarkeit bestimmte Klammern
	unterdrückt.
	Gesetzt: In algebraischen Ausdrücken werden alle Klammern
	angezeigt.
-54	Behandlung sehr kleiner Feld-Elemente.
	Gelöscht: Von RANK (und anderen Befehlen zur Berechnung
	des Rangs einer Matrix) berechnete singuläre Werte, die
	mehr als 1×10^{-14} mal kleiner sind als der größte berechnete
	singuläre Wert in der Matrix, werden in Null umgewandelt.
	Die automatische Rundungsfunktion für DET ist aktiv.
	Gesetzt: Kleine berechnete singuläre Werte (siehe oben)
	werden nicht umgewandelt. Die automatische
	Rundungslunktion für DET ist inaktiviert.
-55	Letzte Argumente.
	Gelöscht: Befehlsargumente werden gesichert.
	Gesetzt: Befehlsargumente werden nicht gesichert.
Flag	Beschreibung
------	--
-56	Akustisches Fehlersignal.
	<i>Gelöscht</i> : Summer ist für Fehlersignale und BEEP-Befehl aktiviert.
	<i>Gesetzt</i> : Summer ist für Fehlersignale und BEEP-Befehl inaktiviert.
-57	Alarm-Summton.
	Gelöscht: Alarm-Summton ist aktiviert.
	Gesetzt: Alarm-Summton wird unterdrückt.
-58	Ausführliche Meldungen.
	Gelöscht: Daten der Parameter-Variablen werden
	automatisch angezeigt.
	Gesetzt: Daten der Parameter-Variablen werden nicht
	automatisch angezeigt.
-59	Anzeige des Variable Browser.
	Gelöscht: Variable Browser zeigt Namen und Inhalt der
	Variablen an.
	Gesetzt: Variable Browser zeigt nur die Namen der Variablen
	an.
-60	Aktivierung der Buchstabentastatur.
	Geloscht: Durch einmaliges Drucken von (α) wird die Derschatzt wird zu Geloscht zu Geloscht zu Geloscht der Geloscht de
	Buchstabentastatur einen Tastendruck lang aktiviert. Durch
	permanent aktiviert.
	Gesetzt: Durch einmaliges Drücken von α wird die
	Buchstabentastatur permanent aktiviert. (Aktivierung für
	nur einen Tastendruck ist nicht möglich.)
-61	Aktivierung des Benutzermodus.
	Gelöscht: Durch einmaliges Drücken von 🕤 (USER) wird der
	1-User-Modus aktiviert. Durch zweimaliges Drücken von
	(JUSER) wird der Benutzermodus aktiviert.
	Gesetzt: Durch einmaliges Drücken von (GUSER) wird der
	Benutzermodus aktiviert. (Der 1-User-Modus ist nicht
	vertugbar.)

System-Flags (Forts.)

D

Flag	Beschreibung
-62	Benutzermodus
	Gelöscht: Benutzermodus ist nicht aktiv.
	Gesetzt: Benutzermodus ist aktiv.
-63	Belegung von ENTER.
	Gelöscht: ENTER wertet die Befehlszeile aus.
	Gesetzt: Belegung von ENTER ist benutzerdefiniert.
-64	Indikator für Index-Umbruch.
	Gelöscht: Bei der letzten Ausführung von GETI oder PUTI
	wurde der Index nicht auf das erste Element inkrementiert.
	Gesetzt: Bei der letzten Ausführung von GETI oder PUTI
	wurde der Index auf das erste Element inkrementiert.

System-Flags (Forts.)

Ε

Tabelle der Einheiten

Einheit (Vollständige Bezeichnung)	Wert in SI-Einheiten
a (Ar)	100 m ²
▲ (Ampere)	1 A
acre (Acre)	$4046,87260987 \text{ m}^2$
arcmin (Bogenminute)	2,90888208666 × 10 ⁻⁴ r
arcs (Bogensekunde)	4,8481368111 × 10 ⁻⁶ r
atm (Atmosphäre)	101325 kg/m·s ²
au (Astronomische Einheit)	$1,495979 \times 10^{11} m$
H (Angström)	$1 \times 10^{-10} m$
b (Barn)	$1 \times 10^{-28} \text{ m}^2$
bar (Bar)	100000 kg/m·s ²
bbl (Barrel)	$0,158987294928 \text{ m}^3$
Bq (Becquerel)	1 1/s
Btu (British Thermal Unit (International))	$1055,05585262 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
bu (Bushel)	$0,03523907 \ m^3$
C (Grad Celsius)	1 K oder 274,15 K
c (Lichtgeschwindigkeit)	299792458 m/s
C (Coulomb)	1 A·s
cal (Kalorie)	$4,1868 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
cd (Candela)	1 cd
chain (Chain)	20,1168402337 m
Ci (Curie)	$3,7 \times 10^{10} 1/s$
ct (Karat)	0,0002 kg
cu (Cup (US))	$2,365882365 \times 10^{-4} m^3$
• (Grad)	$1,74532925199 \times 10^{-2} r$
d (Tag)	86400 s
dB (Dezibel)	1

Einheiten des HP 48

Tabelle der Einheiten E-1

Einheit (Vollständige Bezeichnung)	Wert in SI-Einheiten
dyn (Dyn)	0,00001 kg·m/s ²
erg (Erg)	$0,0000001 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
eV (Elektronenvolt)	$1,60217733 \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
F (Farad)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
■F (Grad Fahrenheit)	0,555555555556 K oder 255,927777778 K
fath (Faden)	1,82880365761 m
fbm (Board foot)	0,002359737216 m ³
fc (Footcandle)	$10,7639104167 \text{ cd}\cdot\text{sr/m}^2$
Fdy (Faraday)	96487 A·s
fermi (Fermi)	$1 \times 10^{-15} \text{ m}$
flam (Footlambert)	$3,42625909964 \text{ cd/m}^2$
ft (Fuß (international))	0,3048 m
ftUS (Survey foot)	0,304800609601 m
g (Gramm)	0,001 kg
ga (Norm-Fallbeschleunigung)	9,80665 m/s ²
gal (Gallon (US))	$0,003785411784 \text{ m}^3$
galC (Gallon (Kanada))	$0,00454609 \mathrm{m}^3$
galUK (Gallon (UK))	$0,004546092 \text{ m}^3$
gf (Pond)	$0,00980665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
gmol (Gramm-Mol)	1 mol
grad (Grade)	$1,57079632679 \times 10^{-2} r$
grain (Grain)	0,00006479891 kg
Gy (Gray)	$1 \text{ m}^2/\text{s}^2$
H (Henry)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{A}^2 \cdot \text{s}^2$
ha (Hektar)	10000 m ²
h (Stunde)	3600 s
hp (Pferdestärke)	745,699871582 kg \cdot m ² /s ³
Hz (Hertz)	1 1/s
in (Zoll)	0,0254 m
in#g (Zoll Quecksilbersäule, 0 °C)	3386,38815789 kg/m·s ²
inH20 (Zoll Wassersäule, 60 °F)	248,84 kg/m·s ²
J (Joule)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
K (Kelvin)	1 K

Einheiten des HP 48 (Forts.)

Einheit (Vollständige Bezeichnung)	Wert in SI-Einheiten
kg (Kilogramm)	1 kg
kip (Kilopound-Gewicht)	4448,22161526 kg·m/s ²
knot (Nautische Meilen pro Stunde)	0,51444444444 m/s
kph (Kilometer pro Stunde)	0,27777777778 m/s
1 (Liter)	$0,001 \text{ m}^3$
lam (Lambert)	$3183,09886184 \text{ cd/m}^2$
1b (Avoirdupois Pound)	0,45359237 kg
1bf (Pound-Gewicht)	4,44822161526 kg·m/s ²
lbmol (Pound-Mol)	453,59237 mol
lbt (Troy Pound)	0,3732417216 kg
lm (Lumen)	1 cd·sr
lx (Lux)	$1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$
l yr (Lichtjahr)	9,46052840488 × 10 ¹⁵ m
m (Meter)	1 m
பு (Mikron)	$1 \times 10^{-6} \text{ m}$
mho (Siemens)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
mi (Meile (International))	1609,344 m
mil (Mil)	0,0000254 m
min (Minute)	60 s
miUS (US Statute Mile)	1609,34721869 m
mmHg (Millimeter Quecksilbersäule (Torr), 0 °C)	133,322368421 kg/m·s ²
mol (Mol)	1 mol
mph (Meilen pro Stunde)	0,44704 m/s
II (Newton)	1 kg·m/s^2
nmi (Nautische Meile)	1852 m
Ω (Ohm)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{A}^2 \cdot \text{s}^3$
oz (Unze)	0,028349523125 kg
ozfl (Fluid Ounce (US))	$2,95735295625 \times 10^{-5} m^3$
ozt (Troy Ounce)	0,0311034768 kg
ozUK (Fluid Ounce (UK))	$2,8413075 \times 10^{-5} m^3$
P (Poise)	0,1 kg/m·s
Pa (Pascal)	$1 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$
pc (Parsec)	$3,08567818585 \times 10^{16} m$
pdl (Poundal)	$0.138254954376 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

Einheiten des HP 48 (Forts.)

E

Einheit (Vollständige Bezeichnung)	Wert in SI-Einheiten
ph (Phot)	$10000 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$
pk (Peck)	$0,0088097675 \ m^3$
psi (Pound pro Quadratzoll)	6894,75729317 kg/m·s ²
pt (Pint)	$0,000473176473 \text{ m}^3$
qt (Quart)	$0,000946352946 \text{ m}^3$
r (Radiant)	1 r
R (Röntgen)	0,000258 A·s/kg
R (Grad Rankine)	0,555555555556 K
rad (Rad)	$0,01 \text{ m}^2/\text{s}^2$
rd (Rod)	5,02921005842 m
rem (Rem)	$0,01 \text{ m}^2/\text{s}^2$
rpm (Umdrehungen pro Minute)	0,01666666666667 1/s
s (Sekunde)	1 s
S (Siemens)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
sb (Stilb)	10000 cd/m^2
slug (Slug)	14,5939029372 kg
sr (Steradian)	1 sr
st (Stere)	1 m ³
St (Stoke)	$0,0001 \text{ m}^2/\text{s}$
Sv (Sievert)	$1 \text{ m}^2/\text{s}^2$
t (Tonne)	1000 kg
T (Tesla)	$1 \text{ kg/A} \cdot \text{s}^2$
tbsp (Tablespoon - Eßlöffel)	$1,47867647813 \times 10^{-5} m^3$
therm (EG-Wärmeeinheit)	$105506000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
ton (Short Ton)	907,18474 kg
tonUK (Long Ton (UK))	1016,0469088 kg
torr (Torr (mmHg))	133,322368421 kg/ms ²
tsp (Teaspoon - Teelöffel)	$4,92892159375 \times 10^{-6} m^3$
u (Atomare Masseneinheit)	$1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$
V (Volt)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A} \cdot \text{s}^3$
W (Watt)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$
Wb (Weber)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A} \cdot \text{s}^2$
yd (Yard (International))	0,9144 m
yr (Jahr)	31556925,9747 s

Einheiten des HP 48 (Forts.)

Ε

F

F

Tabelle der vorprogrammierten Gleichungen

Die Gleichungsbibliothek besteht aus 15 Themenbereichen (entsprechend der Einteilung der folgenden Tabelle) und über 100 Titeln. Die Zahlen in Klammern bedeuten: (Zahl der Gleichungen in der Gruppe, Zahl der Variablen in der Gruppe). Die Bibliothek enthält insgesamt 315 Gleichungen mit 396 Variablen.

Themenbereiche und Titel

1: Baustatik (14,20)	
1: Elastische Knickung (4,8)	6: Einfache Scherung (1,7)
2: Exzentrische Säulen (2,11)	7: Kragbiegung (1,10)
3: Einfache Biegung (1,9)	8: Kragschräge (1,10)
4: Einfache Schräge (1,10)	9: Kragmoment (1,8)
5: Einfaches Moment (1,8)	10: Kragscherung (1,6)
2: Elektrizität (42,56)	
1: Coulombsches Gesetz (1,5)	11: RLC-Stromverzögerung (5,9)
2: Ohmsches Gesetz und	12: Strom im Kondensator (3,8)
Leistung (4,4)	13: Kondensatorladung (1,3)
3: Spannungsteiler (1,4)	14: DC-Induktionsspannung (3,8)
4: Stromteiler (1,4)	15: RC-Glieder (1,6)
5: Leitungswiderstand (1,4)	16: RL-Glieder (1,6)
6: Serien-/Parallelschaltung	17: Resonanzfrequenz (4,7)
von R $(2,4)$	18: Plattenkondensator $(1,4)$
7: Serien-/Parallelschaltung	19: Zylinderkondensator $(1,5)$
von C $(2,4)$	20: Induktion: Spule (1,5)
8: Serien-/Parallelschaltung	21: Induktion: Ring (1,6)
von L $(2,4)$	22: Sinusspannung (2,6)
9: Kapazitive Energie (1,3)	23: Sinusstrom (2,6)
10: Induktive Energie (1,3)	

Themenbereiche und Titel (Forts.)

3: Flüssigkeiten (29,29)	
 Hydrostatischer Druck (1,4) Bernoullische Gleichung (10,15) 	3: Strömung mit Verlust (10,17)4: Strömung in gefüllten Röhren (8,19)
4: Kraft und Energie (31,36)	
 Mechanik geradlinige Bewegung (8,11) Mechanik Drehbewegung (12,15) Zentripetalkraft (4,7) Hookesches Gesetz (2,4) 	 5: Gerader elastischer Stoß (2,5) 6: Zugkraft (1,5) 7: Gravitationsgesetz (1,4) 8: Masse/Energie-Beziehung (1,3)
5: Gase (18,26)	
 1: Ideales Gasgesetz (2,6) 2: Zustandsänderungen idealer Gase (1,6) 3: Isotherme Ausdehnung (2,7) 4: Polytrope Vorgänge (2,7) 	 5: Isentrope Strömung (4,10) 6: Reales Gasgesetz (2,8) 7: Zustandsänderungen realer Gase (1,8) 8: Kinetische Theorie (4,9)
6: Wärmeübertragung (17,31)	
 1: Wärmekapazität (2,6) 2: Thermische Ausdehnung (2,6) 3: Leitung (2,7) 4: Konvektion (2,6) 	5: Leitung + Konvektion (4,14) 6: Strahlung eines schwarzen Körpers (5,9)
7: Magnetismus (4,14)	
1: Gerade Leitung (1,5) 2: Kräfte zwischen Leitungen (1,6)	3: B-Feld in der Spule (1,4)4: B-Feld im Ring (1,6)
8: Kinematik (22,24)	
 Geradlinige Bewegung (4,6) Körper im freien Fall (4,5) Geschoß-Flugbahn (5,10) Drehbewegung (4,6) 	 5: Kreisbewegung (3,5) 6: Endgeschwindigkeit (1,5) 7: Fluchtgeschwindigkeit (1,14)

F

9: Optik (11,14)		
 Brechungsgesetz (1,4) Kritischer Winkel (1,3) Brewstersches Gesetz (2,4) 	 4: Spiegelung an Kugeln (3,5) 5: Brechung in Kugeln (1,5) 6: Dünne Linsen (3,7) 	
10: Schwingungen (17,17)		
 Masse-Feder-System (3,5) Einfaches Pendel (3,4) Kegelpendel (4,6) 	4: Ringpendel (3,7)5: Einfache Oberschwingung (4,8)	
11: Geometrie in der Ebene (31,21)		
1: Kreis (5,7) 2: Ellipse (5,8) 3: Rechteck (5,8)	 4: Regelmäßiges Vieleck (6,8) 5: Kreisring (4,7) 6: Dreieck (6,10) 	
12: Geometrie im Raum (18,12)		
1: Kegel (5,9) 2: Zylinder (5,9)	3: Quader (4,9) 4: Kugel (4,7)	
13: Halbleiter (33,53)		
 PN-Übergänge (8,19) NMOS-Transistoren (10,23) 	3: Bipolar-Transistoren (8,14)4: JFETs (7,15)	
14: Festigkeitsprüfung (16,28)		
 Normale Spannung (3,7) Scherspannung (3,8) 	3: Spannung an einem Element (3,7) 4: Mohrscher Kreis (7,10)	
15: Wellen (12,15)		
1: Querwellen (4,9) 2: Längswellen (4,9)	3: Schallwellen (4,8)	

Themenbereiche und Titel (Forts.)

F

Verzeichnis der Operationen

In dem folgenden Index sind alle Operationen des HP 48 zum Nachschlagen zusammengestellt. Dieser Index enthält zu jeder Operation die folgenden Informationen:

- Name. Der Name, der der betreffenden Operation zugeordnet ist. Wenn der Name in Großbuchstaben angegeben ist, kann die betreffende Operation in Programmen (Befehlen) verwendet werden.
- Beschreibung. Funktionsweise der Operation. Wenn die Operation Argumente vom Stack benötigt, sind in der Beschreibung Variablen angegeben, die den Argumenten auf den Ebenen 1 (x), 2 (y), 3 (z), 4 (t) und 5 (v) entsprechen.
- **Typ.** Der Typ der Operation wird durch einen der folgenden Codes bezeichnet:

Code	Beschreibung
0	Operation. Jede interne Funktion des Taschenrechners, die durch einen Namen oder eine Taste aufgerufen werden kann.
С	Command. (Befehl) Jede programmierbare Operation.
F	Function. (Funktion) Jeder beliebige Befehl, der in algebraischen Objekten verwendet werden kann.
A	Analytic Function. (Analytische Funktion) Eine Funktion, zu der der HP 48 über eine Umkehrfunktion und eine Ableitung verfügt.

Tasten. Die Tasten, mit denen die Operation aufgerufen werden kann. Operationen, auf die nicht durch Tastendruck zugegriffen werden kann, sind mit "Muß eingegeben werden" gekennzeichnet.

Seite. Verweis auf eine Beschreibung der Operation.

Operationen, deren Namen sowohl Buchstaben als auch Sonderzeichen enthalten, sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Operationen, deren Namen ausschließlich Sonderzeichen enthalten, erscheinen am Ende dieses Index.

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
←A	Verbinden links.	20-26
A→€	Führt +A aus, bis keine Änderung mehr eintritt.	20-29
$A \rightarrow$	Verbinden rechts.	20-26
	○ ● EQUATION ● RULES → A	
►→A	Führt → A aus, bis keine Änderung mehr eintritt.	20-29
ABS	Betragswert eines Objekts (x) .	12-10
	(MTH) REAL (NXT) ABS	
	(MTH) MATR NORM ABS	
	(MTH) (NXT) CMPL ABS	
	F MTH VECTR ABS	
ACK	Bestätigt einen angezeigten abgelaufenen Alarm.	26-4
	C (TIME) ALRM ACK	
ACKALL	Bestätigt alle abgelaufenen Alarm-Termine.	26-5
	C (TIME) ALRM ACKA	
ACOS	Arcuscosinus einer Zahl (x) .	12-2
	A ACOS	
ACOSH	Arcuscosinus hyperbolicus einer Zahl (x) .	12-3
	A (MTH) HYP ACOSH	
ADD	Addiert zwei Listen $(x \text{ und } y)$ elementweise.	17-3
	C MTH LIST ADD	

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
AF	Addiert Brüche. O () EQUATION RULES AF	20-28
ALOG	Antilogarithmus (Basis 10) einer Zahl (x) . A (10^x)	12-2
AMORT	 Berechnet Darlehensbetrag, Zinsfuß und Saldo für eine Anzahl Zahlungen für den in den TVM-Variablen (%I/YR, PMT, FV und PV) momentan gespeicherten Finanzplan. O SOLVE Solve finance AMOR AMOR 	18-21
AMORT	Berechnet Darlehensbetrag, Zinsfuß und Saldo für eine Anzahl (x) Zahlungen für den in den TVM-Variablen (%I/YR, PMT, FV und PV) momentan gespeicherten Finanzplan. C	H-1
AMRT	 Berechnet Darlehensbetrag, Zinsfuß und Saldo für eine Anzahl (x) Zahlungen für den in den interaktiven Finanzlöser eingegebenen Finanzplan. O SOLVE TYM SOLVR AMRT 	18-21
AND	Logische UND-Verknüpfung zweier Ausdrücke $(x$ und y), die sich zu 1 oder 0 auswerten lassen, oder binäre UND-Verknüpfung von zwei ganzen Zahlen (x und y) oder zwei Zeichenketten $(x$ und $y)$. (MTH) BASE (NXT) LOGIC AND	15-4 H-1
	F (PRG) TEST (NXT) AND	
ANIMATE	Zeigt hintereinander eine bestimmte Zahl (x) von GROBs $(y, z \dots)$ an, die sich im Stack befinden. C PRG GROB NXT ANIM	9-12
APPLY	Erstellt einen nicht ausgewerteten Ausdruck durch Kombinieren eines nicht ausgewerteten Funktionsnamens (x) mit einer Liste (y) ausgewerteter Argumente. F SYMBOLIC NXT APPLY	H-15

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ARC	Zeichnet in $PICT$ einen Bogen im Gegenuhrzeigersinn von einem Winkelwert (y) bis zu einem anderen Winkelwert (x) auf einem Kreis mit Mittelpunkt z und Radius t. C PRG FICT ARC	9-9
ARCHIVE	Erstellt eine Sicherungskopie des Verzeichnisses HOME. C (MEMORY) (NXT) ARCHI	28-6
AREA	Berechnet und zeigt die Fläche unter dem Funktionsgraphen zwischen zwei durch die Markierung und den Cursor bezeichneten <i>x</i> -Werten; der Flächenwert wird in den Stack gestellt. O ()PICTURE) FCN AREA	22-12
ARG	Liefert den Polarwinkel (θ) einer komplexen Zahl (x). F (MTH) (NXT) CMPL ARG	12-15
$ARRY \rightarrow$	Stellt Feld-Elemente in den Stack. C Muß eingegeben werden.	H-2
→ARRY	Faßt Zahlen zu einem Feld zusammen. C (PRG) TYPE →ARR	14-5
ASIN	$\begin{array}{c} \text{Arcussinus einer Zahl } (x). \\ \text{A} \text{ASIN} \end{array}$	12-2
ASINH	Arcussinus hyperbolicus einer Zahl (x). A (MTH) HYP ASINH	12-3
ASN	Weist ein Objekt (y) einer Benutzertaste (x) zu. C $(MODES)$ KEYS ASN	30-5
ASR	Schiebt eine binäre ganze Zahl (x) ein Bit weit nach rechts. C (MTH) BASE (NXT) BIT ASR	15-5
ATAN	Arcustangens einer Zahl (x) .AATAN	12-2
ATANH	Arcustangens hyperbolicus einer Zahl (x) .AMTHHYPATAN	12-3

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ATICK	Setzt die Tick-Markierungen der Achsen gemäß einer Liste (x), die das Intervall zwischen den Tick-Markierungen auf den Achsen in Benutzereinheiten oder Pixeln angibt. C	H-2
ATTACH	Bindet eine Bibliothek (x) an das aktuelle Verzeichnis an. C (IIBRARY NXT ATTAC	28-9
AUTO	Skaliert automatisch die y-Achse. C	
AXES	Definiert die Plot-Achsen gemäß einer Liste (x), die folgende Elemente enthält: die Koordinaten des Achsenschnittpunkts, das Intervall der Tick-Markierungen oder die Achsenbeschriftungen bzw. eine beliebige Kombination dieser Elemente. C	24-1
BAR	Wählt BAR (Balkendiagramm) als Plot-Typ. C	23-22
BARPLOT	Zeichnet einen Balken-Plot der Daten in ΣDAT . C \bigcirc (STAT) PLOT BARPL	21-8
BAUD	Setzt die Baudrate auf x . C \bigcirc IOPAR BAUD	27-18
BEEP	Läßt x Sekunden lang einen Summton mit der Frequenz y Hz ertönen. C PRG NXT OUT NXT BEEP	4-11
BEG	Legt den Zahlungstermin vom Monatsanfang auf das Monatsende und umgekehrt. Befehlsform dieser Operation siehe TVMBEG und TVMEND. O (SOLVE) TVM BEG	
BESTFIT	Wählt das Statistikmodell, das den (betrags-)größten Korrelationskoeffizienten liefert, und führt LR aus. C (STAT) ZPAR MODL BESTF	
BIN	Setzt die Zahlenbasis auf binär. C (MTH) BASE BIN	15-1

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
BINS	Sortiert die Elemente in der Spalte für die unabhängige Variable von ΣDAT in eine bestimmte Zahl $(x + 2)$ von Klassen ("bins") mit einer vorgegebenen Breite (y) , beginnend mit dem kleinsten Datenwert (z) .	H-2
BLANK	Erstellt ein leeres Grafikobjekt mit y Pixeln Breite und x Pixeln Höhe. C PRG GROB BLAN	9-11
вох	Zeichnet ein Rechteck, dessen gegenüberliegende Eckpunkte durch die Koordinaten x und y festgelegt werden. C PRG PICT BOX	9-9
вох	Zeichnet ein Rechteck, dessen gegenüberliegende Eckpunkte durch die Markierung und den Cursor festgelegt werden. O () (PICTURE) EDIT BOX	9-4
BOXZ	Schaltet den Zoom-Modus "benutzerdefiniertes Rechteck" ein bzw. aus. O () PICTURE ZOOM BOXZ	22-9
BUFLEN	Liefert die Zahl der Zeichen im seriellen Puffer. C (1/0) (NXT) SERIA BUFLE	27-22
BYTES	Liefert die Objektgröße (in Byte) und die Prüfsumme für ein Objekt (x). C (MEMORY) BYTES	H-2
B→PV	Überträgt den Restsaldo nach einer Amortisierung in die Variable <i>PV</i> zur Vorbereitung der Amortisierungsberechnung der folgenden Zahlungen. 0 € SOLVE Solve finance AMOR B+PV	18-21
B→R	Wandelt eine binäre ganze Zahl (x) in eine reelle Zahl um. C (MTH) BASE $B \Rightarrow R$	15-3

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CALC	Kopiert den Inhalt des aktuellen Feldes in den Stack und zeigt den Stack an. Hiermit können ohne Verlassen der Eingabemaske Nebenrechnungen durchgeführt oder kurzzeitig andere Bereiche des Taschenrechners genutzt werden. O [Eingabemaske] NXT CALC	6-5
CANCL	Löscht die Befehlszeile und bricht die momentane Eingabe ab oder verläßt die aktuelle Eingabemaske, ohne die betreffende Hauptaktion auszuführen. [Eingabemaske] CANCEL O [Eingabemaske] CANCEL	4-3
CASE	Leitet eine CASE-Struktur ein. C (PRG) BRCH CASE CASE	29-12
CASE	Gibt CASE THEN END END ein. O (PRG) BRCH (CASE	29-12
CASE	Gibt THEN END ein. O PRG BRCH (CASE	29-12
CEIL	Liefert den nächsten ganzzahligen Wert größer x . F (MTH) REAL (NXT) (NXT) CEIL	12-10
CENTR	Setzt den Mittelpunkt der Plot-Anzeige auf die angegebenen Koordinaten (x, y) . C $(PLOT)$ FPAR (NXT) CENT	Н-3
CF	Löscht Flag x . (PRG) TEST (NXT) NXT) CF C (MODES) FLAG CF	4-9
%CH	Gibt die Änderung von y zu x in % an. F (MTH) REAL %CH	12-9
¢СНК	Schaltet das Häkchen im Markierungsfeld ein bzw. aus. O [Eingabemaske] ✔CHK	6-5
CHOOS	Zeigt ein Auswahlfeld mit zusätzlichen Eingabemöglichkeiten für das aktuelle Feld an. O [Eingabemaske] CHOOS	6-3

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CHOOSE	Erstellt ein benutzerdefiniertes Auswahlfeld aus einer Titel-Zeichenkette (z) , einer Objektliste (y) und der Nummer (x) des zu markierenden Standardobjekts. C PRG NXT IN CHOOS	Н-3
CHR	Wandelt einen Zeichencode (x) in eineZeichenkette der Länge 1 um.CPRGTYPENXTCHR	H-3
CIRCL	Zeichnet einen Kreis, dessen Mittelpunkt auf der Markierung liegt und dessen Radius dem Abstand zwischen Cursor und Markierung entspricht. O () PICTURE EDIT CIRCL	9-4
CKSM	Wählt ein Verfahren (x) für die Prüfsummen-Fehlererkennung. C () IOPAR CKSM	H-3
CLEAR	Löscht den Stack. C CLEAR oder (CLEAR)	3-5
CLK	Schaltet die Uhranzeige ein bzw. aus. O (MODES) MISC CLK	4-11
CLKADJ	Fügt x Uhr-Takte (1 Takt = $\frac{1}{8192}$ Sekunde) zur Systemzeit hinzu. C $(TIME)$ (NXT) (NXT) CLKA	Н-3
CLLCD	Löscht die Stack-Anzeige (nicht jedoch den Stack selbst). C (PRG)(NXT) OUT CLLCD	
CLOSEIO	Löscht den I/O-Port. C () [/O] NXT CLOSE	
CLΣ	Löscht die Statistikdaten in ΣDAT . C \bigcirc STAT DATA CL Σ	
CLUSR	Löscht alle Benutzervariablen im aktuellen Verzeichnis. C Muß eingegeben werden.	

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
CLVAR	Löscht alle Benutzervariablen im akt. Verzeichnis. C Muß eingegeben werden.	
CNCT	Wechselt den Status des Flags, das festlegt, ob geplottete Punkte durch Linienabschnitte verbunden werden. O (PLOT) (NXT) FLAG CHCT	
CNRM	Berechnet die Spalten-Norm eines Feldes (x) . C (MTH) MATR NORM CNRM	14-9
CNTR	Zeichnet einen Graphen, dessen Mittelpunkt an der aktuellen Cursorposition liegt. O () (PICTURE) ZOOM (NXT) CHTR	22-10
→COL	Wandelt eine Matrix (x) in eine Reihe von Spaltenvektoren um. C (MTH) MATR COL \Rightarrow COL	14-5
+COL	Fügt in der Anwendung MatrixWriter in der aktuellen Spalte eine Zeile von Nullen ein. O (MATRIX) (NXT) +COL	8-9
COL+	Fügt einen Spaltenvektor (y) in ein Feld (z) alsSpalte (x) ein.CMTHMATRCOL	14-6
-COL	Löscht in der Anwendung MatrixWriter die aktuelle Spalte. O (MATRIX) (NXT) -COL	8-9
COL-	Löscht Spalte x aus Feld y. C MTH MATR COL -COL	14-6
COL→	Wandelt eine Folge von x Spaltenvektoren (y , z etc.) in eine Matrix um, deren Spalten aus diesen Vektoren bestehen. C MTH MATE COL COL \Rightarrow	14-3
COLS	Legt die abhängige und unabhängige Spalte in ΣDAT fest.	H-4
COLCT	Sammelt zusammengeh. Terme im Ausdruck (x) . C \bigcirc SYMBOLIC COLCT	20-19
COLCT	Sammelt zusammengehörige Terme im angegebenen Teilausdruck. O (EQUATION) CULES (NXT) COLCT	20-23

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
COLCT	Sammelt zusammengehörige Terme in dem Ausdruck im aktuellen Feld. O (SYMBOLIC) Manip expr COLCT	20-31
СОМВ	Berechnet die Anzahl der Kombinationen von y Elementen der Ordnung x . F (MTH) (NXT) PROB COMB	12-4
CON	Erstellt ein Konstanten-Feld aus einer Liste von Dimensionen (y) und der Konstanten (x) . C MTH MATR MAKE CON	14-2
COND	Schätzt die Bedingungszahl einer quadratischen Matrix (x) . C MTH MATR NORM COND	14-10
CONIC	Wählt CONIC (Kegelschnitt) als Plot-Typ. C (PLOT) PTYPE CONIC	23-13
CONJ	Liefert die konjugiert komplexe Zahl zu x . F (MTH) (NXT) CMPL (NXT) CONJ	12-15
CONLIB	Öffnet den Katalog der Konstantenbibliothek. C • EQ LIB COLIB CONLI	25-16
CONST	Liefert den Wert der angegebenen Konstanten (x) . F \bigoplus EQ LIB COLIB CONS	25-17
CONT	Setzt eine unterbrochene Programmausführung fort. C (CONT)	29-9
CONVERT	Wandelt ein Einheitenobjekt (y) in die Dimensionen einer anderen kompatiblen Einheit (x) um. C JUNITS CONV	10-7
СОРҮ	Kopiert das markierte Objekt an eine neue Position. O (MEMORY) COPY	5-9
CORR	Berechnet den Korrelationskoeffizienten der Statistikdaten in ΣDAT . C $(STAT)$ FIT CORR	H-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
COS	Cosinus eines Winkels (x) . A (COS)	12-2
COSH	Cosinus hyperbolicus eines Winkels (x) .AMTHHYPCOSH	12-3
COV	Berechnet die Kovarianz der Statistikdaten in ΣDAT . C \bigcirc STAT FIT COV	H-4
CR	Veranlaßt den Drucker, die Kombination Wagenrücklauf/Zeilenschaltung auszuführen. C	
CRDIR	Erstellt ein Verzeichnis mit dem Namen x . C $(MEMORY)$ DIR CRDIR	H-4
CROSS	Vektorprodukt zweier Vektoren $(y \times x)$. C (MTH) \forall ECTR CROSS	13-5
CST	Liefert den Inhalt der Variablen <i>CST</i> . C (MODES) MENU CST	30-1
CSWP	Vertauscht die Spalten y und x einer Matrix (z). C (MTH) MATR COL CSWP	14-7
CYLIN	Wählt die Vektordarstellung in Zylinderkoordinaten. C MTH VECTR NXT CYLIN	13-2
C→PX	Wandelt in Benutzereinheiten vorliegende Koordinaten (x) in Pixel-Koordinaten um. C PRG PICT NXT C+PX	9-10
C→R	Zerlegt eine komplexe Zahl (x) in zwei reelle Zahlen. MTH NXT CMPL $C \Rightarrow \mathbb{R}$ C PRG TYPE NXT $C \Rightarrow \mathbb{R}$	12-15
←D	Verteilen links. O () EQUATION CRULES +D	20-26
€→	Führt ÷D aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt. O ● EQUATION ● EULES +D +D	20-29
$D \rightarrow$	Verteilen rechts. O () EQUATION CRULES D+	20-26

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
€→D	Führt →D aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt. ○ ♠EQUATION ● RULES ► →D	20-29
DARCY	Berechnet den Darcy-Faktor für eine Flüssigkeitsströmung als Funktion der relativen Rauheit der Leitung (y) und der Reynolds-Zahl (x) der Strömung. F EQLIB UTILS DARCY	H-4
ΣDAT	Stellt den Inhalt der reservierten Variablen ΣDAT in den Stack. C	21-1
DATE	Liefert das Systemdatum. C (TIME) DATE	16-2
DATE+	Addiert bzw. subtrahiert eine Zahl von Tagen (x) von einem Datum (y) . C \bigcirc TIME NXT DATE+	16-2
→DATE	Setzt das Systemdatum auf das festgelegte Datum (x). C ←)(TIME) →DAT	H-5
DBUG	Hält die Ausführung des Programms (x) vor demersten Objekt an.OPRG NXTRUNDBUG	29-9
DDAYS	Liefert die Zahl der Tage zwischen $Datum_1(y)$ und $Datum_2(x)$. C $TIME$ NXT DDAYS	16-2
DEC	Setzt die Zahlenbasis auf dezimal. C (MTH) BASE DEC	15-1
DECR	Vermindert den Wert einer Variablen (x) um 1. C \bigcirc (MEMORY) ARITH DECR	H-5
DEFINE	Erstellt eine Variable oder eine benutzerdefinierte Funktion der Gleichung (x) .	5-13
		11-8

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
→DEF	Expandiert die trigonometrischen und Hyperbelfunktionen in die EXP- und LN-Darstellung. O () EQUATION CRULES >DEF	20-29
DEG	Setzt den Winkelmodus auf Grad. C (MODES) ANGL DEG	4-4
DEL	Löscht den Bereich, dessen gegenüberliegende Eckpunkte durch die Markierung und den Cursor bezeichnet werden. PICTURE DEL O () PICTURE EDIT (NXT) DEL	9-4
←DEL	Löscht alle Zeichen zwischen Cursor und Wortanfang.	2-14
(►) ←DEL	Löscht alle Zeichen zwischen Cursor und Zeilenanfang. O () (EDIT) () + DEL	2-14
DEL→	Löscht alle Zeichen zwischen Cursor und nächstem Wortanfang. (EDIT) ÷DEL O EDIT DEL ÷	2-14
₽DEL→	Löscht alle Zeichen zwischen Cursor und Zeilenende. () EDIT () DEL + 0 EDIT () DEL +	2-14
DELALARM	Löscht Alarm (x) aus der Alarmliste des Systems. C \textcircled{TIME} ALRM DELAL	H-5
DELAY	Setzt den Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Druckzeilen auf x Sekunden. C () PRINT PRTPA DELAY	27-4
DELKEYS	Löscht die angegebene Benutzertastenzuweisung für eine oder mehrere Tasten (x) . C $(MODES)$ KEYS DELK	30-7
DEPND	Legt den Namen (x) der abhängigen Plot-Variablen fest. C (\mathbf{P}) [PLOT] PPAR DEPN	H-5

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DEPTH	Liefert die Anzahl der Objekte im Stack. C (STACK) DEPTH	3-12
DET	Sucht die Determinante einer quadratischen Matrix (x). C MTH MATR NORM (NXT) DET	14-10
DETACH	Koppelt die angegebene Bibliothek (x) vom aktuellen Verzeichnis ab. C (LIBRARY) DETAC	28-10
→DIAG	Liefert den Hauptdiagonalelemente-Vektor einer Matrix (x). C (MTH) MATR (NXT) + DIAG	14-5
DIAG→	Erstellt eine Matrix aus einem Diagonalelemente-Vektor (y) und einer Dimensionenliste (x) . C (MTH) MATE (NXT) \Rightarrow DIAG	14-4
DIFFEQ	Wählt DiffEq (Differentialgleichung) als Plot-Typ. C	23-12
DINV	Doppelte Inversion. O ()EQUATION (RULES DINV	20-23
DISP	Zeigt ein Objekt (y) in Anzeigezeile x an. C $(PRG)(NXT)$ OUT DISP	H-5
DNEG	Doppelte Negierung. O () EQUATION CRULES DNEG	20-23
DO	Beginnt eine unbestimmte Schleife. C PRG BRCH DO DO	29-15
DO	Fügt DO UNTIL END ein. O (PRG) BRCH () DO	29-15
DOERR	Bricht die Programmausführung ab und zeigt die angegebene Meldung (x) an. C PRG NXT ERROR DOERR	H-6
DOLIST	Führt ein Programm oder einen Befehl (x) an einer festgelegten Zahl von Listen (y) aus, die sich im Stack befinden. C PRG LIST PROC DOLIS	17-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DOSUBS	Führt ein Programm oder einen Befehl (x) an einer festgelegten Zahl von Elementen (y) in einer Liste (z) gleichzeitig aus. C PRG LIST PROC DOSUB	17-5
DOT	Skalarprodukt $(y \cdot x)$ zweier Vektoren. C (MTH) WECTR DOT	13-5
DOT	Aktiviert Pixel durch Verschieben des Cursors. O	9-3
DOT-	Inaktiviert Pixel durch Verschieben des Cursors. O	9-3
DRAW	Plottet eine Gleichung ohne Achsen. C (PLOT) DRAW	
DRAW	Plottet die in der aktuellen Eingabemaske angegebene Gleichung. O [Plot-Eingabemaske] DRAW	22-1
DRAX	Zeichnet die Achsen. C (PLOT) DRAX	
DROP	Entfernt das Objekt (x) auf Ebene 1; alle verbleibenden Objekte werden um eine Ebene nach unten verschoben. C $(DROP)$	3-5
DROPN	Entfernt x Objekte vom Stack. C (STACK) (NXT) DRPN	3-12
DRPN	Löscht alle Objekte vom Stack, die sich am aktuellen Stack-Zeiger und unterhalb davon befinden. O (STACK) (NXT) DRPN	3-9
DROP2	Entfernt die beiden ersten Objekte $(y \text{ und } x)$ vom Stack. C $(STACK)$ (NXT) DROP2	3-12
DTAG	Entfernt alle Markierungen vom Objekt x . C (PRG) TYPE (NXT) DTAG	H-6
DUP	Dupliziert ein Objekt (x) . C ENTER (ohne Befehlszeile) oder \bigcirc STACK NXT DUP	3-5

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
DUPN	Dupliziert x Objekte im Stack. C (STACK) (NXT) DUPN	3-12
DUPN	Dupliziert alle Objekte im Stack vom aktuellen Stack-Zeiger bis Ebene 1. O (STACK) (NXT) DUPN	3-9
DUP2	Dupliziert die Objekte auf Ebene 1 und Ebene 2. C (STACK) NXT DUP2	3-12
D→R	Wandelt Grad in Radiant um. F MTH REAL NXT NXT D→R	12-8
e	Liefert die symbolische Konstante e (bzw. 2.71828182846, je nach Einstellung von Flag -2). F $@ \clubsuit$ E MTH NXT CONS E	11-4
ЕСНО	Kopiert das Objekt auf der aktuellen Stack-Ebene in die Befehlszeile. O (STACK) ECHO	3-8
EDIT	Kopiert das ausgewählte Objekt in die Befehlszeile und wählt das Menü EDIT. O [Eingabemaske] EDIT	6-5
EDIT	Kopiert den Teilausdruck in die Befehlszeile und wählt das Menü EDIT. O () EQUATION () EDIT	7-12
EDIT	Editiert die aktuelle Matrixzelle. O (MATRIX) EDIT	8-9
EEX	Gibt E ein oder setzt den Cursor auf einen vorhandenen Exponenten in der Befehlszeile. O (EEX)	2-2
EGV	Berechnet die Rechtseigenvektoren und dieEigenwerte für eine quadratische Matrix (x) .CMTHMATENXTEGV	14-23
EGVL	Berechnet die Eigenwerte einer quadratischen Matrix (x) . C MTH MATR NXT EGVL	14-23

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ELSE	Leitet den Falsch-Ausdruck ein.	29-11
	PRG BRCH IF ELSE	
	C PRG NXT ERROR IFERR ELSE	
END	Schließt eine Programmstruktur ab.	29-11
	PRG BRCH IF END	
	(PRG) BRCH CASE END	
	PRG BRCH DO END	
	PRG BRCH WHILE END	
	C (PRG NXT) ERROR IFERR END	
ENDSUB	Der Rahmen-Indexzähler für DOSUBS.	17-6
	C (PRG) LIST PROC ENDS	
ENG	Setzt den Anzeigemodus auf Engineering. Es	4-2
	werden $x + 1$ signifikante Stellen angezeigt.	
	C (MODES) FMI ENG	
EQ	Liefert den Inhalt der reservierten Variablen EQ .	22-14
$EQ \rightarrow$	Zerlegt eine Gleichung (x) in ihre linke und rechte Seite	H-6
	C PRG TYPE NXT EQ+	
EQNLIB	Ruft die Gleichungsbibliothek auf.	
ERASE	Löscht PICT.	22-1
	• PICTURE) EDIT (NXT) ERASE	
	() PICTURE) () CLEAR	
ERASE	Löscht PICT.	22-1
	• PLOT ERASE	
ERRM	Liefert die letzte Fehlermeldung.	H-6
	C PRG NXT ERROR ERRM	
ERRN	Liefert die letzte Fehlernummer.	H-7
	C (PRG)(NXT) ERROR ERRN	

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ERRO	Löscht die letzte Fehlernummer. C PRG NXT ERROR ERRØ	
EVAL	Wertet ein Objekt (x) aus. C EVAL	7-14
EXIT	Verläßt die Umgebung mit den EquationWriter-Optionen. O () EQUATION (EXIT	20-22
EXP	Die Konstante e, mit einem Objekt (x) potenziert. A (x)	12-2
EXPAN	Expandiert ein algebraisches Objekt (x) . C \bigcirc (SYMBOLIC) EXPA	20-20
EXPND	Expandiert das algebraische Objekt im aktuellen Feld. O (F)(SYMBOLIC) Manip expr EXPN	20-31
EXPFIT	Setzt das Kurvenapproximations-Modell auf exponentiell. C (STAT) ZPAR MODL EXPFI	
EXPM	Natürliche Exponentialfunktion minus 1 (e ^x – 1). A MTH HYP NXT EXPM	12-3
EXPR	Markiert den Teilausdruck, für den das angegebene Objekt die Hauptfunktion ist.	7-13 20-21
EXTR	Setzt den Grafik-Cursor auf den nächstliegenden Extremwert, zeigt die Koordinaten an und kehrt anschließend zum Stack zurück. O PICTURE FCN EXTR	22-13
EYEPT	Legt in einem perspektivischen Plot die x- (z), y- (y) und z- (x) Koordinate des Blickpunkts fest. C	H-7
E^	Ersetzt das Produkt der Potenz durch die Potenz der Potenz. O (GEQUATION) (RULES E^	20-28
E()	Ersetzt die Potenz der Potenz durch das Produkt der Potenz. O (GEQUATION) (RULES EC)	20-28

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
F0λ	Berechnet für einen schwarzen Körpers den Anteil der Strahlung zwischen den Wellenlängen 0 und λ (y) an der Gesamt-Strahlungsenergie bei einer gegebenen Temperatur (x). F \bigoplus EQ LIB UTILS FØA	H-7
FACT	Ermittelt die Fakultät von x . Entspricht $!$.	H-7
FANNING	Berechnet den Fanning-Reibungsfaktor für eine Flüssigkeitsströmung als Funktion der relativen Rauheit des Rohrs (y) und der Reynolds-Zahl (x) der Strömung. F EQ LIB UTILS FANNI	H-8
FC?	Prüft, ob das angegebene Flag (x) gelöscht ist. (PRG) TEST (NXT) (NXT) FC? C (MODES) FLAG FC?	4-9
FC?C	Prüft, ob das angegebene Flag (x) gelöscht ist, und löscht es anschließend. PRG TEST NXT NXT FC?C C $(MODES)$ FLAG FC?C	4-9
FFT	Berechnet die diskrete Fourier-Transformation eines Feldes (x) . C (MTH) (NXT) FFT FFT	13-9
FINDALARM	Liefert den ersten nach der angegebenen Zeit (x) anstehenden Alarm. C $(TIME)$ ALRM FINDA	H-8
FINISH	Beendet den Kermit-Server-Modus. C (1/0) SRVR FINIS	27-11
FIX	Setzt den Anzeige-Modus auf Fix (fest). Angezeigt werden x Dezimalstellen. C (MODES) FMT FIX	4-2
FLOOR	Liefert die nächste ganze Zahl, die kleiner als x ist. F (MTH) REAL (NXT) (NXT) FLOOR	12-10

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
FM,	Legt das Komma als Dezimalzeichen fest. O (MODES) FMT FM,	4-11
FOR	Leitet eine bestimmte Schleife ein, deren Schleifenzähler den Anfangswert y und den Endwert x hat. C PRG BRCH FOR FOR	29-14
FOR	Gibt FOR NEXT ein. O PRG BRCH 🕤 FOR	29-14
FOR	Gibt FOR STEP ein. O PRG BRCH (FOR	29-14
FP	Liefert den Bruchanteil einer Zahl (x) . F (MTH) REAL (NXT) FP	12-10
FREE1	Gibt das zuvor als Speichererweiterung genutzte RAM in Port 1 frei und verschiebt eine Objektliste (x) von Port 0 in Port 1. C ① LIBRARY FREE 1	28-19
FREEZE	Hält einen Anzeigebereich (x) unverändert, biseine Taste gedrückt wird.C $(PRG)(NXT)$ OUTFREEZ	H-8
FS?	Prüft, ob das angegebene Flag (x) gesetzt ist. (PRG) TEST (NXT) (NXT) FS? C (MODES) FLAG FS?	4-9
FS?C	Prüft, ob das angegebene Flag (x) gesetzt ist, und löscht es anschließend. PRG TEST NXT NXT FS?C C (MODES) FLAG FS?C	4-9
FUNCTION	Wählt FUNCTION (Funktions-Graph) als Plot-Typ. C (PLOT) PTYPE FUNC	23-1
FV	Legt den Zukunftswert für den Finanzlöser fest. C (SOLVE) TVM SOLVR FV	18-17
F(X)	Zeigt den Funktionswert an dem durch den Cursor festgelegten x-Wert an. Stellt den Funktionswert in den Stack. O (PICTURE) FCN (NXT) F(X)	22-13

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
F,	Plottet die erste Ableitung der Funktion, plottet die Funktion neu und fügt die Ableitung in EQ ein.	22-13
	O GPICTURE FCN (NXT) F'	
GET	Ruft das Element von der angegebenen Position (x) eines Feldes oder einer Liste (y) ab.CPRGLISTELEMGET	14-7
GETI	Ruft das Element von der angegebenen Position (x) eines Feldes oder einer Liste (y) ab und inkrementiert den Index. C (PRG) LIST ELEM GETI	17-7
GOR	Überlagert ein Grafikobjekt (x) einem anderen (z) an den angegebenen Koordinaten (y) . Der Pixel-Status wird dabei jeweils durch ein logisches ODER bestimmt. C PRG GROB GOR	9-11
GO↓	Setzt den Eingabemodus auf "von oben nach unten". O (MATRIX) GO4	8-9
GO→	Setzt den Eingabemodus auf "von links nach rechts". O (MATRIX) GÜ÷	8-9
GRAD	Setzt den Winkelmodus auf Gon. C (MODES) ANGL GRAD	4-4
GRAPH	Öffnet die Grafik-Umgebung. Dieser Befehl wurde nur aus Gründen der Kompatibilität beibehalten. C Muß eingegeben werden.	
GRIDMAP	Wählt GRIDMAP (Gitterzuordnungs-Diagramm) als Plot-Typ. C	23-40
→GROB	Wandelt ein Objekt (y) in ein Grafikobjekt der angegebenen Größe (x) um. C PRG GROB \Rightarrow GRO	9-10
GXOR	Überlagert ein Grafikobjekt (x) einem anderen (z) an den angegebenen Koordinaten (y) . Der Pixel-Status wird dabei jeweils durch ein logisches XOR bestimmt. C PRG GROB GXOR	9-11

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
*H	Multipliziert den vertikalen Plot-Skalierungswert mit einem Faktor (x) .	H-8
	C SPLOT PPAR NXT *H	
HALT	Hält die Programmausführung an. C (PRG)(NXT) RUN HALT	29-9
HEAD	Ruft das erste Element aus einer Liste (x) ab. C (PRG) LIST ELEM (NXT) HEAD	H-9
HEX	Setzt die Zahlenbasis auf hexadezimal. C MTH BASE HEX	15-1
HISTOGRAM	Wählt HISTOGRAM als Plot-Typ. C	23-21
HISTPLOT	Zeichnet ein Histogramm der Daten in ΣDAT . C \bigcirc STAT PLOT HISTP	
HMS+	Addiert zwei Uhrzeiten (y und x) im HMS-Format.	12-8 16-4
HMS-	Subtrahiert eine Uhrzeit (x) von einer anderen (y) im HMS-Format.	12-8
		16-4
HMS→	Wandelt eine Uhrzeit (x) von HMS- in Dezimalformat um.	12-8
→HMS	Wandelt eine Uhrzeit (x) von Dezimal- in HMS-Format um.	16-3
	C ¶TIME NXT →HMS	16-3
HOME	Macht HOME zum aktuellen Verzeichnis.	5-12
HZIN	Zoomt das Bild horizontal heran. O (PICTURE) ZOOM (NXT) HZIN	22-9
HZOUTN	Zoomt das Bild horizontal weg. O (PICTURE) ZOOM (NXT) HZOUT	22-10
i	Liefert die symbolische Konstante $i (\sqrt{-1} \text{ bzw.} (0,1)).$ F @ I oder MTH NXT CONS	11-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
IDN	Erstellt eine quadratische Identitätsmatrix der angegebenen Größe (x) .	14-3
	C (MTH) MATR MAKE IDN	
IF	Leitet einen Prüfausdruck ein. C (PRG) BRCH IF IF	29-11
F	Gibt IF THEN END ein.	29-11
	O (PRG) BRCH 🕤 IF	
F IF	Gibt IF THEN ELSE END ein.	29-11
_	O (PRG) BRCH (-) IF	
IFERR	Leitet einen Prüfausdruck ein.	29-16
	C PRG NXT ERROR IFERR IFERR	
IFERR	Gibt IFERR THEN END ein.	29-16
	O PRG NXT ERROR GIFERR	
I FERR	Gibt IFERR THEN ELSE END ein.	29-16
	○ PRG NXT ERROR → IFERR	
IFFT	Berechnet die Umkehrung der diskreten Fourier-Transformation eines Feldes (x) .	13-9
	C MTH NXT FFT IFFT	
IFT	Wertet ein Objekt (x) aus, wenn ein Prüfwert (y) eine reelle Zahl ungleich Null ergibt. C (PBG) BECH (NXT) IFT	H-9
IFTE	Wertet ein Objekt (y) aus, wenn ein Prüfwert (z)	H-9
	eine reelle Zahl ungleich Null ergibt, und ein anderes Objekt (x), wenn der Prüfwert gleich Null	
	F PRG BRCH NXT IFTE	
IM	Liefert den Imaginärteil einer komplexen Zahl bzw. eines Feldes (x) .	12-15
	F MTH NXT CMPL IM	
INCR	Inkrementiert den Wert der angegebenen Variablen (x) .	H-9
	C (MEMORY) ARITH INCR	
INDEP	Legt die unabhängige Variable (x) für einen Plot fest. C \bigoplus PLOT PPAR INDEP	H-9

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
INFO	Zeigt Informationen über reservierte Variablen an. O PLOT NXT INFO PLOT PPAR NXT NXT INFO PLOT NXT 3D VPAR INFO PLOT NXT 3D VPAR NXT INFO PLOT NXT STAT ZPAR INFO STAT ZPAR INFO JIO IOPAR NXT INFO JIO PRINT PRTPA INFO	27-18
INFO	Zeigt Informationen über die letzte Berechnung des Root-Finder an. O (SOLVE) SOLVE INFO	18-4
INFO?	Schaltet die automatische Anzeige der Informationen über die Parameter-Variablen ein bzw. aus. O (MODES) MISC (NXT) INFO?	4-11
INFORM	Zeigt eine benutzerdefinierte Eingabemaske an. C (PRG)(NXT) IN INFOR	
INIT+	Speichert die Lösungswerte einer Differentialgleichung als neue Anfangswerte für eine weitere Iteration. O (SOLVE) Solve diff eq INIT+	19-2
INPUT	Unterbricht die Programmausführung und zeigt oberhalb des Stacks eine Meldung (y) an sowie eine Aufforderung (x) zur Eingabe von Daten in die Befehlszeile. C PRG NXT IN INPUT	H-10
INS	Schaltet zwischen Einfüge- und Überschreibmodus um. O ()EDIT) INS	2-14
INV	Kehrwert einer Zahl bzw. eines Feldes (x) . A $(1/x)$	12-1 14-11

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
IOPAR	Liefert den Inhalt der reservierten Variablen IOPAR. C (1/0) I OPAR (NXT) I OPAR	27-3
IP	Ganzzahliger Anteil der reellen Zahl x. F MTH REAL NXT IP	12-10
ISECT	Setzt den Grafik-Cursor auf den nächsten Schnittpunkt eines Plots zweier Funktionen, zeigt die Koordinaten des Schnittpunkts an und stellt diese Koordinaten in den Stack. O (PICTURE) FCN ISECT	22-12
ISOL	Isoliert eine Variable (x) auf einer Seite einer Gleichung (y) . C (y) .	20-15
KEEP	Löscht alle Ebenen oberhalb der aktuellen Ebene. O (STACK) (NXT) KEEP	3-9
KERRM	Liefert den Text des zuletzt empfangenen KERMIT-Fehlerpakets. C (1/0) (NXT) KERR	H-10
KEY	Liefert eine Zahl, die der Nummer der zuletzt gedrückten Taste entspricht. C (PRG)(NXT) IM KEY	H-10
KGET	Ruft eine Objektliste (x) von einem anderen Gerät ab. C • [1/0] SRVR KGET • [1/0] Transfer KGET	27-12
KILL	Bricht alle unterbrochenen Programme ab. C (PRG) NXT RUN KILL	29-9
LABEL	Die Achsen werden mit den Variablennamen und Bereichen beschriftet. C	
LABEL	Die Achsen werden mit den Variablennamen und Bereichen beschriftet. O PICTURE EDIT NXT LABEL	24-1
LAST	Stellt das (die) vorherigen Argument(e) in den Stack. C Muß eingegeben werden.	

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
LASTARG	Stellt das (die) vorherigen Argument(e) in den Stack.	3-6
	C PRG NXT ERROR LASTA	
$LCD \rightarrow$	Liefert ein Grafikobjekt an den Stack, das der Stack-Anzeige entspricht. C PRG GROB (NXT) LCD→	9-11
→LCD	Zeigt das angegebene Grafikobjekt (x) in der Stack-Anzeige an. C PRG GROB (NXT) \rightarrow LCD	9-11
LEVEL	Gibt die aktuelle Ebenen-Nummer in Ebene 1 ein. O (STACK) (NXT) LEVEL	3-9
LIBEVAL	Wertet ein Objekt (x) der Systembibliothek aus. Darf nur gemäß den Vorgaben der HP-Anwendungen verwendet werden.	H-10
LIBS	Führt alle an das aktuelle Verzeichnis angebundenen Bibliotheken auf. C (LIBRARY) LIBS	H-10
LINE	Zieht eine Linie zwischen zwei Koordinaten (x und y). C (PRG) PICT LINE	9-9
LINE	Zieht eine Line von der Markierung zum Cursor. O (PICTURE) EDIT LINE	9-3
ΣLINE	Liefert eine Gerade mit der besten Approximation für die Daten in ΣDAT gemäß dem gewählten Statistikmodell. C \bigcirc (STAT) FIT Σ LINE	H-11
LINFIT	Setzt das Kurvenapproximations-Modell auf linear. C (STAT) ZPAR MODL LINFI	
LININ	Prüft, ob ein Ausdruck (x) eine lineare Funktion einer Variablen (y) ist. F PRG TEST \bigcirc PREV LININ	H-11
$LIST \rightarrow$	Zerlegt eine Liste (x) in ihre Einzelelemente.CMuß eingegeben werden.	H-11
→LIST	Faßt x Objekte (y, z etc.) zu einer Liste zusammen. PRG TYPE \rightarrow LIST C PRG LIST \rightarrow LIST	17-1
Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
------------------------------	---	-------
→LIST	Faßt die Objekte zwischen Ebene 1 und der aktuellen Ebene zu einer Liste zusammen. O ► STACK → LIST	3-9
Σ LIST	Addiert alle Elemente in einer Liste (x) . C (MTH) LIST ELIST	17-9
ΠLIST	Multipliziert alle Elemente in einer Liste (x) . C (MTH) LIST π LIST	17-9
$\Delta LIST$	Sucht die Gruppe der ersten Unterschiede in einer endlichen Folge, die sich in einer Liste (x) befindet. C (MTH) LIST \triangle LIST	17-9
LN	Natürlicher Logarithmus (Basis e) von x . A \longrightarrow [LN]	12-2
LNP1	Natürlicher Logarithmus von $(x + 1)$. A (MTH) HYP (NXT) LNP1	12-3
LOG	Logarithmus (Basis 10) von x . A \blacktriangleright LOG	12-2
LOGFIT	Setzt das Kurvenapproximations-Modell auf logarithmisch. C (STAT) ZPAR MODL LOGFI	
LQ	Liefert die LQ-Faktorisierung einer Matrix (x) . C (MTH) MATR FACTR LQ	14-24
LR	Berechnet die lineare Regression. C (STAT) FIT LR	H-11
LSQ	Berechnet mit der Methode der kleinsten Quadrate die Minimum-Norm für ein unter- oder überbestimmtes lineares Gleichungssystem $AX =$ B, wobei A (y) die Koeffizientenmatrix und B (x) der Vektor der Konstanten auf der rechten Seite der Gleichungen ist. SOLVE SYS LSQ C MTH MATR LSQ	14-17
LU	Liefert die Crout-LU-Zerlegung einer quadratischen Matrix (x) . C (MTH) MATR FACTR LU	14-23

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
L*	Ersetzt den Logarithmus der Potenz durch das Produkt des Logarithmus.	20-28
L()	Ersetzt das Produkt des Logarithmus durch den Logarithmus der Potenz.	20-28
<u>←</u> M	Faktoren links zusammenfassen	20-26
		20-20
←M	Führt ←M aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt.	20-29
M		20.27
IVI→	O ←EQUATION ● RULES → M	20-27
►→M	Führt → M aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt.	20-29
ΜΑΝΤ	Mentices (Desimelenteil) sizes Zehl (n)	19.10
MANI	F MTH REAL NXT MANT	12-10
MARK	Setzt eine Markierung an der Cursor-Position. (F)(PICTURE) (X) O (F)(PICTURE) EDIT (NXT) MARK	9-3
MATCH	Greift von der Symbol-Eingabemaske aus auf die Funktionen zur Musteranpassung zu. O (SYMBOLIC) MATC	20-31
†MATCH	Formt einen Ausdruck (y) um. Dabei werden anhand einer Muster-Vergleichsliste (x) bestimmte Teilausdrücke ersetzt; die am tiefsten verschachtelten Teilausdrücke werden zuerst durchsucht. C	H-12
ĮMATCH	Formt einen Ausdruck (y) um. Dabei werden anhand einer Muster-Vergleichsliste (x) bestimmte Teilausdrücke ersetzt; die Ausdrücke der obersten Ebene werden zuerst durchsucht. C	H-12
MAX	Maximum von zwei reellen Zahlen $(x \text{ und } y)$. F (MTH) REAL MAX	12-10

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
MAXR	Liefert die symbolische Konstante $MAXR$, die größte auf dem Rechner darstellbare reelle Zahl (9.9999999999999499).	11-4
	F MIHJINXTJ CONS (NXT) PHAR	
ΜΑΧΣ	Größte Spaltenwerte in der Statistikmatrix in ΣDAT .	H-12
MCALC	Legt fest, daß die angegebene Variable bzw. Variablenliste (x) vom Typ "nur berechnet" sein soll. Wird nur in Zusammenhang mit MROOT verwendet. C () EQ LIB MES MCAL	H-12
MEAN	Berechnet den Mittelwert der Statistikdaten in ΣDAT . C (STAT) 1VAR MEAN	H-13
MEM	Der verfügbare Speicherplatz in Byte. C (MEMORY) MEM	H-13
MENU	Zeigt das angegebene interne oder benutzerdefinierte Menü (x) an.	30-1
	C (MODES) MENU MENU	30-1
MENU	Schaltet das Softkey-Menü ein bzw. aus. PICTURE - O PICTURE EDIT NXT MENU	
MERGE1	Fügt den Einsteck-RAM-Speicher in Port 1 mit dem Hauptspeicher zusammen. C (LIBRARY) MERG	28-18
MIN	$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	12-11
MINEHUNT	Startet das Minensuchspiel. C • EQ LIB UTILS MINE	25-17
MINIT	Erstellt ein neues $Mpar$ aus EQ . C \bigoplus EQ LIB MES MINIT	25-11
MINR	Liefert die symbolische Konstante MINR, die kleinste auf dem Rechner darstellbare reelle Zahl (1.0000000000E-499). F (MTH) (NXT) CONS (NXT) MINR	11-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ΜΙΝΣ	Findet die kleinsten Spaltenwerte in der Statistikmatrix in ΣDAT . C (STAT) 1VAR MINZ	H-13
MITM	Konfiguriert das Solver-Menü mit einer Titel-Zeichenkette (y) und einer Variablenliste (x). C	25-11
ML	Wählt für die Anzeige mehrzeiliger Ergebnisse die Darstellung in mehreren Zeilen oder in einer Zeile. O MODES FMT ML	4-11
MOD	Liefert den Modulus-Rest der Division von y durch x. F MTH REAL MOD	12-11
MOVE	Verschiebt die ausgewählte(n) Variable(n) in ein neues Verzeichnis. ○ (MEMORY) MÜVE	5-10
MSGBOX	Erstellt ein benutzerdefiniertes Meldungsfeld aus einer Zeichenkette (x) . C (PRG)(NXT) OUT MSGB	H-14
MROOT	Löst ein Gleichungssystem nach der angegebenen Variablen (x) auf, wobei zunächst nur benutzerdefinierte Werte verwendet werden (siehe MUSER und MCALC). C () EQ LIB MES MROO	H-13
MSOLVR	Startet die Lösungs-Routine mit dem aktuellen Inhalt der reservierten Variablen <i>EQ</i> . C () (EQ LIB) MES MSOL	
MUSER	Macht die angegebene Variable oder Variablenliste (x) zur benutzerdefinierten Variablen. Wird nur in Zusammenhang mit MROOT verwendet. C TEQ LIB MES MUSE	H-14
NDIST	Liefert die wahrscheinliche Normalverteilung (Glockenkurve) in x in Abhängigkeit von Varianz (y) und Mittelwert (z) der Normalverteilung. C (MTH (NXT) PROB (NXT) NDIST	12-6
ΝΣ	Liefert die Zahl der Reihen in ΣDAT . C \bigcirc (STAT) SUMS $\mathbb{N}\Sigma$	H-15
NEG	Negiert x. A (+/-) oder (MTH) (NXT) CMPL (NXT) NEG	12-1

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
NEW	Erstellt ein neues, benanntes Objekt. O (MEMORY) NEW	5-7
NEW	Erstellt einen neuen Alarm. O (TIME) Browse alarms NEW	26-6
NEWOB	Wandelt Objekt x, das aus einem zusammengesetzten Objekt oder einer Variablen entnommen wurde, in ein neues, unabhängiges Objekt um. C (MEMORY) NEWD	H-14
NEXT	Schließt eine bestimmte Schleifenstruktur ab. (PRG) BRCH START NEXT C (PRG) BRCH FOR NEXT	29-13 29-14
NEXT	Anzeige, aber nicht Ausführung des nächsten bzw. der beiden nächsten Objekte im unterbrochenen Programm. O (PRG)(NXT) RUN NEXT	29-9
NOT	Liefert das Ergebnis der binären oder logischen NICHT-Operation von x . (PRG) TEST (NXT) NOT F (MTH) BASE (NXT) LOGIC NOT	H-14 15-4
NOVAL	Platzhalter für Rücksetz- und Anfangswerte in benutzerdefinierten Dialogfeldern. Wenn ein Feld leer ist, wird NOVAL in den Stack gestellt. C (PRG) (NXT) IN NOVA	
NSUB	Bietet eine Möglichkeit für den Zugriff auf die aktuelle Rahmennummer während einer Iteration eines Programms oder Befehls, das bzw. der mit DOSUBS verwendet wird. C (PRG) LIST FROC NSUB	17-6
NUM	Liefert den Code des ersten Zeichens in einer Zeichenkette (x) . C (PRG) TYPE (NXT) NUM	H-14
NUMX	Legt bei dreidimensionalen perspektivischen Plots für jeden y-Schritt die Zahl der x-Schritte fest. C	H-15

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
NUMY	Legt bei dreidimensionalen perspektivischen Plots die Zahl der y-Schritte im Anzeigeraum fest.	H-15
	NXT NUMY	
→NUM	Wandelt ein symbolisches Objekt (x) möglichst vollständig in eine Zahl um. C ()VUM	11-5
NXEQ	Ändert aktuelle Gleichung durch zyklisches Vertauschen der Listenelemente in EQ. O	22-13
OBJ→	Zerlegt ein zusammengesetztes Objekt (x) in seine Bestandteile. (PRG) TYPE OBJ \Rightarrow	H-15
	PRG LIST OBJ→ C (CHARS)(NXT) OBJ→	17-8
OCT	Setzt die Zahlenbasis auf oktal. C MTH BASE OCT	15-1
OFF	Schaltet den Taschenrechner aus. C PRG NXT RUN NXT OFF	
ОК	Übernimmt die Werte aller Felder in der angezeigten Form oder führt die Haupt-Aktion der betreffenden Eingabemaske durch. [Eingabemaske] ENTER	6-8
OLDPRT	O [Eingabemaske] UK Paßt den Zeichensatz des HP 48 an den Infrarot-Drucker HP 82240A an. C ① [/O] PRINT PRTPH OLDPR	
OPENIO	Öffnet den seriellen Anschluß. C (JIO) (NXT) SERIA OPENI	27-3
OPTS	Wählt Plot-Optionen. O PLOT all plot types OPTS	22-2
OR	Logisches ODER zweier Ausdrücke $(x \text{ und } y)$, die sich zu 1 oder 0 auswerten lassen, oder binäre ODER-Verknüpfung zweier ganzer Zahlen $(x \text{ und } y)$ oder zweier Zeichenketten $(x \text{ und } y)$. MTH BASE (NXT)LOGIC OR	15-4
	F PRG TEST NXT OR	H-16

G-32 Verzeichnis der Operationen

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ORDER	Ändert die Anordnung des Menüs VAR gemäß der in einer Liste (x) angegebenen Reihenfolge. C $(MEMORY)$ DIR ORDER	H-16
OVER	Dupliziert das Objekt auf Ebene 2 in Ebene 1. C (STACK) OVER	3-13
ΣPAR	Reservierte Variable, in der statistische Regressionsdaten gespeichert werden. C (STAT) ZPAR ZPAR	21-14
PARAMETRIC	Wählt PARAMETRIC als Plot-Typ. C	23-8
PARITY	Legt für die Paritätsprüfung den angegebenen Wert (x) fest. C	H-16
PARSURFACE	Wählt PARSURFACE als Plot-Typ. C	23-42
PATH	Liefert eine Liste, die den Pfad zum aktuellen Verzeichnis enthält. C (MEMORY) DIR PATH	H-16
PCOEF	Ermittelt die Koeffizienten des Polynoms mit dem angegebenen Feld von Lösungen (x). C (SOLVE) POLY PCOEF	18-11
PCONTOUR	Wählt PCONTOUR als Plot-Typ. C (PLOT) NXT) 3D PTYPE PCON	23-36
PCOV	Berechnet die Kovarianz der Grundgesamtheit. C (STAT) FIT (NXT) PCOV	H-17
PDIM	Ersetzt $PICT$ durch ein leeres $PICT$ mit den angegebenen Dimensionen (y) und (x) .	9-9
		24-3
PERM	Liefert die Permutationen von jeweils x aus y Elementen.FMTHNXTPROBPERM	
PEVAL	Berechnet den Wert eines Polynoms mit einem angegebenen Feld von Koeffizienten (y) für einen gegebenen Wert (x) . C \bigcirc SOLVE POLY PEVAL	18-12

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PGDIR	Löscht das angegebene Verzeichnis (x) und seinen gesamten Inhalt.	H-17
	C (MEMORY) DIR PGDIR	
PICK	Kopiert das Objekt von Ebene x auf Ebene 1. C \bigcirc (STACK) FICK	3-13
PICK	Kopiert das Objekt von der aktuellen Ebene auf Ebene 1.	3-8
PICT	Stellt den Namen PICT in den Stack. C (PRG) PICT FICT	9-9
PICT→	Kopiert das aktuelle <i>PICT</i> als Grafikobjekt und stellt es in den Stack. PICTURE STO O PICTURE EDIT NXT NXT PICT÷	22-7
PICTURE	Ruft die grafische Umgebung auf. C (PICTURE)	9-2
PIXOFF	Inaktiviert den angegebenen Pixel (x) in <i>PICT</i> . C (PRG) PICT (NXT) PIXOF	9-10
PIXON	Aktiviert den angegebenen Pixel (x) in PICT.C PRG PICT NXT PIXON	9-10
PIX?	Prüft, ob der angegebene Pixel (x) in PICT aktiv oder inaktiv ist.C PRG PICT NXT PIX?	9-10
РКТ	Wird verwendet, um eine Befehls-Zeichenkette (y) eines gegebenen Typs (x) an einen Kermit-Server zu senden. C $(I)O$ SRVR PKT	27-15
PMAX	Legt die Koordinaten (x) des Plot-Eckpunkts oben rechts fest. C Muß eingegeben werden.	H-17
PMIN	Legt die Koordinaten (x) des Plot-Eckpunkts unten links fest. C Muß eingegeben werden.	H-17
PMT	Die Zahlungsvariable im Finanzlöser. C (SOLVE) TVM SOLVR PMT	18-17

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
POLAR	Wählt POLAR als Plot-Typ. C	23-5
POS	Liefert die Position der Teil-Zeichenkette x in der Zeichenkette y bzw. von Objekt x in Liste y . C PRG LIST ELEM POS	17-7
PRED	Berechnet anhand des aktuellen Regressionsmodells den Vorhersagewert für eine Variable in Abhängigkeit einer anderen Variablen. O (STAT) Fit Data PRED PRED	21-12
PREDV	Berechnet den Vorhersagewert für die abhängige Variable in Abhängigkeit vom Wert der unabhängigen Variablen (x) .	H-18
PREDX	Berechnet den Vorhersagewert für die unabhängige Variable in Abhängigkeit vom Wert der abhängigen Variablen (x). C (STAT) FIT PREDX	H-18
PREDY	Berechnet den Vorhersagewert für die abhängige Variable in Abhängigkeit vom Wert der unabhängigen Variablen (x). C (STAT) FIT PREDY	H-18
PRINT	Druckt ein Objekt. O Print PRINT	27-5
PRLCD	Druckt den aktuellen Anzeigeinhalt. C	
PROMPT	Zeigt im Status-Bereich eine Zeichenkette (x) als Eingabeaufforderung an und hält die Programmausführung an. C $(PRG)(NXT)$ I M (NXT) $PROM$	H-18
PROOT	Berechnet alle Lösungen eines Polynoms mit dem angegebenen Feld von Koeffizienten (x) . C \bigcirc SOLVE POLY PROOT	18-11
PRST	Druckt alle Objekte im Stack. C (1) PRINT PRST	27-7
PRSTC	Druckt alle Objekte im Stack im Kompaktformat. C • [1/0] PRINT PRSTC	

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PRTPAR	Reservierte Variable, die die aktuellen Druckereinstellungen enthält. C • [1/0] PRINT PRTPA PRTPA	27-3
PRVAR	Druckt Namen und Inhalt einer oder mehrerer Variablen (x) einschließlich der Port-Namen. C	27-7
PR1	Druckt das Objekt auf Ebene 1. C (1/0) PR 1	27-6
PSDEV	Berechnet die Standardabweichung der Grundgesamtheit. C (STAT) 1VAR (NXT) PSDEV	H-19
PURGE	Löscht eine oder mehrere angegebene Variable (n) (x). C $(PURG)$	5-12
PURG	Löscht ausgewählte Objekte oder Alarm-Termine. (MEMORY NXT PURG O (TIME Browse Alarms PURG Löscht alle Variablen für aktuellen Titel. O (PEQ LIB) VARS NXT PURG	5-11 26-6 25-6
PUT	Ersetzt das Element an der angegebenen Position (y) in einem Feld bzw. einer Liste (z) durch ein anderes Element (x). C PRG LIST ELEM PUT	14-8
PUTI	Ersetzt das Element an der angegebenen Position (y) in einem Feld bzw. einer Liste (z) durch ein anderes Element (x) und inkrementiert den Index. C PRG LIST ELEM PUTI	17-7
PV	Barwert eines Darlehens im Finanzlöser. C (SOLVE) TVM SOLVR PV	18-17
PVAR	Berechnet die Varianz der Grundgesamtheit. C (STAT) 1 VAR (NXT) PVAR	H-19
PVARS	Liefert eine Liste der aktuellen Sicherungsobjekte und Bibliotheken in einem Port (x) . C \bigcirc LIBRARY PYARS	28-5

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
PVIEW	Zeigt $PICT$ an; die angegebenen Pixel-Koordinaten (x) bezeichnen den linken oberen Eckpunkt.	H-19
	C (PRG)(NXT) OUT PVIEW	
PWRFIT	Setzt das Kurvenapproximations-Modell auf Potenz (Power).	
	C (STAT) ZPAR MODL PWRFI	
PYR	Zahlungen pro Jahr im Finanzlöser. C SOLVE TVM SOLVR NXT PYR	18-17
PX→C	Wandelt Pixel-Koordinaten (x) in Koordinaten von Benutzereinheiten um. C PRG PICT NXT PX+C	9-10
\rightarrow Q	Wandelt eine Zahl (x) in die entsprechende Bruchzahl um. C $(SYMBOLIC)$ (NXT) $\div \square$	16-6
QR	Berechnet die QR-Faktorisierung einer Matrix (x) . C (MTH) MATR FACTR QR	14-24
QUAD	Löst eine Gleichung erster oder zweiter Ordnung (y) nach einer gegebenen Variable (x) auf. C \bigcirc SYMBOLIC QUAD	20-16
QUOTE	Liefert den unausgewerteten Argument-Ausdruck x. F SYMBOLIC NXT NXT QUOT	H-19
$\rightarrow Q\pi$	Berechnet und vergleicht die Quotienten einer Zahl (x) und von Zahl/ π und liefert denjenigen mit dem kleineren Nenner. C $(SYMBOLIC)$ (NXT) $\Rightarrow \bar{Q} \pi$	16-6
RAD	Setzt den Winkelmodus auf Radiant. C (MODES) ANGL RAD (RAD)	4-4
RAND	Liefert eine Zufallszahl und aktualisiert den Basiswert für Zufallszahlen. C (MTH) (NXT) PROB RAND	12-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RANK	Berechnet den Rang einer orthogonalen Matrix (x) .	14-10
	C MTH MATR NORM NXT RANK	
RANM	Erstellt eine Matrix mit Zufallselementen aus einerListe mit festgelegten Dimensionen (x) .CMTHMATRMAKERANM	14-3
RATIO	Präfix-Form von "/"; wird von der Anwendung EquationWriter intern verwendet. F Muß eingegeben werden.	H-20
RCEQ	Liefert die Gleichung(en) in EQ an Ebene 1. () PLOT EQ C () PLOT NXT 3D EQ	H-20
RCI	Multipliziert die angegebene Zeile (x) eines Feldes (z) mit einem Faktor (y) .CMTHMATRROWRCI	14-22
RCIJ	Multipliziert die angegebene Zeile (y) eines Feldes (t) mit einem Faktor (z) und addiert das Ergebnis zu einer anderen Zeile (x) . C MTH MATE ROW RCIJ	14-22
RCL	Holt das in der angegebenen Variablen (x) gespeicherte Objekt in den Stack zurück. C (RCL)	7-12
RCL	Holt das ausgewählte Objekt in den Stack zurück. O (MEMORY) (NXT) RCL	5-9
RCLALARM	Holt den angegebenen Alarm (x) aus der Alarm-Liste des Systems. C $(TIME)$ ALRM RCLAL	H-20
RCLF	Liefert eine binäre ganze Zahl, die den Status der System-Flags angibt. C (MODES) FLAG (NXT) RCLF	24-7
RCLKEYS	Liefert eine Liste der aktuellen Benutzertasten- Zuweisungen. C (MODES) KEYS RCLK	30-8
RCLMENU	Liefert die Nummer des aktuellen Menüs. C (MODES) MENU RCLM	H-21

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RCLΣ	Holt die momentan in <i>ΣDAT</i> befindliche Statistikmatrix zurück. G PLOT NXT STAT DATA <u>ΣDAT</u> C G STAT DATA <u>ΣDAT</u>	H-21
RCWS	Holt die Wortgröße für binäre ganze Zahlen zurück. C MTH BASE NXT RCWS	15-2
RDM	Führt eine Neudimensionierung der Elemente einesFeldes (y) gemäß den angegebenen Dimensionen (x) durch.CMTHMATEMAKERDM	14-11
RDZ	Legt den Basiswert für Zufallszahlen fest. C (MTH) (NXT) PROB RDZ	12-4
RE	Liefert den reellen Teil einer komplexen Zahl bzw. eines komplexen Feldes (x) . F (MTH) (NXT) CMPL RE	12-15
RECN	Erwartet die angegebenen Daten (x) von einer entfernten Quelle, die Kermit-Software verwendet. C $(1/0)$ (NXT) RECN	H-21
RECT	Setzt den Winkelmodus auf Rectangular (Kartesisch). C MTH WECTR NXT RECT	13-2
RECV	Erwartet die vom Sender angegebenen Daten von einer entfernten Quelle, die Kermit-Software verwendet. C () RECV	
RECV	Bereitet den HP 48 auf den Empfang von Daten vor. O (T/O) Transfer RECV	27-12
REPEAT	Beginnt die Ausführung des Schleifen-Ausdrucks, wenn das Ergebnis des Prüf-Ausdrucks (x) ungleich Null ist; andernfalls wird die Programmausführung hinter dem zugehörigen END fortgesetzt. C PRG BRCH WHILE REPER	29-16

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
REPL	Ersetzt einen Teil eines Objekts (z) durch ein anderes ähnliches Objekt (x) , beginnend mit der angegebenen Position (y) .	
	PRG LIST REPL	17-8
	C (PRG) OB REPL	H-22
REPL	Ersetzt einen Teil von <i>PICT</i> durch das Grafikobjekt auf Ebene 1. O <u>PICTURE</u> EDIT NXT NXT	9-5
REPL	Ersetzt in einem Ausdruck ein Symbolmuster durch ein anderes.	7-13
RES	Legt den Abstand (x) zwischen geplotteten Punkten fest. C $(PLOT)$ PPAR RES	H-22
RESET	Setzt den aktuellen Feldwert (bzw je nach Vorgabe des Benutzers - alle Feldwerte in der aktuellen Eingabemaske) auf die Standardeinstellung. O PLOT NXT RESET	6-6
RESET	Setzt die Plot-Parameter auf ihre Standardwerte zurück. PLOT NXT 3D NXT VPAR NXT RESET O PLOT PPAR RESET	22-16
RESTORE	Ersetzt das Verzeichnis $HOME$ durch die angegebene Sicherungskopie (x) . C $(MEMORY)$ (NXT) RESTO	28-7
REVLIST	Kehrt die Reihenfolge der Elemente in einer Liste (x) um. C MTH LIST REVLI PRG LIST PROC REVLI	17-7

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RKF	Verwendet eine Liste (z) - mit dem Namen der Zeitvariablen, dem Namen der Lösungsvariablen und der Differentialfunktion - und die absolute Fehlertoleranz (y) , um die Lösung des Anfangswertproblems für einen Punkt (x) mit dem Runge-Kutta-Fehlberg-Verfahren $(4,5)$ zu berechnen. C \bigcirc SOLVE DIFFE RKF	H-22
RKFERR	Verwendet eine Liste (y) - mit dem Namen der Zeitvariablen, dem Namen der Lösungsvariablen und der Differentialfunktion - und eine mögliche Schrittweite (x) , um die Änderung der Lösung und eine Abschätzung des absoluten Fehlers für den betreffenden Schritt mit dem Runge-Kutta-Fehlberg-Verfahren (4,5) zu berechnen. C \bigcirc SOLVE DIFFE RKFE	H-23
RKFSTEP	Verwendet eine Liste (z) - mit dem Namen der Zeitvariablen, dem Namen der Lösungsvariablen und der Differentialfunktion - und eine mögliche Schrittweite (x) , um den nächsten Lösungsschritt des Anfangswertproblems mit dem Runge-Kutta-Fehlberg-Verfahren (4,5) so zu berechnen, daß die angegebene Toleranz für den absoluten Fehler (y) erfüllt ist. C (y) SOLVE DIFFE RKFS	H-23
RL	Rotiert eine binäre ganze Zahl (x) ein Bit weit links. C (MTH) BASE (NXT) BIT RL	15-5
RLB	Rotiert eine binäre ganze Zahl (x) ein Byte weit nach links. C MTH BASE NXT BYTE RLB	15-5
RND	Rundet ein numerisches Objekt (y) auf die angegebene Zahl (x) von Dezimalstellen oder signifikanten Ziffern. F MTH REAL NXT NXT RND	12-11
RNRM	Berechnet die Zeilennorm eines Feldes (x) . C MTH MATR NORM RNRM	14-9

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ROLL	"Rollt" x Ebenen im Stack nach oben, so daß Ebene x+1 auf Ebene 1 verschoben wird. C STACK ROLL	3-13
ROLL	"Rollt" den Stack so nach oben, daß die Zeiger-Ebene auf Ebene 1, und Ebene 1 auf Ebene 2 verschoben wird etc. O (STACK) ROLL	3-9
ROLLD	"Rollt" x Ebenen im Stack nach unten, so daß Ebene 2 (y) auf Ebene x verschoben wird. C	3-13
ROLLD	 "Rollt" den Stack so nach unten, daß Ebene 1 auf die Zeiger-Ebene und Ebene 2 auf Ebene 1 verschoben wird etc. O STACK ROLLD 	3-9
ROOT	Löst eine Gleichung (z) nach einer Unbekannten (y) auf und beginnt bei der Suche mit einem Anfangs-Schätzwert (x) . C \bigcirc SOLVE ROOT ROOT	H-23
ROOT	Setzt den Grafik-Cursor auf den Schnittpunkt zwischen dem Funktions-Plot und der <i>x</i> -Achse, zeigt den Wert der Nullstelle an und stellt diesen Wert in den Stack. O ()PICTURE) FCN ROOT	22-12
ROT	Rotiert Elemente um eine Ebene nach oben. C (STACK) ROT	3-13
ROW+	Erweitert ein Feld (z) , indem ein Zeilenvektor (y) an der angegebenen Zeilennummer (x) eingefügt wird. C MTH MATE ROW ROW+	14-5
+ROW	Fügt in MatrixWriter eine aus Nullen bestehende Zeile an der Position der aktuellen Zeile ein. O (MATRIX) (NXT) +ROW	8-9
ROW-	Löscht die angegebene Zeile (x) eines Feldes (y) . C MTH MATR ROW ROW-	14-6
-ROW	Löscht in MatrixWriter die aktuelle Zeile. ○ ► MATRIX NXT -ROW	8-9
→ROW	Zerlegt ein Feld (x) in seine einzelnen Zeilenvektoren. C (MTH) MATR ROW ROW+	14-5

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ROW→	Fügt eine Folge von Zeilenvektoren (\ldots , z, y) zu einer Matrix mit x Zeilen zusammen. C MTH MATR ROW ROW \Rightarrow	14-3
RR	Rotiert eine binäre ganze Zahl (x) ein Bit weit nach rechts. C MTH BASE NXT BIT RR	15-5
RRB	Rotiert eine binäre ganze Zahl (x) ein Byte weit nach rechts. C MTH BASE NXT BYTE RRB	15-6
RREF	Berechnet die orthogonale Staffel-Matrix mit reduzierten Zeilen einer Matrix (x) . C (MTH) MATR FACTR RREF	14-22
RRK	Verwendet eine Liste (z) - mit dem Namen der Zeitvariablen, dem Namen der Lösungsvariablen, der Differentialfunktion und ihren ersten beiden Ableitungen - und die Toleranz für den absoluten Fehler (y) , um die Lösung des Anfangswertproblems an einem Punkt (x) mit dem Rosenbrock und Runge-Kutta Verfahren zu ermitteln. C \bigcirc SOLVE DIFFE RRK	H-23
RRKSTEP	Verwendet eine Liste (t) —mit Zeitvariable, Lösungsvariable und mit der Differentialfunktion sowie deren erste 2 Ableitungen—eine mögliche Schrittweite (y) und einen Wert (x) zur Angabe des beim vorherigen Schritt verwendeten Lösungsverfahrens. Berechnet den nächsten Lösungsschritt des Anfangswertproblems mit einer Kombination der Verfahren nach Rosenbrock und Runge-Kutta so, daß die angegebene Toleranz (z) für den absoluten Fehler erfüllt wird. C \bigcirc SOLVE DIFFE RRKS	H-24
RSBERR	Verwendet eine Liste (y) - mit dem Namen der Zeitvariablen, dem Namen der Lösungsvariablen, mit der Differentialfunktion und ihren ersten beiden Ableitungen - und eine mögliche Schrittweite (x) , um die Änderung der Lösung und eine Abschätzung des absoluten Fehlers für den betreffenden Schritt mit einer Kombination der Verfahren nach Rosenbrock und Runge-Kutta zu berechnen. C \bigcirc SOLVE DIFFE RSBER	H-24

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
RSD	Berechnet den Rest z - yx aus drei Feldern. C MTH MATR NXT RSD	14-19
RSWP	Vertauscht zwei angegebene Zeilen $(y \text{ und } x)$ einesFeldes (z) .CMTHMATRROWNXTRSWP	14-7
R→B	Wandelt eine positive reelle ganze Zahl (x) in ihre binäre ganzzahlige Entsprechung um. C MTH BASE R+B	15-3
R→C	Faßt getrennte reelle (y) und imaginäre (x) Komponenten zu einer komplexen Zahl (bzw. zu einem komplexen Feld) zusammen. PRG TYPE C MTH NXT CMPL R÷C	12-15
R→D	Wandelt ein Winkelmaß (x) von Radiant in Grad um. F (MTH) REAL (NXT)(NXT) R+D	12-8
SAME	Prüft, ob zwei Objekte (y und x) gleich sind. C (PRG) TEST (NXT) SAME	H-24
SBRK	Sendet bei der seriellen Übertragung ein Unterbrechungs-Signal (Break). C (1/0) (NXT) SERIA SBRK	27-22
SCALE	Legt den horizontalen (y) und vertikalen (x) Skalierungsfaktor der PLOT-Achsen fest. C \bigcirc PLOT FPAR \bigcirc NXT SCALE	H-24
SCATRPLOT	Zeichnet ein Scatter-Plot (Streu-Diagramm) der Statistikdaten in ΣDAT . C $(STAT)$ PLOT SCATR	21-12
SCATTER	Wählt SCATTER als Plot-Typ. C	23-24
SCHUR	Berechnet die Schur-Zerlegung einer quadratischen Matrix (x) . C MTH MATR FACTR SCHUR	14-24
SCI	Setzt den Anzeige-Modus auf Scientific (Wissenschaftlich). Angezeigt werden x Dezimalstellen. C (MODES) FMT SCI	4-2

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
$\mathrm{SCL}\Sigma$	Führt eine automatische Skalierung der Daten in ΣDAT für einen Scatter-Plot durch. C Muß eingegeben werden.	
SCONJ	Konjugiert den Inhalt einer Variablen (x). C (MEMORY) ARITH (NXT) SCON	H-24
SDEV	Berechnet die Standardabweichung für jede der Spalten in ΣDAT . C \bigcirc (STAT) 1 VAR SDEV	H-25
SEND	Sendet den Inhalt einer Variablen (x) an ein Kermit Gerät. C \bigoplus I/O SEND	H-25
SEND	Sendet das/die angegebene(n) Objekt(e) mit dem in der Eingabemaske angegebenen Verfahren. O (I/O [mehrere] SEND	27-11
SEQ	Erzeugt eine Folge (eine Liste) aus einem Ausdruck (v) unter Verwendung einer Variablen (t), deren Wert in Schritten der Breite x von z auf y erhöht wird. C (PRG) LIST FROC (NXT) SEQ	17-8
SERVER	Versetzt den HP 48 in den Kermit Server-Modus. C (1/0) SRVR SERVE	
SF	Setzt das angegebene Flag (x). (PRG) TEST (NXT) NXT) SF C (MODES) FLAG SF	4-9
SHADE	Schraffiert den Bereich zwischen der Kurve einer Funktion und der x-Achse oder zwischen zwei Kurven und den von der Markierung und dem Cursor angegebenen x-Werten. O () PICTURE) FCN SHADE	22-12
SHOW	Rekonstruiert einen Ausdruck (y) so, daß alleVerweise auf eine Variable (x) explizit werden.CCSYMBOLICSHOW	20-18
SIDENS	Berechnet die innere Dichte von Silizium als Funktion der Temperatur (x) . F \bigoplus EQ LIB UTILS SIDEN	H-25

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SIGN	Liefert das Vorzeichen einer Zahl (x) . F (MTH) REAL (NXT) SIGN	12-11
	Liefert den Einheitsvektor zu einer komplexen Zahl (x). F (MTH (NXT) CMPL (NXT) SIGN	12-15
SIMU	Schaltet bei Darstellung mehrerer Funktionen zwischen gleichzeitigem und sequentiellem Plotten um.	
	O (PLOT) NXT) FLAG SIMU	23-2
SIN	Sinus von x . A SIN	12-2
SINH	Sinus hyperbolicus von x . A (MTH) HYP SINH	12-3
SINV	Ersetzt den Inhalt einer Variablen (x) durch die entsprechende Umkehrung. C $(MEMORY)$ ARITH (NXT) SINV	H-25
SIZE	Ermittelt die Dimensionen von Liste, Feld, Zeichenkette, algebraischem Objekt oder Grafikobjekt (x).	
	(PRG) LIST ELEM SIZE	17-7
	C (PRG) GROB (NXT) SIZE	9-12
SIZE	Zeigt die Größe des ausgewählten Objekts in Bytes und den verfügbaren Speicherbereich an. (LIBRARY) Browse ports (NXT) SIZE	5-11
	0 (P) (MEMORY) (NXT) SIZE	
←SKIP	Verschiebt den Cursor nach links bis zum nächsten logischen Einschnitt.	2-14
	O EDIT +SKIP	
SKIP→	Verschiebt den Cursor nach rechts bis zum nächsten logischen Einschnitt. (T)EDIT +SKIP O EDIT +SKIP	2-14

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SL	Verschiebt eine binäre ganze Zahl (x) ein Bit weit nach links.	15-6
SLB	Verschiebt eine binäre ganze Zahl (x) ein Byte weit nach links. C MTH BASE NXT BYTE SLB	15-6
SLOPE	Berechnet und zeigt die Steigung der Funktion an der Cursor-Position und stellt den Wert in den Stack. O	22-12
SLOPEFIELD	Wählt SLOPEFIELD als Plot-Typ. C	23-30
SNEG	Negiert den Inhalt einer Variablen (x) . C (MEMORY) ARITH (NXT) SHEG	H-26
SNRM	Berechnet die Spektral-Norm eines Feldes (x) . C MTH MATR NORM SNRM	14-9
SOLVE	Initialisiert die Lösungsprozedur für die aktuelle Aufgabenstellung. O (SOLVE) [mehrere] SOLVE	18-1
SOLVEQN	Konfiguriert den Solver mit einem internen Gleichungssystem (das durch Themenbereich (z) und Titel (y) festgelegt wird) und lädt das zugehörige Diagramm in <i>PICT</i> , sofern diese Option angegeben ist (x) . C \bigoplus EQ LIB EQLIB SOLVE	H-26
SORT	Sortiert die Elemente in einer Liste (x) in aufsteigender Reihenfolge. C (MTH) LIST SORT	17-7
SPHERE	Spezifiziert Kugel-Koordinatenmodus. C (MTH) VECTR (NXT) SPHER	13-2
SQ	Liefert den Quadratwert zu x . A (x^2)	12-1
SR	Schiebt eine binäre ganze Zahl (x) ein Bit weit nach rechts. C (MTH) BASE (NXT) BIT SR	15-6

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SRAD	Berechnet den Spektralradius einer quadratischen Matrix (x) .	14-10
	C MTH MATR NORM SRAD	
SRB	Schiebt eine binäre ganze Zahl (x) ein Byte weit nach rechts.	15-6
	C MTH BHSE NXT BYTE SRB	
SRECV	Liest die angegebene Zahl von Zeichen (x) vom seriellen Anschluß ein. C (f)[I/O][NXT] SERIA SRECV	27-21
SST	Führt ein unterbrochenes Programm einzelschrittweise aus. O (PRG)(NXT) RUN SST	29-9
SST↓	Führt ein unterbrochenes Programm und seine Subroutinen einzelschrittweise aus. O (PRG)(NXT) RUN SST+	
START	Beginnt eine bestimmte Schleife. C (PRG) BRCH START START	29-13
START	Gibt START NEXT ein.	
P START	Gibt START STEP ein. O (PRG) BRCH (+)START	
STD	Setzt den Anzeige-Modus auf Standard. C (MODES) FMT STD	4-2
STEP	Schließt eine bestimmte Schleife ab. (PRG) BRCH FOR STEP C (PRG) BRCH START STEP	29-13 29-13 29-14
STEP	Führt den nächsten Schritt einer schrittweisen Differentiation aus. O (SYMBOLIC) Differentiate STEP	20-11
STEQ	Speichert eine Gleichung (x) in EQ . (+)PLOT + EQ C $(+)PLOT NXT = 3D + EQ$	18-7
STIME	Legt die Zeitüberschreitung für serielles Übertragen/Senden fest (x Sekunden). C ① [1/0] NXT SERIA STIME	27-22

G-48 Verzeichnis der Operationen

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
↑STK	Wählt den Interaktiven Stack aus.	
	(FEDIT) +STK	3-7
	O ₱MATRIX NXT +STK	8-9
→STK	Kopiert das momentan markierte Element im MatrixWriter in den Stack.	8-9
→STK	Kopiert das Gleichungssystem in den Stack. O ℯ EQ LIB ENTER → STK	25-5
STO	Speichert Objekt y in Variable x . C (STO)	5-12
STOALARM	Speichert einen Alarm (x) in der Alarm-Liste des Systems. C (TIME) ALRM STOAL	H-26
STOF	Verwendet eine binäre ganze Zahl (x), um den Status der System-Flags festzulegen, oder eine Liste aus zwei binären ganzen Zahlen (x), um den Status der System-Flags und der Benutzer-Flags festzulegen. C MODES FLAG NXT STOF	24-8
STOKEYS	Verwendet eine Liste (x), um mehrere Benutzertasten-Zuweisungen vorzunehmen. C (MODES) KEYS STOK	30-6
STO+	Addiert die Zahl oder ein anderes Objekt zum Inhalt der spezifizierten Variablen. C (MEMORY) ARITH STO+	H-27
STO-	Berechnet Differenz zwischen dem Inhalt der spezifizierten Variablen (y). und der angegebenen Zahl (oder Objekt) und speichert Ergebnis in spezifizierter Variable. C (MEMORY) ARITH STO-	H-27
STO*	Multipliziert den Inhalt der angegebenen Variablen mit der angegebenen Zahl oder einem anderen Objekt. C (MEMORY) ARITH STO*	H-27

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
STO/	Berechnet den Quotienten aus dem Inhalt der angegebenen Variablen und der angegebenen Zahl (oder Objekt) und speichert Ergebnis in spezifizierter Variable. C (MEMORY) ARITH STOZ	H-27
STOΣ	Speichert aktuelle Statistikmatrix (x) in ΣDAT . C \bigcirc STAT DATA \bigcirc ΣDAT	H-28
$STR \rightarrow$	Wertet String aus, als sei der betreffende Text in die Befehlszeile eingegeben worden. C Muß eingegeben werden.	
→STR	Wandelt ein Objekt (x) in eine Zeichenkette um. C (PRG) TYPE \rightarrow STR	H-28
STREAM	Entnimmt ein Objekt (x) (normalerweise ein Programm oder einen Befehl) und wendet es auf jedes Element einer Liste (y) an. C PRG LIST PROC STREA	17-6
STS	Zeigt eine Statuszeile mit aktuellem Verzeichnis, Modi und gesetzten Flags sowie aktuelles Datum und Uhrzeit an.	6-5
STWS	Legt x Bits als Wortgröße für ganze Zahlen fest. C MTH BASE NXT STWS	15-2
SUB	Extrahiert den Teil einer Liste, eines Strings oder eines Grafikobjekts (z) , der durch Start- (y) und End- (x) Position definiert ist.	
	PRG LIST SUB (CHAR) SUB MTH MATR MAKE (NXT) SUB C (PRG) GROB SUB	9-11
SUB	Liefert den angegebenen Teil von <i>PICT</i> an den Stack. O G PICTURE EDIT NXT NXT SUB	9-5
SUB	Liefert den angegebenen Teilausdruck an den Stack. O (CALEQUATION) (SUB	20-22

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
SVD	Berechnet die singuläre Wert-Zerlegung einer recheckigen Matrix (x) .	14-24
	C MTH MATR FACTR SVD	
SVL	Berechnet die Singularwerte einer rechteckigen Matrix (x) .	14-25
	C MTH MATR FACTR NXT SVL	
SWAP	Vertauscht die Objekte auf Ebene 1 und 2. C (SWAP)	3-4
SYM	Legt fest, ob symbolische Konstanten zu Zahlen ausgewertet werden oder nicht.	4-11
	O (MODES) MISC SYM	
SYSEVAL	Wertet ein Systemobjekt (x) aus. Darf nur gemäß den Vorgaben der HP-Anwendungen verwendet werden.	H-28
	C Muß eingegeben werden.	
T→	Term nach links verschieben. O	20-24
T→€	Führt	20-29
$T \rightarrow$	Term nach rechts verschieben.	20-24
	O (F) (EQUATION) (A RULES 14	20.20
	Änderung mehr eintritt.	20-29
%T	Liefert den Anteil von x an y in Prozent. F (MTH) REAL ZT	12-9
→TAG	Markiert ein Objekt (y) mit einem Namen oder einer beschreibenden Zeichenkette (x) .	H-28
	C PRG TYPE →TAG	
TAN	Tangens von x . A (TAN)	12-2
TAIL	Liefert eine Liste (x) ohne ihr erstes Element.	17-7
	C [PRG] LISI ELEM [NXT] IHIL	
TANH	Tangens hyperbolicus von x . A (MTH) HYP TANH	12-3

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
TANL	Zeichnet die Tangente an die aktuelle Funktion am x-Wert des Cursors und stellt die Gleichung der Tangenten in den Stack. O (S)[PICTURE] FCN (NXT) TANL	22-13
TAYLR	Berechnet das Taylorsche Näherungspolynom x ter Ordnung zu einem Ausdruck (z) für eine angegebene Variable (y). C $(SYMBOLIC)$ THYLR	20-13
TDELTA	Liefert die Differenz zwischen einer Endtemperatur (y) und einer Anfangstemperatur (x). Hierbei handelt es sich um eine auf Temperaturen spezialisierte Version der normalen Subtraktionsfunktion. F TEQ LIB UTILS NXT TDELT	H-28
TEACH	Lädt interne Beispiele. C Muß eingegeben werden.	29-21
TEXT	Zeigt bei Aktualisierung des Displays Stackinhalt an. C (PRG)(NXT) OUT TEXT	
THEN	Leitet den Wahr-Ausdruck ein. (PRG) (NXT) ERROR IFERR THEN (PRG) BRCH CASE THEN C (PRG) BRCH IF THEN	29-11
TICKS	Liefert die Systemzeit als binäre ganze Zahl in Takt-Einheiten (1 Takt = $\frac{1}{8192}$ Sekunden). C (TIME) TICKS	16-4
TIME	Liefert die aktuelle Zeit im 24-Stunden-Format HH.MMSS. C (TIME) TIME	16-3
→TIME	Setzt die Systemzeit auf einen Zeitwert (x) , der im 24-Stunden-Format HH.MMSSs angegeben wird. C $(TIME) \Rightarrow TIM$	H-29
TINC	Erhöht oder vermindert eine gegebene Temperatur (y) um einen festgelegten Temperaturunterschied (x). Hierbei handelt es sich um eine auf Temperaturen spezialisierte Version der normalen Additionsfunktion. F FEQ LIB UTILS NXT TINC	H-29

G-52 Verzeichnis der Operationen

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
TLINE	Schaltet in $PICT$ die Pixel auf der Linie ein bzw. aus, die durch zwei Koordinaten (y und x) definiert ist. C (PRG) FICT TLINE	9-9
TLINE	Schaltet die Pixel ein bzw. aus, die auf der Verbindungslinie zwischen Markierung und Cursor liegen. O () PICTURE EDIT TLINE	9-4
TMENU	Zeigt das in einer Liste definierte Benutzermenü (x) an, ändert aber nicht den Inhalt von CST. C (MODES) MENU TMEN	30-4
ТОТ	Addiert die einzelnen Spalten der Matrix in <i>ΣDAT</i> . C (STAT) 1VAR TOT	H-29
TRACE	Berechnet die Summe der Diagonalelemente (Spur) einer quadratischen Matrix (x). C MTH MATR NORM (NXT) TRACE	14-10
TRACE	Schaltet den TRACE-Modus ein bzw. aus. O	22-5
TRANSIO	Wählt die angegebenen Einstellungen für Zeichenkonvertierung (x). C (100 IOPAR TRAN	H-29
TRG*	Erweitert die trigonometrischen und Hyperbelfunktionen von Summen und Differenzen. O (CULTION) CRULES TRG*	20-29
→TRG	Ersetzt exponentielle durch trigonometrische Funktionen. O () EQUATION (RULES > TRG	20-28
TRN	Transponiert eine Matrix (x) .CMTHMATRMAKETRN	14-11
TRNC	Verkürzt eine Zahl (y) auf die angegebene Anzahl (x) von Dezimalstellen oder signifikanten Ziffern. F (MTH) REAL (NXT) (NXT) TRNC	12-11
TRUTH	Wählt TRUTH als Plot-Typ. C • PLOT PTYPE TRUTH	23-16

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
TSTR	Wandelt Datum (y) und Uhrzeit (x) aus der numerischen in die Zeichenketten-Darstellung - einschließlich des berechneten Wochentags - um. C (TIME) (NXT) (NXT) TSTE	16-4
TVARS	Liefert Variablen, die den angegebenen Objekttyp (x) enthalten. C (MEMORY) DIR TVARS	H-30
TVM	Zeigt das TVM-Menü an. C (SOLVE) T부현	18-14
TVMBEG	Setzt den Zeitraumbeginn als Zahlungs-Modus. C Muß eingegeben werden.	
TVMEND	Setzt das Zeitraumende als Zahlungs-Modus. C Muß eingegeben werden.	
TVMROOT	Löst anhand der Werte in den übrigen TVM-Variablen nach der angegebenen TVM-Variablen (x) auf. C $(SOLVE)$ TVM TVMR	H-30
TYPE	Liefert die Typnummer eines Objekts (x). (PRG) TYPE (NXT) NXT) TYPE C (PRG) TEST (NXT) TYPE	H-30
TYPES	Zeigt eine Liste gültiger Objekttypen für das ausgewählte Feld an. O [<i>Eingabemaske</i>] [NXT] TYPES	6-7
UBASE	Wandelt Einheitenobjekte (x) in SI-Grundeinheiten um. F (UNITS) UBASE	10-8
UFACT	Ermittelt den Faktor der Einheit x in einem anderen Einheitenobjekt (y) . C \bigoplus UNITS UFACT	10-11
→UNIT	Erstellt ein Einheitenobjekt aus einer reellen Zahl (y) und dem Einheitenteil eines Einheitenobjekts (x). PRG TYPE +UNIT C JUNITS +UNIT	10-17
UNTIL	Leitet einen Prüf-Ausdruck ein. C (PRG) BRCH DO UNTIL	29-15

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
UPDIR	Macht das übergeordnete Verzeichnis zum aktuellen Verzeichnis. C (UP)	5-13
UTPC	Liefert die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Zufallsvariable Chi im Quadrat größer ist als x , in Abhängigkeit von den Freiheitsgraden (y) der Verteilung. C MTH NXT PROB NXT UTPC	12-5
UTPF	Liefert die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Snedecor-Zufallsvariable F größer als x ist, in Abhängigkeit von Zähler- (z) und Nenner- (y) Freiheitsgrad der Verteilung. C MTH NXT PROB NXT UTPF	12-5
UTPN	Liefert die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die normale Zufallsvariable größer als x ist, in Abhängigkeit von Mittelwert (z) und Varianz (y) der Verteilung. C MTH NXT PROB NXT UTPN	12-5
UTPT	Liefert die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Student-Zufallsvariable t größer als x ist, in Abhängigkeit von den Freiheitsgraden (y) der Verteilung. C MTH NXT PROB NXT UTPT	12-5
UVAL	Eliminiert die Einheitenkomponente des angegebenen Einheitenobjekts (x) . \bigcirc UNITS UVAL	10-17
VAR	Berechnet die Varianz der Spalten mit Statistikdaten in ΣDAT. C	H-31
VARS	Liefert eine Liste der Variablen im aktuellen Verzeichnis. C (MEMORY) DIR VARS	H-31
VEC	Schaltet zwischen Vektor- und Feld-Modus um. O (MATRIX) VEC	8-9

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
VIEW	Kopiert das Objekt auf der aktuellen Ebene in eine für die Anzeige geeignete Umgebung. O (VIEW)	3-8
VIEW	Zeigt die Menü-Schlüsselwörter für das aktuelle Menü an. Wenn die Schlüsselwörter Variablen sind, werden ihre Werte angezeigt. O (VIEW)	3-8
VIEW	Zeigt den Bereich und die aktuelle Gleichung an, solange die Taste gedrückt wird. O () PICTURE FCN (NXT) VIEW	22-6
VPAR	Liefert die reservierte Variable VPAR. C	22-16
VTYPE	Liefert die Typ-Nummer des in dem lokalen oder globalen Namen x gespeicherten Objekts. C PRG TYPE NXT NXT VTYPE	H-31
VZIN	Zoomt das Bild vertikal heran. O • PICTURE ZOOM NXT VZIN	22-10
VZOUT	Zoomt das Bild vertikal weg. O	22-10
\rightarrow V2	Faßt zwei reelle Zahlen (y und x) zu einem zweidimensionalen Vektor oder einer komplexen Zahl zusammen. O (MTH) $\forall ECTR \Rightarrow \forall 2$	13-4
→V3	Faßt drei reelle Zahlen unter Berücksichtigung des aktuellen Koordinatensystem-Modus zu einem dreidimensionalen Vektor zusammen. C MTH ₩ECTR →₩3	13-4
$V \rightarrow$	Zerlegt einen Vektor bzw. eine komplexe Zahl (x) unter Berücksichtigung des aktuellen Winkelmodus in seine/ihre Komponenten. C MTH VECTR V÷	13-4
*W	Multipliziert den horizontalen Plot-Skalierungswert mit einem Faktor (x) . C \bigcirc PLOT FFAR $\boxed{NXT} & \#$	H-31

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
WAIT	Hält die Programmausführung für die angegebene Sekundenzahl (x) oder bis zum nächsten Tastendruck an. C (PRG) (NXT) IN WHIT	H-32
WHILE	Leitet eine unbestimmte Schleife ein. C (PRG) BRCH WHILE WHILE	29-16
WHILE	Gibt WHILE REPEAT END ein. O (PRG) BRCH ()WHILE	H-32
WID→	Vergrößert die Spaltenbreite und vermindert die Spaltenzahl. ○ (MATRIX) ₩ID→	8-9
←WID	Vermindert die Spaltenbreite und erhöht die Spaltenzahl. O (MATRIX) + WID	8-9
WIREFRAME	Wählt WIREFRAME (Drahtgitter) als Plot-Typ. C	23-33
WSLOG	Liefert eine Folge von Zeichenketten, die für jeden Warmstart Datum, Uhrzeit und Ursache angeben. C Muß eingegeben werden.	H-32
ΣΧ	Liefert die Summe der Daten in der unabhängigen Spalte von ΣDAT . C $(STAT)$ SUMS ΣX	H-32
ΣΧ^2	Liefert die Summe der Quadrate der Daten in der unabhängigen Spalte von ΣDAT . C \bigcirc (STAT) SUMS ΣX^{2}	H-33
XCOL	Legt die Spalte (x) der unabhängigen Variablen in der Matrix ΣDAT fest. C \bigcirc STAT ΣPAR XCOL	H-33
XMIT	Sendet die angegebene Zeichenkette (x) ohne Verwendung des Kermit-Protokolls über den seriellen Anschluß. C () (NXT) SERIA XMIT	27-21

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
XOR	Logisches XOR zweier Ausdrücke $(x \text{ und } y)$, die sich zu 1 oder 0 auswerten lassen, oder binäre XOR-Verknüpfung zweier ganzer Zahlen $(x \text{ und } y)$ oder zweier Zeichenketten $(x \text{ und } y)$. MTH BASE NXT LOGIC XOR F PRG TEST NXT XOR	15-4
XPON	Liefert den Exponenten einer Zahl (x) . F MTH REAL NXT XPON	12-11
XRECV	Empfängt ein Objekt über Xmodem. C	H-33
XRNG	Legt den Anzeigebereich für die horizontale Plot-Achse fest (zwischen y und x). C \bigcirc PLOT PPAR XRNG	H-33
XROOT	Liefert die x te Wurzel der reellen Zahl y . A \overrightarrow{vy}	12-2
XSEND	Sendet ein Objekt über Xmodem. C	H-33
XVOL	Gibt die Koordinaten X _{left} (y) und X _{right} (x) an und legt damit die Breite des dreidimensionalen Plot-Raums fest. C (PLOT) NXT) 3D VPAR XVOL	H-34
XXRNG	Gibt die Koordinaten XX _{left} (y) und XX _{right} (x) an und legt damit die Breite des dreidimensionalen Ziel-Zuordnungsbereichs fest (für GRIDMAP- und PARSURFACE-Plots). C	H-34
ΣX*Y	Liefert die Summe der Datenprodukte in der unabhängigen und der abhängigen Spalte von <i>ΣDAT</i> . C (STAT) SUMS ΣX*Y	H-34
(X,Y)	Schaltet die Anzeige der aktuellen Cursor-Koordinaten links unten in der Anzeige ein bzw. aus. 0	22-4

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
X,Y→	Stellt die aktuellen Cursor-Koordinaten als komplexe Zahl in den Stack. PICTURE ENTER O PICTURE EDIT NXT NXT X, Y >	22-7
ΣY	Liefert die Summe der Daten in der abhängigen Spalte von <i>ΣDAT</i> . C (STAT) SUMS ΣΥ	H-34
$\Sigma Y^{*}2$	Liefert die Summe der Quadrate der Daten in der abhängigen Spalte von ΣDAT . C $(STAT)$ SUMS ΣY^2	H-34
YCOL	Wählt für Statistik-Operationen mit zweiVariablen die angegebene Spalte (x) von ΣDAT als Spalte der abhängigen Variablen.CCSTAT ΣPAR YCOL	H-35
YRNG	Legt den Anzeigebereich für die vertikale Plot-Achse fest (zwischen y und x). C ()[PLOT] PPAR YRNG	H-35
YSLICE	Wählt YSLICE als Plot-Typ. C (PLOT) NXT) 3D PTYPE YSLIC	23-38
YVOL	Gibt die Koordinaten $Y_{far}(y)$ und $Y_{near}(x)$ an und legt damit die Breite des dreidimensionalen Plot-Raumes fest. C $(PLOT)$ NXT 3D VPAR YVOL	H-35
YYRNG	Gibt die Koordinaten $YY_{far}(y)$ und $XX_{near}(x)$ an und legt damit die Breite des dreidimensionalen Ziel-Zuordnungsbereichs fest (für GRIDMAP- und PARSURFACE-Plots). C \bigoplus (PLOT) (NXT) 3D VPAR	H-35
ZAUTO	Führt eine automatische Skalierung des Graphen durch und zeichnet ihn neu. O	22-10
ZDECI	Skaliert die horizontale Achse so, daß der Pixelabstand der Länge 0,1 entspricht. ○ ᡨPICTURE ZOOM NXT NXT ZDECI	22-10

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ZDFLT	Setzt PPAR auf die aktuellen Skalierungseinstellungen zurück. O () PICTURE ZOOM ZDFLT	22-9
ZFACT	Zeigt eine Eingabemaske zur Festlegung der Standard-Zoom-Faktoren an. O	22-8
ZFACTOR	Berechnet den Gaskompressibilitätsfaktor Z aus dem Temperaturabnahmeverhältnis (y) und dem Druckabnahmeverhältnis (x). F TEQ LIB UTILS ZFACT	H-35
ZIN	Zoomt das Bild um einen Standard-Faktor heran. O () PICTURE ZOOM ZIN	22-9
ZINTG	Skaliert die horizontale und vertikale Achse so, daß der Pixelabstand der Länge 1 entspricht. O OPICTURE ZOOM NXT NXT ZINTG	22-10
ZLAST	Kehrt wieder zum vorherigen Zoom-Faktor zurück. O	22-10
ZOOM	Vergrößert einen (vom Benutzer gezeichneten) rechteckigen Bereich auf die gesamte Bildschirmanzeige. O <u>PICTURE</u> ZOOM BOXZ [draw a box] ZOOM	22-9
ZOUT	Zoomt das Bild um einen Standard-Faktor weg. O () PICTURE ZOOM ZOUT	22-9
ZSQR	Gleicht den vertikalen an den horizontalen Skalierungswert an. O	22-9
ZTRIG	 Skaliert die horizontale Achse so, daß jeweils 10 Pixel der Länge pi/2 entsprechen, und die vertikale Achse so, daß jeweils 10 Pixel der Länge 1 entsprechen. O PICTURE ZOOM NXT NXT ZTRIG 	22-10

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
ZVOL	Gibt die Koordinaten Z _{low} (y) und Z _{high} (x) an und legt damit die Höhe des dreidimensionalen Plot-Raumes fest. C	H-36
+	Addiert zwei Objekte (y und x). A $+$	12-1
+/-	Schaltet den Cursor-Modus zwischen überlagertem und invertierendem Kreuz um. PICTURE +/- O PICTURE EDIT NXT +/-	22-7
+1-1	Addiert und subtrahiert 1. O	20-23
_	Subtrahiert ein Objekt (x) von einem anderen (y) . A \bigcirc	12-1
-()	Doppelt negieren und ausmultiplizieren. O	20-27
*	Multipliziert zwei Objekte (y und x). A $\overleftarrow{\mathbf{X}}$	12-1
*1	Multipliziert mit 1. O ()EQUATION (RULES *1	20-23
/	Dividiert ein Objekt (y) durch ein anderes (x) . SOLVE SYS	12-1
/1	Dividiert durch 1. O () EQUATION CRULES /1	20-23
٨	Erhebt eine Zahl (y) zu der angegebenen Potenz (x). A y^x	12-1
^1	Potenziert mit 1. O	20-23
<	Prüft, ob $y < x$. F PRG TEST <	H-36

Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
≤	Prüft, ob $y \le x$. F PRG TEST \leq	H-36
>	Prüft, ob $y > x$. F PRG TEST >	H-37
2	Prüft, ob $y \ge x$.FPRGTEST	H-37
=	Liefert eine Gleichung, die aus zwei Ausdrücken besteht $(y \text{ und } x)$. A $()$	11-4
==	Prüft, ob $y = x$. F PRG TEST ==	H-38
¥	Prüft, ob $y \neq x$. F PRG TEST \neq	H-38
!	Fakultät von x. F (MTH) (NXT) PROB !	12-4
ſ	Integriert einen Ausdruck (y) zwischen t und z für die angegebene Integrationsvariable (x) . A	H-38
д	Leitet einen Ausdruck (y) nach der angegebenen Differentiationsvariablen (x) ab. A $\longrightarrow @$	H-39
%	Berechnet y Prozent von x . A (MTH) REAL %	12-9
π	Liefert die symbolische Konstante π (bzw. 3.14159265359, je nach Status von Flag -2). MTH NXT CONS F \mathbf{T}	11-4
Σ	Berechnet die Summe eines Ausdrucks (x) , der mehrmals ausgewertet wird, während eine Indexvariable (t) von z nach y läuft.	H-39
Σ+	Addiert einen Datenpunkt (x) zu der Matrix in $\Sigma DAT.$ C $\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	H-39
Name, Taste oder Menüfeld	Beschreibung, Typ und Tasten	Seite
------------------------------	---	-------
Σ-	Subtrahiert einen Datenpunkt (x) von der Matrix in ΣDAT .	H-39
	C (STAT) DATA I-	
\checkmark	Liefert die Quadratwurzel von x . A \sqrt{x}	12-1
I	Verwendet eine Liste von Namen und Werten (x) zur Substitution von Werten für die Namen in einem Ausdruck (y) . F (\P)(SYMBOLIC) (NXT)	20-18
1/()	Doppelt invertieren und ausmultiplizieren. O	20-27
(())	Setzt benachbarte Objekte in Klammern. O (EQUATION) RULES ((20-25
(←	Teilausdruck links erweitern. O (EQUATION) RULES (NXT) (+	20-25
(←	Führt (+ aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt. 0 EQUATION RULES (NXT)	20-29
→()	Präfix-Funktion verteilen. ○	20-26
→)	Teilausdruck rechts erweitern. O (EQUATION) (RULES (NXT) +)	20-25
	Führt →) aus, bis keine Änderung im Teilausdruck mehr eintritt. 0 ① EQUATION ● RULES NXT • •)	20-29
$\leftarrow \rightarrow$	Vertauscht zwei Argumente. O	20-26
\rightarrow	Leitet eine Lokalvariablenstruktur ein. C (29-18

Η

Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle

AMORT Befehl: Tilgung (Amortisierung) eines Darlehens oder einer Investition, basierend auf den aktuellen Tilgungsplan-Einstellungen.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1
п	\rightarrow	Darlehensbetrag	Zins	Saldo

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	#n ₃	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	" String ₃ "	
T/F ₁	T/F_2	\rightarrow	0/1	
T/F	'Symb'	\rightarrow	'T/F AND Symb'	
'Symb'	T/F	\rightarrow	'Symb AND T/F'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'Symb ₁ AND Symb ₂ '	

AND Funktion: Gibt das logische AND zweier Argumente zurück.

APPLY Funktion: Erzeugt einen Ausdruck vom spezifizierten Funktionsnamen und seiner Argumente.

Ebene	e 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebei	ne 1	
{	Symb _n }	'Name'	\rightarrow	'Name(Symb ₁		Symb _n)'

Η

ARRY→ **Befehl:** Nimmt ein Feld und gibt seine Elemente als einzelne reelle oder komplexe Zahlen zurück; gibt außerdem eine Liste mit den Dimensionen des Feldes zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene nm+1 Ebene 2	Ebene 1
[Vektor]	\rightarrow	<i>z</i> ₁ <i>z</i> _n	{ n _{Element} }
[[Matrix]]	\rightarrow	<i>z</i> ₁₁ <i>z</i> _{n m}	$\{ n_{Zeil} m_{Spal} \}$

ATICK Befehl: Spezifiziert die Achsen-Strichmarken in der reservierten Variable *PPAR*.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
X	\rightarrow		
#n	\rightarrow		
{ x , y }	\rightarrow		
{ #n #m }	\rightarrow		

BINS Befehl: Sortiert die Elemente der unabhängigen Spalte (XCOL) der aktuellen Statistikmatrix (die reservierte Variable ΣDAT) in $(n_{Fächer} + 2)$ Fächer, wobei die linke Seite von Fach 1 mit dem Wert x_{min} beginnt und jedes Fach eine Breite von x_{Breite} besitzt.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
x _{min}	x _{Breite}	n _{Fächer}	\rightarrow	[[$n_{Fa1} \dots n_{Fan}$]]	[n _{Fal} n _{FaR}]

н

BYTES Befehl: Gibt die Anzahl der Byte sowie die Prüfsumme für das angegebene Objekt zurück.

El	bene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
	Obj	\rightarrow	#n _{Prüfsumme}	x _{G rösse}

CENTR Befehl: Paßt die ersten zwei Parameter in der reservierten Variablen PPAR, (x_{\min}, y_{\min}) und (x_{\max}, y_{\max}) so an, daß der durch (x, y) dargestellte Punkt das Plot-Zentrum ist.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
(<i>x</i> , <i>y</i>)	\rightarrow		
X	\rightarrow		

CHOOSE Befehl: Erzeugt ein benutzerdefiniertes Auswahl-Feld.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
" Prompť"	$\{ c_1 \ \ c_n \}$	n _{pos}	\rightarrow	Obj oder Ergebnis	1
" Prompt"	$\{ c_1 \ \dots \ c_n \}$	n _{pos}	\rightarrow		0

CHR Befehl: Gibt einen String zurück, der dem HP 48 Zeichen für den Zeichencode n entspricht.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
п	\rightarrow	" String"	

CKSM Befehl: Spezifiziert das Fehlererkennungsschema.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{Prüfsu} mme	\rightarrow		

CLKADJ Befehl: Korrigiert die Systemzeit um x Zeiteinheiten, wobei 8192 Einheiten einer Sekunde entsprechen.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
X	\rightarrow		

COL Σ **Befehl:** Spezifiziert die Spalten der unabhängigen und abhängigen Variablen der aktuellen Statistikmatrix (der reservierten Variablen ΣDAT).

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{xSpal}	x _{ySpal}	\rightarrow		

CORR Befehl: Gibt den Korrelationskoeffizienten der unabhängigen und abhängigen Datenspalten in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT) zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	X_{Korrelation}	

COV Befehl: Gibt die Stichproben-Kovarianz der unabhängigen und abhängigen Datenspalten in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT) zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{Kovarianz}	

CRDIR Befehl: Erzeugt ein leeres Unterverzeichnis unter dem spezifizierten Namen innerhalb des aktuellen Verzeichnisses.

ł	L

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'global'	\rightarrow		

DARCY Funktion: Berechnet den Darcy-Reibungsfaktor bestimmter Flüssigkeitsströmungen.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
$x_{e/D}$	У _{Re}	\rightarrow	x _{Darcy}	

\rightarrow DATE Befehl:	Stellt	das	Systemdatum	auf den	Wert	Datum.
			•/			

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Datum	\rightarrow		

DECR Befehl: Nimmt eine Variable aus Ebene 1, subtrahiert 1, speichert den neuen Wert zurück in der Originalvariablen und gibt den neuen Wert in Ebene 1 zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow	x _{neu}	

DELALARM Befehl: Löscht den in Ebene 1 spezifizierten Alarm.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{index}	\rightarrow		

DEPND Befehl: Spezifiziert die abhängige Variable (und ihren Plot-Bereich für TRUTH-Plots).

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	'global'	\rightarrow	
	{ global }	\rightarrow	
	{ <i>global</i> y _{Start} y _{Ende} }	\rightarrow	
	{ y _{Start} y _{Ende} }	\rightarrow	
y_{Start}	У _{Епdе}	\rightarrow	

DISP Befehl: Zeigt Obj in der n-ten Anzeigezeile an.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj	п	\rightarrow		

DOERR Befehl: Führt einen "benutzerdefinierten" Fehler aus, welcher das Programm zum gleichen Verhalten zwingt, als wenn der Fehler während der normalen Programmausführung aufgetreten wäre.

Ebene 1

DTAG Befehl: Entfernt alle Markierungen (Label) von einem Objekt.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
: Tag: Obj	\rightarrow	Obj	

 $\textbf{EQ} \rightarrow \textbf{Befehl:}$ Trennt eine Gleichung in ihre linke und rechte Seiten auf.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1	
$Symb_1 = Symb_2$	\rightarrow	'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	
Z	\rightarrow	z	0	
'Name'	\rightarrow	'Name'	0	
x_Einh	\rightarrow	x_Einh	0	
'Symb'	\rightarrow	'Symb'	0	

ERRM Befehl: Gibt einen String zurück, welcher die Fehlermeldung des zuletzt aufgetretenen Rechnerfehlers enthält.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	"Fehlermeldung"

ERRN Befehl: Gibt die Fehlernummer des zuletzt aufgetretenen Rechnerfehlers zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	#n _{Fehler}	

EYEPT Befehl: Spezifiziert die Koordinaten des Blickpunkts in einem perspektivischen Plot.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{Punkt}	<i>y</i> _{Punkt}	Z_{Punkt}	\rightarrow		

F0 λ Funktion: Berechnet für einen schwarzen Körper den Strahlungsanteil zwischen der Wellenlänge 0 und λ .

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Y _{lambda}	x _T	\rightarrow	Xpower	
y _{lambda}	'Symb'	\rightarrow	'F0 $\lambda(y_{ ext{lambda}}, Symb)'$	
'Symb'	x _T	\rightarrow	'F0 λ (Symb,x _T)'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	$'F0\lambda(\mathit{Symb}_1, \mathit{Symb}_2)'$	

FACT Funktion: Zwecks Kompatibilität mit dem HP 28 enthalten. FACT entspricht !.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
п	\rightarrow	<i>n</i> !	
x	\rightarrow	$\Gamma(x+1)$	
'Symb'	\rightarrow	'(Symb)!'	

FANNING Funktion: Berechnet den Fanning-Reibungsfaktor für eine Flüssigkeitsströmung.

Ebene 2	Ebene 1	→	Ebene 1	
<i>x_{x/D}</i>	У _{Re}	\rightarrow	X _{fanning}	
$x_{x/D}$	'Symb'	\rightarrow	$FANNING(x_{x/D}, Symb)$	
'Symb'	У _{Re}	\rightarrow	'FANNING(<i>Symb</i> ,y _{Re})'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'FANNING(<i>Symb</i> ₁ , <i>Symb</i> ₂)'	

FINDALARM Befehl: Gibt den Alarmindex n_{Index} des ersten nach der spezifizierten Zeit fälligen Alarm zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Datum	\rightarrow	n _{lndex}	
{ Datum Zeit }	\rightarrow	n _{lndex}	
0	\rightarrow	n _{Index}	

FREEZE Befehl: "Friert" einen Anzeigebereich ein, welcher durch $n_{Anzeigebereich}$ spezifiziert ist; die nächste Änderung tritt erst nach Drücken einer Taste ein.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
<i>n</i> Anzeigebereich	\rightarrow		

н

*H Befehl: Multipliziert den vertikalen Plot-Skalierungswert mit

 x_{Faktor} .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
× _{Faktor}	\rightarrow		

HEAD Befehl: Ruft das erste Element aus einer Liste oder einem String ab.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
{ <i>Obj</i> ₁ <i>Obj</i> _n } " <i>String</i> "	\rightarrow \rightarrow	Obj ₁ "Element ₁ "	

IFT Befehl: Wertet Obj aus, wenn ein Prüfwert T/F ungleich Null ist. Ignoriert Obj, wenn T/F gleich Null ist.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
T/F	Obj	\rightarrow	je nachdem!	

IFTE Funktion: Wertet Obj in Ebene 2 aus, falls T/F ungleich Null ist. Wertet Obj in Ebene 1 aus, falls T/F gleich Null ist.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
T/F	<i>Obj</i> _{wahr}	<i>Obj</i> _{falsch}	\rightarrow	je nachdem!

INCR Befehl: Erhöht den Wert der Variable in Ebene 1 um eins.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow	X _{Inkrement}	

INDEP Befehl: Spezifiziert die unabhängige Variable und ihren Plot-Bereich.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	'global'	\rightarrow	
	{ global }	\rightarrow	
	{ <i>global x</i> _{Start} x _{Ende} }	\rightarrow	
	{ x _{Start} x _{Ende} }	\rightarrow	
x _{Start}	x _{Ende}	\rightarrow	

Н

INPUT Befehl: Fordert zur Dateneingabe in der Befehlszeile auf und verhindert Benutzerzugriff auf Stack-Operationen.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
" Stack-Aufford"	"Befehlszeile-Aufford"	\rightarrow	'' Ergebnis''
" Stack-Aufford"	{ <i>Liste</i> Befeniszeile }	\rightarrow	" Ergebnis"

KERRM Befehl: Liefert den Text des zuletzt empfangenen Kermit-Fehlerpakets.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	"Fehlermeldung"

KEY Befehl: Gibt ein Testergebnis in Ebene 1 aus und zeigt nach Drücken einer Taste die Zeilen-Spalten-Koordinaten x_{nm} dieser Taste in Ebene 2 an.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
	\rightarrow	x _{n m}	1
	\rightarrow		0

LIBEVAL Befehl: Wertet eine unbenannte Bibliotheksfunktion aus.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
#n _{Funktion}	\rightarrow		

LIBS Befehl: Listet Titel, Nummer und Anschluß/Port von jeder Bibliothek auf, die dem aktuellen Verzeichnis angehängt ist.

Ebene 1 \rightarrow **Ebene 1** \rightarrow { "*Titel*" $n_{\text{Bibl}} n_{\text{Port}} \dots$ "*Titel*" $n_{\text{Bibl}} n_{\text{Port}}$ }

 Σ LINE Befehl: Gibt einen Ausdruck für die beste Annäherung einer Geraden an das aktuelle Statistikmodell zurück, wobei X als unabhängige Variable verwendet wird und explizite Werte für Steigung und Schnittpunkt von der reservierten Variablen ΣPAR genommen werden.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	'Symb _{Formel} '

LININ Funktion: Prüft, ob ein Ausdruck eine lineare Funktion einer Variablen ist.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Symb'	'Name'	\rightarrow	0/1	

LIST \rightarrow **Befehl:** Zerlegt eine Liste von *n* Objekten in Einzelobjekte und zeigt die Gesamtanzahl der Objekte in Ebene 1 an.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene n+1	Ebene 2	Ebene 1
$\{ Obj_1 \dots Obj_n \}$	\rightarrow	<i>Obj</i> ₁	Obj _n	n

LR Befehl: Verwendet das aktuelle Statistikmodell zur Berechnung der linearen Regressionskoeffizienten (Schnittpunkt und Steigung) für die gewählten unabhängigen und abhängigen Variablen in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	Ebene 1 \rightarrow		Ebene 1
	\rightarrow	Schnittp k t: x ₁	Steigung: x ₂

 \uparrow **MATCH Befehl:** Formt einen Ausdruck um. \uparrow MATCH arbeitet von unten nach oben, d.h., die am tiefsten verschachtelten Teilausdrücke (niederste Ebene) werden zuerst durchsucht.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
'Symb ₁ '	{ 'Symb _{Muster} ' 'Symb _{Ersatz} ' }	\rightarrow	'Symb ₂ '	0/1
$'Symb_1'$	{ 'Symb _M ' 'Symb _E ' 'Symb _B ' }	\rightarrow	'Symb ₂ '	0/1

 \downarrow **MATCH Befehl:** Formt einen Ausdruck um. \downarrow MATCH arbeitet von oben nach unten, d.h., der ganze Ausdruck wird zuerst durchsucht.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
'Symb ₁ '	{ 'Symb _{Muster} ' 'Symb _{Ersatz} ' }	\rightarrow	'Symb ₂ '	0/1
'Symb ₁ '	{ 'Symb _M ' 'Symb _E ' 'Symb _B ' }	\rightarrow	'Symb ₂ '	0/1

MAXE Befehl: Sucht die größten Spaltenwerte in m Spalten der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{m a x}	
	\rightarrow	[x _{max1} x _{max2} x _{maxm}]	

MCALC Befehl: Legt fest, daß die angegebene Variable vom Typ "nur berechnet" (nicht benutzerdefiniert) für den Multiple-Equation Solver sein soll.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		
{ Liste }	\rightarrow		
" ALL"	\rightarrow		

MEAN Befehl: Berechnet den Mittelwert der Koordinatenwerte in m Spalten der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1		
	\rightarrow	× _{M itw}		
	\rightarrow	[x _{Mitw1} x _{Mitw2} x _{Mitwm}]		

MEM Befehl: Gibt die Anzahl verfügbarere (freier) Byte im RAM am.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x	

MIN Σ **Befehl:** Findet die kleinsten Spaltenwerte der *m* Spalten in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1		
	\rightarrow	x _{m in}		
	\rightarrow	$[x_{\min 1} \ x_{\min 2} \ \dots \ x_{\min m}]$		

MROOT Befehl: Verwendet den Multiple-Equation Solver zum Lösen eines Gleichungssystems unter Verwendung der Werte in *Mpar*.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow	x	
" ALL"	\rightarrow		

MSGBOX Befehl: Erzeugt ein benutzerdefiniertes Meldungsfeld.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
"Meldung"	\rightarrow	

MUSER Befehl: Definiert die angegebene Variable als "benutzerdefiniert" für den Multiple-Equation Solver.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		
{ Liste }	\rightarrow		
" ALL"	\rightarrow		

NEWOB Befehl: Erzeugt eine neue Kopie des spezifizierten Objekts.

Ebene	1 →	Ebene [·]	1
Obj	\rightarrow	Obj	

NOT Befehl: Gibt das Einerkomplement oder logische Umkehrung des Arguments zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
#n ₁	\rightarrow	#n ₂	
T/F	\rightarrow	0/1	
" String ₁ "	\rightarrow	" String ₂ "	
'Symb'	\rightarrow	'NOT Symb'	

NUM Befehl: Gibt den Zeichencode n für das erste Zeichen im String zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
" String"	\rightarrow	n	

H-14 Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle

NUMX Befehl: Spezifiziert die Anzahl von x-Schritten für jeden y-Schritt bei perspektivischen 3D-Plots.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _x	\rightarrow		

NUMY Befehl: Spezifiziert die Anzahl von y-Schritten über den Anzeigebereich bei perspektivischen 3D-Plots.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _y	\rightarrow		

N Σ **Befehl:** Gibt die Anzahl der Zeilen in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	n _{Zeilen}	

 $OBJ \rightarrow Befehl:$ Zerlegt im Stack ein Objekt in seine Komponenten. Bei einigen Objekttypen wird die *Anzahl* der Komponenten in Ebene 1 zurückgegeben.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene n+1	Ebene 2	Ebene 1
(<i>x</i> , <i>y</i>)	\rightarrow		x	У
$\{ Obj_1 \dots Obj_n \}$	\rightarrow	Obj ₁	<i>Obj</i> n	п
[x ₁ x _n]	\rightarrow	<i>x</i> ₁	x _n	{ <i>n</i> }
[[x ₁₁ x _{mn}]]	\rightarrow	<i>x</i> ₁₁	x _{m n}	{ <i>m n</i> }
" <i>obj</i> "	\rightarrow			ausgew. Obj
'Symb'	\rightarrow	Arg ₁ Arg _n	n	'Funktion'
x_Einh	\rightarrow		x	$1_Einheit$
: Tag: Obj	\rightarrow		Obj	" <i>Tag</i> "

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
#n ₁	# n ₂	\rightarrow	#n ₃	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	" String ₃ "	
T/F_1	T/F_2	\rightarrow	0/1	
T/F	'Symb'	\rightarrow	'T/F OR Symb'	
'Symb'	T/F	\rightarrow	'Symb OR T/F'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'Symb ₁ OR Symb ₂ '	

OR Funktion: Gibt das logische OR von zwei Argumenten zurück.

ORDER Befehl: Ändert die Anordnung der Variablen im aktuellen Verzeichnis (im Menü VAR angezeigt) entsprechend der spezifizierten Reihenfolge.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
$\{ global_1 \ldots global_n \}$	\rightarrow	

PARITY Befehl: Spezifiziert den Paritätswert in der reservierten Variablen *IOPAR*.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{Parität}	\rightarrow		

н

PATH Befehl: Gibt eine Liste zurück, welche den Pfad für das aktuelle Verzeichnis enthält.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	{ HOME Verzeich-name ₁	Verzeich-namen }

PCOV Befehl: Berechnet die Kovarianz der Grundgesamtheit für die unabhängigen und abhängigen Datenspalten in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	X _{G — K} ovarianz	

PGDIR Befehl: Löscht das benannte Verzeichnis (ob leer oder nicht).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'global'	\rightarrow		

PMAX Befehl: Spezifiziert (x, y) als die Koordinaten für die obere rechte Ecke des Displays.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
(x, y)	\rightarrow		

PMIN Befehl: Spezifiziert (x, y) als die Koordinaten für die linke untere Ecke des Displays.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
(<i>x</i> , <i>y</i>)	\rightarrow	

PREDV Befehl: Berechnet den Vorhersagewert der abhängigen Variable $y_{abhäng}$, basierend auf der unabhängigen Variable $x_{unabhäng}$, dem gewählten Statistikmodell und den aktuellen Regressionskoeffizienten in der reservierten Variable ΣPAR .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
X _u nabhäng	\rightarrow	У _{а b h ä n g}	

PREDX Befehl: Berechnet den Vorhersagewert der unabhängigen Variable $x_{unabhäng}$, basierend auf der abhängigen Variable $y_{abhäng}$, dem gewählten Statistikmodell und den aktuellen Regressionskoeffizienten in der reservierten Variable ΣPAR .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
$Y_{a b h \ddot{a} n g}$	\rightarrow	X _{u na bh} äng	

PREDY Befehl: Berechnet den Vorhersagewert der abhängigen Variable $y_{abhäng}$, basierend auf der unabhängigen Variable $x_{unabhäng}$, dem gewählten Statistikmodell und den aktuellen Regressionskoeffizienten in der reservierten Variable ΣPAR .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
X _{u n a b h ä n g}	\rightarrow	<i>y</i> _{abhäng}

Н

PROMPT Befehl: Zeigt den Inhalt von "Aufforderung" im Statusbereich an und unterbricht die Programmausführung.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
"Aufforderung"	\rightarrow		

PSDEV Befehl: Berechnet die Standardabweichung (Grundgesamtheit) von jeder der m Spaltenwerte in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	X _{G-Staw}
	\rightarrow	[x _{G-Staw1} x _{G-Staw2} x _{G-Stawm}]

PVAR Befehl: Berechnet die Varianz (Grundgesamtheit) der Koordinatenwerte in jeder der m Spalten in der aktuellen Statistikmatrix (ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	X _{G−Varianz}
	\rightarrow	[x _{G-Varianz1} x _{G-Varianzm}]

PVIEW Befehl: Zeigt *PICT* mit den spezifizierten Koordinaten in der oberen linken Ecke des Displays an.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
(<i>x</i> , <i>y</i>)	\rightarrow		
{ # n # m }	\rightarrow		
{ }	\rightarrow		

QUOTE Funktion: Gibt sein Argument unausgewertet zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Symb'	\rightarrow	'Symb'	
Obj	\rightarrow	Obj	

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
<i>z</i> ₁	z ₂	\rightarrow	z_1 / z_2
[Feld]	[[Matrix]]	\rightarrow	[[Feld \times Matrix ⁻¹]]
[Feld]	z	\rightarrow	[Feld/z]
z	'Symb'	\rightarrow	'z/Symb'
'Symb'	z	\rightarrow	'Symb/z'
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'Symb ₁ / Symb ₂ '
$\#n_1$	<i>n</i> ₂	\rightarrow	#n ₃
<i>n</i> ₁	#n ₂	\rightarrow	#n ₃
$\#n_1$	#n ₂	\rightarrow	#n ₃
x_Einh ₁	$yEinh_2$	\rightarrow	$(x/y)_Einh_1/Einheit_2$
x	y_Einh	\rightarrow	$(x/y)_{-}1/Einheit$
x_Einh	У	\rightarrow	(x/y)_Einh
'Symb'	x_Einh	\rightarrow	'Symb/x_Einh'
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	'x_Einh/Symb'

RATIO Funktion: Präfix-Form von / (Division), erzeugt durch den EquationWriter.

RCEQ Befehl: Gibt den unausgewerteten Inhalt der reservierten Variablen EQ im aktuellen Verzeichnis zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	Obj _{E Q}	

RCLALARM Befehl: Ruft einen spezifizierten Alarm zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
n _{index}	\rightarrow	$\{ Datum Zeit Obj_{Aktion} x_{Wdh} \}$

RCLMENU Befehl: Gibt die Menünummer des momentan angezeigten Menüs zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	X _{Menü}	

RCL\Sigma Befehl: Gibt die aktuelle Statistikmatrix (Inhalt der reservierten Variable ΣDAT) aus dem aktuellen Verzeichnis zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	Obj	

RECN Befehl: Bereitet den HP 48 auf den Empfang einer Datei von einem anderen Kermit-Gerät sowie zum Speichern der Datei in einer spezifizierten Variablen vor.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		
"Name"	\rightarrow		

REPL Befehl: Ersetzt einen Teil des Zielobjekts in Ebene 3 durch das Objekt in Ebene 1, beginnend an der in Ebene 2 spezifizierten Position.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
[[<i>Matrix</i>]] ₁	n _{Position}	[[Matrix]] ₂	\rightarrow	[[Matrix]] ₃
[[<i>Matrix</i>]] ₁	{ n _{Zeil} n _{Spalte} }	[[Matrix]] ₂	\rightarrow	[[Matrix]] ₃
[Vektor] ₁	n _{Position}	[Vektor] ₂	\rightarrow	[Vektor] ₃
{ List _{Ziel} }	n _{Position}	$\{ List_1 \}$	\rightarrow	{ <i>List</i> _{Ergebnis} }
"String _{Ziel} "	n _{Position}	"String ₁ "	\rightarrow	" <i>String</i> Ergebnis"
grob _{Ziel}	{ # <i>n</i> # <i>m</i> }	$grob_1$	\rightarrow	<i>grob</i> _{Ergebnis}
grob _{Ziel}	(<i>x</i> , <i>y</i>)	$grob_1$	\rightarrow	<i>grob</i> _{Ergebnis}
PICT	{ #n #m }	$grob_1$	\rightarrow	
PICT	(<i>x</i> , <i>y</i>)	$grob_1$	\rightarrow	

RES Befehl: Spezifiziert die Auflösung mathematischer und statistischer Plots, wobei die Auflösung aus dem Intervall zwischen den unabhängigen Variablenwerten zum Erzeugen des Plots besteht.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{intervall}	\rightarrow		
#n _{intervall}	\rightarrow		

RKF Befehl: Berechnet die Lösung eines Anfangswert-Problems für eine Differentialgleichung unter Verwendung des Verfahrens nach Runge-Kutta-Fehlberg (4,5).

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
{ Liste }	x _{Tol}	x _{Tend}	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}
{ Liste }	{ x _{Tol} x _{hschritt} }	x _{⊤end}	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}

RKFERR Befehl: Gibt die absolute Fehlerschätzung für einen gegebenen Schritt h beim Lösen eines Anfangswert-Problems für eine Differentialgleichung nach dem Runge-Kutta-Fehlberg Verfahren.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 4	Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1
{ Liste }	h	\rightarrow	{ Liste }	h	y _{delta}	Fehler

RKFSTEP Befehl: Berechnet den nächsten Lösungsschritt $(h_{nächst})$ für ein Anfangswert-Problem einer Differentialgleichung.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1
{ Liste }	x _{Tol}	h	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}	h _{nächst}

ROOT Befehl: Berechnet eine reelle Zahl $x_{Nullstelle}$, die einen Wert für die spezifizierte Variable global darstellt, bei welchem sich für das spezifizierte Programm oder für das algebraische Objekt mit großer Wahrscheinlichkeit der Wert Null oder ein lokaler Extremwert ergibt.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
≪ Programm ≫	'global'	Näherung	\rightarrow	X _{N ulistelle}
≪ Programm ≫	'global'	{ Näherungen }	\rightarrow	X _{N ulistelle}
'Symb'	'global'	Näherung	\rightarrow	X _{N ulistelle}
'Symb'	'global'	{ Näherungen }	\rightarrow	X _{N ulistelle}

RRK Befehl: Berechnet die Lösung eines Anfangswert-Problems für eine Differentialgleichung mit bekannten partiellen Ableitungen.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 2	Ebene 1
{ Liste }	x _{Tol}	x _{Tend}	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}
{ Liste }	$\{x_{Tol} x_{hschritt}\}$	x _{⊤end}	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}

RRKSTEP Befehl: Berechnet den nächsten Lösungsschritt $(h_{nächst})$ für ein Anfangswert-Problem einer Differentialgleichung und zeigt das Verfahren an, welches zum erzielten Ergebnis führte.

Eb4	Eb 3	Eb 2	Eb 1	\rightarrow	Eb 4	Eb 3	Eb 2 Eb 1	
{ Liste }	x _{Tol}	h	letzt	\rightarrow	{ Liste }	x _{Tol}	h _{näch} akt.	

RSBERR Befehl: Gibt eine Fehlerschätzung für einen gegebenen Schritt h beim Lösen eines Anfangswert-Problems für eine Differentialgleichung nach dem Rosenbrock-Verfahren.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 4	Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1
{ Liste }	h	\rightarrow	{ Liste }	h	y_{delta}	Fehler

SAME Befehl: Vergleicht zwei Objekte und gibt bei

Übereinstimmung als Ergebnis "Wahr" (1), ansonsten als Ergebnis "falsch" (0) zurück.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj ₁	Obj ₂	\rightarrow	0/1	

SCALE Befehl: Korrigiert die ersten zwei Parameter in PPAR, (x_{min}, y_{min}) und (x_{max}, y_{max}) so, daß x_{Skal} und y_{Skal} die neuen horizontalen und vertikalen Plot-Skalierungen darstellen, ohne daß der Mittelpunkt sich ändert.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{skal}	y _{skal}	\rightarrow		

SCONJ Befehl: Konjugiert den Inhalt eines benannten Objekts.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		

SDEV Befehl: Berechnet die Stichproben-Standardabweichung von jeder der m Spaltenwerte in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
	\rightarrow	X _{Stdabw}
	\rightarrow	[x _{Stdabw1} x _{Stdabw2} x _{Stdabwm}]

SEND Befehl: Sendet eine Kopie des benannten Objekts an ein Kermit-Gerät.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
'Name'	\rightarrow	
{ <i>Name</i> ₁ <i>Name</i> _n }	\rightarrow	
{{ Name _{alt} Name _{neu} } Name }	\rightarrow	

SIDENS Befehl: Berechnet die innere Dichte von Silizium als Funktion der Temperatur, x_T .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _T	\rightarrow	X _{Dichte}	
x_Einh	\rightarrow	x_1/cm ³	
'Symb'	\rightarrow	'SIDENS(Symb)'	

SINV Befehl: Ersetzt den Inhalt der benannten Variable durch ihre Inverse.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	-
'Name'	\rightarrow		

Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle H-25

SNEG Befehl: Negiert den Inhalt einer Variable.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		

SOLVEQN Befehl: Startet den Multiple Equation Solver für ein Gleichungssystem.

Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
n	т	0/1	\rightarrow	

START Befehl: Beginnt mit START ... NEXT und START ... STEP für bestimmte Schleife.

	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
START	x _{Start}	× _{Ende}	\rightarrow	
NEXT			\rightarrow	
STEP		X _{Schr-weite}	\rightarrow	
STEP		' <i>Symb</i> _{Schr-weite} '	\rightarrow	

STOALARM Befehl: Speichert einen Alarm in der Systemalarm-Liste und gibt seine Alarmindexnummer zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
X _{Zeit}	\rightarrow	n _{Index}
{ Datum Zeit }	\rightarrow	n _{Index}
{ Datum Zeit Obj _{Aktion} }	\rightarrow	n _{Index}
{ Datum Zeit Obj _{Aktion} x _{Wdh} }	\rightarrow	n _{index}

STO+ Befehl: Addiert den Wert oder anderes Objekt zum Inhalt einer spezifizierten Variablen.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Ођ	'Name'	\rightarrow		
'Name'	Obj	\rightarrow		

STO- Befehl: Berechnet den Unterschied zwischen einer Zahl (oder sonstigem Objekt) und dem Inhalt einer spezifizierten Variablen und speichert den neuen Wert in der spezifizierten Variablen.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Ођ	'Name'	\rightarrow		
'Name'	Obj	\rightarrow		

STO* **Befehl:** Multipliziert den Inhalt einer spezifizierten Variablen mit einer Zahl oder einem anderen Objekt.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Ођ	'Name'	\rightarrow		
'Name'	Obj	\rightarrow		

STO/ Befehl: Berechnet den Quotienten einer Zahl (oder sonstigem Objekt) und dem Inhalt einer spezifizierten Variablen und speichert den neuen Wert in der spezifizierten Variablen.

Ebene	e 2 Ebene	1 →	Ebene 1	
Obj	'Name'	\rightarrow		
'Name	e' Obj	\rightarrow		

STO Σ Befehl:	Speichert	Obj in der	reservierten	Variablen	ΣDAT .
----------------------	-----------	------------	--------------	-----------	----------------

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj	\rightarrow		

 \rightarrow **STR Befehl:** Konvertiert ein beliebiges Objekt in einen String.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj	\rightarrow	"obj"	

SYSEVAL Befehl: Wertet ein unbenanntes Systemobjekt unter Verwendung deren Speicheradressen aus.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
#n _{address}	\rightarrow		

→**Tag Befehl:** Verknüpft Objekte in Ebene 1 und 2, um ein "markiertes" (tagged) Objekt zu erzeugen.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj	" <i>Tag</i> "	\rightarrow	:Tag:Obj	
Ођ	'Name'	\rightarrow	:Name:Obj	
Obj	x	\rightarrow	:x:Obj	

TDELTA Funktion: Berechnet die Temperaturänderung.

н

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
x	У	\rightarrow	x _{delta}
x_Einh1	y_Einh2	\rightarrow	x_Einh1 _{delta}
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	'TDELTA(x_Einh,Symb)'
'Symb'	y_Einh	\rightarrow	'TDELTA(Symb,y_Einh)'
$'Symb_1'$	'Symb ₂ '	\rightarrow	'TDELTA(<i>Symb</i> ₁ , <i>Symb</i> ₂)'

H-28 Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle

TIME Befehl: Gibt die Systemzeit im Format HH.MMSSchnittstelle zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	Zeit	

TINC Befehl: Berechnet eine Temperaturerhöhung.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
x_{initial}	y _{delta}	\rightarrow	X _{final}
x_Einh1	y_Einh2 _{delta}	\rightarrow	x_Einh1 _{final}
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	'TINC(<i>x_Einh,Symb</i>)'
'Symb'	y_Einh _{delta}	\rightarrow	'TINC(Symb,y_Einh _{delta})'
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'TINC(<i>Symb</i> ₁ , <i>Symb</i> ₂ ')'

TOT Befehl: Berechnet die Summe der Koordinatenwerte in den m Spalten der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1		
	\rightarrow	x _{S u m}		
	\rightarrow	[x _{Sum1} x _{Sum2} x _{Summ}]		

TRANSIO Befehl: Spezifiziert die Zeichenkonvertierungsoption. Die Konvertierung betrifft nur ASCII Kermit-Übertragungen und Dateien, welche über den seriellen Anschluß ausgedruckt werden.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{Option}	\rightarrow		

TVARS Befehl: Listet alle globalen Variablen im aktuellen Verzeichnis, welche Objekte des spezifizierten Typs enthalten.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{Typ}	\rightarrow	{ global }	
$\{ n_{Typ} \dots \}$	\rightarrow	{ global }	

TVMROOT Befehl: Berechnet die spezifizierte TVM-Variable unter Verwendung der restlichen TVM-Variablen.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'TVM-Variable'	\rightarrow	X⊤∨M –Variable	

TYPE Befehl: Ermittelt die Typ-Nummer eines Objekts.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Ођ	\rightarrow	n _{Typ}	

Objekt-Typnummern

Objekt Type	Nummer	Objekt Type	Nummer
Benutzer-Objekte:		Verzeichnis	15
Reelle Zahl	0	Bibliothek	16
Komplexe Zahl	1	Sicherungs-Objekt	17
Zeichen-String	2	Eingebaute Befehle:	
Reelles Feld	3	Eingebaute Funktion	18
Komplexes Feld	4	Eingebauter Befehl	19
Liste Globaler Name	5	System-Objekte:	
Lokaler Name	7	System-Binärobjekt	20 21
Programm	8	Erweitert reell	21
Algebraisches Objekt	9	Erweitert komplex	22
Binär-Integer	10		23
Grafik-Objekt	11		.24
Markiertes Objekt	12	D'hl' ath also dat an	25
Einheiten-Objekt	13	Bibliotneksdaten	26
XLIB Name	14	Externes Objekt	26-31

VAR Befehl: Berechnet die Stichproben-Varianz der Koordinatenwerte in jeder der m Spalten in der aktuellen Statistikmatrix (ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	X _{∨arianz}	
	\rightarrow	[x _{Varianz1} x _{Varianzm}]	

VARS Befehl: Zeigt eine Liste aller Variablennamen im VAR-Menü (des aktuellen Verzeichnisses) an.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	$\{ global_1 \dots global_n \}$	

VTYPE Befehl: Gibt die Typnummer des Objekts in der benannten Variable zurück.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow	n _{Typ}	
:n _{Port} : Name _{Backup}	\rightarrow	n _{Typ}	
:n _{Port} : n _{Bibliothek}	\rightarrow	n _{Typ}	

***W Befehl:** Multipliziert die horizontale Skalierung eines Plots mit x_{Faktor} .

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
X _{Faktor}	\rightarrow		

WAIT Befehl: Unterbricht die Programmausführung für die angegebene Zeit oder bis zum Drücken einer Taste.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x	\rightarrow		
0	\rightarrow	X _{⊤aste}	
-1	\rightarrow	x _{Taste}	

WHILE Befehl: Startet die unbestimmte Schleife WHILE ... REPEAT ... END.

	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
WHILE		\rightarrow	
REPEAT	T/F	\rightarrow	
END		\rightarrow	

WSLOG Befehl: Gibt vier Strings zurück, welche das Datum, die Uhrzeit und die Ursache für die letzten vier Warmstarts enthalten.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 4	Ebene 1
	\rightarrow	"Log ₄ "	"Log ₁ "

 ΣX Befehl: Summiert die Werte der Spalte für die unabhängige Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{S u m}	

 Σ X² Befehl: Summiert die Quadrate der Spaltenwerte für die unabhängige Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{S u m}	

XCOL Befehl: Spezifiziert die Spalte der unabhängigen Variable für die aktuelle Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{spal}	\rightarrow		

XRECV Befehl: Bereitet den HP 48 auf den Empfang eines Objekts über XModem vor. Das empfangene Objekt wird in der angegebenen Variable gespeichert.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		

XRNG Befehl: Spezifiziert den Anzeigebereich für die x-Achse.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{min}	x _{m a x}	\rightarrow		

XSEND Befehl: Sendet eine Kopie des benannten Objekts über XModem.

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Name'	\rightarrow		

XVOL Befehl: Spezifiziert die Breite des Anzeigevolumens in der reservierten Variablen VPAR.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{links}	x _{rechts}	\rightarrow		

XXRNG Befehl: Spezifiziert den x-Bereich einer Eingabeebene (Wertebereich) für GRIDMAP- und PARSURFACE-Plots.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x _{min}	x _{m a x}	\rightarrow		

 $\Sigma X * Y$ Befehl: Summiert die Produkte von korrespondierenden Spaltenwerten für die unabhängige und abhängige Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{sum}	

 Σ Y Befehl: Summiert die Werte der Spalte für die abhängige Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	l →	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{S u m}	

 Σ Y² Befehl: Summiert die Quadrate der Spaltenwerte für die abhängige Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
	\rightarrow	x _{S u m}	
YCOL Befehl: Spezifiziert die Spalte der abhängigen Variable in der aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable $\Sigma; DAT$).

Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
n _{spal}	\rightarrow		

YRNG Befehl: Spezifiziert den Anzeigebereich der y-Achse.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
y _{min}	y m a x	\rightarrow		

YVOL Befehl: Spezifiziert die Tiefe des Anzeigebereichs in der reservierten Variablen *VPAR*.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
y _{nah}	y _{fern}	\rightarrow		

YYRNG Befehl: Spezifiziert den y-Bereich einer Eingabeebene (Wertebereich) für GRIDMAP- und PARSURFACE-Plots.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
y _{nah}	y_{fern}	\rightarrow	

ZFACTOR Funktion: Berechnet den Gaskompressions-Korrekturfaktor für das nichtideale Verhalten eines

Kohlenwasserstoffgases.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
x _{Tr}	У _{Рr}	\rightarrow	X _Z faktor
x _{⊤r}	'Symb'	\rightarrow	'ZFACTOR(x _{Tr} ,Symb)'
'Symb'	У _{Рr}	\rightarrow	'ZFACTOR(<i>Symb</i> ,y _{Pr})'
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'ZFACTOR(<i>Symb</i> ₁ , <i>Symb</i> ₂)'

ZVOL Befehl: Spezifiziert die Höhe des Anzeigebereichs in der reservierten Variablen *VPAR*.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
X _{nieder}	X _{hoch}	\rightarrow		

< Funktion: Prüft, ob ein Objekt kleiner als ein anderes Objekt ist.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x	у	\rightarrow	0/1	
#n ₁	# n ₂	\rightarrow	0/1	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'Symb'	\rightarrow	'x <symb'< td=""><td></td></symb'<>	
'Symb'	x	\rightarrow	'Symb <x'< td=""><td></td></x'<>	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'Symb ₁ <symb<sub>2 '</symb<sub>	
x_Einh ₁	y_Einh ₂	\rightarrow	0/1	
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	'x_Einh <symb'< td=""><td></td></symb'<>	
'Symb'	x_Einh	\rightarrow	'Symb <x_einh'< td=""><td></td></x_einh'<>	

 \leq **Funktion:** Prüft, ob ein Objekt kleiner oder gleich als ein anderes Objekt ist.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x	У	\rightarrow	0/1	
$\#n_1$	#n ₂	\rightarrow	0/1	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'Symb'	\rightarrow	$x \leq Symb'$	
'Symb'	x	\rightarrow	$Symb \leq x'$	
$'Symb_1$ $'$	'Symb ₂ '	\rightarrow	$Symb_1 \leq Symb_2'$	
$x_{-}Einh_{1}$	y_Einh ₂	\rightarrow	0/1	
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	$x_Einh \leq Symb'$	
'Symb'	x_Einh	\rightarrow	$Symb \leq x_Einh'$	

н

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x	у	\rightarrow	0/1	
#n ₁	# n ₂	\rightarrow	0/1	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'Symb'	\rightarrow	'x>Symb'	
'Symb'	x	\rightarrow	'Symb>x'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	'Symb ₁ >Symb ₂ '	
x_Einh ₁	y_Einh ₂	\rightarrow	0/1	
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	'x_Einh>Symb'	
'Symb'	x_Einh	\rightarrow	'Symb>x_Einh'	

> Funktion: Prüft, ob ein Objekt größer als ein anderes Objekt ist.

 \geq **Funktion:** Prüft, ob ein Objekt größer oder gleich als ein anderes Objekt ist.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
x	у	\rightarrow	0/1	
$\#n_1$	# n ₂	\rightarrow	0/1	
" String ₁ "	" String ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'Symb'	\rightarrow	$x \geq Symb'$	
'Symb'	x	\rightarrow	$Symb \geq x'$	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	$Symb_1 \geq Symb_2'$	
x_Einh ₁	$yEinh_2$	\rightarrow	0/1	
x_Einh	'Symb'	\rightarrow	$x_Einh \geq Symb'$	
'Symb'	x_Einh	\rightarrow	$Symb \ge x_Einh'$	

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj ₁	Obj ₂	\rightarrow	0/1	
(<i>x</i> ,0)	x	\rightarrow	0/1	
x	(<i>x</i> ,0)	\rightarrow	0/1	
z	'Symb'	\rightarrow	'z==Symb'	
'Symb'	z	\rightarrow	'Symb==z'	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	$Symb_1 ==Symb_2'$	

== Funktion: Prüft, ob zwei Objekte gleich sind.

 \neq Funktion: Prüft, ob zwei Objekte ungleich sind.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
Obj ₁	Obj ₂	\rightarrow	0/1	
(<i>x</i> ,0)	x	\rightarrow	0/1	
x	(<i>x</i> ,0)	\rightarrow	0/1	
z	'Symb'	\rightarrow	'z ≠ Symb'	
'Symb'	z	\rightarrow	$Symb \neq z'$	
'Symb ₁ '	'Symb ₂ '	\rightarrow	$Symb_1 \neq Symb_2'$	

 \int Funktion: Integriert einen Integranden innerhalb der unteren und oberen Integrationsgrenzen in Abhängigkeit einer spezifizierten Integrationsvariablen.

Н

Ebene 4	Ebene 3	Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1
Untergrenze	Obergrenze	Integrand	'Name'	\rightarrow	' <i>Symb</i> _{Integral} '

 ∂ Funktion: Leitet einen Ausdruck, eine Zahl oder ein Einheit-Objekt nach einer spezifizierten Differentiationsvariablen ab.

Ebene 2	Ebene 1	\rightarrow	Ebene 1	
'Symb ₁ '	'Name'	\rightarrow	'Symb ₂ '	
z	'Name'	\rightarrow	0	
x_Einh	'Name'	\rightarrow	0	

 Σ Funktion: Berechnet den Wert einer endlichen Reihe.

Eben 4	Eben 3	Eben 2	Eben 1	\rightarrow	Ebene 1
'Idx'	x _{init}	x _{end}	smnd	\rightarrow	x _{S u m}
'Idx'	'anf'	x _{end}	smnd	\rightarrow	$\Sigma(Idx=anf, x_{end}, smnd)'$
'Idx'	x _{anf}	'end'	smnd	\rightarrow	$\Sigma(Idx = x_{anf}, end, smnd)'$
'Idx'	'anf	'end'	smnd	\rightarrow	$\Sigma(Idx=anf,end,smnd)'$

 Σ + Befehl: Fügt einen oder mehrere Datenpunkte zur aktuellen Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT) hinzu.

Ebe m Ebe 2	Ebene 1		Ebene 1
	X	\rightarrow	
	[x ₁ x ₂ x _m]	\rightarrow	
	[[$x_{11} \dots x_{1m}$] [$x_{n1} \dots x_{nm}$]]	\rightarrow	
$x_1 \dots x_{m-1}$	×m	\rightarrow	

 Σ - **Befehl:** Gibt einen Vektor mit *m* reellen Zahlen (oder eine Zahl *x* falls *m* = 1) zurück, der den zuletzt durch Σ + eingegebenen Koordinaten eines Datenpunkts in die aktuelle Statistikmatrix (reservierte Variable ΣDAT) entspricht.

\rightarrow	Ebene 1
\rightarrow	x
\rightarrow	[x ₁ x ₂ x _m]

Stack-Diagramme für ausgewählte Befehle H-39

н

Stichwortverzeichnis

Sonderzeichen

&-Universalzeichen, 28-5 **▼**-Indikator. 1-3 **└** Indikatoren, 1-3, 1-6 α -Indikator, 1-3, 2-2 ((•))-Indikator, 1-3, 26-4, A-1, A-5 ⇒-Indikator, 1-3 1USR-Indikator, 1-3, 30-5 RZ-Indikator, 1-3, 12-12, 13-2 RZZ-Indikator, 1-3, 12-12, 13-2 **#**-Cursor, 2-14 -Cursor, 2-14 €-Zeichen, 2-8 ∡-Zeichen Trennzeichen für komplexe Zahlen, 12-13 Vektor-Trennzeichen, 4-4. 13 - 3=-Zeichen, 11-4, 18-1, 22-1 & Universalzeichen, 20-31 ...-Zeichen, A-3 #-Begrenzungszeichen, 15-1 _-Begrenzungszeichen, 10-2 π in Bruchumwandlungen, 16-6 numerischer Wert, A-2 symbolische Konstante, A-2 ΣDAT reservierte Variable, 5-7 ΣPAR Plots und, 22-18

reservierte Variable, 5-7 Statistik-Parameter, 21-14

Α

abgelaufener Alarm, 26-4, 26-5 abhängige Variable Plotbereich, 24-3 Ableitungen benutzerdefinierte, 20-11 "der"-Variablen, 5-7, 20-11 im EquationWriter, 7-5 in PICTURE-Umgebung. 22-12, 22-13 numerisch berechnen, 20-10 symbolisch berechnen, 20-11 abrufen Benutzertasten-Zuweisungen, 30 - 8HP 48-Speicherinhalt von einem Computer, 27-15 Abschneiden von Zahlen, 12-10 absoluter Wert, 12-10, 12-15 aktuelle Gleichung, 5-6 lösen, 22-12 aktuelle Statistikmatrix, 21-1 aktuelles Verzeichnis bestimmt das VAR-Menü. 5-4im Statusbereich angezeigt, 1-1, 5-4Pfad, 1-1, 5-4 Variablen, 5-7

wechseln, 5-8 akustisches Signal für Alarm. 26-6 Alarm abgelaufener, 26-4, 26-5 akustisches Signal, 26-6 Arten, 26-2 bestätigen, 26-4, 26-5 ignorieren, 26-4 Indexzahl, 26-4 Indikator, 26-4 keine Reaktion erforderlich, 26-4reagieren auf, 26-4, 26-5 Schaltuhr-Alarm, 26-2 sichern, 26-5 Termin-Alarm, 26-2 wiederholter, 26-6 Wiederholung unterdrücken, 26-5Algebra Eingabemodus, 2-9, 2-10 grafisch lösen, 22-12 numerisch lösen, 22-12 plotten, 22-1 algebraische Ausdrücke allgemeine Lösungen, 20-17 als Grafikobjekte, 7-15 als Zeichenfolgen, 7-15 ändern in der Befehlszeile. 7-11 ausgewählte auswerten, 20-18 auswerten, 11-3 differenzieren, 20-10 eingeben, 7-3 Einheitenobjekte, 10-11 Feldelemente in, 14-13 Grafikobjekte erstellen aus, 9 - 10Grafikobjekte umformen in, 7 - 15

Hauptlösungen, 20-17 im EquationWriter ändern, 7 - 10in Lokalvariablenstrukturen, 29-3, 29-18 numerische Integration, 20-1 ordnen, 20-19 Priorität der Operatoren, 11 - 3Stack-Objekte einfügen, 7-12 symbolische Integration, 20-8 Teilausdrücke, 7-11, 7-13 Teilausdrücke ändern, 7-11 Teilausdrücke ersetzen, 7-13 Typen, 11-4, 18-1 umformen in Zeichenfolgen, 7 - 15Verarbeitung in Programmen, 29-2verdeckte Variablen anzeigen, 20 - 18algebraische Objekte ordnen, 20-31 sybmolisch lösen, 20-15, 20-16 symbolisch lösen, 20-15 Teilausdrücke, 20-19 Terme erweitern, 20-20 Terme zusammenfassen, 20-19 algebraischer Eingabemodus, 2-9algebraische Syntax, 11-2 benutzerdefinierte Funktionen, 11 - 9in Lokalvariablenstrukturen, 29-4algebraische Umformungen bedingte, 20-31 benutzerdefinierte, 20-31 Universalzeichen in benutzerdefinierten. 20 - 31

vorprogrammierte, 20-20 Algebra/Programm-Eingabemodus, 2-10 ALG-Indikator, 1-3 allgemeine Lösungen angeben, 20-17 Gleichungen und algebraische Ausdrücke. 20-17 Hauptlösungen und, 20-17 ISOL und QUAD und, 20-17 n1 und, 20-17 s1 und, 20-17 Alpha-Eingabemodus, 2-2 Alpha-Tastenbelegung Arbeitsweise, 1-5, 2-2 automatische Verriegelung einstellen, 4-9 Diagramm, 2-3 Kleinbuchstaben-Modus verriegeln, 2-4 verriegeln, 2-4 ALRMDAT reservierte Variable, 5-7 Amortisation (TVM) Anzeigemodus, 18-21 berechnen, 18-14, 18-21 Zahlungsmodi, 18-15, 18-21 Analysieren von Funktionen, 22 - 11analytische Funktionen, 11-1 ändern algebraische Ausdrücke, 7-10 Felder, 8-5 im EquationWriter, 7-10 im MatrixWriter, 8-5 Objekte in algebraische Ausdrücke einfügen, 7 - 12Teilausdrücke, 7-11, 7-13, 20 - 22Anfangswert

Differentialgleichungen lösen, 19-2Differentialgleichungen, steife, 19-4Anhalten des Systems, 5-17 Anhalten von Programmen, 29 - 10Animation Grafikobjekte, 9-12 YSLICE-Plots, 23-27, 23-39 Anwendungen, 1-7 Befehlszeilen und, 1-7 **CHARS**, 1-7 EQ LIB, 1-7 I/O, 1-7 LIBRARY, 1-7 MEMORY, 1-7 MODES, 1-7 PLOT, 1-7 SOLVE, 1-7 **STACK**, 1-7 STAT, 1-7 SYMBOLIC, 1-7 **TIME**, 1-7 **UNITS**, 10-1 Anwendungskarten einsetzen, 28-10, 28-14 entnehmen, 28-17 ROM erweitern, 5-1 ROM-gestützte Bibliotheken, 28 - 7Anzeige aktueller Pfad, 1-1 Aufbau, 1-1 Befehlszeile, 1-4 Indikatoren, 1-1, 1-2 Meldungen, 1-1 Stack-Ebenen, 1-3 Statusbereich, 1-1 Zahlenformat, 4-2 Anzeigebereich

POLAR-Plots, 23-6 Anzeigebereiche PARAMETRIC-Plots, 23-9 Plotbereiche und, 24-3 TRUTH-Plots, 23-17 WIREFRAME-Plots, 23-33, 23 - 35Anzeigeform (Gleichungsbibliothek) Gleichungen, 25-5 Anzeigemodi abschneiden, 12-10 Bruchumwandlungen, 16-6 Festkomma-, 4-2 runden, 12-10 Standard, 4-2 technisch, 4-2 wechseln, 4-3 wissenschaftlich, 4-2 Zahlenformat steuern, 4-2 Anzeigeraum, 23-28 PR-SURFACE-Plots, 23-43 YSLICE-Plots, 23-39 Argumente, 3-1 im Stack, 3-1 letzte wiederaufrufen, 3-6 mehrere, 3-3 Stack-Syntax, 3-1 ungültige, A-3 zu wenig, A-3 Arithmetik Funktionen, 12-2 mit Einheiten, 10-9, 10-13 mit Feldern, 14-12 mit Temperaturen, 10-13 mit Uhrzeit, 16-3 Ausdrücke, 11-4, 18-1, 22-1 differenzieren, 20-10 lösen, 18-2 neu ordnen, 20-19, 20-31 numerische Integration, 20-1

GRIDMAP-Plots, 23-40 Ausgabe-"Scheiben" YSLICE-Plots, 23-27 Auslassungspunkte...) in der Anzeige, A-3 Auswahlumgebung EquationWriter-Modus, 7-2, 7 - 14Rules-Umformungen, 20-21 Teilausdrücke ändern, 7-12, 7 - 14auswerten algebraische Ausdrücke, 11-3 Prüf-Ausdrücke, 29-11, 29-12, 29-15, 29-16 symolische Konstanten, 11-5 Auswertung bei Namen verhindern, 5-15 von lokalen Variablen, 29-19 von Sicherungsobjekten, 28-4 von Variablennamen, 5-14 В b (Binär-Zahlenbasis), 15-1 Backslash-Übersetzungen, 27-19 BAR-Plots, 23-20 von Statistik-Funktionen, 23 - 22Barwert (TVM), 18-21 BASE-Menü, 15-1, 15-4, 15-5

plotten, 22-1

Ausgabeflächen

Ausgabegitter

symbolische Integration, 20-8

symbolisch lösen, 20-15 Vergleich mit Gleichungen,

11-4, 18-1, 22-1

PR-SURFACE-Plots, 23-28

WIREFRAME-Plots, 23-28

Basis (binär) Anzeige, 15-1

einstellen, 15-1 eintippen, 15-2 Optionen, 15-1 Batterie erschöpft, A-5 Batterien auswechseln, 28-14 auswechseln (RAM-Karte), A-8 auswechseln (Taschenrechner), A-6 entsorgen, A-7, A-10 Inhalt der RAM-Karte erhalten, 28-17 in neuen RAM-Karten, 28-11 Meldung zum Batteriezustand, A-5 RAM-Karte, A-5 Taschenrechner, A-5 Typen, A-6 wann auswechseln, A-5 "Baustein"-Programme, 29-5 bearbeiten Anderungen verwerfen, 2-12 Stack-Objekte, 2-11 Variablen, 2-11 Bedingungsstrukturen "case"-Verzweigung, 29-12 Fehlerverzweigungen, 29-16, 29 - 17"If"-Verzweigungen, 29-16 "IF"-Verzweigungen, 29-11, 29 - 17Programmelement, 29-3 Prüfbefehle in, 29-11 Befehle allgemeine mathematische, 12 - 2auf Listen anwenden, 17-2, 17 - 3in Benutzermenüs, 30-2 in Programmen, 29-2

Objekttyp, 11-2 Stack-Syntax, 3-1 Teilmenge der Operationen, 11-1 Umwandlung von Brüchen, 16 - 6Befehle zur Wahrscheinlichkeitsrechnung, 12-4 Befehlsmenüs Anwendungen und, 1-7 Befehl SOLVEQN, F-1 Befehlszeile ändern. 2-1 Arbeitsweise, 1-4, 2-8 Argumente im Stack ablegen, 3 - 1bearbeiten. 2-9 Bearbeitungs-Umgebung, 2 - 13Cursortasten, 2-9 Einfüge- und Ersetzen-Modi, 2 - 14Eingabemodi, 2-9 im EquationWriter benutzen, 7 - 11Im EquationWriter benutzen, 7 - 11Kommentare in der, 2-8 löschen, 1-9 mehrere Argumente, 3-3 mehrere Objekte, 2-8 Objekte eingeben, 2-6 Sonderzeichen eintippen, 2-4 Stack-Objekt einfügen, 3-10 Stack und, 1-4 verarbeiten, 2-9 vorige wiederaufrufen, 2-11 Beginn-Modus (TVM), 18-15, 18 - 21Begrenzungszeichen für Programme, 29-1

Auswertung von Namen verhindern, 5-15 eingeben, 2-6 # für binäre Ganzzahlen, 15 - 1_ für Einheitenobjekte, 10-2 [] für Felder, 8-1 [] für Matrizen. 8-1 [] für Vektoren, 8-1 () für komplexe Zahlen, 12 - 13[] für Vektoren, 4-4, 13-3 Liste der. 2-6 Beheben von Problemen, A-1 benutzerdefinierte Ableitungen, 20 - 11Benutzerdefinierte Einheiten, 10-16, 25-18 benutzerdefinierte Funktionen, 11 - 8Argumente, 11-8, 11-9 auswerten, 11-9 differenzieren, 20-11 erstellen, 11-8 interner Aufbau, 29-21 interne Struktur, 29-20 plotten, 24-2 verschachteln, 11-10 benutzerdefinierte Tasten Funktionsweise, 30-5 benutzerdefinierte Umformungen, 20-31 Benutzereinheiten in Pixel umwandeln, 9-10 Benutzereinheiten-Koordinaten, 9-8Benutzermenüs benutzerdefinierte Einheiten. 25 - 18benutzerdefinierte Menüfelder, 30 - 3

Eingabehilfen in, 30-2 erstellen, 30-1 in jedem Verzeichnis, 30-3 Objekte in, 30-1 Tasten mit Umschaltung, 30-4umschalten, 30-3 Benutzer-Modi aktivieren, 30-5 bei Problemen verlassen, 30-9 Funktionsweise, 30-5 Indikatoren für, 1-3 Tasten inaktivieren, 30-8 Tasten sperren, 30-7 Tasten zuweisen, 30-5, 30-7 Benutzerspeicher, 5-1 erweitern, 28-18, 28-19 Benutzertasten aktivieren, 30-5 freigeben, 30-7 sperren, 30-7 zuweisen, 30-5 Zuweisungen abrufen, 30-8 Zuweisungen editieren, 30-8 Zuweisungen komprimieren, 30 - 9Berechnungsform (Gleichungsbibliothek) Gleichungen, 25-5 beste Bearbeitungsumgebung, 2-13, 3-8Betriebseinstellungen Alpha-Eingabe, 4-9 Anzeigeformat, 4-2 einstellen, 4-7 Festkomma-Modus:Fix, 4-2 Gon. 4-3 Grad. 4-3 kartesische Koordinaten, 4-4 Koordinatenmodi, 4-4 Kugelkoordinaten, 4-5

Polarkoordinaten, 4-4 Radiant, 4-3 Standard-Anzeige, 4-2 technischer Modus, 4-2 Winkel, 4-3 wissenschaftlicher Modus, 4 - 2Zylinderkoordinaten, 4-5 **Bibliotheksobjekte** abkoppeln, 28-10 anbinden, 28-9 Befehlssatz erweitern, 28-7 einrichten, 28-8 enthaltene Objekte, 28-7 in unabhängigem Speicher, 28 - 9Kennungen, 28-8 löschen, 28-10 Namen, 28-8 RAM- oder ROM-gestützte, 28-7Vergleich mit Programmen, 28 - 8Zugriff begrenzen, 28-9 zu Port 0 verschieben, 28-19 Bildschirm Uhranzeige, 26-1 binäre Ganzzahlen als Pixel-Koordinaten, 9-8 angezeigte Bits, 15-2, 15-3 anzeigen, 15-1 Basis, 15-1 Begrenzungszeichen, 15-1 Berechnungen, 15-2, 15-3 eingeben, 15-2 in reelle Ganzzahlen umwandeln, 15-3 interne Darstellung, 15-2 logische Operationen, 15-4, 15 - 5Rotate-Befehle, 15-5

Shift-Befehle, 15-5 verlorene Bits, 15-2, 15-3 Blickpunkt, 23-28 Anforderungen, 23-29 PR-SURFACE-Plots, 23-43 WIREFRAME-Plots, 23-35 Bogen zeichnen, 9-9 Break (serielle Übertragung), 27-22 Brüche im EquationWriter, 7-4 reelle Zahlen umwandeln in, 16 - 5Bruchexponenten, A-3 Bruchteil der reellen Zahl, 12-10 Bruchzeichen komplexe Zahlen, 12-13 Buchstaben eintippen, 2-2 Groß- und Klein-, 2-4 Byte eingebauter Speicher, 5-1 verfügbarer Speicher, A-2

С

"case"-Verzweigung, 29-12
CHARS-Anwendung, 1-7, 2-4
CHi-Quadrat-Verteilung, 12-5
Computer
Dateinamen, 27-13
HP 48-Speicherinhalt
zurückladen, 27-15
mit HP 48 verbinden, 27-7
CONIC-Plots, 23-13
gültige Gleichungen, 23-13
Plotbereiche, 24-3
Standard-Schrittweite, 23-14
CST
reservierte Variable, 5-7, 30-1
CST-Menü, 30-1

Cursor Befehlszeile, 2-14 bewegen, 1-8 Einfüge-Modus, 2-14 Ersetzen-Modus, 2-14 Koordinaten anzeigen, 22-4 Koordinaten-Modi, 22-4 Cursortasten Verwendung, 1-8

D

d (Dezimal-Zahlenbasis), 15-1 Dateien Namen auswählen, 27-13 Speicherinhalt sichern, 27-13 Speicherinhalt zurückladen, 27 - 15Datum aktuelles einstellen, 16-2 anzeigen, 4-11 Formatoptionen, 16-1, 26-1 in numerische Form umwandeln, 16-2 in Zeichenfolge umwandeln, 16 - 4definieren benutzerdefinierte Funktionen aus Gleichungen, 11-8 Variablen aus Gleichungen, 5-14, 11-4 Definitionsprozeduren lokale Variablen in, 29-20 Lokalvariablenstrukturen, 29 - 18"der"-Namen, 20-11 Variablen, 5-7 Dezimalstellen Anzahl der angezeigten, 4-3 Dezimalzahlen in HMS-Format umwandeln, 12-7, 16-3

Dezimalzeichen, 4-6 einstellen, 4-6 Komma, 4-6 Punkt, 4-6 DIFF EQ-Plots, 19-7, 23-12 Anfangswerte, 19-9 Variablen, 19-9 Differentialgleichungen Anfangswertproblem, 19-2 Grad verringern, 19-5, 19-13 lösen, 19-1 Lösungen plotten, 19-7 mit Vektorwerten, 19-5, 19-13 plotten bei Vektordarstellung, 19 - 13steife plotten, 19-10 zweiten Grades, 19-5 zweiten Grades plotten, 19-13 Differentialgleichungen, steife, 19-4Differentiation algebraische Ausdrücke, 20-10 implizite, 20-12 Dimension Einheiten ohne, 10-8 Dimensionen-Kompatibilität, 25 - 12direkter Eingabemodus, 2-9 "Do"-Schleifen, 29-15 dreidimensionale Plots Einschränkungen, 23-29 **GRIDMAP**, 23-40 Koordinaten relativ zur Anzeige, 23-29 PR-SURFACE, 23-42 PS-CONTOUR, 23-36 SLOPEFIELD, 23-30 WIREFRAME, 23-33 **YSLICE**, 23-38 drucken Objekte, 27-2

über seriellen Anschluß, 27-3 Drucker Infrarot-, 27-2, 27-3 Objekte drucken, 27-2 Duplizieren von Stack-Einträgen, 3-5

Ε

E (in Zahlen), 2-2, A-2 E/A Ports testen, A-15, A-16 editieren Benutzertasten-Zuweisungen, 30 - 8Programme, 29-9 Statistikdaten, 21-5 EDIT-Menü, 2-14 Einfüge-Modus, Cursor, 2-14 Eingabehilfen, 30-2 Eingabemasken, 6-1 ausführen. 6-7 Befehle, 6-8 Beschriftungen, 6-2 Daten ändern, 6-5 Daten über die Tastatur eingeben, 6-3 Eingabezeile, 6-2 erstellen, 6-8 Felder, 6-2 Felder rücksetzen, 6-6 gespeicherte Objekte eingeben, 6 - 3globale Anderungen, 6-7 gültige Objekttypen feststellen, 6-7 Listen eingeben, 6-3 Optionen auswählen, 6-4 springen zu einer zweiten, 6 - 5Stack-Berechnungen und, 6-5 Titel. 6-2

verlassen, 6-8 verwenden, 6-2 Eingabemodi algebraischer Eingabemodus, 2-9Algebra/Programm-Eingabemodus, 2-10 Alpha-Modus, 2-2 Befehlszeile, 2-9 direkter Eingabemodus, 2-9 EquationWriter, 7-2 Indikatoren für, 1-3 manuell wechseln, 2-10 Programm-, 2-10 Einheiten benutzerdefiniert, 25-18 Benutzerdefiniert, 10-16 Einfluß auf die Ergebnisse, 25 - 12falsche, A-4 Gleichungsbibliothek, 25-18 im EquationWriter eingeben, 7-6implizierte, 25-13 in der Gleichungsbibliothek initialisieren, 25-3 Kompatibilität, 25-12 konsistente, 10-9 Lösen nach unbekannten Variablen mit, 18-6 SI vs. Englisch, A-4 umwandeln, 10-7, 10-8 unplausible, 25-13 Einheitenkatalog Gleichungsbibliothek, 25-5 Einheitenobjekte Begrenzungszeichen, 10-2 Berechnungen mit Temperaturen, 10-13 Einheiten in Faktoren zerlegen, 10 - 11

Einheiten-Präfixe, 10-5 Einheiten umwandeln, 10-7, 10 - 8erstellen, 10-3, 10-4, 10-5, 10 - 17Grafikobjekte erstellen aus, 9 - 10im EquationWriter erstellen, 7-6in algebraischen Ausdrücken, 10-11 in Benutzermenüs, 30-2 Kehrwert, 7-6 Kehrwerte von Einheiten, 10 - 3konsistente Einheiten, 10-9 Priorität der Begrenzungszeichen, 10 - 11Priorität der Operatoren, 10-2rechnen mit, 10-9 Tempertureinheiten umwandeln, 10-12 Winkelmaße umwandeln, 10 - 8Zahlenteil, 10-17 Einheiten ohne Dimension, 10-8 Einheiten-Optionen (Gleichungsbibliothek), 25 - 1Auswirkungen fehlender Einheiten, 25-13 Einfluß auf die Lösung der Gleichung, 25-12 Einsteckkarten Anwendungen, 5-1 einsetzen, 28-10, 28-14 entnehmen, 28-17 neue RAM-Karten, 28-11 RAM erweitern, 5-1

ROM erweitern, 5-1 Umgebungsbedingungen, A-5 ungeeignete, 28-11 Einsteck-Ports durchsuchen, 28-5 Karten einsetzen, 28-10 Karten entnehmen, 28-17 Liste der Sicherungsobjekte, 28 - 5Speichertypen, 28-18 Speichertypen in, 28-5 testen, A-14 Universalzeichen, 28-5 Einstellen von Flags, 4-9 Einzelschritt-Ausführung von Programmen, 29-9, 29-10 Ellipsen plotten, 23-13 End-Modus (TVM), 18-15, 18 - 21EQerstellt mit der Gleichungsbibliothek, 25 - 2FUNCTION-Plots und, 23-1, 23 - 4GRIDMAP-Plots und, 23-40 mit der Gleichungsbibliothek erstellen, 25-7 PARAMETRIC-Plots und, 23-8, 23-10 POLAR-Plots und, 23-5 **PR-SURFACE-Plots und**, 23 - 42reservierte Variable, 5-7 SLOPEFIELD-Plots und, 23 - 30TRUTH-Plots und, 23-16 EQ LIB-Anwendung, 1-7 EquationWriter, 7-2 Ableitungen eingeben, 7-5

ändern in der Befehlszeile, 7 - 11ändern mit der Rücktaste. 7 - 10Auswahlumgebung, 7-2, 7-12, 7-14, 20-21 Beispiele, 7-8 Brüche eingeben, 7-4 Eingabemodi, 7-2 Einheiten eingeben, 7-6 Einheitenobjekte erstellen im, 7-6, 10-5 Exponenten eingeben, 7-4, 7-5Gleichungen erstellen im, 7-3 implizite Klammern, 7-7 Integrale eingeben, 7-6 Klammern eingeben, 7-5 mathematische Operatoren eingeben, 7-4 Modi, 7-2 Namen eingeben, 7-3 Operationen, 7-14 Roll-Modus, 7-2, 7-11, 7-15 Rules-Umformungen, 20-21 Stack-Objekte einfügen, 7-12 starten, 7-3 Summationen eingeben, 7-6 Teilausdrücke, 7-11 Teilausdrücke ändern, 7-11 Teilausdrücke ersetzen, 7-13 Variablen eingeben, 7-3 verlassen, 7-3 wobei-Funktionen eingeben, 7 - 7Wurzeln eingeben, 7-5 Zahlen eingeben, 7-3 Ersetzen-Modus, Cursor, 2-14 Exponent Anzeigeformat, 4-3 Exponenten

Brüche, A-3 im EquationWriter, 7-4 Exponentialfunktionen, 12-2 Extremum in SOLVE-Anwendung, 18-4 Extremwert eines Graphen, 22-13

F

Fakultäten, 12-4 Fehler Bedingungsstrukturen, 29-16, 29 - 17beim Auflösen von Gleichungen, 25-12 finden, 29-16, 29-17 Liste der Meldungen, B-1 Nummern für, B-1 serielle Ein/Ausgabe, 27-21, 27 - 22Signalton steuern, 4-11 Ursachen, 29-16 Fehlerbehebung in Programmen, 29-9, 29-10 Felder ändern, 8-5 arithmetische, 14-12 aufspalten, 14-15 Berechnungen, 14-12 Dimensionen, 14-9 Dimensionen ändern, 14-11 drucken, 27-2 eingeben, 2-7 eingeben mit dem MatrixWriter, 8-2, 14-1 einspaltige, 8-1, 8-9 einzeilige, 8-1, 8-9 Elemente abrufen, 8-9 Elemente ersetzen, 14-8 Elemente extrahieren, 14-7 Frobenius-Norm, 14-9

Funktionen anwenden auf, 14 - 14in algebraischen Ausdrücken, 14 - 13kombinieren, 14-15 komplexe in reelle umwandeln, 14 - 15Konstante, 14-2 Normen, 14-9 reelle in komplexe umwandeln, 14 - 15reellen Teil extrahieren, 14-15 Spalten einfügen, 14-6 Spalten extrahieren, 14-7 Spalten-Norm, 14-9 Spalten vertauschen, 14-7 Spektral-Norm, 14-9 spezielle erstellen, 14-2 Vektoren, 8-1 Zeilen extrahieren, 14-6 Zeilen-Norm, 14-9 Zeilen vertauschen, 14-7 Zufalls-, 14-3 Felder (Eingabemasken), 6-2 auswählen, 6-2, 6-3 Daten, 6-2, 6-3, 6-5 erweiterte Daten, 6-2, 6-3 Feldtypen, 6-2 gültige Objekttypen feststellen, 6-7 Liste, 6-2, 6-4 markieren, 6-2, 6-5 rücksetzen, 6-6 Festkomma-Anzeigemodus, 4-2 Finanzlöser-Anwendung, 18-14 Amortisation, 18-21 Zahlungsmodi, 18-15 Flags akustisches Alarm-Signal (-57), 26-6

Alpha-Verriegelung (-60), 4 - 9auf einem Computer sichern, 27 - 14Benutzer-, 4-10 bestätigten Alarm sichern (-44), 26-5Betriebseinstellungen steuern, 4 - 7Complex-Modus (-19), 12-15 einstellen. 4-9 Hauptlösung (-1), 20-17 numerische Ergebnisse (-3), 5-14, 11-5 prüfen, 4-9 **RECV** als Überschreibschutz (-36), 27-13rücksetzen, 4-9 sichern in Sicherungsobjekt, 28-6Standard-Zustände, D-1 symbolische Konstanten (-2), 11 - 5System-, D-1 unendlich viele Lösungen (-22), 14-18wiederholten Alarm nicht neu setzen (-43), 26-6 Folgen, 17-1 Bestimmen der Differenzen, 17 - 9erstellen. 17-8 Produkt aus Elementen ermitteln, 17-9 "For"-Schleifen, 29-14 Freigeben von Erweiterungsspeicher, 28-19, 28-20 FUNCTION-Plots, 23-1 EQ in, 23-1, 23-4 gültige Gleichungen, 23-1

PICTURE FCN-Hilfsfunktionen und. 23 - 1Standard-Schrittweite, 23-3 **TRACE-Modus**. 23-4 Funktionen allgemeine mathematische, 12 - 2arithmetische (Zusammenfassung), 11 - 6auf Felder anwenden, 14-14 auf Listen anwenden. 17-6 benutzerdefinierte, 11-8, 24-2 Exponential-, 12-2 Gleichungen als Argumente für, 11-4 hyperbolische, 12-3 logarithmische, 12-2 Objekttyp, 11-2 Plots von F. analysieren. 22 - 11Prozent-, 12-9 Teilmenge der Befehle, 11-1 trigonometrische, 10-9, 12-2, A-2 Umwandeln von Brüchen, 16-5, 16-6 Winkelumwandlung, 12-7 wisenschaftliche (Zusammenfassung), 11 - 6Zahlenteile, 12-10 Funktionen der obersten Ebene, 20 - 19Funktionen zweier Variablen plotten, 23-25 F-Verteilung, 12-5

G

Gamma-Funktion. 12-4 ganzzahliger Teil der reellen Zahl. 12-10 Garantie, A-17 Gaußsche Elimination. 14-20 Genauigkeit, 4-2 von Integralen, 20-6 von linearen Lösungen, 14-19 geplottete Funktionen analysieren, 22-11 geschätzte Lösungen Hilfe beim Finden von Lösungen, 25-12 Gewährleistung, A-17 Gleichheitszeichen, 11-4, 18-1, 22 - 1Gleichungen, 11-4, 18-1, 22-1 allgemeine Lösungen, 20-17 Argumente für Funktionen. 11-4aus Variablen erstellen, 5-14 benutzerdefinierte Funktionen erstellen aus, 11-8 erstellen. 2-7 grafisch lösen, 22-12 Hauptlösungen, 20-17 im EquationWriter erstellen, 7 - 3kritische Punkte, 22-13 lineare Systeme lösen, 14-13, 14-16, 14-17, 14-19, 14-20 lösen, 18-2 nach unbekannter Variabler auflösen. 18-1 neu ordnen, 20-19, 20-31 numerisch lösen, 22-12 plotten, 22-1 polynome Annäherungen, 20-13, 20-16 quadratische lösen, 20-16

Steigung berechnen, 22-12 symbolisch lösen, 20-15, 20-16 Variablen erstellen aus, 11-4 Vergleich mit Ausdrücken, 11-4, 18-1, 22-1 Gleichungen (Gleichungsbibliothek) Anzeigeform, 25-5 anzeigen, 25-5 Berechnungsform, 25-5 Beschränkungen für die Funktionen, 25-10 Bilder, 25-6 Brauchbarkeit, 25-10 erstellen, 25-10 lösen, 25-1 mehrere Lösungen, 25-13 nicht verwendete, 25-13 unplausible Lösungen, 25-13 Variablen in, 25-10 zu viele unbekannte, 25-10 zu viele Unbekannte, 25-12 Gleichungsbibliothek, 25-1 Angaben zu Gleichungen, 25-4Anwendung des Multiple-Equation Solver, 25-7 Anzeigen von Gleichungen, 25 - 5Aufgaben lösen, 25-1 benutzerdefinierte Einheiten, 25 - 18Bilder in, 25-6 Einheiten, 25-5, 25-6 Einheitenkatalog, 25-5 Einheitensystem einstellen, 25-1, 25-6 Elemente, 25-4, F-1 Ergebnisse auswerten, 25-12 Kataloge, 25-1

Lösungsroutine auswählen, 25 - 3Minensuchspiel, 25-17 Multiple-Equation Solver. 25 - 3nachschlagen, F-1 nach Variablen auflösen, 25-4 SOLVE-Anwendung und, 25 - 3Solver-Lösungsroutinen aufrufen. 25-2 Titel, 25-4, F-1 unerwartete Ergebnisse, 25-12 Variablenkataloge, 25-5 Variablen löschen, 25-6 Variablennamen, 25-5 Werte für Variablen eingeben, 25-4Gleichungsbibliothkek Löschen von Variablen, A-4 Gleichungslöser anhalten und neu starten, 18-6anzeigen, 18-6 Gleichungssysteme "beste" Lösung, 14-16 Gaußsche Elimination, 14-20 Genauigkeit der Lösung, 14 - 19lösen, 14-13, 14-16, 14-17, 14 - 20überbestimmt, 14-16, 14-17, 14 - 20unterbestimmt, 14-16, 14-17, 14 - 20globale Variablen Nachteile für die Programmierung, 29-17 VAR-Menü, 5-12 Verarbeitung in Programmen, 29 - 2

Globale Variablen, A-4 Gon Winkelmodus, 4-3 Gon-Modus, 4-11 Grad in Radiant umwandeln, 12-7 Winkelmodus, 4-3 GRAD-Indikator, 1-3, 4-3 Gradmodus, 4-11 Grafikobjekte anzeigen im Stack, 9-11 Bild extrahieren, 9-11 drucken, 27-2 erstellen aus algebraischen Ausdrücken, 7-15 erstellen aus Objekten, 9-10 Größe, 9-12 überlagern, 9-11 Zeichengröße, 9-10 Grafikumgebung Elemente hinzufügen, 9-3 Pixel-Operationen, 9-10 GRIDMAP-Plots, 23-40 Ausgabeanzeige konfigurieren, 23 - 40Ausgabegitter, 23-26, 23-40 EQ in, 23-40 griechische Buchstaben eintippen, 1-6 Ubersetzungen, 27-19 Großbuchstaben eintippen, 1-5, 2-4 in Einheiten, 10-4 Größe des Speichers, 5-1, A-2 des Stack, 3-12 von Variablen, 5-11 Grundgesamtheitsstatistik, 21-7

Н

h (Hex-Zahlenbasis), 15-1 HALT-Indikator, 1-3, 29-10, A-3 Hauptfunktion, 7-11 Hauptlösungen allgemeine Lösungen und, 20 - 17angeben, 20-17 Gleichungen und algebraische Ausdrücke, 20-17 HISTOGRAM-Plots, 23-20 von Statistiken, 23-21 **HMS-Format** für Uhrzeit, 16-3 für Winkel, 12-7 in Dezimalzahl umwandeln, 12-7, 16-3 HOME-Verzeichnis sichern, 27-13, 28-6 wechseln in das, 5-13 wiederherstellen, 28-7 zurückladen, 27-15 Hyperbeln plotten, 23-13 hyperbolische Funktionen, 12-3 HYP-Menü, 12-3

I

IERR (Integrationsunsicherheit), 20-7 "If"-Verzweigung, 29-16 "IF"-Verzweigung, 29-11, 29-17 imaginärer Teil komplexer Zahlen, 12-15 von komplexen Matrizen, 14-15 implizite Klammern, 7-7 Indexzahl (Alarm), 26-4 Indikatoren 1USR, 1-3 Alarm (••), 1-3, 26-4

ALG. 1-3 alpha α , 1-3 angezeigte, 1-3 belegt X, 1-3 Benutzer-Flags (1 2 3 4 5), 1-3HALT, 1-3 I/O ≫, 1-3 Polar/Kugelkoordinatenmodus R本本, 1-3 Polar/Zylinderkoordinatenmodus R∡Z, 1-3 PRG, 1-3 RAD, 1-3 Status anzeigen, 1-1 Umschalttasten **S D**, 1-3, 1-6**USER**, 1-3 Infrarot-Drucker drucken, 27-2 konfigurieren, 27-3 Infrarot-Port testen, A-15 Integrale bestimmte, 20-1, 20-8 Genauigkeit, 20-6 Genauigkeit begrenzen, 20-6 IERR (Integrationsunsicherheit), 20-7 im EquationWriter, 7-6 in PICTURE-Umgebung, 22 - 12mehrfache, 20-5 nicht integrierbare Ausdrücke, 20 - 10numerisch lösen, 20-1 symbolisch lösen, 20-8 unbestimmte, 20-9, 20-34 und Taylorpolynome, 20-10

uneigentliche, 20-2 Unsicherheit, 20-6 Integration gültige symbolische Ausdrücke, 20-8 numerische, 20-1 symbolische, 20-8 Interaktiver Stack Arbeitsweise, 3-7, 3-8 Eingabeumgebung, 3-7 Menü, 3-8 Tastenbelegung, 3-10 Zeiger, 3-7 Internationale Einheiten, 10-2, 10 - 8I/O Befehle für serielle Übertragung, 27-18 Computeranschluß, 27-7 Dateien benennen, 27-13 Eingabepuffer, 27-21, 27-22 Fehler, 27-21, 27-22 Kermit-Befehle, 27-15 Kermit-Protokoll, 27-10 Nicht-Kermit-Befehle, 27-18 Parameter für seriellen Drucker, 27-3 Pinbelegung des seriellen Kabels, 27-8 Speicherinhalt sichern, 27-13 Speicher zurückladen, 27-15 Variablen schützen, 27-13 von HP 48 zu Computer, 27-7, 27-13 von HP 48 zu HP 48, 27-1 XON/XOFF-Handshake, 27-3, 27-20 I/O-Anwendung, 1-7 I/O-Menü, 27-21 IOPAR reservierte Variable, 5-7

Κ

Kabel (seriell), 27-7, 27-8 kartesische Koordinaten, 4-4 kartesischer Koordinatenmodus, 12-12, 13-1 Kartesischer Koordinatenmodus, 4-11 Kataloge Gleichungsbibliothek, 25-1 Kehrwert Matrizen, 14-11 Kehrwerte von Funktionen, 20 - 16Kermit Befehle senden, 27-15 Dateiübertragungsprotokoll, 27 - 10Pakete, 27-15 Kettenrechnungen, 3-3 Klammern im EquationWriter, 7-5, 7-7 implizite, 7-7 in algebraischen Ausdrücken, 11 - 3in komplexen Zahlen, 12-13 Kleinbuchstaben eintippen, 1-5, 2-4 in Einheiten, 10-4 Kombinationen, 12-4 Komma Dezimalzeichen, 4-6 Trennzeichen für komplexe Zahlen, 12-13 Kommentare in der Befehlszeile, 2-8komplexe Konjugierte, 12-15 komplexe Zahlen als Plot-Koordinaten, 9-8 anzeigen, 12-12 aus Berechnungen mit reellen Zahlen, 12-14

aus reellen Zahlen, 12-15 Begrenzungszeichen $\langle \rangle$, 12-13, 13-3 Berechnungen, 12-14 eingeben, 12-13 in reelle Zahlen umwandeln, 12 - 15interne Darstellung, 12-13 kartesische Komponenten, 12 - 12Konjugierte, 12-15 Koordinatenmodi, 12-12 Normaldarstellung, 12-13 polare Komponenten, 12-12 zerlegen in reelle Zahlen, 12 - 15Konjugierte komplexer Zahlen, 12 - 15Konjugierte (Matrizen), 14-15 Konstanten in Gleichungen, 25-14 Liste der, 25-14 numerische, 11-4 symbolische, 11-4, 11-5 vorprogrammierte, 11-4 Konstantenbibliothek, 25-14 Koordinaten Benutzereinheiten-, 9-8 Pixel-, 9-8 Koordinaten beim Plotten, 9-8, 9 - 10Koordinatenmodi ändern, 12-12, 13-2 Indikatoren für, 1-3 kartesische, 4-4, 12-12, 13-1 komplexe Zahlen, 12-12 Kugel-, 4-5, 12-12, 13-1 Polar, 13-1 Polar-, 4-4, 12-12 Vektoren, 4-4, 13-1, 13-4 Zylinder-, 4-5, 12-12, 13-1

Kreise plotten, 23-13 zeichnen, 9-9 Kreuzprodukt, 13-4 kritische Punkte Anzeige im Graphen, 22-13 Kugelkoordinaten-Modus, 4-5, 4-11, 12-12, 13-1

L

letzte Argumente speichern, 4-11 wiederaufrufen. 3-6 letzte Befehlszeile speichern, 4-11 letzter Stack speichern, 4-11 letzter Stack-Zustand wiederherstellen, 3-6 LIBRARY-Anwendung, 1-7 lineare Gleichung "beste" Lösung bestimmen, 14 - 16lineare Gleichungen, 14-13, 14-17, 14-19, 14-20 lösbare Systeme, 18-13 Matrixgleichungen und, 18-12 Systeme lösen, 14-16, 18-12, 18 - 13linearer Gleichungslöser Ergebnisse interpretieren, 18-13 Lösung überprüfen, 18-13 verwenden, 18-12 zulässige Systeme, 18-13 Linien zeichnen, 9-9 Listen, 17-1 anbinden, 17-2 bearbeiten, 17-7 Befehle anwenden auf, 17-2

Befehle mit mehreren Argumenten, 17-3 dividieren zweier, 17-4 eingeben, 2-6 Elemente aus zwei Listen addieren, 17-3 Elemente ersetzen, 17-7 Elemente finden, 17-8 Elemente im Stack ablegen, 17 - 7Elemente zählen in , 17-7 erstes Element im Stack ablegen, 17-7 Funktionen anwenden auf, 17-4, 17-6 im Stack erstellen, 17-1 mit Eingabemasken verwenden, 6-3 multiplizieren zweier, 17-4 Programme anwenden auf, 17-4Prozeduren anwenden auf, 17-5sortieren, 17-7 subtrahieren zweier, 17-4 über die Tastatur erstellen, 17 - 1umkehren, 17-7 Verarbeitung, 17-2 Verarbeitung in Programmen, 29-2verknüpfen, 17-4, 17-7 logarithmische Funktionen, 12-2 logische Funktionen, 15-4, 15-5 lokale Variablen, 29-4 auswerten, 29-19 Benennung, 29-18 erstellen. 29-3 erzeugen, 29-18 in Subroutinen, 29-20 kompilierte, 29-20

temporäre, 29-18, 29-19, 29 - 20Verarbeitung in Programmen, 29-2Verwendung außerhalb der Definitionsprozedur, 29 - 20Lokalvariablen-Strukturen Funktionsweise, 29-18 Programmelement, 29-3 Syntax, 29-3 Lokalvariablenstrukturen als benutzerdefinierte Funktionen. 29-21 Berechnungen mit, 29-4 eingeben, 29-18 Funktionsweise. 29-3 in benutzerdefinierten Funktionen, 29-20 lokale Variablen erzeugen, 29 - 18Prozedur definieren, 29-18, 29 - 20Syntax, 29-18 Vorteile, 29-19 löschen Benutzertasten, 30-7 Sicherungsobjekte, 28-4 Speicher, 5-19 Stack, 3-5 Variablen, 5-11 Löschen Gleichungsbibliotheks-Variablen, A-4 Lösungen, 18-2 mehrere, 25-13 Lösungen plotten Differentialgleichungen, 19-7 steife Differentialgleichungen, 19 - 10

Lösungsroutinen (Equation Library) Vergleich, 25-3 Lösungsroutinen (Gleichungsbibliothek) auswählen, 25-3 Luftfeuchtigkeit Bedingungen, A-4, A-5

Μ

Mantisse, 4-3 Markierte Objekte eingeben. 2-6 Maßeinheiten basierend auf SI-Einheiten, 10-2gleicher Dimension, 10-9 Groß-Kleinschreibweise, 10-4 im EquationWriter eingeben, 7 - 6in Benutzermenüs, 30-2 in Berechnungen, 10-9, 10-13 in Faktoren zerlegen, 10-11 Kehrwert, 7-6 Kehrwerte, 10-3 löschen, 10-17 Operatoren, 10-2 Präfixe, 10-5 Temperaturdifferenzen, 10-14 Temperatureinheiten, 10-12, 10 - 13Temperatur umwandeln, 10 - 12umwandeln, 10-7, 10-8 Winkel umwandeln, 10-8 mathematische Operationen, 12 - 2MATRIX-Menü, 8-9 MatrixWriter Felder ändern, 8-5 Felder eingeben, 8-2, 14-1

MATRIX-Menü, 8-9 Reihenfolge der Zelleneingabe, 8-9 Spalten einfügen, 8-9 Spalten löschen, 8-9 Statistikdaten, 21-5 Statistikdaten und, 21-2 Vektoren eingeben, 8-9 verwenden, 8-2 Zeilen einfügen, 8-9 Zeilen löschen, 8-9 Zellenbreite einstellen, 8-6, 8 - 9Matrizen, 8-1 aus Folgen zusammensetzen, 14-5aus singulären Werten rekonstruieren, 14-25 aus Vektoren zusammengesetzt, 14-3, 14-4Berechnungen, 14-12 Bestimmungszahl, 14-10 charakterisieren, 14-8 Determinanten, 14-10 Diagonalelemente extrahieren, 14 - 5Eigenvektoren, 14-23 Eigenwerte, 14-23 eingeben, 2-7 Einheits-, 14-3 erweiterte, 14-21 faktorisieren, 14-23 Gaußsche Elimination, 14-20 in Elemente zerlegen, 14-4 in Vektoren zerlegen, 14-5 Kehrwert bilden, 14-20 Kehrwerte, 14-11, 14-18 konjugieren, 14-15 lineare Gleichungssysteme lösen, 14-16

mit dem MatrixWriter eingeben, 8-2, 14-1 Rang, 14-10 schlecht konditionierte, 14-18 singuläre, 14-18 singuläre Werte, 14-25 Spektralradius, 14-10 Spur, 14-10 Staffel-Matrix mit reduzierten Zeilen, 14-21, 14-22 Statistikdaten, 21-1 transponieren, 14-11 umformen, 14-21 Zeilen einfügen, 14-6 Zeilen-Operationen, 14-21 zerlegen, 14-23 Maximum eines Graphen, 22-13 in SOLVE-Anwendung, 18-4 Meldung zu wenig Speicher, 5-20 Meldungen im Statusbereich angezeigte, 1 - 1in SOLVE-Anwendung, 18-4 Liste der, B-1 Nummern für, B-1 MEMORY-Anwendung, 1-7 Menü EDIT, 2-14 Menübeschreibungen CST, 30-1 EDIT, 2-14 Interaktiver Stack, 3-8 I/O, 27-21 MATRIX, 8-9 MTH BASE, 15-1, 15-4, 15-5 MTH HYP, 12-3 MTH PARTS, 12-9 MTH PROB, 12-4, 12-5 MTH REAL, 12-7, 12-10

MTH VECTR, 13-2, 13-4 PICTURE FCN, 22-12 PRG STK, 3-12 RULES, 20-23 UNITS-Befehlsmenü, 10-1 UNITS-Katalog, 10-1, 10-3, 10-7VAR, 5-13 Menüfelder, 1-4 benutzerdefiniert, 30-3 falsche Farbe, 25-13 in der Gleichungsbibliothek, 25 - 3schwarze und weiße, 25-10 unterer Anzeigerand, 1-9 Untermenü-Kennzeichen, 5-4 Untermenüs, 1-10 Variablenstatus anzeigen, 25 - 10verwandte Variablen anzeigen, 25-10, 25-13, 25-14 Menüs anzeigen, 1-10 Benutzer-, 30-1 Felder in der Anzeige, 1-4 Funktionen auswählen, 1-10 Liste der, C-1 Nummern für, C-1 Seiten in, 1-10 verwenden, 1-10 voriges Menü, 1-10 Menütasten Anwendung SOLVE, 25-4 Felder, 1-4 Multiple-Equation Solver, 25-4, 25-8 Verwendung, 1-9 Minensuchspiel, 25-17 Minimum eines Graphen, 22-13 in SOLVE-Anwendung, 18-4

MODES-Anwendung, 1-7 Modi algebraischer Eingabemodus, 2-9Algebra/Programm-Eingabemodus, 2-10 Auswahlmodus (EquationWriter), 7-2 Befehlszeilen-Eingabemodus, 2-9direkte Eingabe, 2-9 Eingabemodi (EquationWriter), 7-2 im EquationWriter, 7-2 kartesischer Modus, 12-12, 13 - 1Koordinaten-, 12-12 Koordinatenmodus, 13-1 Kugel-, 12-12, 13-1 Polarmodus, 12-12, 13-1 Programmeingabe-, 29-6 Programm-Eingabemodus, 2 - 10rollen (EquationWriter), 7-2 Zylinder-, 12-12, 13-1 modifizierte Menüs in der SOLVR-Umgebung, 18 - 10Modusnamen 1-User, 30-5 User (Benutzer), 30-5 Mpar mit der Gleichungsbibliothek erstellen, 25-2, 25-7 MTH BASE-Menü, 15-1, 15-4, 15 - 5MTH HYP-Menü, 12-3 MTH PARTS-Menü, 12-9 MTH PROB-Menü, 12-4, 12-5 MTH REAL-Menü, 12-7, 12-10 MTH VECTR-Menü, 13-2, 13-4 Multiple-Equation Solver Beschränkungen für die Funktionen, 25-10 Einheiten. 25-8 Ergebnisse auswerten, 25-12 Farbe der Menüfelder, 25-3, 25 - 10internes Verfahren, 25-10, 25 - 12kann keine Lösung finden, 25 - 12Meldungen, 25-12 Menütastenbelegung, 25-4, 25 - 8Vergleich mit der Anwendung SOLVE, 25-3 Verwendung des Root-Finder, 25 - 10Verwendung mit der Gleichungsbibliothek, 25-3, 25-7

Ν

n1allgemeine Lösungen (Ganzzahlen), 20-17 reservierte Variable, 5-7 Näherungswerte SOLVE-Anwendung, 18-1, 18-3, 18-5 Namen auswerten, 5-14, 5-15 Auswerten von Variablen mit Namen, 5-14 Auswertung verhindern, 5-15 doppelte, 5-5 eingeben, 5-16 Einschränkungen, 5-6 finden, 5-4 im EquationWriter, 7-3 in Benutzermenüs, 30-1

Menü, 5-13 Verarbeitung in Programmen, 29-2 negativ Feld, 14-12 negativer Wert von Zahlen, 12-15 Normalverteilung, 12-5, 12-6 Normen (Felder), 14-9 Nullstellen in der PICTURE-Umgebung, 22-12 Nullwert in SOLVE-Anwendung, 18-4

0

o (Oktal-Zahlenbasis), 15-1 Objekte, 2-1, A-3 anzeigen, 2-11 aus dem Stack löschen, 3-5 bearbeiten. 2-11 Begrenzungszeichen für, 2-6 drucken, 27-2 eingeben, 2-6 gültige Typen für Eingabemasken bestimmen, 6-7 in Benutzermenüs, 30-1 in der Befehlszeile erstellte, 2-9in Eingabemasken verwenden, 6 - 3in Programmen eingeben, 29-6in Variablen speichern, 5-7, 5 - 13umwandeln in Grafikobjekt, 9-10Verarbeitung in Programmen, 29-2

von HP 48 zu HP 48 (I/O), 27-1 Objekte, Typnummern von, H-30 Operationen Kategorien von, 11-1

Ρ

Pakete (Kermit), 27-15 Parabeln plotten, 23-13 PARAMETRIC-Plots, 23-8 Anzeigebereiche, 23-9 EQ in, 23-8, 23-10 Plotbereiche, 23-9, 24-3 Standard-Schrittweite, 23-9 TRACE-Modus. 23-10 PARTS-Menü, 12-9 Permutationen, 12-4 Pfade, 5-4 PICT, 9-7Bild speichern in, 25-6 in den Stack kopieren, 9-5 zurücksetzen, 22-16 PICTURE FCN-Menü, 22-12 **PICTURE-Umgebung** Ableitungen in, 22-12 aktuelle Gleichung lösen, 22 - 12Analysieren von Funktionen, 22 - 11Integrale in der, 22-12 Tastatur in, 22-5 zoomen, 22-8 Pixel, 9-10 ein- und ausschalten, 9-10 in Benutzereinheiten umwandeln, 9-10 Koordinaten, 9-8 Platzhalter-Variablen in SOLVE-Anwendung, 18-3

PLOT-Anwendung, 1-7 Differentialgleichungen, 19-7 Plotbereiche Anzeigebereiche und, 24-3 PARAMETRIC-Plots, 23-9 POLAR-Plots, 23-6, 23-7 TRUTH-Plots, 23-17 **Plot-Parameter** festlegen, 22-15 zurücksetzen, 22-16 Plots ΣDAT und, 22-2, 22-14 ΣPAR und, 22-18 abrufen, 24-6 aktuelle Gleichung lösen, 22 - 12analysieren, 22-11 Analysieren von Funktionen, 22 - 11Ausdrücke, 22-1 Ausgabe von Plots zweier Variablen, 23-26 benutzerdefinierte Funktionen, 24 - 2Benutzereinheiten-Koordinaten, 9-8 Bereiche, 24-3 Funktionen zweier Variablen, 23 - 25Gleichungen, 22-1 Grafikelemente hinzufügen, 9-3in Variablen gespeicherte Plots anzeigen, 24-7 in Variablen sichern, 24-7 Koordinatenachsen beschriften, 24-1 Koordinaten-Typen, 9-8 Koordinaten umwandeln, 9 - 10Pixel-Koordinaten, 9-8

Pixel-Operationen, 9-10 Plot-Parameter festlegen, 22 - 15Plot-Parameter zurücksetzen, 22 - 16Plot-Typen, 24-3 PPAR und, 22-15, 22-16 Programme, 22-1, 24-2 sichern, 24-6 Stichprobengitter, 23-26 VPAR und, 22-16 "wiederherstellbare" Plots sichern, 24-7 wiederherstellen, 24-8 zoomen, 22-8 **Plot-Schrittweite** CONIC-Plots, 23-14 FUNCTION-Plots, 23-3 PARAMETRIC-Plots, 23-9 POLAR-Plots, 23-6 TRUTH-Plots, 23-17 Plot-Typen BAR, 23-22 CONIC, 23-13, 24-3 DIFF EQ, 19-7, 23-12 FUNCTION, 23-1 GRIDMAP, 23-26, 23-40 HISTOGRAM, 23-21 PARAMETRIC, 23-8, 24-3 POLAR, 23-5, 24-3 PR-SURFACE, 23-28, 23-42 PS-CONTOUR, 23-26, 23-36 **SCATTER**, 23-24 SLOPEFIELD, 23-26, 23-30 TRUTH, 23-16, 24-3 WIREFRAME, 23-28, 23-33 YSLICE, 23-27, 23-38 Polarkoordinaten, 4-4 Polarkoordinatenmodus, 12-12, 13 - 1POLAR-Plots, 23-5

Bereiche anzeigen, 23-6 EQ in, 23-5 Plotbereiche, 23-6, 23-7, 24-3 Standard-Schrittweite, 23-6 TRACE-Modus, 23-7 Polynome als Näherungswert, 20-13, 20 - 16aus den Lösungen bestimmen, 18 - 11auswerten, 18-12 Gleichungslöser verwenden, 18 - 11im EquationWriter, 7-7 Lösungen berechnen, 18-11 Maclaurinsche Reihen, 20-13 Taylor-, 20-13 umwandeln in algebraische Form, 18-12 Port 0 Bibliotheken in, 28-9 interner unabhängiger Speicher, 28-2, 28-3 Objekte verschieben zu, 28-19 Speicher sichern in, 28-6 Speicher wiederherstellen, 28-7Port-Speicher Objekte verschieben auf, 28 - 20PPAR Plot-Parameter, 22-15 reservierte Variable, 5-7 zurücksetzen, 22-16 PRG-Indikator, 1-3, 29-6 PRG STK-Menü, 3-12 Priorität symbolische Operatoren, 11-3 Probleme, A-1 PROB-Menü, 12-4, 12-5

Progammausführung fortsetzen, 29-9, 29-10 Programm algebraische Ausdrücke eingeben, 2-10 Eingabemodi, 2-10 Programme, 22-1, 29-1 abbrechen, 29-9, 29-10 Ablauf von. 29-5 als Sequenzen von Programmen, 29-1, 29-2anhalten, 1-9, 29-7, 29-10 anzeigen, 29-9 auf Listen anwenden, 17-4 ausführen. 29-7 Auswerten von Variablen mit Programmen, 5-14 "Baustein"-, 29-5 Bedingungsstrukturen, 29-11, 29-16, 29-17 benennen, 29-6 benutzerdefinierte Funktionen, 29 - 21Berechnungsarten, 29-4 editieren, 29-9 Eingabemodi, 29-6 eingeben, 29-6 Einzelschritt-Ausführung, 29-9, 29-10 Fehlerbehebung in, 29-9 Fehler finden, 29-16, 29-17 fortsetzen, 29-9, 29-10 HALT-Indikator, 29-10 im Stack, 29-6 in Lokalvariablenstrukturen, 29-3, 29-18 lokale Variablen auswerten. 29 - 19lokale Variablen nicht auswerten, 29-19

Lokalvariablenstrukturen. 29-3, 29-18 lösen, 18-2 Objekte in, 29-2 plotten, 22-1, 24-2 Schleifenstrukturen, 29-13 speichern, 29-6 Strukturen in, 29-3 strukturierte, 29-5 Subroutinen, 29-5 Verarbeitung von Objekttypen, 29-2 Vergleich mit Bibliotheken, 28 - 8verstrichene Zeit, 16-5 Wirksamkeit von lokalen Variablen in, 29-20 Zeilenschaltungen in, 29-6 Programme abbrechen, 29-9, 29 - 10Programm-Eingabemodus, 2-10, 29-6Prozeduren auf Listen anwenden, 17-5 definieren, 29-18, 29-20 Prozentfunktionen, 12-9 PR-SURFACE-Plots, 23-42 Anzeigeraum, 23-43 Ausgabeflächen, 23-28 Blickpunkt, 23-43 EQ in, 23-42 PRTPAR reservierte Variable, 5-7 Prüfbefehle in Bedingungsstrukturen, 29-11in Schleifenstrukturen, 29-15, 29 - 16Prüfen Flag-Status, 4-9 Pixel, 9-10

Taschenrechner, A-10 Prüfsummen Sicherungsobjekte prüfen, 28-3 von HP 48 zu HP 48, 27-1 PS-CONTOUR-Plots, 23-36 Ausgabegitter, 23-26 Puffer (seriell), 27-21, 27-22 Punkt Dezimalzeichen, 4-6

Q

quadratische Gleichungen lösen, 20-16

R

RZ-Indikator, 12-12, 13-2 R&&-Indikator, 12-12, 13-2 Radiant in Grad umwandeln, 12-7 Winkelmodus, 4-3 Radiantenmodus, 4-11 RAD-Indikator, 1-3, 4-3 RAM-Karten als Speichererweiterung, 28-18 als unabhängiger Speicher, 28 - 18Batterie auswechseln, A-8 Batterie (erste), 28-11 Batteriepufferung, 28-17 Batterietyp, A-6 Benutzerspeicher erweitern, 28 - 19Benutzerspeicher vergrößern, 5 - 1einsetzen, 28-10, 28-14 entnehmen, 28-17 freigeben, 28-19, 28-20 freigeben vor Entnahme, 28 - 17für Sicherungsobjekte, 28-3

initialisieren, 28-16 neue, 28-11 Objekte verschieben, 28-20 Schreibschutz, 28-14, 28-20 Speicherarten, 28-5, 28-18 Speicher sichern, 28-6 Speicher wiederherstellen, 28 - 7testen, A-14 Rangfolge Hauptfunktion, 7-11 REAL-Menü, 12-7, 12-10 Rechtecke zeichnen, 9-9 reelle Zahlen in binäre Ganzzahlen umwandeln, 15-3 komplexe Resultate, 12-14 umwandeln in Brüche, 16-5, 16 - 6umwandeln in komplexe Zahlen, 12-15 Reihenfolge Einheiten-Operatoren, 10-2, 10 - 11Reparaturservice, A-19 reservierte Variablen, 5-6 rollen im EquationWriter, 7-2, 7-11. 7-15 Root-Finder Verwendung durch den Multiple-Equation Solver, 25-10, 25-12 rotate (binäre Ganzzahlen), 15 - 5rücksetzen Felder in Eingabemasken, 6 - 6Flags, 4-9 Speicher, 5-19 Rücktaste

im EquationWriter, 7-10 in Befehlszeile, 2-9 RULES-Menü, 20-23 Rules-Umformungen, 20-31 Runden von Zahlen, 12-10

S

s1allgemeine Lösungen (+ oder -). 20-17reservierte Variable, 5-7 SCATTER-Plots, 23-20 mit Regression vergleichen, 23 - 25von Statistikdaten, 23-24 Schaltuhr-Alarm, 26-2 Schätzwert-Lösungen Hilfe für die Lösung, 25-14 Schleifenstrukturen bestimmte, 29-13 "Do"-Schleifen, 29-15 "For"-Schleife, 29-14 negative Schrittweite, 29-14, 29 - 15Programmelement, 29-3 Prüfbefehle in, 29-15, 29-16 "Start", 29-13 unbestimmte, 29-13 "While"-Schleifen, 29-16 Zähler, 29-13, 29-14, 29-15 Schnittpunkte, 22-12 Schreibschutzschalter, 28-14, 28 - 20Seiten (Menüs) anzeigen, 1-10 Selbsttest, A-12 Semikolon Trennzeichen für komplexe Zahlen, 12-13 serielle Drucker, 27-2, 27-3 serieller Anschluß

Drucker anschließen, 27-3 Pinbelegung, 27-8 zum Drucken, 27-3 Serielle Schnittstelle testen, A-16 serielles Kabel, 27-7, 27-8 Service Reparatur, A-19 shift (binäre Ganzzahlen), 15-5 Sicherungskennungen, 28-4 Sicherungsobjekte auflisten, 28-5 auf RAM-Karte verschieben, 28 - 20auswerten, 28-4 erstellen, 28-4 gesamter Benutzerspeicher, 28-6im unabhängigen Speicher, 28 - 3in Benutzermenüs, 30-2 in Port 0, 28-3 Kennungen, 28-4 löschen, 28-4 Speicher wiederherstellen, 28-7Universalzeichen, 28-5 Verzeichnisse, 28-4 zu Port 0 verschieben, 28-19 zurückholen, 28-4 SI-Einheiten Basiseinheiten, 10-2 umwandeln in, 10-8 Signalton steuern, 4-11 signifikante Stellen Anzeige, 4-2 runden auf, 12-10 Skalarprodukt, 13-4 SLOPEFIELD-Plots, 23-30 Ausgabegitter, 23-26

EQ in, 23-30 Snedecorsche F-Verteilung, 12-5 SOLVE Meldungen, 18-4 SOLVE-Anwendung, 1-7, 18-1 anhalten und neu starten, 18-6bad guesses, 18-5 Constant?, 18-5 Ergebnisse interpretieren, 18-4, 18-5 Gleichungslöser anzeigen, 18-6Lösungen mit Einheiten, 18-7 Näherungswerte interpretieren, 18-6 SOLVR-Umgebung, 18-7 Variablen neu ordnen, 18-7 Vergleich mit dem Multiple-Equation Solver, 25-3 Verwenden von Einheiten. 18-6Verwendung mit der Gleichungsbibliothek, 25 - 3Vorzeichenwechsel, 18-4 SOLVE-Differentialgleichungslöser Genauigkeit der Ergebnisse, 19-5STIFF-Solver, 19-4 Solver-Lösungsroutinen (Gleichungsbibliothek) aufrufen, 25-2 Solver-Lösungsroutinen-Menü (Gleichungsbibliothek) Tastenbelegung, 25-4 Solver-Menü (Gleichungsbibliothek) Belegung, 25-8 SOLVR-Anwendung

Menütastenbelegung, 25-4 SOLVR-Umgebung benutzen, 18-7, 18-8 benutzerdefinierte Menüs erstellen, 18-10 mehrere Gleichungen, 18-9 nicht in Solve enthaltene Optionen, 18-9 Serien von Gleichungen lösen, 18 - 9Vergleich mit SOLVE-Anwendung, 18-7 Sonderzeichen anzeigen, 2-4 eintippen, 2-4 Spaltenvektoren, 8-1, 8-9 Speicher automatische Reorganisation, 5 - 1automatische Reorganisiation, A-4 Benutzerspeicher, Definition, 5 - 1Einsteckkarten, 5-1 erweitern, 5-1, 28-18, 28-19 Größe des verfügbaren, A-2 Inhalt auf einem Computer sichern, 27-13 RAM, Definition, 5-1 ROM, Definition, 5-1 sichern in Sicherungsobjekt, 28-6Sicherungsobjekte in, 28-3 Sicherungsobjekt zurückholen, 28-7Speicher in Sicherungsobjekt, 28-6vollständig löschen, 5-19 wenig Seicher, 5-20 wiederherstellen, 5-19, 28-17

zurückladen von einem Computer, 27-15 zu wenig, 5-21 speichern Benutzer-Tastenzuweisungen, 30-6Objekte in Variablen, 5-7, 5 - 13Programme, 29-6 Speicherinhalt auf einem Computer. 27-13 Stack als Grafikobjekt speichern, 9 - 11anzeigen, 1-9, 3-7 Arbeitsweise, 1-3, 3-1 bearbeiten, 3-8, 3-12 Befehlszeile und. 1-4 Berechnungen im, 29-4 Berechnungen im , 3-1 Diagramme, 29-4 dynamische Größe, 1-3 Ebenen vertauschen, 3-4 Eingabemasken und, 6-5 Einträge duplizieren, 3-5 Größe des, 3-12 Interaktiver Stack, 3-7 Kettenrechnungen, 3-3 letzte Argumente wiederaufrufen, 3-6 Objekte anzeigen, 3-8 Objekte in algebraische Ausdrücke bringen, 20 - 22Objekte in algebraische Ausdrücke einfügen, 7-12, 7-13 Objekte löschen, 3-5, 3-8, 3 - 12Objekte verschieben, 3-12 rollen, 3-8

voriger Zustand, 3-6 wiederherstellen. 3-6 Zeiger, 3-7 STACK-Anwendung, 1-7 Stack-Anzeige Aufbau, 1-1 Grafikobjekte anzeigen, 9-11 in Grafikobjekt umwandeln, 9 - 11Rückkehr zur, 1-9 Stack-Syntax, 3-1 benutzerdefinierte Funktionen, 11 - 9in Lokalvariablenstrukturen, 29-4Standard-Anzeigemodus, 4-2 "Start" (Schleifenstruktur), 29 - 13STAT-Anwendung, 1-7 Statistik ΣDAT -Daten, 21-1 Parameter ΣPAR , 21-14 aktuelle Matrix, 21-1, 21-3 BAR-Plots. 23-22 Daten editieren, 21-5 Daten eingeben, 21-1, 21-2 Daten plotten, 23-20 Datenstruktur, 21-1 eine Variable, 21-7 Grundgesamtheit, 21-7 HISTOGRAM-Plots, 23-21 Plot-Typen, 23-20 SCATTER-Plots, 23-24 Statistikdaten, 21-1 Stichprobe, 21-7 Test-, 12-5 Upper-tail-Wahrscheinlichkeiten, 12-5Wahrscheinlichkeiten, 12-5 Statistikdaten

editieren, 21-5 eingeben, 21-1, 21-2 Grundgesamtheitdaten, 21-7 in ΣDAT , 21-1 plotten, 21-8, 21-12, 23-20 Plot-Typen, 23-20 Stichprobendaten, 21-7 Teststatistik. 12-5 Upper-tail-Wahrscheinlichkeiten, 12 - 5Wahrscheinlichkeiten, 12-5 Statistikfunktionen mit einer Variablen, 21-7 Statusbereich, 1-1, 5-4 steife Anfangswerte Differentialgleichungen lösen, 19-4Steigung berechnen, 22-12 Stichprobengitter, 23-26 Stichprobenstatistik, 21-7 STK-Menü, 3-12 strukturiertes Programmieren, 29-5Studentsche T-Verteilung, 12-5 Subroutinen Einzelschritt-Ausführung, 29 - 10Fehlerbehebung, 29-10 in Programmen, 29-5 Summationen im EquationWriter, 7-6 Symbole (Alpha-Tastenbelegung), 2-3 SYMBOLIC-Anwendung, 1-7 symbolische Konstanten auswerten, 11-5 Flags, 11-5 Syntax algebraische, 11-2

Stack, 11-4 System-Flags auf mathematische Fehler prüfen, 18-5 System-Halt, 5-17

Т

Tageszeit anzeigen, 4-11 Taschenrechner anhalten, 5-17 Batterietyp, A-6 Einschalten nicht möglich, A-10 Fragen zum, A-1 Gewährleistung, A-17 Probleme beheben, A-1 prüfen, A-10 Reparaturservice, A-19 testen, A-12, A-13, A-14, A-15, A-16 Umgebungsbedingungen, A-4 Tastatur Anschläge in Warteschlange, 1 - 3Aufbau. 1-5 Begrenzungszeichen eingeben, 2-6benutzerdefinierte Tasten, 30-5Benutzertasten freigeben, 30-7Benutzertasten zuweisen, 30-5Funktion testen, A-13 in PICTURE-Umgebung, 22-5Menütasten, 1-9 Objekte eingeben, 2-6 Rücktaste, 2-1 Sonderzeichen eintippen, 2-4
Umschalttasten, 1-5 verriegelt, A-10 verschiedene Funktionen der, 1 - 5Zahlen eintippen, 2-1 Zeichen eintippen, 2-2 Tastenanschläge in Warteschlange, 1-3 Tastenbelegung Alpha-, 1-5, 2-2 Alpha-Tastaturbelegung, 2-3 Benutzertasten sperren, 30-7, 30 - 8EquationWriter, 7-2 gesperrt, 30-9 Haupt-, 1-5 Interaktiver Stack, 3-10 links umgeschaltete, 1-5 links umgeschaltete Alpha-, 1-5mathematische Funktionen, 12 - 2rechts umgeschaltet, 1-5 rechts umgeschaltete Alpha-, 1-6Umschalttasten, 1-6 Tastenfolgen anzeigen, 2-5 Tasten-Positionsnummern, 30-5 Taylorpolynome berechnen, 20-13 und Ableitungen, 20-14 technischer Anzeigemodus, 4-2 Teilausdrücke, 7-11, 20-19, 20 - 21ändern, 7-11, 20-22 ersetzen, 7-13, 20-22 im Stack ablegen, 20-22 neu ordnen, 20-20, 20-21 Temperatur Bedingungen, A-4

Bedingungen für Einsteckkarten, A-5 Berechnungen, 10-13 Bereiche, 10-12 Differenzen, 10-12, 10-13, 10 - 14Maßeinheiten, 10-12 Unterschiede, 10-12 Werte, 10-12, 10-13 Temperatureinheiten umwandeln, 10-12 Termin-Alarm, 26-2 Teststatistik, 12-5 TIME-Anwendung, 1-7 **TRACE-Modus** Cursor-Koordinaten und, 22-5FUNCTION-Plots, 23-4 PARAMETRIC-Plots, 23-10 POLAR-Plots, 23-7 Transformation von Spalten, 21 - 5trigonometrische Funktionen, 10-9, 12-2, A-2 TRUTH-Plots, 23-16 Anzeigebereiche, 23-17 EQ in, 23-16 Plotbereiche, 23-17, 24-3 Standard-Schrittweite, 23-17 T-Verteilung, 12-5 TVM-Berechnungen, 18-14 ausführen, 18-17 Zahlungsmodi, 18-15 TVM-Menü, 18-21

U

überbestimmte Systeme, 14-16, 14-20 Näherungswert bestimmen, 14-17 Übertragungsmodi

von HP 48 zu HP 48. 27-1 Uhr anzeigen, 4-11 Formatoptionen, 16-1, 26-1 Ticks. 16-4 Uhrzeit aktuelle einstellen, 16-3 als Ticks, 16-4 Arithmetik mit. 16-3 Berechnungen, 16-3 Formatoptionen, 16-1, 26-1 Format umwandeln, 16-3 HMS-Format, 16-3 umformen algebraische Ausdrücke in Grafikobjekten, 7-15 algebraische Ausdrücke in Zeichenfolgen, 7-15 Umgebung EquationWriter, 7-2 Umgebungen ändern, 2-11 Auswahl-, 7-11, 20-21 beste, 2-13, 3-8 EquationWriter, 7-2 Interaktiver Stack, 3-7 MatrixWriter, 8-2 verlassen. 1-9 Umgebungsbedingungen, A-4, A-5 Umschalttasten Arbeitsweise, 1-5 aufheben, 1-6 in Benutzermenüs, 30-4 Indikatoren, 1-6 Tastatur und. 1-5 umwandeln Benutzereinheiten in Pixel. 9 - 10binäre Ganzzahlen in reelle Ganzzahlen, 15-3

Datum in Zahl. 16-2 Datum in Zeichenfolge, 16-4 Dezimalzahlen in HMS-Format. 12-7. 16-3 Einheiten, 10-7, 10-8 Grad in Radiant, 12-7 HMS-Format in Dezimalzahlen, 12-7, 16 - 3komplexe Felder in reelle Felder, 14-15 komplexe Zahlen in reelle Zahlen, 12-15 Objekte in Grafikobjekte, 9 - 10Pixel in Benutzereinheiten, 9 - 10Radiant in Grad. 12-7 reelle Felder in komplexe Felder. 14-15 reelle Zahlen in binäre Ganzzahlen, 15-3 reelle Zahlen in komplexe Zahlen. 12-15 Stack-Anzeige in Grafikobjekt, 9-11Temperatureinheiten, 10-12 Winkelmaße, 10-8 Zahlen in Brüche, 16-5, 16-6 unabhängiger Speicher Bibliotheken in, 28-9 erweitern, 28-18 Port 0, 28-2, 28-3 Sicherungsobjekte in, 28-3 unabhängige Variable Plotbereich, 24-3 Unbestimmte Integrale, 20-34 UNITS-Anwendung, 10-1 UNITS-Befehlsmenü, 10-1 UNITS-Katalogmenü, 10-1, 10-3, 10-7

Universalzeichen in benutzerdefinierten Umformungen, 20-31 Sicherungsobjekte, 28-5 unterbestimmte Systeme, 14-16, 14 - 20Näherungswert bestimmen. 14-17 Untermenüs auswählen, 1-10 durch einen Strich gekennzeichnet, 5-4 Unterverzeichnisse in Benutzermenüs, 30-1, 30-3 Upper-tail-Wahrscheinlichkeiten, 12 - 5USER-Indikator, 1-3, 30-5 ΣDAT Plots und, 22-2, 22-14 1USR-Indikator, 1-3, 30-5

V

Variable (Gleichungsbibliothek) initialisieren, 25-3 Variablen anzeigen, 2-11 ausgewählte auswerten, 20-18 auswerten, 5-13, 5-14, 5-15 Auswerten von Variablen mit Variablen, 5-14 Auswertung verhindern, 5-15 bearbeiten, 2-11 doppelte Namen, 5-5 erstellen, 5-7, 5-14, 11-4 finden, 5-4, A-4 im EquationWriter, 7-3 in anderen Verzeichnissen, 5 - 4in Benutzermenüs, 30-1 Inhalt abrufen, 5-13 in Verzeichnissen ordnen, 5-3

in V. gespeicherte Plots anzeigen, 24-7 isolieren in einem algebraischen Objekt, 20 - 15Menü der, 5-13 mit Anführungszeichen, 5-15 nach Werten auflösen, 22-12 Namen. 5-6 Namen eingeben, 5-16 Objekte speichern in, 5-7, 5 - 13Platzhalter, 18-3 Plots sichern in, 24-7 reservierte Namen, 5-6 schützen für I/O, 27-13 symbolisch lösen, 20-15, 20-16 Verarbeitung in Programmen, 29 - 2verdeckte anzeigen, 20-18 Verzeichnisse in, 5-4 von HP 48 zu HP 48 (I/O), 27 - 1Variablen (Gleichungsbibliothek) bei der Lösung verwendete, 25-10, 25-13, 25-14 falscher Status, 25-13 Gleichungen aufstellen, 25-10 nicht ermittelte, 25-10 Status, 25-10 unplausible Lösungen, 25-13 zu viele bekannte, 25-13 zu viele Unbekannte, 25-12 Variablenkataloge Gleichungsbibliothek, 25-5 Variablen ohne Anführungszeichen, 5-15 VAR-Menü, 5-4, 5-13 Verzeichnisanzeige, 5-4 VECTR-Menü, 13-2, 13-4 Vektoren, 8-1

Anzeige, 4-4 anzeigen, 13-1 Begrenzungszeichen, 13-3 Berechnungen, 13-4 eingeben, 2-7, 8-4, 8-9, 13-3 Einheitsvektor, 13-6 interne Darstellung, 4-4, 13-3 Koordinatenmodi, 4-4, 13-1 normiert, 13-3 Spalten-, 8-1 Winkel zwischen, 13-6 Zeilen-, 8-1 zerlegen, 13-4 zusammensetzen, 13-4 verdeckte Variablen anzeigen, 20-18 verstrichene Zeit berechnen, 16-5 Vertauschen der Stack-Ebenen, 3-4Verzeichnisse, 5-3 aktuelles Verzeichnis, 5-4 aktuelles wechseln, 5-8 Auswerten von Variablen mit Verzeichnissen, 5-14 Benutzermenü in, 30-3 erstellen, 5-8 Gleichungsbibliothek, 25-3 in Benutzermenüs, 30-1 in Variablen gespeichert, 5-4 Pfade, 5-4 root-Verzeichnis, 5-4 sichern, 28-4 Variablen in, 5-4 Verzweigungsstrukturen Bedingungsstrukturen, 29-11 Programmelemente, 29-3 Schleifenstrukturen, 29-13 vorige Befehlszeile wiederaufrufen, 2-11 voriges Menü

anzeigen, 1-10 Vorzeichenwechsel in SOLVE-Anwendung, 18-4 *VPAR* und Plots, 22-16

W

Wahrscheinlichkeitsbefehle, 12-5 wenig Speicher, 5-20 "While"-Schleifen, 29-16 wiederaufrufen letzte Argumente, 3-6 Speicher von Sicherungsobjekt, 28 - 7vorige Befehlszeilen, 2-11 wiederherstellen letzter Stack-Zustand, 3-6 wiederholter Alarm, 26-5 Winkel Einheiten ohne Dimension, 10-8, 10-9 HMS-Format, 12-7 umwandeln, 12-7 Winkelmaße umwandeln, 10-8 Winkelmodi, 4-3 Auswirkung auf trigonometrische Funktionen, A-2 Auswirkungen auf implizierte Einheiten, 25-13 Gon, 4-3 Grad, 4-3 Indikatoren für, 1-3 komplexe Zahlen, 12-13 Radiant, 4-3 Vektoren, 4-4, 13-3 wechseln, 4-4 WIREFRAME-Plots, 23-33 Anzeigebereich, 23-33, 23-35 Ausgabeflächen, 23-28

Blickpunkt, 23-35 wissenschaftlicher Anzeigemodus, 4-2 wobei-Funktionen im EquationWriter, 7-7 Wortgröße (binär) anzeigen, 15-2 einstellen, 15-2 verlorene Bits, 15-2, 15-3 Wurzeln im EquationWriter, 7-5

X

XON/XOFF-Handshake, 27-3, 27-20

Y

YSLICE-Plots, 23-38 animieren, 23-39 Anzeigeraum, 23-39 Ausgabe, 23-27

Z

Zahlen abschneiden, 12-10 Anzeige, 4-2 eintippen, 2-1 Exponentialschreibweise, 2-2 im EquationWriter, 7-3 interne Darstellung, 4-2 komplexe aus reellen, 12-15 komplexe in reelle zerlegen, 12 - 15mit Einheiten, 10-2 reelle in komplexe umwandeln, 12 - 15runden, 12-10 umwandeln in Brüche, 16-5, 16 - 6umwandeln komplexe in reelle, 12 - 15

Verarbeitung in Programmen, 29 - 2Zufalls-, 12-4 Zähler negative Schrittweite, 29-14, 29 - 15Schleifenstrukturen, 29-13, 29-14, 29-15 Zahlungen (TVM) Anzahl der, 18-21 Höhe der, 18-21 Zahlungsmodi (TVM), 18-15, 18 - 21Zeichen Alpha-Tastenbelegung, 2-3 eintippen, 2-2 Größe in Grafikobjekten, 9 - 10Groß- und Kleinbuchstaben, 2-4Nummern anzeigen, 2-5 Tastenfolgen anzeigen, 2-5 Ubersetzungen mit Backslash, 27 - 19Zeichencodes Übersetzungen mit Backslash, 27 - 19Zeichenfolgen erstellen aus algebraischen Ausdrücken, 7-15 Zeichenketten an seriellen Anschluß senden, 27 - 21in Benutzermenüs, 30-2 Verarbeitung in Programmen, 29-2zeichnen Rechtecke, 9-9 Zeiger (Interaktiver Stack), 3-7 Zeilenschaltungen, 29-6 Zeilen-Vektoren, 8-1, 8-9

Zeit verstrichene messen, 16-5
Zeitüberlauf (serielle Übertragung), 27-22
Zinseszinsberechnungen (TVM), 18-14
Zinsfuß (TVM), 18-21
Zoomen, 22-8
Standardwerte festlegen, 22-8
Zoom auswählen, 22-9
Zoom-Standardwerte ZPAR und, 22-15
ZPAR
Zoom-Parameter, 22-15 Zufallszahlen, 12-4 Zukunftswert (TVM), 18-21 zurückholen Sicherungsobjekte, 28-4 zurücksetzen *PICT*, 22-16 Plot-Parameter, 22-16 *PPAR*, 22-16 zu wenig Argumente, A-3 zu wenig Speicher, 5-21 Zweierkomplement, 15-3 Zwischenergebnisse im Stack verwenden, 3-3 Zylinderkoordinaten-Modus, 4-5, 4-11, 12-12, 13-1

This regulation applies only to The Netherlands



Batteries are delivered with this product, when empty do not throw them away but collect as small chemical waste.

Bij dit produkt zijn batterijen geleverd. Wanneer deze leeg zijn, moet u ze niet weggooien maar inleveren als KCA.

Unterstützung durch Hewlett-Packard

Informationen zur Anwendung des Produkts: Wenn Sie Fragen zur Anwendung des Produkts haben, sollten Sie zunächst das Inhaltsverzeichnis, das Stichwortverzeichnis und den Abschnitt "Antworten auf häufige Fragen" in Anhang A zu Rate ziehen. Falls Sie dort keine befriedigende Antwort finden, können Sie sich über eine der nachstehenden Telefonnummern Rat für Ihre offenen Fragen finden:

Deutschland:	Österreich:	Schweiz:
(069) 420 86 190	(0222) 505 01 750	156 83 73
Montag - Donnerstag	9.00-12.30 Uhr	Montag - Donnerstag
8-12 + 13-15 Uhr	13.30-18.00 Uhr	9.00-12.00 Uhr

Im Fall einer erforderlichen Reparatur: Falls Sie den Eindruck haben, daß Ihr Taschenrechner nicht ordnungsgemäß funktioniert, beachten Sie die Hinweise in Anhang A dieses Handbuchs:

Im Reparaturfall wenden Sie sich an eines der folgenden Servicezentren:

Deutschland:	Österreich	Schweiz:
Hewlett-Packard GmbH Servicezentrum Hewlett-Packard-Straße D-61352 Bad Homburg Tal. (06172) 16 17 18	ERMIS DATA Taschencomputer-Service Frankenberggasse 12 A-1040 Wien Tal. (0222) 505 01 750	SESCO Handels AG Nordstr. 15 CH-4665 Oftringen Tel. (062) 97 48 48

Informationen über Hewlett-Packard Fachhändler, Produkte und

Preise: Wenden Sie sich hierzu an eine dieser Adressen:

Deutschland:	Österreich	Schweiz:
Hewlett-Packard GmbH	ERMIS DATA	SESCO Handels AG
Vertriebszentrale	Taschencomputer-Service	Nordstr. 15
Hewlett-Packard-Straße	Frankenberggasse 12	CH-4665 Oftringen
D-61352 Bad Homburg	A-1040 Wien	Tel. (062) 97 48 48
Tel. (06172) 16-0	Tel. (0222) 505 01 750	

HP Calculator Bulletin Board System. Das "Bulletin Board" ermöglicht den Daten- und Informationsaustausch zwischen Benutzern, Entwicklern und Distributoren von HP-Taschenrechnern. Der Zugriff auf das Bulletin Board kann mit 300, 1200 oder 2400 Baud (Full Duplex, No Parity, 8 Bits, 1 Stop-Bit) über die Telefonnummer (001) 503-750-4448 erfolgen. Die Benutzung des Bulletin Board ist gebührenfrei, Sie tragen lediglich die Telefonkosten.

Teil 1: Grundlagen

- 1: Tastatur und Anzeige
- 2: Objekte anzeigen und bearbeiten
- 3: Der Stack

Teil 2: Spezielle Eingabeumgebungen

- 6: Eingabemasken
- 7: Der EquationWriter
- 8: Der MatrixWriter

Teil 3: Mathematische Befehle

- 11: Verwendung mathematischer Funktionen
- 12: Funktionen mit reellen und komplexen Zahlen
- 13: Vektoren und Umformungen
- 14: Matrizen und lineare Algebra

Teil 4: Interaktive mathematische Anwendungen

- 18: Gleichungen lösen
- 19: Differentialgleichungen
- 20: Infinitesimalrechnung und symbolische Verarbeitung
- 21: Statistik und Datenanalyse

Teil 5: Erweitern und Anpassen des HP 48

- 26: Uhrfunktionen
- 27: Daten übertragen und drucken
- 28: Bibliotheken, Ports und Einsteckkarten

Teil 6: Anhänge

- A: Unterstützung, Batterien und Service
- B: Fehlermeldungen
- C: Menüs
- D: System-Flags
- E: Tabelle der Einheiten

- 4: Betriebseinstellungen 5: Speicher
- 9: Grafikobjekte
- 10: Einheitenobjekte
- 15: Binäre Arithmetik und Zahlenbasen
- 16: Datum, Uhrzeit und Brucharithmetik
- 17: Listen und Folgen
- 22: Plotten
- 24: Spezielle Plot-Optionen
- 29: Programmierung des HP 48
- 30: Konfigurierung des HP 48
- F: Tabelle der vorprogrammierten Gleichungen
- G: Verzeichnis der Operationen
- H: Stack-Diagramme ausgewählter Befehle



Nur für HP-internen Gebrauch: 00048-90107 (German) Printed in Germany 10/96



- 23: Plot-Typen
- 25: Die Gleichungsbibliothek