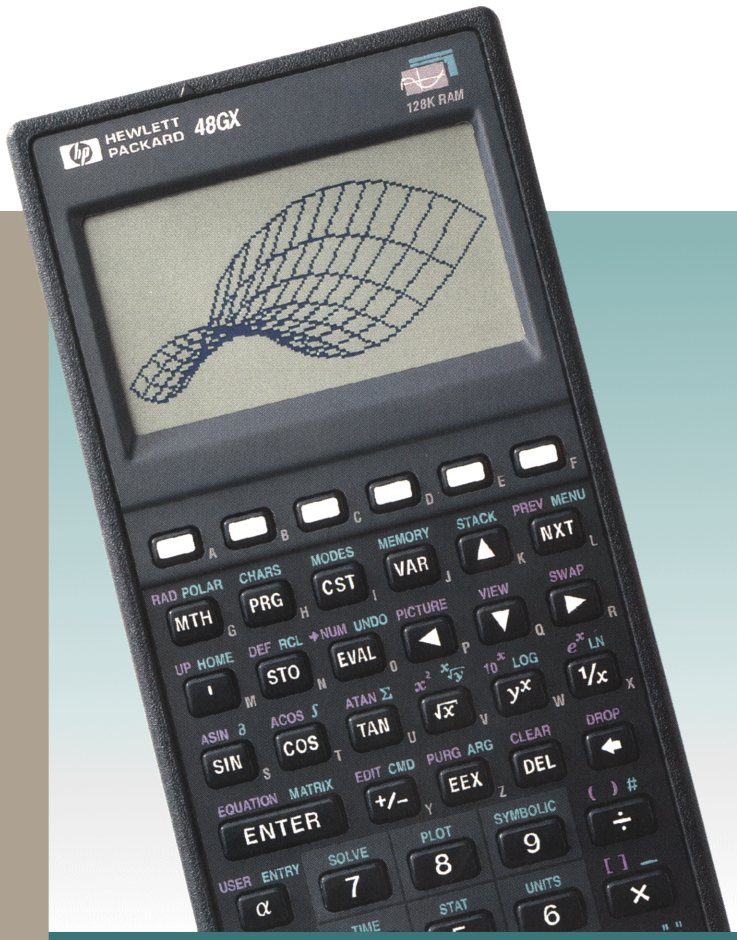
HEWLETT PACKARD

Serie HP 48G
Kurzanleitung



Konformitätsbescheinigung

Europa

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

Name des Herstellers:	Hewlett-Packard Co.	
Anschrift des Herstellers:	Corvallis Division 1000 NE Circle Blvd. Corvallis, OR 97330	Singapore (PTE) Ltd. 72 Bendmeer Rd. 01/01-07/07 Singapore 1233

versichert, daß die Produkte:

Produktname: Serie HP 48G Taschenrechner

den folgenden Produktbestimmungen entspricht:

EMC: CISPR 22:1985 / EN 55022 (1988): Klasse B,
IEC 801-2:1991 / prEN 55024-2 (1992): 3 kV CD, 8 kV AD,
IEC 801-3:1984 / prEN 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.

HP 48G Kurzanleitung

HP Part No. 00048-90127
Printed in Germany

3. 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.**

© Hewlett-Packard Co. 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 die dieser urheberrechtliche Hinweis bewahrt bleibt.

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

Anerkennung

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. Ausgabe ..... August 1993
3. Ausgabe ..... März 1994

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen

Der Aufbau dieser Kurzanleitung 1-2
Lektion 1: Vorbereitungen 1-3
Ein- und Ausschalten des HP 48 1-3
Kontrast einstellen 1-3
Vorbereiten der integrierten Beispiele 1-3
Datum und Uhrzeit einstellen 1-4
Einstellen von Signalton, Uhr und Dezimalzeichen . . 1-5

2. Einführung in den HP 48

Lektion 2: Mathematische Objekte 2-2
Ändern eines Objekts in der Befehlszeile 2-5
Entfernen von Objekten aus dem Stack 2-6
Lektion 3: Eingeben von Zeichen 2-7
Die (α)-Tastatur 2-7
Sonderzeichen 2-8
Lektion 4: Die Verwendung der Menüs 2-10
Die Taste [NXT] 2-10
Lektion 5: Ein Überblick über den HP 48 2-11
Eingabe-Umgebungen 2-11
Anwendungs-Umgebungen 2-13
Hilfsumgebungen 2-15

3. Arithmetik

Lektion 6: Arithmetische Berechnungen 3-2
Die Stack-Methode 3-2
Algebraische Methode 3-4
Verwendung des EquationWriter 3-5
Lektion 7: Weitere mathematische Funktionen 3-8
Lektion 8: Arithmetik mit Brüchen 3-9
Lektion 9: Symbolische Arithmetik 3-10
Lektion 10: Arithmetik mit komplexen Zahlen 3-11

Lektion 11: Arithmetik mit Einheiten 3-15
Umwandeln von Einheiten 3-16

4. Die Verwendung des Speichers
Lektion 12: Der Speicheraufbau 4-2
Lektion 13: Erstellen und Benennen von Variablen . . 4-4
Lektion 14: Organisieren von Variablen 4-7
Lektion 15: Ändern und Löschen von Variablen 4-9
Lektion 16: Variablen in Berechnungen 4-11

5. Lösen von Gleichungen
Lektion 17: Numerische Auflösung nach einer Variablen 5-2
Suchen nach mehreren Lösungen 5-3
Interpretieren der Ergebnisse 5-4
Lektion 18: Symbolische Auflösung nach einer Variablen 5-8
Lektion 19: Berechnen aller Lösungen eines Polynoms . 5-10
Lektion 20: Lösen eines linearen Gleichungssystems . . 5-12

6. Plotten von Gleichungen und Analysieren von Graphen
Lektion 21: Plotten einer Funktion 6-2
Lektion 22: Ändern der Plotanzeige 6-4
Lektion 23: Plotten mehrerer Funktionen 6-5
Lektion 24: Dreidimensionales Plotten von Funktionen 6-8
Lektion 25: Die verschiedenen Plot-Typen 6-12
Lektion 26: Grafische Lösungen 6-15
Lektion 27: Bestimmen von Steigung, Tangenten und kritischen Punkten 6-18
Lektion 28: Flächen unter Kurven 6-21

7. Infinitesimalrechnung, Statistik und höhere Mathematik
Lektion 29: Ableitungen 7-2
Lektion 30: Bestimmen von Integralen 7-4
Lektion 31: Daten und Statistik 7-7
Lektion 32: Regressionsanalyse paarweiser Daten . . . 7-10
Lektion 33: Differentialgleichungen 7-12
Lektion 34: Lineare Algebra 7-16

8. Spezielle Funktionen des HP 48
Lektion 35: Objekte über die Infrarot-Schnittstelle übertragen 8-2
Lektion 36: Verwenden eines Gleichungs-Sets aus der Gleichungsbibliothek 8-4
Lektion 37: Anbinden und Abkoppeln von Bibliotheken 8-8

9. Im Problemfall ...
Lektion 38: Fehlermeldungen 9-1
Lektion 39: Fehlerbehebung 9-3

1

Vorbemerkungen

Willkommen im Kreis der Problemlöser

So einfach wie ein Taschenrechner. Die Taschenrechner der Serie HP 48G werden über eine spezielle grafische Benutzeroberfläche bedient, die nach dem Vorbild heutiger Desktop-PC-Software arbeitet. Diese Oberfläche führt Sie einfach und schnell durch die verschiedenen Menüs der Anwendungen zur Problemlösung. Ob Sie simultane Gleichungen lösen, parametrische Gleichungen plotten, Integrale symbolisch lösen oder Daten analysieren wollen - die beiden Modelle des HP 48 funktionieren auf die gleiche intuitive Weise und helfen Ihnen bei der Lösung von Aufgaben durch eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse.

So leistungsstark wie ein Computer. Die Taschenrechner der Serie 48G werden mit 512 KB eingebautem ROM-Speicher und bis zu 128 KB eingebautem RAM-Speicher ausgeliefert. Alle Modelle der Serie HP 48G bieten im Bereich Problemlösung eine Funktionalität, die sich sonst nur in sehr teuren Spezialprogrammen findet. Beim HP 48G ist diese Leistung in einem Taschenrechnergehäuse implementiert, das Sie jederzeit bei sich tragen und dort einsetzen können, wo es gebraucht wird.

Der Aufbau dieser Kurzanleitung

Die *Kurzanleitung Serie HP 48G* soll Ihnen helfen, sich mit der Bedienung des HP 48 vertraut zu machen. Sie ist in einzelne Lektionen unterteilt, in denen Sie durch verschiedene exemplarische Beispiele geführt werden. Die Lektionen sind zu Kapiteln zusammengefaßt.

Die *Kurzanleitung Serie HP 48G* kann nicht für alle Funktionen des HP 48 ein Beispiel bieten. Das Ziel der Kurzanleitung ist es vielmehr, Sie anhand dieser Beispiel an den Umgang mit dem HP 48 zu gewöhnen und zu ermuntern, auch die Ihnen noch nicht bekannten Funktionen auszuprobieren. Ausführliche Anleitungen zu spezifischen Anwendungen finden Sie im *Benutzerhandbuch Serie HP 48G.*

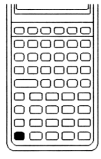
Hier einige Vorschläge:

- *Lesen Sie zuerst die Lektion 1.* In dieser Lektion lernen Sie, wie das System konfiguriert wird, um die problemlose Ausführung der weiteren Lektionen zu ermöglichen. Anschließend können Sie die folgenden Lektionen in beliebiger Reihenfolge durcharbeiten. Gelegentlich baut ein Beispiel auf dem Ergebnis eines vorangehenden Beispiels auf; wenn die Anzeige Ihres HP 48 nicht mit den Werten des Beispiels übereinstimmt, nehmen Sie zuerst die entsprechende Anpassung vor, bevor Sie fortfahren.
- *Probieren Sie die Beispiele selbst aus.* Diese Beispiele geben Ihnen wichtige Einblicke in die Arbeitsweise des HP 48. Am schnellsten und leichtesten lernen Sie die Arbeitsweise des Systems kennen, indem Sie die Tasten drücken und zusehen, wie die einzelnen Arbeitsschritte ausgeführt werden.
- *Nehmen Sie sich Zeit.* Sie können den HP 48 jederzeit ausschalten - nach dem Wiedereinschalten wird die Arbeit genau an der Stelle fortgesetzt, an der sie unterbrochen wurde. Wenn Probleme auftreten, schlagen Sie in Kapitel 10 "Im Problemfall" am Ende dieses Handbuchs nach.

Lektion 1: Vorbereitungen

Bevor Sie mit Ihrem HP 48 arbeiten, sollten Sie die folgenden Vorbereitungen treffen:

Ein- und Ausschalten des HP 48



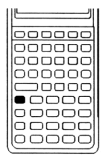
- Drücken Sie [ON], um das System einzuschalten. (Die Taste [ON] ist in dem Schaubild auf der rechten Seite gekennzeichnet.)
- Zum Ausschalten des Systems drücken Sie [→][OFF]. ([OFF] ist dieselbe Taste wie [ON] in Verbindung mit der grünen Umschalttaste [→]).

Der Taschenrechner schaltet sich automatisch aus, wenn Sie ihn 10 Minuten lang nicht benützen. Auf diese Weise werden die Batterien geschont. Anders als bei vielen anderen Taschenrechnern besteht beim HP 48 jedoch nicht die Gefahr eines Datenverlusts.

Kontrast einstellen

- Wenn Sie die Helligkeit der Anzeige einstellen wollen, schalten Sie den Rechner ein, halten Sie die Taste [ON] gedrückt, und drücken Sie eine der Tasten [+] (dunkler) oder [-] (heller).

Vorbereiten der integrierten Beispiele



1. Halten Sie die Taste [α] (im Schaubild rechts gekennzeichnet) gedrückt, und drücken Sie nacheinander die folgenden Tasten: [COS]T, [ ]E, [ ]A, [ ]C, [PRG]H. Am unteren Anzeigerand erscheint der Befehl TEACH. Lassen Sie anschließend die Taste [α] wieder los.
2. Drücken Sie [ENTER].

Mit dem Befehl TEACH werden die Arbeitsmodi des Taschenrechners auf die Standardwerte zurückgesetzt und eine Reihe von Beispielsfunktionen, Datensets und anderen Objekten geladen, die in manchen Beispielen der *Kurzanleitung Serie HP 48G* und des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G* verwendet werden.

Wenn Sie alle mit TEACH erstellten Objekte löschen wollen, geben Sie den Befehl CLTEACH ein ([α] gedrückt halten wie im obigen Beispiel) und drücken [Enter].

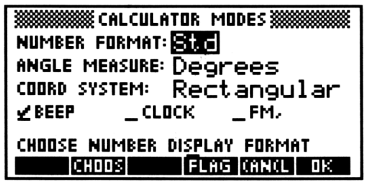
Datum und Uhrzeit einstellen

1. Öffnen Sie die Anwendung TIME, und wählen Sie Set time and date: [→][TIME][▲] OK .

2. Geben Sie die Stunden, Minuten und Sekunden ein, und drücken Sie nach jedem Wert die Taste [Enter].
3. (wahlweise) Wenn die Uhrzeit im 24-Stunden-Format angezeigt werden soll, drücken Sie [+/−], bis 24-hr angezeigt wird.
4. Bewegen Sie die Markierung durch Drücken von [▶] weiter, und geben Sie den Tag, den Monat und das Jahr ein. Drücken Sie nach jeder Eingabe die Taste [ENTER].
5. (wahlweise) Wenn das Datum im Format Tag-Monat-Jahr angezeigt werden soll, drücken Sie [+/−], bis D.M.Y angezeigt wird.
6. Wenn die Formate wie gewünscht eingestellt sind, drücken Sie OK .

Einstellen von Signalton, Uhr und Dezimalzeichen

1. Öffnen Sie das Programm MODES:
   ↷ MODES



2. (wahlweise) Wenn der Signalton *ausgeschaltet* werden soll, verschieben Sie den Cursor auf das Feld BEEPER und drücken ✓CHK . Das Häkchen in diesem Feld wird nicht mehr angezeigt.
3. (wahlweise) Wenn Datum und Uhrzeit ständig auf der Hauptanzeige erscheinen sollen, verschieben Sie den Cursor auf das Feld CLOCK und drücken ✓CHK . Daraufhin wird ein Häkchen in diesem Feld angezeigt.
4. (wahlweise) Wenn als Dezimalzeichen ein Komma statt eines Punkts verwendet werden soll, verschieben Sie den Cursor auf das Feld FM und drücken ✓CHK . Das Häkchen in diesem Feld wird nicht mehr angezeigt.

   Hinweis: Wenn als Dezimalzeichen das Komma verwendet wird, werden Argumente in Klammern durch Semikolon und nicht durch Komma getrennt. (Beispiel: `(3;4)` und `'∫(0;1;X^2;X)'` anstatt `(3,4)` und `'∫(0,1,X^2,X)'`).
5. Wenn die Anzeigeoptionen wie gewünscht eingestellt sind, drücken Sie OK .

2

Einführung in den HP 48

Dieses Kapitel enthält eine kurze Einführung in den HP 48. Es erläutert den Aufbau des Taschenrechners, die wichtigsten Bedienungshinweise und bietet einen Überblick über seinen mathematischen Funktionsumfang. Sie lernen in diesem Kapitel, wie Sie:

- den Stack und die Befehlszeile benutzen,
- mathematische Objekte (Zahlen, Gleichungen, Matrizen, Einheiten) eingeben,
- Texte und Sonderzeichen sowie mathematische Symbole eingeben,
- Eingabefehler korrigieren und Objekte ändern,
- Menüs verwenden und sich in Menüs bewegen,
- die verschiedenen benutzerfreundlichen Umgebungen des HP 48 kennenlernen.

Lektion 2: Mathematische Objekte

In mathematisch-wissenschaftlichen Bereichen werden eine Vielzahl von "Objekten" zum Beschreiben und Lösen von Problemen verwendet: Reelle Zahlen (mit oder ohne Einheiten), komplexe Zahlen, Vektoren, Matrizen, Funktionen, Variablen, Gleichungen, Graphen, Punkte, Sequenzen, Worte und Sätze, Programme und vieles mehr.

Der HP 48 kann mit all diesen Objekten und noch weiteren arbeiten.

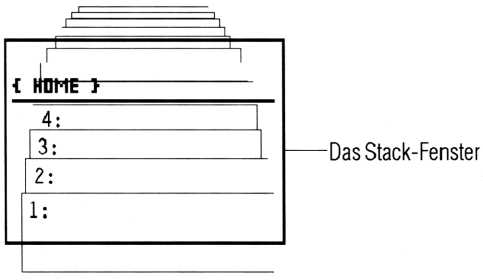
Element	Beispiel	HP 48-Objekt
Reelle Zahl	14.75	`14.75`
... mit Einheit	14.75 m/s	`14.75_m/s`
Komplexe Zahl	$3 + 4\mathbf{i}$	`(3,4)`
... Polarkoordinaten		`(5,∠53.1)`
Geordnetes Paar	(4,-6)	`(4,-6)`
Kartesische Koordinaten	(8.25,12.1)	`(8.25,12.1)`
Symbolische Konstante	π	`'π'`
Variable	x	`'x'`
Vektor	$4\mathbf{i} + \mathbf{j} - 3\mathbf{k}$	`[ 4 1 -3 ]`
... Polarkoordinaten		`[ 5 ∠40 ∠126 ]`
Matrix	$\begin{bmatrix} 3 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \end{bmatrix}$	`[[ 3 -4 1 ]` `[ 0 1 -2 ]]`
Textfolge	Anfang des Texts.	`"Anfang des Texts."`
Betitelte Größe	Das Volumen ist 6.74 ml.	`VOL: 6.74_ml`
Gleichung	$4x^3 - 5xy^2 = 9x + y$	`'4*x^3-5*x*y^2=` `9*x+y'`
Ausdruck	$\sin(x)$.	`'SIN(x)'`
Sequenz	0,1,1,2,3,5	`« 0 1 1 2 3 5 »`
Befehle	Grafik plotten	`DRAW`
Programm	Quadratwurzeln finden.	`« √ DUP NEG »`
Liste	2, "TWO", DRAW	`{ 2 "TWO" DRAW }`

Bei der Problemlösung, der Datenanalyse oder der Kommunikation von Ergebnissen ist gelegentlich ein Wechsel zwischen verschiedenen Objekttypen notwendig. Das Konzept des *Objekt-Stack* (oder einfach "Stack") des HP 48 macht diesen Wechsel leicht.

Der Stack kann gewissermaßen als "Kartenstapel" betrachtet werden, auf dem der HP 48 alle für Berechnung, Problemlösung, Plotten und Analyse benötigten Objekte ablegt.

Jedes Objekt entspricht genau einer "Karte" des Stapels, die Objektgröße spielt dabei keine Rolle. Das Objekt der ersten "Karte" liegt auf der "Stack-Ebene 1", das Objekt der zweiten Karte auf "Stack-Ebene 2", usw. Der Stack kann beliebig viele Objekte enthalten (auch Null) und ist lediglich durch die Größe des verfügbaren Speichers begrenzt.

Die Hauptanzeige des HP 48 könnte auch als *Stack-Anzeige* bezeichnet werden. Sie entspricht einem Fenster, das immer einen Ausschnitt des Stack anzeigt.



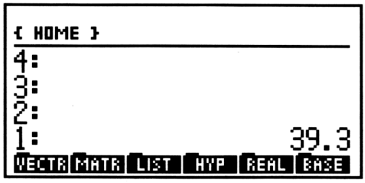
Der Stack als "Kartenstapel"

Objekte werden immer in der Stack-Ebene 1 abgelegt bzw. von dort "abgehoben". Beim Ablegen eines neuen Objekts wird es ganz vorn in den Kartenstapel (Ebene 1) einsortiert; die bereits im Stack abgelegten Objekte wandern dabei um jeweils eine Position nach hinten (die Stack-Ebene dieser Objekte wird um eins erhöht).

Beispiel: Einige Objekte im Stack ablegen: 39.3, { 1 2 4 8 }, (4,5), 7, .99479.

Schritt 1: Geben Sie die erste Zahl ein.

39.3 ENTER



Schritt 2: Geben Sie die Begrenzungszeichen ({}) für die Liste ein.

◀ {}

Schritt 3: Geben Sie den Inhalt der Liste ein, und trennen Sie die einzelnen Elemente durch Leerzeichen.

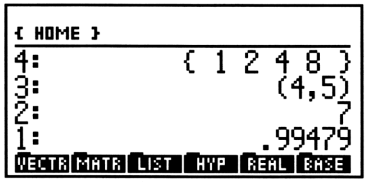
1 SPC 2 SPC 4 SPC 8

Schritt 4: Schließen Sie die Liste ab.

ENTER

Schritt 5: Geben Sie die weiteren Objekte ein.

◀ ( ) 4 SPC 5 ENTER
7 ENTER
.99479 ENTER



Ändern eines Objekts in der Befehlszeile

Sie haben vielleicht bereits bemerkt, daß Objekte bei der Eingabe "unterhalb" des Stack in einer eigenen Zeile angezeigt werden. Diese Zeile ist die *Befehlszeile*. Die Befehlszeile ist eigentlich nicht nur eine Zeile, sondern paßt sich der Größe des jeweiligen Objekts an. Beim Erstellen von Objekten bleiben diese zunächst in der Befehlszeile, bis Sie die Taste ENTER drücken. Durch das Drücken von ENTER werden die Objekte im Stack abgelegt, und die Befehlszeile verschwindet.

Bei der Eingabe von Objekten können Tippfehler auftreten, die jedoch leicht zu beheben sind. Die Befehlszeile ist lediglich ein temporärer Arbeitsbereich, in dem Objekte erstellt, geändert oder neu definiert werden können, solange sie nicht im Stack abgelegt werden. Durch das Ablegen im Stack werden Objekte als "vollständig" gekennzeichnet.

Solange die Befehlszeile angezeigt wird, können Sie das darin befindliche Objekt ändern. Dabei können die folgenden Tasten verwendet werden:

CANCEL Löscht die gesamte Befehlszeile. Sie können anschließend mit einer neuen Eingabe beginnen.

◀ Verschiebt den Cursor (⇞) nach links.

▶ Verschiebt den Cursor nach rechts.

▲ Verschiebt den Cursor in die vorige Zeile (bei mehrzeiligen Objekten).

▼ Verschiebt den Cursor in die folgende Zeile (bei mehrzeiligen Objekten).

← Löscht das Zeichen links vom Cursor.

DEL Löscht das Zeichen an der Cursorposition.

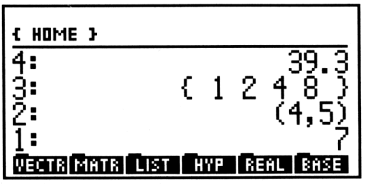
Diese Tasten können nur in der Befehlszeile als Änderungstasten verwendet werden. In anderen Situationen führen diese Tasten die jeweils darüber gedruckte Funktion aus. Wenn keine Befehlszeile angezeigt wird, hat ← die Funktion DROP, DEL hat die Funktion CLEAR, usw. Auf diese Weise ist ein schnellerer Zugriff auf diese Funktionen möglich, und Sie brauchen nicht zuerst die Umschalttaste ↰ zu drücken.

Entfernen von Objekten aus dem Stack

Beispiel: Objekte aus dem Stack abrufen ("drop").

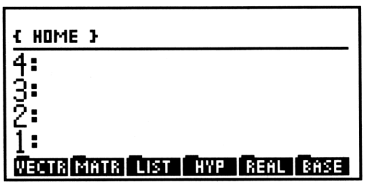
Schritt 1: Rufen Sie nur das Objekt aus Ebene 1 ab. Beachten Sie, daß alle anderen Objekte im Stack dadurch eine Ebene abwärts rutschen.

DROP



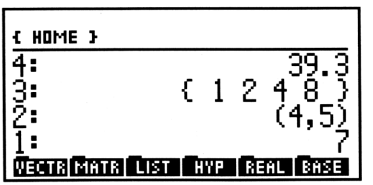
Schritt 2: Löschen Sie alle Objekte aus dem Stack.

CLEAR



Schritt 3: Hoppla! Sie sind sich nicht mehr sicher, ob Sie den Löschbefehl im vorigen Schritt wirklich ausführen wollten. Stellen Sie den Zustand des Stack vor dem letzten Befehl wieder her.

↷ UNDO

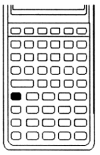


Schritt 4: Nachdem Sie die Objekte im Stack durchgesehen haben, entscheiden Sie sich, den Löschbefehl doch auszuführen. Drücken Sie CLEAR.

Lektion 3: Eingeben von Zeichen

Auf dem HP 48 stehen über 200 verschiedene Zeichen zur Verfügung, die in Textfolgen und - mit bestimmten Einschränkungen - in Variablennamen und Gleichungen verwendet werden können. Die meisten Zeichen können über die Alpha-Tastatur ([α]) eingegeben werden, mit der CHARS-Funktion können sämtliche Zeichen eingegeben werden.

Die [α]-Tastatur



Die [α]-Taste ist eine spezielle Umschalttaste, mit der die Tastatur wie eine Art Schreibmaschine verwendet werden kann. Wenn am oberen Rand der Anzeige das **α**-Symbol angezeigt wird, wird die nächste gedrückte Taste als Alpha-Taste interpretiert, d. h. es wird das entsprechende Zeichen eingegeben und nicht die Funktion der Taste ausgeführt.

Auf der Tastatur sind lediglich die Basis-Großbuchstaben des Alphabets weiß aufgedruckt (in der rechten unteren Ecke der Taste), jedoch keine Umlaute.

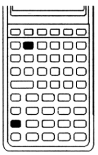
Sie können den Alpha-Modus auf verschiedene Arten aktivieren:

[α]	Der Alpha-Modus wird nur für die folgende Taste eingeschaltet.
[α][◀]	Der Alpha-Kleinbuchstaben-Modus ([◀]) wird für die folgende Taste eingeschaltet.
[α][▶]	Der erweiterte Alpha-Modus ([▶]) wird für die folgende Taste eingeschaltet.
[α][α]	Der Alpha-Modus wird permanent eingeschaltet. Sie können diesen Modus durch Drücken von [α], [ENTER] oder [CANCEL] wieder ausschalten.
[α]-(halten)	Der Alpha-Modus bleibt so lange eingeschaltet, wie Sie die Taste [α] gedrückt halten.
[α][α][◀][α]	Der Alpha-Kleinbuchstaben-Modus wird permanent eingeschaltet. Sie können diesen Modus durch Drücken von [α], [ENTER], oder [CANCEL] wieder ausschalten.

Beispiele für die Alpha-Tastatur:

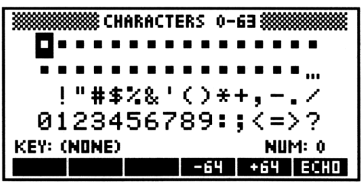
[α] A [α] B [α] C	→ ABC
[α]-(halten) A B C (loslassen)	→ ABC
[α] [α] A B C [α]	→ ABC
[α] A [α] [↰] B [α] C	→ AbC
[α]-(halten) A [↰]B C (loslassen)	→ AbC
[α] [α] A [↰]B C [α]	→ AbC
[α] [α] [↰] [α] A B C [α]	→ abc

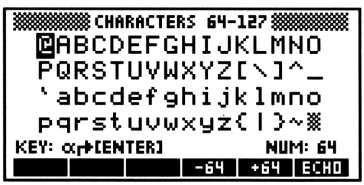
Sonderzeichen

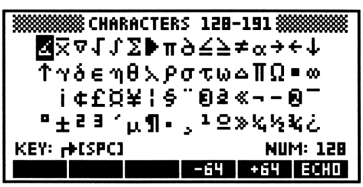


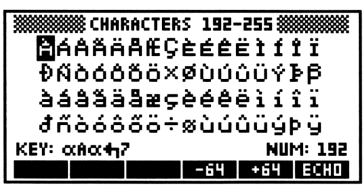
Mit der Funktion CHARS können Sie jedes beliebige Zeichen in der Befehlszeile eingeben. Drücken Sie [↱] [CHARS], und experimentieren Sie mit den Zeichen.

Die 256 verfübaren Zeichen sind in Bildschirmen zu je 64 Zeichen zusammengestellt:









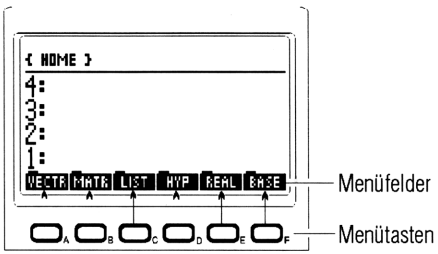
Blättern Sie durch die Zeichentabellen. Drücken Sie -64 oder +64, um zwischen den 4 Tabellenbereichen zu wechseln. Verschieben Sie den Cursor in den Tabellen mit den Pfeiltasten. Die Bezeichnung der Alpha-Tasten für das jeweils ausgewählte Zeichen ist im Feld KEY: am unteren Rand der Anzeige angegeben.

Wenn Sie das gewünschte Zeichen ausgewählt haben, drücken Sie ECHO, um das entsprechende Zeichen in die Befehlszeile zu bringen. Drücken Sie CANCEL, wenn Sie die CHARS-Funktion beenden wollen.

Lektion 4: Die Verwendung der Menüs

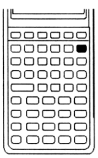
Mit den 49 Tasten des HP 48 können über tausend verschiedene Funktionen ausgeführt werden. Diese Funktionsvielfalt wird durch die Verwendung von *Menüs* ermöglicht.

Ein Menü ist eine Gruppe von Funktionen, die für die sechs weißen *Menütasten* am oberen Rand der Tastatur definiert wurden. Die jeweils verfügbaren Funktionen sind in den *Menüfeldern* am unteren Rand der Anzeige angegeben.



Über manchen Menüfeldern befindet sich ein kleiner Strich. Die so gekennzeichneten Funktionen können nicht direkt auf Daten angewandt werden, sondern führen zu weiteren Menüs oder Anwendungen.

Die Taste NXT



In vielen Menüs sind mehr als sechs Funktionen definiert. In diesem Fall haben die Menüs mehrere "Seiten". Die verschiedenen Seiten eines Menüs können nacheinander mit der Taste NXT aufgerufen werden. Mit der Tastenkombination ← PREV wird die jeweils vorige Seite des aktuellen Menüs wiederaufgerufen.

Gelegentlich ist ein schneller Wechsel zwischen zwei verschiedenen Menüs wünschenswert. Mit der Tastenkombination → MENU wird das Menü wiederaufgerufen, das unmittelbar vor dem aktuellen angezeigt wurde.

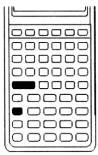
Lektion 5: Ein Überblick über den HP 48

Der Stack ist ein kompaktes und leistungsstarkes Hilfsmittel zum Bearbeiten von Objekten. Für viele Situationen beim Lösen von Problemen werden jedoch weitere, ebenso einfache und leistungsfähige Umgebungen benötigt, die den jeweiligen Anforderungen entsprechen. In dieser Lektion werden die verschiedenen benutzerfreundlichen Umgebungen des HP 48 vorgestellt.

Eingabe-Umgebungen

Sie haben bereits die Eingabe-Umgebung des HP 48 kennengelernt - die Befehlszeile. Für viele der mathematischen Objekte, die mit dem HP 48 bearbeitet werden können, ist die Befehlszeile jedoch keine optimale Umgebung.

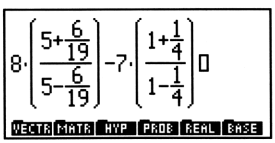
Erstellen von Gleichungen: ↩ EQUATION



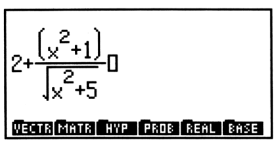
Algebraische Gleichungen und Ausdrücke können über eine spezielle Eingabe-Umgebung, den *EquationWriter* eingegeben werden. Der EquationWriter eignet sich zur Eingabe beliebiger Gleichungen in gewohnter Weise. In Lektion 6 finden Sie ein vollständiges Beispiel für Gleichungen.

Beispiele:

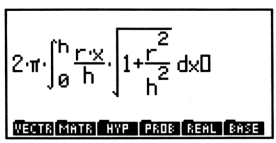
$$8\left(\frac{5+\frac{6}{19}}{5-\frac{6}{19}}\right)-7\left(\frac{1+\frac{1}{4}}{1-\frac{1}{4}}\right)$$



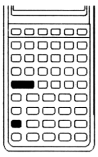
$$2+\frac{x^2+1}{\sqrt{x^2+5}}$$



$$2\pi\int_0^h \frac{rx}{h}\sqrt{1+\frac{r^2}{h^2}}\,dx$$



Erstellen von Matrizen: → MATRIX



Sie können auch eine Matrix in einer Darstellungsform eingeben, wie Sie sie von Büchern her kennen - mit Hilfe der speziellen *MatrixWriter*-Funktion. Diese Funktion erlaubt die Eingabe reeller wie auch komplexer Matrizen. In den Lektionen 20 und 34 finden Sie ausführliche Beispiele zur Verwendung des MatrixWriter.

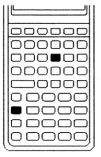
Beispiele:

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

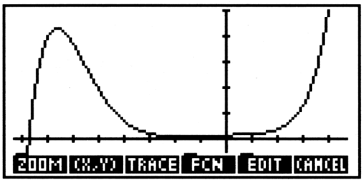
$$\begin{bmatrix} 3-\mathrm{i} & -2+2\mathrm{i} \\ -6 & 4+7\mathrm{i} \end{bmatrix}$$

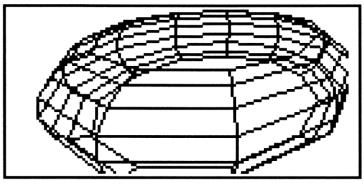
Erstellen von Bildern und Grafiken: ↶ PICTURE

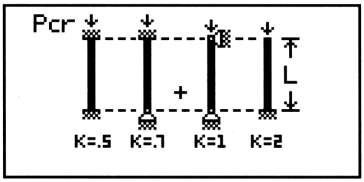


PICTURE ermöglicht den Zugriff auf die Grafiktafel des HP 48 (*PICT* genannt). Auf dieser Tafel können Graphen geplottet und Freihandzeichnungen dargestellt werden. Ausführliche Anleitungen zum Plotten finden Sie in Kapitel 6 dieses Handbuchs und in den Kapiteln 22-24 des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*. Informationen über Freihandzeichnungen finden Sie in Kapitel 9 des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*.

Beispiele:



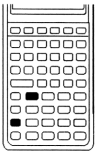




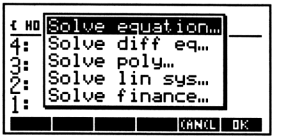
Anwendungs-Umgebungen

Alle diese Anwendungen wurden für die Bearbeitung bestimmter Probleme oder Aufgaben entwickelt. Für die einfache und strukturierte Eingabe von Informationen werden Eingabeformulare und Auswahllisten verwendet. Drücken Sie die entsprechende Anwendungstaste, um die Anwendungen aufzurufen. Wenn Sie wieder zur Stack-Anzeige zurückkehren wollen, drücken Sie CANCEL.

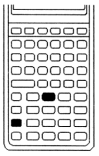
Lösen von Gleichungen: ↱ SOLVE



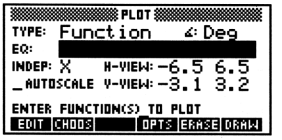
Über die Auswahlliste in SOLVE können Sie das zu lösende Problem auswählen.



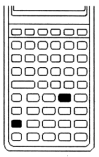
Plotten von Funktionen: ↱ PLOT



In PLOT können Sie einen von 15 verschiedenen Plot-Typen auswählen. Das angezeigte Eingabeformular zeigt die für den ausgewählten Plot-Typ verfügbaren Optionen an.

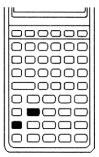


Symbolische Berechnungen: ↱ SYMBOLIC



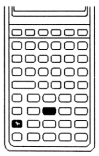
Die Anwendung SYMBOLIC enthält spezielle Aufgaben der höheren Mathematik sowie Funktionen zur allgemeinen Symbol-Manipulation.

Terminkalender: ↱ TIME



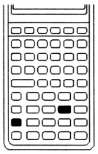
Die Anwendung TIME haben Sie bereits in der ersten Lektion beim Einstellen von Datum und Uhrzeit verwendet. Sie können diese Anwendung auch als Terminkalender einsetzen.

Statistik und Datenanalyse: ↱ STAT

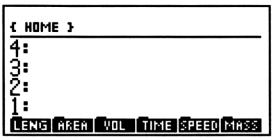


Mit der Anwendung STAT können Sie Daten in einer Matrix eintragen, beschreibende Statistikdaten erstellen und Regressionsberechnungen durchführen.

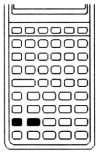
Einheitenverwaltung: → UNITS



UNITS ermöglicht die Zuordnung von mehr als 100 verschiedenen Einheiten zu reellen Zahlen. Der HP 48 kann bei Berechnungen diese Einheiten berücksichtigen.

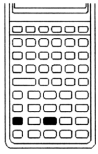


Drucken und Datenübertragung: → I/O

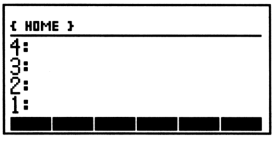


Mit der Anwendung I/O können Objekte gedruckt oder Daten zwischen zwei HP 48 bzw. zwischen einem HP 48 und einem Computer ausgetauscht werden.

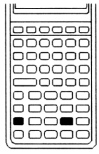
Externe Programme: → LIBRARY



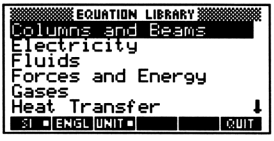
Die Anwendung LIBRARY unterstützt Sie bei der Verwaltung und dem Aufruf externer Programme und anderer Objekte von Einsteckkarten oder aus dem Sicherungsspeicher.



Eingespeicherte Gleichungen: → EQ LIB



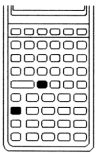
Mit der Anwendung EQ LIB können Sie unter mehr als 300 eingespeicherten Gleichungen zur Problemlösung auswählen.



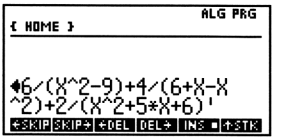
Hilfsumgebungen

Es stehen Ihnen vier spezielle interaktive Umgebungen für die Verwaltung und Organisation Ihrer Arbeit und die Steuerung Ihres Taschenrechners zur Verfügung. Sie können diese Umgebungen einzeln oder in Verbindung mit den Anwendungen einsetzen.

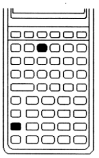
Bearbeiten von früher erstellten Objekten: ◀ EDIT



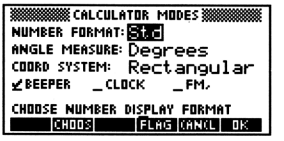
Die EDIT-Umgebung ist eine erweiterte Version der Befehlszeile zum Ändern von Objekten, die bereits im Stack abgelegt wurden.



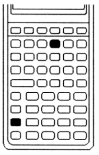
Einstellen der Taschenrechner-Modi: ▶ MODES



Sie haben MODES bereits in Lektion 1 kennengelernt. MODES wird zum Einstellen der Taschenrechner-Modi und zum Ändern von Flags verwendet.

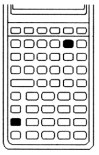


Speichern, Abrufen und Organisieren von Variablen: ▶ MEMORY

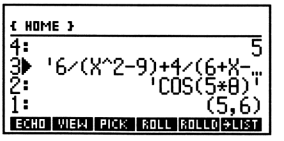


Mit MEMORY können Sie Objekte im Benutzerspeicher benennen, speichern, durchsehen, abrufen, löschen oder umsortieren.

Durchsehen und Organisieren von Objekten im Stack: ▶ STACK



Mit STACK können Sie Objekte im temporären Stack-Speicher durchsehen und anders organisieren.



3

Arithmetik

Dieses Kapitel erläutert:

- das Rechnen mit reellen Zahlen.
- das Rechnen mit Brüchen.
- das Rechen mit symbolischen Variablen.
- das Rechnen mit komplexen Zahlen.
- das Rechnen mit Einheiten.

Lektion 6: Arithmetische Berechnungen

Der HP 48 kennt zwei verschiedene Methoden zur Berechnung arithmetischer Operationen: Die Stack-Methode eignet sich für schnelle und einfache Rechnungen mit einer oder mehreren Zahlen. Die algebraische Methode ist sehr nützlich, wenn Sie die Aufgabe vor der eigentlichen Berechnung als Formel darstellen wollen, so daß Sie sie überprüfen oder an anderer Stelle weiterverwenden können.

Die Stack-Methode

Das folgende Beispiel zeigt, daß der Stack genauso rechnet, wie Sie es in der Grundschule mit Papier und Bleistift gelernt haben. Um etwa die Differenz zweier Zahlen zu ermitteln, werden die beiden Zahlen untereinander geschrieben und anschließend subtrahiert:

$$\begin{array}{r} 8.9 \\ -\ 7.2 \\ \hline 1.7 \end{array}$$

Die Stack-Methode ist ein genaues Abbild dieser Methode. Sie geben zunächst die Zahlen (oder *Argumente*) ein und führen anschließend die Subtraktion durch.

Hinweis: Bei allen Beispielen in diesem Kapitel wird der *Punkt* als Dezimalzeichen verwendet.

Beispiel: 7.2 von 8.9 subtrahieren mit dem HP 48.

Schritt 1: Geben Sie die Zahlen ein, so wie Sie sie auf einem Papier untereinander schreiben würden.

8.9 ENTER 7.2 ENTER

Schritt 2: Führen Sie die Subtraktion durch. Bei diesem Vorgang werden die ersten beiden Stack-Ebenen gelöscht und das Ergebnis in Stack-Ebene 1 abgelegt.

⊟

Das Ablegen und Abrufen von Zahlen im bzw. aus dem Stack ist die Grundlage für alle Berechungen des HP 48. Dieser Ansatz ermöglicht ein sehr effizientes Rechnen, weil die Ergebnisse eines Rechenvorgangs in der obersten Stack-Ebene abgelegt werden und unmittelbar für die folgende Operation verwendet werden können.

Beispiel: Dividieren des Ergebnisses der vorigen Subtraktion durch 1.3. Der Dividend (das Ergebnis der vorherigen Subtraktion) steht bereits im Stack, Sie brauchen also nur den Divisor einzugeben und die Division auszuführen.

1.3 ENTER ÷

In den folgenden Beispielen werden Kurztastenfolgen verwendet, die Sie noch nicht kennengelernt haben. Beim Rechnen mit dem Stack sind die "mathematischen" Tasten (wie die Taste +) mit ENTER gekoppelt. Sie können also die Zahlenfolge 8.9 ENTER 7.2 ⊟ eingeben statt 8.9 ENTER 7.2 ENTER ⊟, um 7.2 von 8.9 zu subtrahieren. Sie sparen sich dadurch 1 mal ENTER.

Führen Sie die folgenden kurzen Beispiele mit den mathematischen Tasten der vierten Reihe aus. Beobachten Sie, wie die Ergebnisse der Berechnungen jeweils für die Folgeoperation bereitstehen.

Beispiel: Berechnen von $\frac{1}{62.5}$.

CLEAR 62.5 1/x

Beispiel: Berechnen von 20^{-2}.

CLEAR 20 ENTER 2 +/- y^x

Beispiel: Berechnen von $4e^{2\sqrt{5}}$.

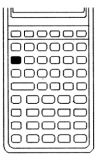
CLEAR 4 ENTER 2 ENTER 5
$\sqrt{x}$ × ↰ e^x ×

Beispiel: Berechnen von $\frac{15}{.06\times 14.5}$.

15 ENTER
.06 ENTER 14.5 × ÷

Algebraische Methode

Die algebraische Methode des HP 48 ist ebenso hilfreich und effizient wie die Stack-Arithmetik. Im Gegensatz zu der direkten Stack-Methode können Sie mit der algebraischen Methode eine Rechenoperation als algebraische Formel eingeben, um sie überprüfen und für andere Vorgänge speichern zu können. Diese Methode umfaßt zwei Schritte: Das Erstellen und Eingeben der Formel und die eigentliche Berechnung.



Algebraische Formeln müssen in entsprechenden Markierungen (Hochkommas) eingeschlossen werden, damit der HP 48 die Eingabe als Formel und nicht als direkten Befehl interpretiert. Die Markierungstaste (') ist in dem Schaubild auf der linken Seite gekennzeichnet.

Beispiel: Berechnen von $\frac{1}{62.5}$ mit der algebraischen Methode.

Schritt 1: Geben Sie den algebraischen Ausdruck ein.

' 1 ÷ 62.5 ENTER

Schritt 2: Berechnen Sie den Ausdruck. Das Ergebnis ist ein numerischer Wert.

EVAL

Beispiel: Berechnen von 20^{-2}.

CLEAR ' 20 y^x +/- 2 EVAL

Beispiel: Berechnen von $4e^{2\sqrt{5}}$.

CLEAR ' 4 × ◀ e^x 2 × $\sqrt{x}$ 5 EVAL

Beispiel: Berechnen von $\frac{15}{.06\times 14.5}$.

CLEAR ' 15 ÷ ◀ ( ) .06 × 14.5 EVAL

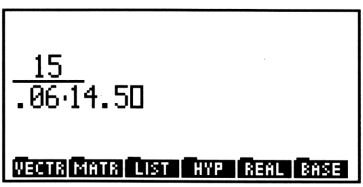
Verwendung des EquationWriter

Für komplexere Gleichungen und Berechnungen kennt der HP 48 eine spezielle Art der Eingabe algebraischer Ausdrücke - den *EquationWriter*. Im EquationWriter werden Formeln nicht durch Hochkommas gekennzeichnet, denn *alle* Eingaben werden als algebraische Ausdrücke interpretiert. Probieren Sie die folgenden Beispiele aus.

Beispiel: Wiederholung des vorigen Beispiels mit dem EquationWriter.

Schritt 1: Rufen Sie den EquationWriter auf, und geben Sie die Gleichung ein.

◀ EQUATION
15 ÷ .06 × 14.5



Schritt 2: Berechnen Sie den Ausdruck.

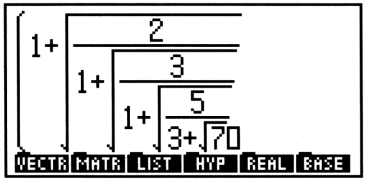
EVAL

Beispiel: Berechnen eines Näherungswerts im Bereich der reellen Zahlen für folgenden Ausdruck mit dem EquationWriter:

$$\left(1+\sqrt{\frac{2}{1+\sqrt{\frac{3}{1+\sqrt{\frac{5}{3+\sqrt{7}}}}}}}\right)\frac{3^{\frac{2}{3}}+4}{11}$$

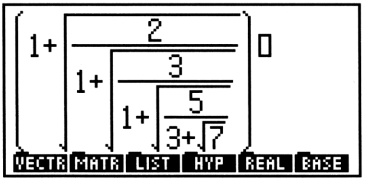
Schritt 1: Erstellen Sie den folgenden Klammerausdruck:

EQUATION
( ) 1 +
√x 2 ÷ 1 +
√x 3 ÷ 1 +
√x 5 ÷ 3 +
√x 7



Schritt 2: Verschieben Sie den Cursor vorwärts, bis er außerhalb der schließenden Klammer steht. Momentan steht der Cursor irgendwo inmitten der verschachtelten Ebenen des Klammerausdrucks.

▶ (8 mal)
(oder ↱ ▶ als Kurztastenfolge)

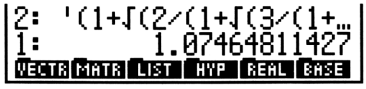


Schritt 3: Schließen Sie die Eingabe des Ausdrucks ab. Mit der Taste ▲ beginnen Sie die Eingabe eines Dividenden für mehrere Terme. Die Formel wird in der Stack-Ebene 1 in ihrer "Online-Form" angezeigt - der Form, die Sie verwenden würden, *wenn Sie keinen EquationWriter hätten.*

× ▲ 3 y^x 2 ÷ 3
▶ ▶ + 4 ▶ (or ▼) 11
ENTER

Schritt 4: Erstellen Sie eine Kopie des Ausdrucks, indem Sie ihn noch einmal eingeben. Überprüfen Sie die Kopie.

ENTER
EVAL



Lektion 7: Weitere mathematische Funktionen

Der HP 48 kennt weit mehr mathematische Funktionen, als auf der Tastatur Platz finden. Die nicht über die Tastatur zugänglichen Funktionen sind in Menüs zusammengefaßt, die über die Taste [MTH] in der zweiten Reihe der Tastatur aufgerufen werden.

Beispiel: Berechnen von 15 Prozent von 145. Der Befehl % ist im Menü MTH REAL zu finden.

Schritt 1: Löschen Sie den Stack, und geben Sie die Zahlen 145 und 15 ein. Rufen Sie anschließend das Menü MTH auf.

[CLEAR]
145 [ENTER] 15
[MTH]

Schritt 2: Rufen Sie das Untermenü REAL auf, und berechnen Sie den Wert 15% von 145.

REAL %

Beispiel: Berechnen von 6! (Fakultät von 6). Der Befehl ! ist im Wahrscheinlichkeitsmenü (MTH PROB) zu finden.

Schritt 1: Löschen Sie den Stack, und geben Sie die Zahl 6 ein. Rufen Sie anschließend das Menü MTH PROB auf.

[CLEAR]
6 [MTH] [NXT] PROB

Schritt 2: Führen Sie den Befehl zur Berechnung von 6! aus.

!

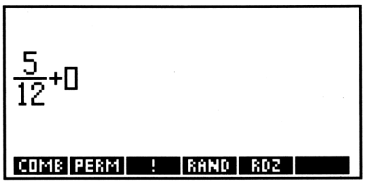
Lektion 8: Arithmetik mit Brüchen

Brüche (echte, unechte und gemischte) können auf dem HP 48 als algebraische Ausdrücke dargestellt werden. Geben Sie Brüche im EquationWriter ein.

Beispiel: Addieren von $\frac{5}{12}$ und $1\frac{3}{4}$.

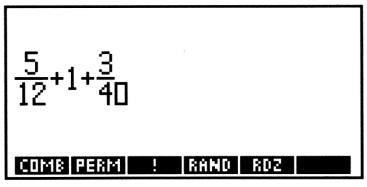
Schritt 1: Starten Sie den EquationWriter, und geben Sie den ersten Bruch ein.

(CLEAR) (◀) (EQUATION)
5 (÷) 12 (▶) (+)



Schritt 2: Geben Sie den zweiten Bruch ein. Bei gemischten Brüchen müssen Sie zwischen dem ganzzahligen und dem Bruchteil ein Pluszeichen (+) eingeben.

1 (+) 3 (÷) 4

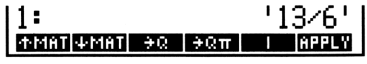


Schritt 3: Berechnen Sie den Ausdruck. Das Ergebnis wird als Dezimalzahl dargestellt.

(EVAL)

Schritt 4: Wandeln Sie die Dezimalzahl in einen Bruch um.

(◀) (SYMBOLIC) (NXT) →Q



Lektion 9: Symbolische Arithmetik

Die Arithmetik mit symbolischen Variablen ist der Arithmetik mit Zahlen ähnlich. Mit dem Stack werden symbolische Berechnungen genau wie numerische durchgeführt, mit dem Unterschied, daß außer Zahlen auch algebraische Objekte (und die dazugehörigen Markierungen) verwendet werden.

Beispiel: Erstellen der Gleichung $y = 1 - e^{-ax}$ mit Hilfe der symbolischen Arithmetik.

Schritt 1: Geben Sie y und die Zahl 1 ein.

CLEAR
' α ← Y ENTER 1 ENTER

Schritt 2: Geben Sie das Argument $-ax$ ein.

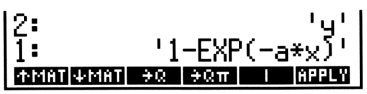
' − α ← A × α ← X
ENTER

Schritt 3: Berechnen Sie e^{-ax}.

← e^x

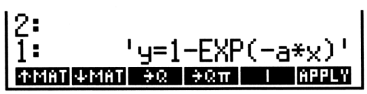
Schritt 4: Berechnen Sie $1 - e^{-ax}$ durch Subtraktion.

−



Schritt 5: Bilden Sie aus den beiden Ausdrücken eine Gleichung.

← =



Lektion 10: Arithmetik mit komplexen Zahlen

Die Fähigkeit des HP 48, mit komplexen Zahlen umzugehen, kann die Ergebnisse von Rechenoperationen mit reellen Zahlen beeinflussen. Manche Rechenoperationen, die auf den meisten Taschenrechnern einen Fehler zur Folge hätten, ergeben auf dem HP 48 gültige komplexe Zahlen.

Beispiel: Berechnen der Quadratwurzel aus -4.

4 [+/-] [√x]

Das Ergebnis ist eine *komplexe Zahl*, die als geordnetes Paar dargestellt wird. Der erste Term ist die reelle Komponente der komplexen Zahl, der zweite Term die imaginäre. Das Ergebnis lautet also $0 + 2i$ oder einfach $2i$ (den Hauptwert der Quadratwurzel aus -4).

Komplexe Zahlen können in zwei verschiedenen Formaten dargestellt werden: In kartesischen Koordinaten $(x + y\mathbf{i})$ oder in Polarkoordinaten $(r(\cos\theta + \mathbf{i}\sin\theta))$. Der HP 48 kann mit beiden Formaten arbeiten, eingegeben werden die Zahlen immer als geordnete Paare der Form (x, y) bzw. (r, θ).

Eine komplexe Zahl ist - genau wie eine reelle Zahl - ein einzelnes Objekt. Viele Funktionen können auf komplexe Zahlen genau wie auf reelle Zahlen angewandt werden. Sie können komplexe Zahlen als Argumente für arithmetische Operationen und auch in symbolischen Ausdrücken verwenden.

Beispiel: Eingabe der Zahl $3 + 4i$ (Kartesische Koordinaten). Trennen Sie die beiden Koordinaten durch ein Leerzeichen (Taste [SPC]).

[←][( )] 3 [SPC] 4 [ENTER]

Beispiel: Eingabe der Zahl mit dem Betrag 5.39 und dem Phasenwinkel 158.2 Grad (Polarkoordinaten).

Schritt 1: Stellen Sie den Winkelmodus auf Grad ein, und geben Sie die Zahl ein. (Das Winkelzeichen ∡ befindet sich oberhalb der Taste SPC.)

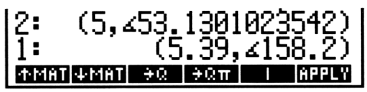
→ MODES ↓ α D OK
← ( ) 5.39 → ∡ 158.2

Schritt 2: Legen Sie die polare Zahl im Stack ab. Die Zahl wird automatisch an den aktuellen Koordinatenmodus angepaßt (in diesem Fall an den kartesischen Koordinatenmodus).

ENTER

Schritt 3: Ändern Sie jetzt den Koordinatenmodus und beobachten Sie, wie die Anzeigeform der komplexen Zahl geändert wird. (Die Taste POLAR befindet sich oberhalb der Taste MTH).

→ POLAR



Ändern Sie den Modus wieder auf kartesische Koordinaten (drücken Sie erneut → POLAR), bevor Sie weitermachen.

Probieren Sie einige der folgenden Beispiele aus. Sie werden feststellen, daß der Umgang mit komplexen Zahlen ganz einfach ist.

Beispiel: Berechnen von:

$$\frac{(9+4i)+(-4+3i)}{(3+i)}$$

Schritt 1: Geben Sie die ersten beiden komplexen Zahlen ein.

CLEAR
← ( ) 9 SPC 4 ENTER
← ( ) 4 +/- SPC 3

Schritt 2: Vor dem Drücken von + brauchen Sie nicht ENTER zu drücken.

+

```
1:                          (5,7)
↑MAT ↓MAT →Q →Q π  i  APPLY
```

Schritt 3: Dividieren Sie das Ergebnis durch $3 + i$.

◀ ( ) 3 SPC 1 ÷

```
1:                      (2.2,1.6)
↑MAT ↓MAT →Q →Q π  i  APPLY
```

Beispiel: Berechnen der Quadratwurzeln von $8 - 6i$.

Schritt 1: Geben Sie die komplexe Zahl ein.

◀ ( ) 8 SPC 6 +/-

```
(8 -6)
↑MAT ↓MAT →Q →Q π  i  APPLY
```

Schritt 2: Berechnen Sie den Hauptwert der Quadratwurzel, und legen Sie eine Kopie dieser Zahl an.

√x ENTER

```
2:                        (3,-1)
1:                        (3,-1)
↑MAT ↓MAT →Q →Q π  i  APPLY
```

Schritt 3: Berechnen Sie die konjugierte Wurzel.

MTH NXT CMPL NXT CONJ

```
2:                        (3,-1)
1:                         (3,1)
SIGN NEG CONJ
```

Algebraische Ausdrücke mit komplexen Zahlen können genauso symbolisch bearbeitet werden wie reelle Zahlen.

Beispiel: Berechnen des Sinus von (.6,2).

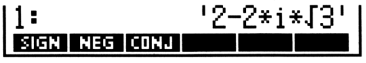
' SIN ◀ ( ) .6 ◀ . 2 EVAL

```
1: (2.12429548041,
    2.9933770649)
SIGN NEG CONJ
```

Beispiel: Eingabe eines Ausdrucks für die komplexe Zahl $2 - 2i\sqrt{3}$ im EquationWriter und Berechnen dieses Ausdrucks. Das Ergebnis ist eine komplexe Zahl.

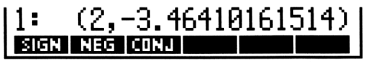
Schritt 1: Geben Sie den Ausdruck ein.

◀ EQUATION
2 − 2 α ◀ I √x 3 ENTER



Schritt 2: Wandeln Sie den Ausdruck in eine Zahl um.

◀ →NUM



Lektion 11: Arithmetik mit Einheiten

Beim Rechnen mit dem HP 48 brauchen Sie die Zahlen nicht von den dazugehörigen Maßeinheiten zu trennen. *Einheitenobjekte* sind reelle Zahlen, die durch ein Unterstreichungszeichen (_) mit einer Maßeinheit verknüpft sind. Die im HP 48 integrierte Einheitenverwaltung ermöglicht das Zuordnen von Maßeinheiten zu Zahlen. Sofern Sie Ihren Zahlen die richtigen Maßeinheiten zuordnen, werden diese bei der Berechnung berücksichtigt, und die Ergebnisse werden mit der richtigen Maßeinheit angezeigt.

Beispiel: Erstellen des Einheitenobjekts `32_kg*m^2/s^2`.

Schritt 1: Rufen Sie den Einheitenkatalog auf, geben Sie den Zahlenwert ein und ordnen Sie die erste Maßeinheit zu.

(CLEAR) (→) (UNITS)
32 MASS KG

Schritt 2: Ordnen Sie die zweite Maßeinheit zu. Dazu müssen Sie in das erste Menü des Einheitenkatalogs zurückkehren und die gewünschte Kategorie auswählen. Beim Zuordnen einer Maßeinheit zu einem Objekt, dem bereits eine Einheit zugeordnet wurde, werden die beiden Einheiten multipliziert.

(→) (UNITS)
AREA M^2

Schritt 3: Ordnen Sie die weiteren Einheiten dem Divisor zu. Das Drücken der rechten Umschalttaste ((→)) vor der Auswahl der Einheit bewirkt eine *Division* - die Einheit wird dem Divisor und nicht dem Dividend des zusammengesetzten Objekts zugeordnet.

(→) (UNITS)
TIME
(→) S (→) S

Umwandeln von Einheiten

Beispiel: Umwandeln von `10_atm` (Atmosphären) in `mmHg` (mm Quecksilbersäule).

Schritt 1: Erstellen Sie das Einheitenobjekt `10_atm`.

(→) UNITS
NXT PRESS 10 ATM

Schritt 2: Wandeln Sie das Objekt in die Einheit mm Quecksilbersäule um. Durch Drücken der linken Umschalttaste (←) vor der Auswahl der neuen Einheit wird die momentane Einheit in die neue umgewandelt.

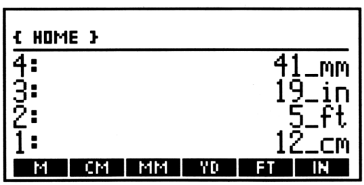
← MMH

Beim Rechnen mit Einheitenobjekten protokolliert der HP 48 intern die verwendeten Einheiten. Bei Additionen oder Subtraktionen mehrerer Objekte derselben Kategorie wird das Ergebnis automatisch in die zuletzt verwendete Einheit (das Objekt der Ebene 1) umgewandelt.

Beispiel: Addieren der folgenden Längenangaben und Anzeigen des Ergebnisses in cm: 41 mm, 19 in, 5 ft und 12 cm

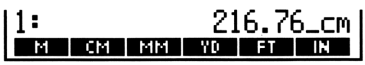
Schritt 1: Legen Sie die Einheitenobjekte im Stack ab.

(→) UNITS
LENG 41 MM
19 IN
5 FT
12 CM



Schritt 2: Addieren Sie die Objekte. Das Objekt der Ebene 1 verwendet die Maßeinheit `cm`, daher wird das Gesamtergebnis in cm umgewandelt.

+ + +



Ein letztes Beispiel zeigt die Fähigkeit des HP 48, Einheiten zu multiplizieren.

Beispiel: Berechnen des Einheitenfaktors N (Newton) in dem Objekt `3.5_kg*m^2/s^2`.

Schritt 1: Geben Sie das Einheitenobjekt ein.

→ UNITS
3.5 MASS KG → UNITS
AREA M^2 → UNITS
TIME → S
→ S

Schritt 2: Geben Sie den zu berechnenden Einheitenfaktor ein. Verwenden Sie 1 als Zahlenwert.

→ UNITS 1 NXT FORCE
N

Schritt 3: Führen Sie die Faktorenberechnung im Befehlsmenü UNITS durch. (← UNITS).

← UNITS UFACT

4

Die Verwendung des Speichers

Im Stack können sehr viele Objekte gespeichert, aber auch durch einmaliges Drücken der Taste CLEAR gelöscht werden. Informationen, die später noch benötigt werden, sollten deshalb im Benutzerspeicher abgelegt werden. In diesem Kapitel wird beschrieben, wie dieser Speicher aufgebaut ist und wie Sie ihn benutzen können. Dabei wird besonders auf folgende Punkte eingegangen:

- Der Aufbau des Speichers des HP 48.
- Variablen und Verzeichnisse.
- Erstellen von Variablen.
- Organisieren von Variablen.
- Ändern und Löschen von Variablen.
- Benutzervariablen in Berechnungen.

Lektion 12: Der Speicheraufbau

Bis hierher haben Sie den HP 48 als einen Taschenrechner kennengelernt, wenn auch als einen sehr leistungsfähigen. Bei der Betrachtung der Speicherfunktionen hat man jedoch den Eindruck, einen Computer vor sich zu haben.

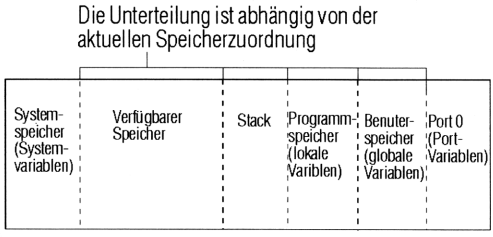
Bei PCs und anderen Computern werden die Informationen in *benannten Dateien* gespeichert. Beim HP 48 dagegen werden nicht Dateien, sondern Objekte oder *Variablen* gespeichert. Objekte ohne Namen können im Stack abgelegt werden, zum Speichern dieser Objekte muß jedoch ein Name vergeben werden. Variablen entsprechen somit benannten Speicherbereichen, die ein Objekt enthalten.

Typ und Größe von Variablen können sehr unterschiedlich sein, je nach den darin enthaltenen Objekten. Ebenso wie Computerdateien werden Variablen in *Verzeichnissen* - "Datei-Ordnern" - organisiert, die das Auffinden der Variablen erleichtern.

Beispiel: Feststellen, wieviel Speicher (in Byte) momentan für HP 48-Variablen zur Verfügung steht.

Variablen werden beim HP 48 im SYSRAM-Speicher oder (bei erweiterbaren Modellen) in Einsteckkarten abgelegt. Der SYSRAM-Speicher entspricht dem RAM-Speicher bei PCs mit dem Unterschied, daß SYSRAM ein nichtflüchtiger Speicher ist, dessen Inhalt beim Ausschalten des Systems nicht verlorengeht.

Die folgende Abbildung zeigt die Unterteilung des SYSRAM-Speichers des HP 48 in verschiedene Speichertypen und -bereiche:



SYSRAM-Speicherschema des HP 48

Das Schaubild zeigt verschiedene Variablentypen:

- **Systemvariablen.** Diese Variablen werden Ihnen nicht angezeigt, sondern während Ihrer Arbeit intern vom Betriebssystem verwendet und aktualisiert.
- **Lokale Variablen.** Hierbei handelt es sich um temporäre Variablen, die von Programmen erstellt werden und nur *während* der Ausführung dieser Programme existieren.
- **Globale Variablen.** Dies sind die von Ihnen erstellten und mit einem Namen versehenen Variablen, die Sie ändern, prüfen und bearbeiten können. Sie werden im *Benutzerspeicher* abgelegt und können von dort schnell und direkt aufgerufen werden. Globale Variablen sind hierarchisch in Verzeichnissen organisiert.
- **Port-Variablen.** Auch Port-Variablen sind globale Variablen, die allerdings nicht geändert und nicht hierarchisch organisiert werden können. Sie werden im *Port-Speicher*, einem speziellen Langzeitspeicher, abgelegt. Das Modell HP 48G hat nur einen Port, das Modell HP 48GX dagegen kann mit bis zu 32 zusätzlichen Ports zu je maximal 128 KB Speicher konfiguriert werden.

Die Lektionen in Kapitel 4 zeigen einige gebräuchliche Anwendungsmöglichkeiten für den Benutzerspeicher und globale Variablen. Im *Benutzerhandbuch Serie HP 48G* finden Sie weitere Informationen über die SYSRAM-"Grenzen" und zur Speicherverwaltung (Kapitel 5) sowie zur Verwendung der Port-Speicher (Kapitel 28).

Lektion 13: Erstellen und Benennen von Variablen

Das Benennen eines Objekts entspricht dem Erstellen einer globalen Variablen. Verwenden Sie beschreibende Namen für Variablen. Sie speichern Objekte im Benutzerspeicher, indem Sie dem Objekt einen Namen geben. Namen dürfen zwischen 1 und 127 Zeichen lang sein. Die Namen der globalen Variablen dürfen nicht mit einer Ziffer beginnen und nicht identisch mit dem Namen einer eingespeicherten Funktion sein.

Neue globale Variablen können auf zwei Arten erstellt werden:

- Aus dem Stack mit der Taste STO.
- Aus dem Programm Variable Browser mit dem Befehl NEW

Die folgenden beiden Beispiele erläutern die beiden Methoden.

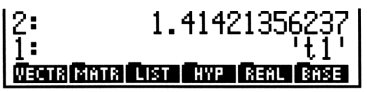
Beispiel: Berechnen der Quadratwurzel aus 2 und Speichern des Werts in einer Variablen namens *t1* (mit der Taste STO).

Schritt 1: Löschen Sie den Stack, und berechnen Sie die Quadratwurzel aus 2.

CLEAR 2 √x

Schritt 2: Geben Sie den Namen *t1* ein.

' α ← T1 ENTER



Schritt 3: Speichern Sie das Objekt (Ebene 2) unter dem angegebenen Namen (Ebene 1). Das Objekt wird aus dem Stack entfernt.

STO

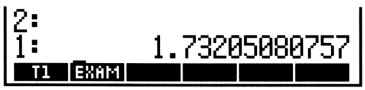
Schritt 4: Überprüfen Sie das aktuelle Variablenmenü und vergewissern Sie sich, daß `t1` gespeichert wurde. Die Namen in dem Menü werden der besseren Lesbarkeit wegen in Großbuchstaben angezeigt.

VAR

Beispiel: Berechnen der Quadratwurzel aus 3 und Speichern des Ergebnisses in der Variablen *t2* (mit dem Variable Browser).

Schritt 1: Berechnen Sie die Quadratwurzel aus 3.

3 √x



Schritt 2: Öffnen Sie das Programm Variable Browser und wählen Sie die Funktion NEW.

→ MEMORY NEW

Schritt 3: Rufen Sie das Objekt der Ebene 1 ($\sqrt{3}$) aus dem Stack ab.

NXT CALC OK

Schritt 4: Geben Sie den Namen (t2) ein und drücken Sie OK. t2 und sein Inhalt wird an der Spitze der aktuellen Variablenliste angezeigt.

▼ α ↶ T 2 ENTER OK

Schritt 5: Beenden Sie das Programm Variable Browser durch Drücken von CANCEL.

Lektion 14: Organisieren von Variablen

Wenn Sie eine Variable erstellen, wird diese im aktuellen *Verzeichnis* abgelegt. Mit Hilfe von Verzeichnissen können Variablen zu sinnvollen Gruppen zusammengefaßt werden. Sie können somit die jeweils benötigte Gruppe aufrufen und brauchen nicht ständig *alle* Variablen anzuzeigen. Es ist immer nur ein einziges Verzeichnis aktiv: Das *aktuelle* Verzeichnis. Das aktuelle Verzeichnis wird in der Stack-Anzeige in der Zeile über den Stack-Ebenen angezeigt. (Momentan ist das Heimverzeichnis *HOME* das aktuelle Verzeichnis.)

Die Organisation und Verwaltung des aktuellen Verzeichnisses ist die Aufgabe des Programms Variable Browser.

Beispiel: Durchsehen des Verzeichnisinhalts.

(→) MEMORY
dann je nach Bedarf ▲ und ▼

Wenn sich die gesuchte Variable nicht in dem aktuellen Verzeichnis befindet, können Sie in ein anderes Verzeichnis wechseln und dort weitersuchen.

Beispiel: Anzeigen des Verzeichnisinhalts von EXAMPLES. Dieses Verzeichnis und sein Inhalt wurden mit dem Befehl TEACH in Lektion 1 erstellt.

Schritt 1: Zeigen Sie eine Liste der Verzeichnisse an.

CHOOS

Schritt 2: Wählen Sie das Verzeichnis EXAMPLES aus und wechseln Sie in dieses Verzeichnis. In der Verzeichniszeile wird { HOME EXAMPLES } angezeigt. Dies bedeutet, daß EXAMPLES ein Unterverzeichnis von HOME ist.

▼ OK

Manchmal ist eine Variable nicht in dem Verzeichnis gespeichert, in das sie eigentlich gehört. Sie können jede Variable in jedes beliebige Verzeichnis verschieben.

Beispiel: Verschieben der Variablen *%TILE* in das Unterverzeichnis PRGS des Verzeichnisses EXAMPLES.

Schritt 1: Wählen Sie die zu verschiebende Variable *%TILE* aus und drücken Sie MOVE.

▼▼▼ MOVE

Schritt 2: Wählen Sie das Zielverzeichnis aus, und drücken Sie OK. (Sie können stattdessen auch den *Pfad* zu dem neuen Verzeichnis eintippen.)

CHOOS ▼ OK
OK

Schritt 3: Drücken Sie CANCEL, um die Variable Browser zu beenden.

Lektion 15: Ändern und Löschen von Variablen

Es kann vorkommen, daß Sie eine bereits erstellte Variable ändern wollen. Mit Variable Browser ist dies ganz einfach.

Beispiel: Speichern der Textfolge "HP 48SX" unter dem Namen *TXT*. Ändern der Variable in *TXT* auf die Zeichenfolge "HP 48GX".

Schritt 1: Öffnen Sie das Programm Variable Browser, und wählen Sie die Funktion NEW.

→ MEMORY NEW

Schritt 2: Geben Sie die Zeichenfolge und anschließend den Namen *TXT* ein. Drücken Sie OK, um den Vorgang abzuschließen. (Beachten Sie, daß für die alphabetische Eingabe zwei verschiedene Methoden angezeigt werden.)

→ " " α α HP SPC 48SX
ENTER
α-(halten) TXT (loslassen)
ENTER
OK

Schritt 3: Bringen Sie das gespeicherte Objekt in die Bearbeitungsumgebung.

EDIT EDIT

Schritt 4: Verschieben Sie den Cursor auf den Buchstaben "S", löschen Sie diesen Buchstaben, und fügen Sie "G" ein.

→ (6 mal) DEL αG

Schritt 5: Speichern Sie die Änderungen und kehren Sie zurück zu Variable Browser.

(ENTER) OK

Variable Browser erlaubt auch das Löschen von Variablen (auch mehrerer gleichzeitig), um den belegten Speicherplatz wieder für andere Aufgaben freizugeben.

Beispiel: Rückkehr in das Verzeichnis HOME und Löschen der Variablen *t1* und *t2*.

Schritt 1: Kehren Sie zurück in das Verzeichnis HOME.

CHOOS (▲) OK

Schritt 2: Wählen Sie die zu löschenden Variablen aus, indem Sie vor den Variablen eine Löschmarke setzen.

✓CHK (▼) ✓CHK

Schritt 3: Löschen Sie die ausgewählten Variablen aus dem Speicher.

(NXT) PURG

Schritt 4: Beenden Sie Variable Browser durch Drücken von (CANCEL).

Lektion 16: Variablen in Berechnungen

Die Variablen im aktuellen Verzeichnis können in Berechnungen und algebraischen Ausdrücken verwendet werden. Wenn Sie die Taste [VAR] drücken, wird ein Menü mit den Variablen des aktuellen Verzeichnisses angezeigt. Wie in allen Menüs können Sie auch hier mit den Tasten [NXT] und [◀] [PREV] seitenweise vorwärts oder rückwärts durch die Variablenliste blättern.

Beispiel: Speichern der Breite und Länge eines 3-mal-5-Rechtecks in den Variablen *W* und *L* und Verwenden dieser Variablen zur Berechnung des Flächeninhalts.

Schritt 1: Geben Sie die Breite und Länge ein, und speichern Sie sie. (Mit [STO] können Objekte auch ohne das Programm Variable Browser gespeichert werden.) Wenn Sie die Werte gespeichert haben, drücken Sie die Taste [VAR], um das Menü der Variablen im aktuellen Verzeichnis anzuzeigen.

[CLEAR]
3 [ENTER] ['] [α] L [STO]
5 [ENTER] ['] [α] W [STO]
[VAR]

Schritt 2: Rufen Sie die beiden Werte mit den Variablennamen ab (die Werte werden im Stack abgelegt).

L W

Schritt 3: Multiplizieren Sie die beiden Werte, um den Flächeninhalt zu erhalten.

[×]

5

Lösen von Gleichungen

Das vorliegende Kapitel gibt einen Einblick in die Anwendung SOLVE. Die Lektionen enthalten Beispiele zum Lösen der wichtigsten Gleichungsarten mit dem HP 48, wie z. B.:

- Numerische Auflösung nach einer unbekannten Variablen, wenn die Werte aller anderen Variablen gegeben sind.
- Symbolische Auflösung einer Variablen.
- Berechnen aller Lösungen (reelle und komplexe) eines Polynoms.
- Lösen linearer Gleichungssysteme.

Lektion 17: Numerische Auflösung nach einer Variablen

Mit dem Gleichungslöser HP SOLVE können die numerischen Lösungen einer Unbekannten in einer Gleichung berechnet werden. Sie können die Gleichung bzw. den Ausdruck nach jeder beliebigen Variablen auflösen, ohne die Gleichung selbst zu ändern, indem Sie für die Werte aller anderen Variablen die entsprechenden Werte angeben.

Sie können Gleichungen und Ausdrücke auch mehrmals auflösen - mit verschiedenen Werten für die bekannten Variablen oder für verschiedene Variationen bekannter und unbekannter Variablen.

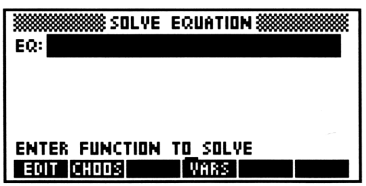
Beispiel: Auflösen des folgenden Ausdrucks nach x:

$$\frac{6}{x^2-9}+\frac{4}{6+x-x^2}+\frac{2}{x^2+5x+6}$$

Dieser Ausdruck wurde mit dem Befehl TEACH in Lektion 1 erstellt und in der Variablen *RATFUNC* im Verzeichnis *EQNS* gespeichert.

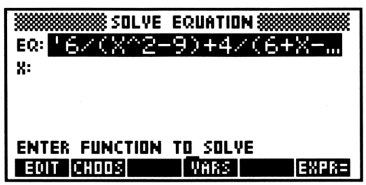
Schritt 1: Starten Sie die Anwendung SOLVE, und wählen Sie `Solve Equation...`.

(→) SOLVE
OK



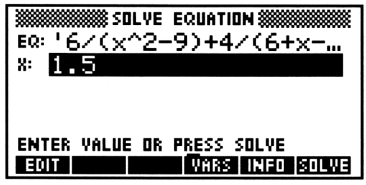
Schritt 2: Das Feld `EQ:` ist bereits gekennzeichnet. Wechseln Sie in das Verzeichnis *EQNS*, und wählen Sie *RATFUNC* als aktuelle Gleichung aus.

CHOOS
CHOOS ▼ ▼ ▼ ▼ OK
▲ OK



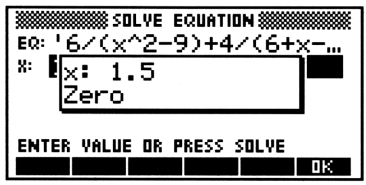
Schritt 3: *RATFUNC* hat nur eine eine einzige Variable, die Unbekannte. Lösen Sie die Gleichung nach x auf, indem Sie dieses Feld markieren und SOLVE drücken.

▼ SOLVE



Schritt 4: Drücken Sie INFO, um den genauesten vom Gleichungslöser gefundenen Näherungswert anzuzeigen. Die Meldung Zero besagt, daß es sich um eine "exakte" (d. h. auf 12 Stellen genaue) Lösung handelt.

INFO



Schritt 5: Drücken Sie OK, um die Meldungsanzeige auszublenden.

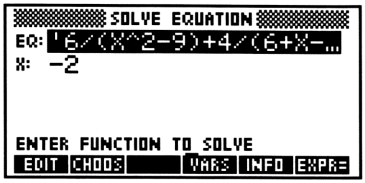
Suchen nach mehreren Lösungen

Gleichungen und Ausdrücken können auch mehrere Lösungen haben, der Gleichungslöser beendet die Suche jedoch, wenn eine richtige Lösung gefunden wurde. Im vorigen Beispiel war zunächst noch keine Lösung für x gefunden worden, der Gleichungslöser begann deshalb bei $x = 0$ mit der Suche und zeigte die erste gefundene Lösung an. Sie können SOLVE jedoch anweisen, die Suche bei einem anderen Wert zu beginnen, indem Sie einen *Näherungswert* für die Lösung angeben, bevor Sie die Gleichung nach einer Variablen auflösen.

Beispiel: Erneutes Auflösen von *RATFUNC* mit einem Näherungswert von $x = -2$.

Schritt 1: Sie arbeiten bereits mit *RATFUNC*, und das Variablenfeld x ist markiert. Sie können daher gleich den Näherungswert eingeben.

2 (+/-) (ENTER)



Schritt 2: Lösen Sie die Gleichung noch einmal nach x auf, und sehen Sie sich das Ergebnis an.

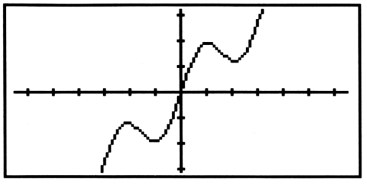
▼ SOLVE INFO

Schritt 3: Drücken Sie OK, um die Meldungsanzeige auszublenden.

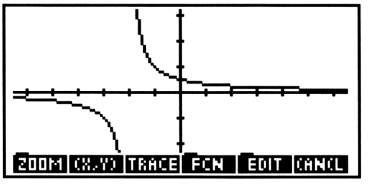
Interpretieren der Ergebnisse

Die Meldung `Sign Reversal` besagt, daß der Gleichungslöser zwei benachbarte Punkte gefunden hat, an denen die Werte für den Ausdruck entgegengesetzte Vorzeichen haben, und daß kein Punkt gefunden wurde, an dem der Wert des Ausdrucks Null (bei 12 Stellen Genauigkeit) ist. Dies kann daran liegen, daß die Genauigkeit des HP 48 nicht ausreicht, um den Lösungspunkt exakt zu bestimmen, oder daß an der entsprechenden Stelle eine Diskoninuität vorliegt (der Graph der Gleichung "macht einen Sprung" über die X-Achse, ohne sie zu berühren).

Zwei Fälle von "Sign Reversal"



Tatsächliche Lösung



Diskontinuität

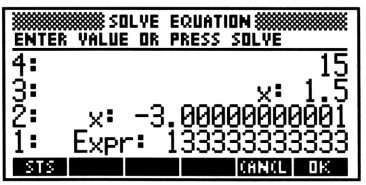
Um herauszufinden, welcher der beiden Fälle vorliegt, können Sie den Wert für den Ausdruck an der entsprechenden Stelle berechnen.

Beispiel: Berechnen des Werts eines Ausdrucks für die angezeigte Lösung von x zur Feststellung, ob x eine Lösung für *RATFUNC* ist oder eine Diskontinuität kennzeichnet.

Schritt 1: Drücken Sie ▲ EXPR=, um die Markierung auf das Feld EQ: zu verschieben, und drücken Sie EXPR=. Der Wert für den Ausdruck mit dem zuvor errechneten Wert von x wird im Stack abgelegt.

Schritt 2: Zeigen Sie mit der Funktion CALC den Wert für den Ausdruck (Expr:) an.

CANCEL



Der Wert für den Ausdruck liegt nicht nahe bei 0, es handelt sich daher höchstwahrscheinlich um eine Diskontinuität an der Stelle $x = -3$. (Um ganz sicherzugehen, können Sie den Wert -3 in die ursprüngliche Gleichung eintragen. Sie werden feststellen, daß dabei Divisoren mit dem Wert Null generiert werden - ein Zeichen für eine mögliche Diskonitinuität.)

Wenn Sie mehrere Lösungen erwarten, können Sie oft dadurch Zeit sparen, daß Sie den Ausdruck plotten und statt der Anwendung

SOLVE die grafischen Analyseprogramme verwenden. Ein Beispiel hierzu finden Sie in Lektion 26.

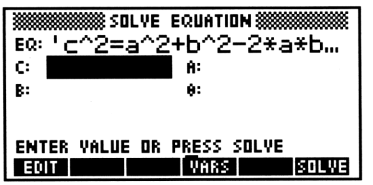
Drücken Sie ↷ SOLVE OK, um zur Anwendung SOLVE zurückzukehren, und lösen Sie weitere Gleichungen, die Sie diesmal selbst eintippen.

Beispiel: Berechnen des größten Winkels (in Grad) eines Dreiecks mit den Seiten 4, 7 und 9, wobei θ der größte Winkel und c die längste Seite ist. Verwenden Sie den Kosinussatz:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta$$

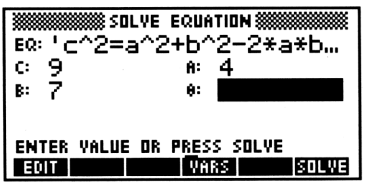
Schritt 1: Verschieben Sie (wenn nötig) die Markierung auf das Feld EQ:, und geben Sie die Gleichung ein. (θ kann mit der Tastenkombination α ↷ F oder über die CHARS-Auswahl eingegeben werden).

' α ↶ C y^x 2 ↶ = α ↶ A y^x 2 + α ↶ B y^x 2 − 2 × α ↶ A × α ↶ B × COS α ↷ F ENTER



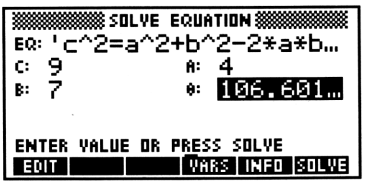
Schritt 2: Speichern Sie die bekannten Werte.

9 ENTER
4 ENTER
7 ENTER



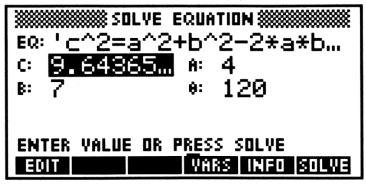
Schritt 3: Lösen Sie die Gleichung nach dem Winkel (θ) auf.

SOLVE



Schritt 4: Wie lang wäre die Seite c, wenn θ ein Winkel von 120 Grad wäre? Geben Sie für θ den Wert 120 ein, und lösen Sie die Gleichung nach c auf.

120 ENTER
▼ SOLVE



Schritt 5: Beenden Sie SOLVE. Beachten Sie, daß die Beschriftungen und Resultate der durchgeführten Auflösungen im Stack abgelegt werden.

Lektion 18: Symbolische Auflösung nach einer Variablen

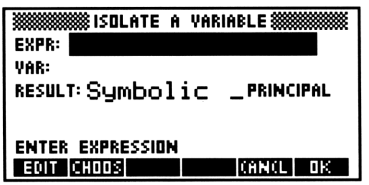
Mit dem HP 48 kan eine Variable auch symbolisch ermittelt werden, d.h. der Ausdruck wird so umgeformt, daß die gewünschte Variable links vom Gleichheitszeichen isoliert wird. Anschließend kann der umgeformte Ausdruck als Definition der Variablen gespeichert werden.

Beispiel: Auflösen der folgende Gleichung nach T_H und Erstellen einer Variablen TH, die der folgenden Gleichung entspricht:

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

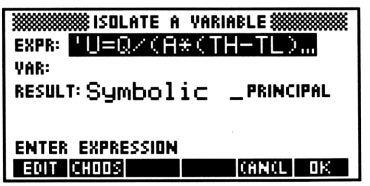
Schritt 1: Öffnen Sie die Anwendung SYMBOLIC, und wählen Sie `Isolate var....`

→ SYMBOLIC
▼ ▼ ▼
OK



Schritt 2: Geben Sie die Gleichung ein.

← EQUATION
α U ← = α Q ÷
α A × ← ( )
α α TH − TL
ENTER



Schritt 3: Definieren Sie die gewünschte Variable, und lösen Sie die Gleichung nach dieser Variablen auf.

▼ α T α H ENTER
OK

Schritt 4: Definieren Sie eine neue Variable *TH* aus dieser Gleichung. Mit der Tastenkombination ↩ DEF können Sie den Ausdruck rechts vom Gleichheitszeichen ('Q/U/A+TL') unter dem Variablennamen links vom Gleichheitszeichen speichern. Drücken Sie anschließend VAR und beachten Sie, wie die Einträge in dem Menü umgeformt wurden.

↩ DEF VAR

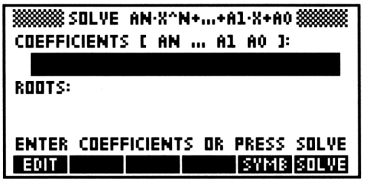
Lektion 19: Berechnen aller Lösungen eines Polynoms

Die Anzahl der Lösungen eines Polynoms entspricht seinem Grad, die Lösungen sind jedoch nicht unbedingt reelle Zahlen, und es können auch mehrere Lösungen denselben Wert haben. Mit dem HP 48 können alle Lösungen - *reelle und komplexe* - eines Polynoms auf einfache Weise numerisch berechnet werden. Die Koeffizienten des Polynoms können reell oder komplex sein.

Beispiel: Berechnen aller Lösungen von $x^5 + x^4 + 2x^3 - 5x^2 + 3x - 6$.

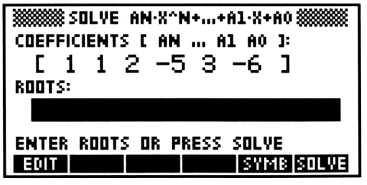
Schritt 1: Stellen Sie die Anzeige auf zwei Dezimalstellen ein, und wählen Sie `Solve poly...` in der Auswahlliste von SOLVE.

→ MODES α F ▶ 2 ENTER
OK
→ SOLVE ▼ ▼
OK



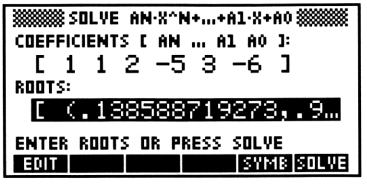
Schritt 2: Geben Sie die Koeffizienten des Polynoms ein, beginnend mit dem Koeffizienten des höchsten Grades. Drücken Sie nach jedem Koeffizienten die Taste SPC.

← [] 1 SPC 1 SPC 2 SPC 5 +/- SPC 3 SPC 6 +/-
ENTER



Schritt 3: Lösen Sie das Polynom auf.

SOLVE



Schritt 4: Beenden Sie die Anwendung SOLVE, und sehen Sie sich die Ergebnisse im Stack an.

NXT OK or CANCEL

Lektion 20: Lösen eines linearen Gleichungssystems

Der HP 48 kann auch zum Lösen linearer Gleichungssysteme eingesetzt werden. Geben Sie Ihr Gleichungssystem ein, oder wählen Sie eines der gespeicherten Gleichungssysteme aus.

Bedenken Sie, daß Gleichungssysteme auch als Matrixgleichungen der Form $\mathbf{A}\cdot\mathbf{X} = \mathbf{B}$ dargestellt werden können.

Gleichungsform **Matrixform**

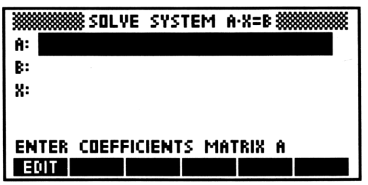
$$\begin{aligned} 3x + y + 2z &= 13 \\ x + y - 8z &= -1 \\ -x + 2y + 5z &= 13 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{bmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -8 \\ -1 & 2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ -1 \\ 13 \end{bmatrix}$$

Der HP 48 verwendet diese Darstellung zum schnellen und effizienten Lösen linearer Gleichungssysteme.

Beispiel: Lösen des oben gezeigten linearen Gleichungssystems. (In diesem Beispiel wir davon ausgegangen, daß der Anzeigemodus auf Std. eingestellt ist.)

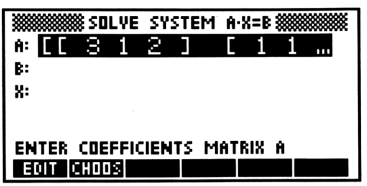
Schritt 1: Wählen Sie `Solve lin sys...` im Menü SOLVE.

→ SOLVE
▲ ▲ OK



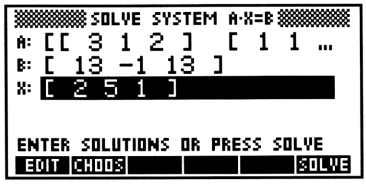
Schritt 2: Geben Sie die Koeffizientenmatrix (Matrix A) mit dem MatrixWriter ein.

→ MATRIX 3 ENTER 1 ENTER 2 ENTER ▼ 1 ENTER 1 ENTER 8 +/– ENTER 1 +/– ENTER 2 ENTER 5 ENTER ENTER



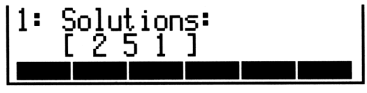
Schritt 3: Geben Sie den Zielvektor (B) ein, und lösen Sie das Gleichungssystem.

▼ ↶ [ ] 13 SPC 1 +/– SPC
13 ENTER
SOLVE



Schritt 4: Beenden Sie die Anwendung SOLVE, und sehen Sie sich die Ergebnisse im Stack an.

CANCEL



6

Plotten von Gleichungen und Analysieren von Graphen

Dieses Kapitel enthält eine Einführung in die Anwendung PLOT. Die Lektionen führen Sie durch eine Reihe von Beispielen zu folgenden Themen:

- Einfache Funktion plotten
- Anzeigeart des Plots ändern
- Mehrere Funktionen gleichzeitig plotten
- Funktion mit zwei Variablen in drei Dimensionen plotten
- Verschiedene Plot-Typen
- Grafische Lösung einer Funktion bestimmen
- Steigung einer Funktion in einem Punkt bestimmen
- Tangente zu einer Funktion in einem Punkt bestimmen
- Lokales Maximum bestimmen
- Fläche unter einer Kurve bestimmen und kennzeichnen

Lektion 21: Plotten einer Funktion

Eine *Funktion* verwendet ein oder mehrere Argumente als Eingabewerte und bildet daraus genau eine Ausgabe. Eine Funktion kann als eine Reihe von Ausgabewerten für verschiedene Eingabewerte dargestellt (geplottet) werden.

Das Plotten von Funktionen auf dem HP 48 umfaßt:

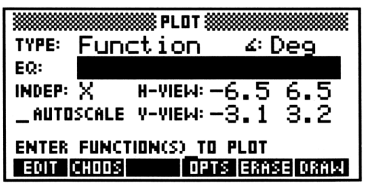
- Die Eingabe bzw. Auswahl der zu plottenden Funktion.
- Die Definition der unabhängigen Variablen und des horizontalen Darstellungsbereichs.
- Die Definition des vertikalen Darstellungsbereichs. Dieser kann auch durch die automatische Skalierung des HP 48 definiert werden.
- Die richtige Einstellung des Winkelmodus (Grad, Bogenmaß, Gon)
- Einstellung der weiteren Anzeigeoptionen.

Alle diese Schritte können in der Anwendung PLOT schnell und einfach durchgeführt werden.

Beispiel: Plotten von $f(x) = \sin x$.

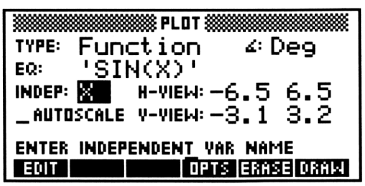
Schritt 1: Öffnen Sie die Anwendung PLOT. Es kann bereits eine Funktion in EQ: eingetragen sein.

→ PLOT



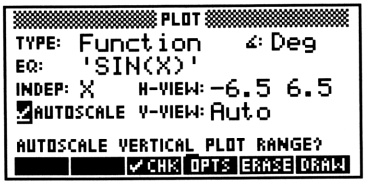
Schritt 2: Geben Sie die Funktion im Feld EQ: ein.

' SIN α X ENTER



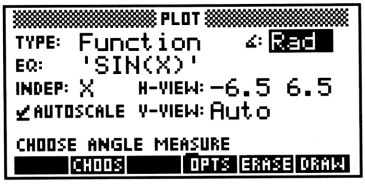
Schritt 3: Die unabhängige Variable X und ihr Standardbereich (in H-VIEW) brauchen nicht geändert zu werden. Wenn die vertikale Achse automatisch skaliert werden soll, muß das Feld AUTO: mit einer Markierung versehen sein.

▼ ◀ ✓CHK



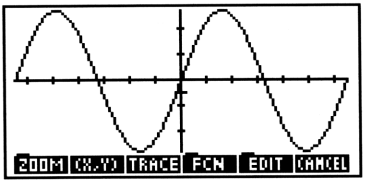
Schritt 4: Ändern Sie den Winkelmodus von Degrees (Grad) in Radians (Bogenmaß).

▼ ▶
CHOOS ▼ ENTER



Schritt 5: Löschen Sie alle vorherigen Plots, und zeichnen Sie den neuen Plot.

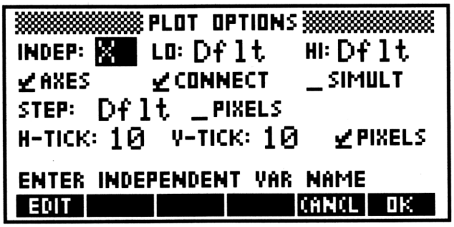
ERASE DRAW



Drücken Sie CANCEL, um zur Anwendung PLOT zurückzukehren.

Lektion 22: Ändern der Plotanzeige

Im Menü PLOT OPTIONS können Sie verschiedene Anzeige-Optionen festlegen. Die jeweiligen Standardwerte sind in der folgenden Abbildung gezeigt.



Das Menü PLOT OPTIONS

Mit diesen Optionen können folgende Einstellungen getroffen werden:

- Definition des *Plotbereichs* (zwischen LO und HI), der sich von dem *angezeigten* horizontalen Bereich unterscheidet. Bei polaren Plots ist dies besonders hilfreich.
- Wählen Sie aus, ob der Plot mit (✓CONNECT) oder ohne (_CONNECT) Verbindungslinien zwischen den berechneten Punkten dargestellt werden soll.
- Wählen Sie aus, ob (bei Verwendung mehrerer Funktionen) die Funktionen gleichzeitig (✓SIMULT) oder nacheinander (_SIMULT) geplottet werden sollen.
- Wählen Sie aus, ob die Funktionen mit (✓AXES) oder ohne (_AXES) die Koordinatenachsen dargestellt werden sollen.
- Wählen Sie die Intervallgröße (STEP) zwischen den zu berechnenden Punkten in Pixel/"TICK"-Markierungen (✓PIXELS) oder Koordinateneinheiten (_PIXELS).
- Wählen Sie die Skalierung für die Tick-Markierungen entlang der Achsen (H-TICK und V-TICK) in Pixel (✓PIXELS) oder Koordinateneinheiten (_PIXELS).

Wenn Sie die Einstellungen ausgewählt haben, drücken Sie OK (oder ENTER), um zum Plot-Hauptmenü zurückzukehren. Wenn die geänderten Einstellungen nicht gespeichert werden sollen, drücken Sie CANCL (oder CANCEL).

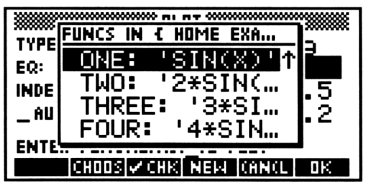
Lektion 23: Plotten mehrerer Funktionen

Wenn Sie mehrere Funktionen auf derselben Anzeige plotten wollen, müssen Sie im Plotmenü im Feld EQ: eine *Liste* der Funktionen eingeben. Am besten erstellen und benennen Sie nacheinander die Funktionen und wählen anschließend mit dem Programm Variable Browser die zu plottende Gruppe aus. Das folgende Beispiel verwendet Funktionen, die mit dem Befehl TEACH in Lektion 1 erstellt und benannt wurden.

Beispiel: Zusammenfassen der folgenden Funktionen zu einer Liste und Speichern der Liste im Feld EQ: *ONE*, *TWO*, *THREE* und *FOUR*.

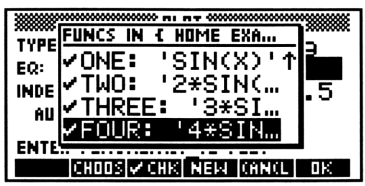
Schritt 1: Verschieben Sie den Cursor im Plot-Hauptmenü auf das Feld EQ:, und öffnen Sie das Programm Variable Browser. Wenn Sie Variable Browser aus der Anwendung PLOT aufrufen, werden nur die Objekte im aktuellen Verzeichnis angezeigt, die geplottet werden können. Wechseln Sie gegebenenfalls in das Verzeichnis EQNS, und markieren Sie mit Hilfe der Pfeiltasten die Gleichung *ONE*.

(Pfeiltasten) CHOOS
CHOOS, wählen Sie EQNS,
OK
▲ oder ▼ (wenn nötig)



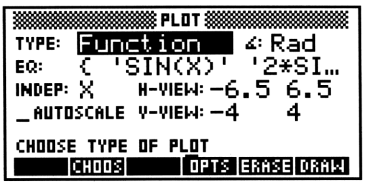
Schritt 2: Versehen Sie die gewünschten Funktionen mit einer Markierung.

✔CHK
▼ ✔CHK
▼ ✔CHK
▼ ✔CHK



Schritt 3: Geben Sie die Liste der markierten Funktionen in das Feld EQ: ein, und geben Sie für die vertikale Anzeige den Bereich von -4 bis 4 ein, groß genug, um die "größte" Funktion in der Liste anzeigen zu können. Die automatische Skalierung (AUTOSCALE) muß ausgeschaltet sein, damit V-VIEW angezeigt werden kann. Die automatische Skalierung ist zum Plotten mehrerer Funktionen nicht geeignet, da sie für die Berechnung des Anzeigebereichs lediglich die erste Funktion verwendet, was bei den folgenden Funktionen zu unerwünschten Ergebnissen führen kann.

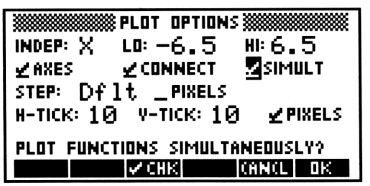
OK
▼ ▼
◀ ✓CHK ▶ (wenn nötig)
4 +/- ENTER 4 ENTER



Beispiel: Gleichzeitiges Plotten aller ausgewählten Funktionen.

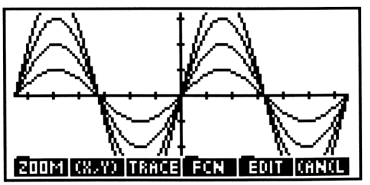
Schritt 1: Stellen Sie die Option für gleichzeitiges Plotten ein.

OPTS
▼ ▶ ✓CHK



Schritt 2: Löschen Sie die PICTURE-Anzeige, und plotten Sie die Funktionen.

OK ERASE DRAW

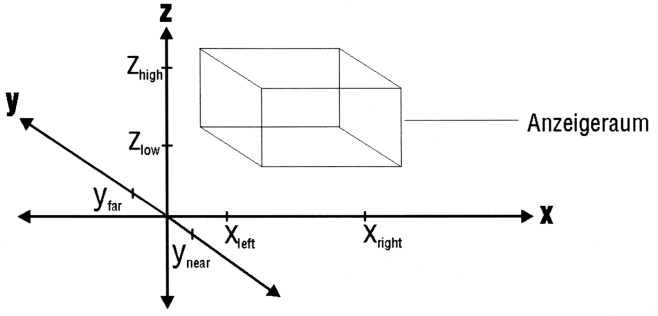


Wenn Sie den Plot nicht mehr anzeigen wollen, drücken Sie CANCEL, um zum Plot-Hauptmenü zurückzukehren.

Sie können so viele Funktionen gleichzeitig plotten, wie im Benutzerspeicher Platz finden - sofern alle Funktionen zu einer Liste zusammengefaßt wurden. Sie können diese Liste aus bereits vorhandenen Variablen erstellen oder die gesamte Liste über die Befehlszeile neu eingeben.

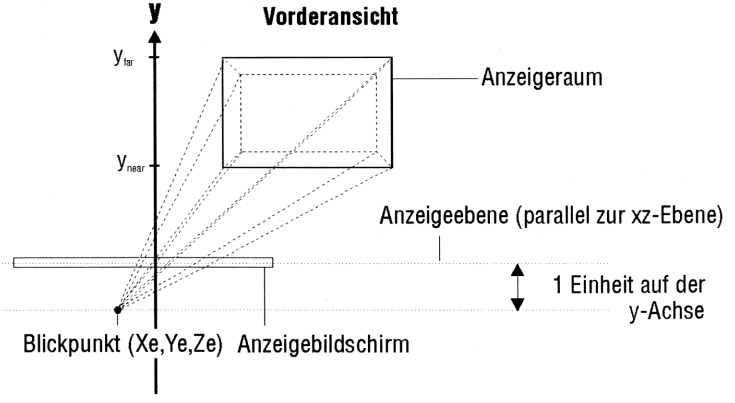
Lektion 24: Dreidimensionales Plotten von Funktionen

Es stehen sechs verschiedene Plot-Typen für die Anzeige von Funktionen mit zwei Variablen zur Verfügung. Bei manchen Plot-Typen wird die Funktion in einem Bereich des dreidimensionalen Raums geplottet, dem durch die Bereiche der drei Achsen begrenzten *Anzeigeraum*.



Der Anzeigeraum

Der andere wichtige Parameter beim dreidimensionalen Plotten ist der *Blickpunkt*, der gedachte Punkt im Raum, von dem aus der Anzeigeraum betrachtet wird. Die Koordinaten des Blickpunkts bestimmen die Projektion des Anzeigeraums auf der zweidimensionalen Anzeige.



Blickpunkt, Anzeigeraum und Anzeigebildschirm

Das dreidimensionale Koordinatensystem des HP 48 ist, verglichen mit seinem abstrakten mathematischen Gegenstück, stark eingeschränkt:

- Der Anzeigebildschirm kann nicht im Raum gedreht werden, sondern ist stets parallel zur xz-Ebene und steht senkrecht zur y-Achse. Die "Höhe" eines Körpers wird also entlang der z-Achse dargestellt, die "Breite" entlang der x-Achse und die "Tiefe" entlang der y-Achse.
- Die y-Achse ist 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 eine Einheit von dem Anzeigebildschirm entfernt ist.
- Sie können keine "Draufsicht" (von oben auf die xy-Ebene) einer Funktion durch Verschieben des Blickpunkts plotten. Sie können eine Draufsicht jedoch simulieren, indem Sie die Koordinaten austauschen.

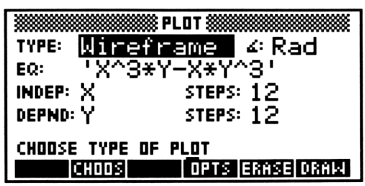
Beispiel: Plotten einer Wireframe-Ansicht (Drahtgitter) von: $f(X,Y) = X^3Y - XY^3$

Schritt 1: Ändern Sie den Plot-Typ auf `Wireframe`, und geben Sie die Funktion ein.

▲ (α) W ▼
' (α) X y^x 3 × (α) Y − (α) X
× (α) Y y^x 3 ENTER

Schritt 2: Geben Sie die horizontale und vertikale Intervallgröße ("frames") zwischen den zu plottenden Punkten ein.

▶ 12 ENTER ▶ 12 ENTER

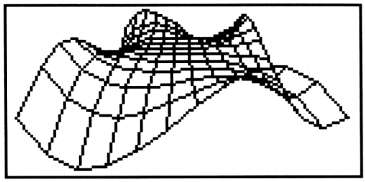


Schritt 3: Bestimmen Sie die Größe des Anzeigeraums und die Position des Blickpunkts.

OPTS 1 +/- ENTER 1
ENTER 1 +/- ENTER 1
ENTER .4 +/- ENTER .4
ENTER 0 ENTER 2 +/-
ENTER 1 ENTER

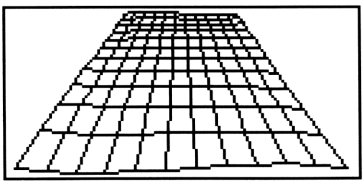
Schritt 4: Speichern Sie die Einstellungen, löschen Sie den vorigen Plot, und zeichnen Sie den neuen.

OK ERASE DRAW
Nach dem Plotten
↰ PICTURE



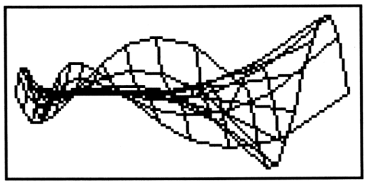
Schritt 5: Kehren Sie zurück zum Plot-Eingabeformular, und ändern Sie die z-Koordinate des Blickpunkts auf 20. Sehen Sie sich an, wie die Funktion von einem "erhöhten" Standpunkt aussieht. (Die Funktion wird jetzt von vorn und oben angezeigt.)

CANCEL
OPTS ◀ 20 ENTER OK
ERASE DRAW
Nach dem Plotten
↰ PICTURE



Schritt 6: Kehren Sie zurück zum Plot-Eingabeformular, und ändern Sie die $z_$Koordinate des Blickpunkts auf Null und die x-Koordinate auf -8. Plotten Sie die Funktion neu. Die Funktion wird jetzt auch von einer anderen horizontalen Position aus betrachtet.

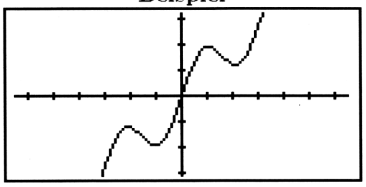
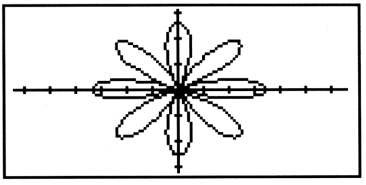
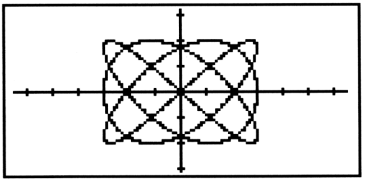
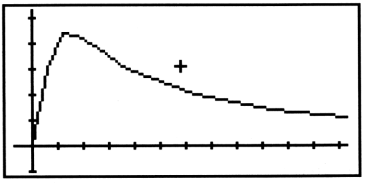
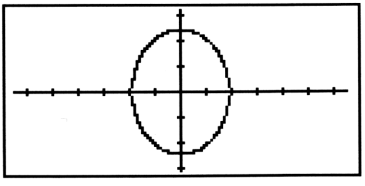
CANCEL
OPTS ▲ 8 +/- ENTER ▶
0 ENTER OK
ERASE DRAW
Nach dem Plotten
↰ PICTURE



Lektion 25: Die verschiedenen Plot-Typen

Der HP 48 kann 15 verschiedene Plot-Typen zeichnen, die im folgenden kurz vorgestellt werden. Im *Benutzerhandbuch Serie HP 48G* werden alle Plot-Typen ausführlich beschrieben.

HP 48 Plot-Typen

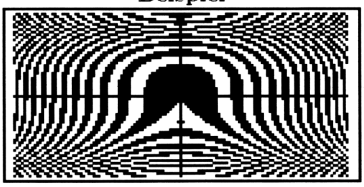
Plot-Typ und Beschreibung	Beispiel
Funktion Plottet echte Funktionen mit einer einzigen Variablen (*y als Funktion von x*) in einem *xy*-Koordinatensystem. (Beispiel: $y = x + \sin 2x$)	
Polar Plottet polare Funktionen mit einer einzigen Variablen (r als Funktion von θ) in einem *xy*-Koordinatensystem. (Beispiel: $r = 2\cos 4\theta$)	
Parametric Plottet die Kurve, die durch die aus zwei parametrischen Funktionen $x(t)$ und $y(t)$ resultierende komplexe Funktion $f(t) = x(t) + \mathrm{iy(t)}$ bestimmt ist. (Beispiel: $f(t) = 3\sin 3t + \mathrm{i}2\sin 4\mathrm{t})$	
Differentialgleichung Plottet die Phasenebene einer Differentialgleichung ersten Grades bei gegebenen Initialbedingungen. (Beispiel: *yt*-Phase von $y'(t) = \frac{1}{1+t^2} - 2y^2$)	
Conic Plottet beide Lösungen einer quadratischen Gleichung als Kegelschnitt. (Beispiel: $f(x,y) = 5x^2 + 3y^2 - 18$)	

HP 48 Plot-Typen (continued)

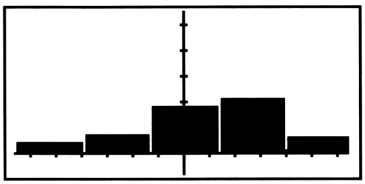
Plot-Typ und Beschreibung

Truth
Wertet Wahrheitsfunktionen wie z. B. Ungleichungen aus. Jeder Punkt im definierten Bereich wird nach "Wahr/Falsch" ausgewertet. (Beispiel: $(x^2 + y^3) \mathbf{mod} 4 < 2$)

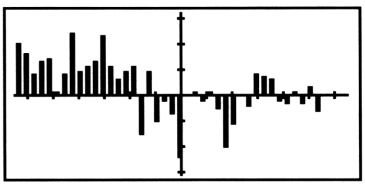
Beispiel



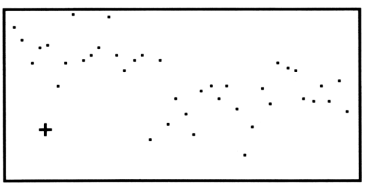
Histogram
Plottet die Daten einer angegebenen Spalte der aktuellen Statistikmatrix, wenn diese Daten in numerische Bereiche (*bins*) eingeordnet wurden. Histogramme werden als Balkendiagramme dargestellt, wobei jeder Balken die Anzahl der Datenpunkte in den einzelnen *bins* widerspiegelt.



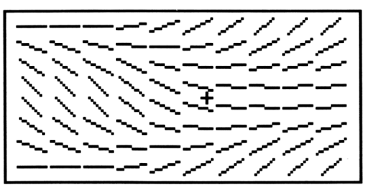
Bar
Plottet die Werte aller Datenpunkte in einer angegebenen Spalte der aktuellen Statistikmatrix als vertikalen Balken.



Scatter
Plottet die Daten einer angegebenen Spalte der aktuellen Statistikmatrix gegen die Daten einer zweiten Spalte.



Slopefield
Plottet für eine Funktion $F(x,y) = z$ ein Gitter von Liniensegmenten, deren Steigungen jeweils dem Wert der Funktion (z) im Mittelpunkt des Segments (x,y) entsprechen. (Beispiel: $F = \sin xy$)

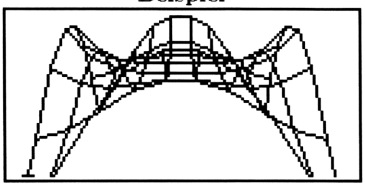


HP 48 Plot-Typen (continued)

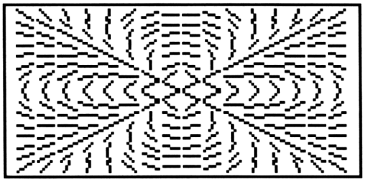
Plot-Typ und Beschreibung

Wireframe
Plottet eine perspektivische Drahtgitter-Ansicht der durch eine Funktion mit zwei Variablen bestimmten Oberfläche. (Beispiel: $F = x^4 - 4x^2y^2 + y^4$)

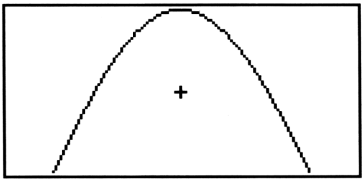
Beispiel



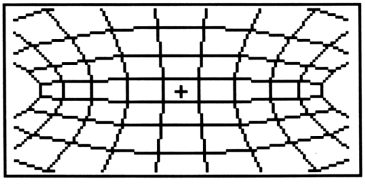
Pseudo-Contour
Plottet für eine Funktion $F(x, y)$ ein Gitter von Liniensegmenten, die den Tangenten in den jeweiligen Punkten der Kurve entsprechen. (Die Kurve erfüllt die Gleichung $F(x, y)$=Konstante). Sie können den Kurvenverlauf erkennen, ohne die Kurven zu plotten. (Beispiel: $F = (x^2 - 1)/(y^2 - 1)$)



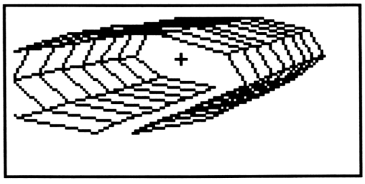
Y-Slice
Plottet eine Reihe von Ausschnitten der durch die aktuelle Funktion mit zwei Variablen bestimmten Oberfläche. Kann zur "Animation" verwendet werden, so daß der Eindruck eines über die Oberfläche wandernden Ausschnitts entsteht. (Beispiel: $F = x^4 - 4x^2y^2 + y^4$)



Gridmap
Plottet ein durch die Abbildung einer komplexen Funktion ($F(x + \mathbf{i}y)$) verzerrtes Rechteck-Gitter. (Beispiel: $F = \sin(x + \mathbf{i}y)$)



Parametric-Surface
Plottet eine perspektivische Drahtgitter-Ansicht einer parametrisierten Oberfläche ($F(u, v) = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$). (Beispiel: $x(u, v) = \sin 3x + \frac{1}{2}y$; $y(u, v) = \frac{1}{2}y$; $z(u, v) = \cos 3x$.)



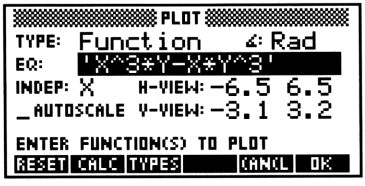
Lektion 26: Grafische Lösungen

In Lektion 17 haben Sie Polynome mit Hilfe des Programms SOLVE gelöst. In dieser Lektion lernen Sie, wie Sie in der Umgebung PICTURE mit speziellen Analysemethoden die Lösungen einer Funktion *grafisch* bestimmen und weitere Informationen über Funktionen anzeigen können.

Beispiel: Plotten der Funktion $X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4$ und Bestimmen ihrer reellen Lösungen.

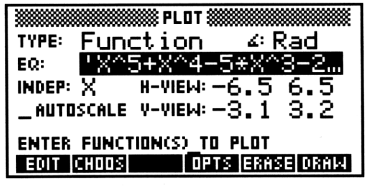
Schritt 1: Rufen Sie PLOT auf, und setzen Sie die Anzeige-Einstellungen auf die Standardwerte zurück.

(↷) PLOT (▲) (α) F (▼)
NXT RESET (▼) OK



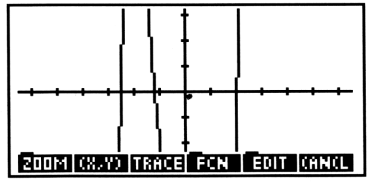
Schritt 2: Geben Sie die Funktion ein.

(↶) EQUATION
(α) X (y^x) 5 (▶) (+) (α) X (y^x) 4
(▶) (−) 5 (α) X (y^x) 3 (▶) (−) 2
(α) X (y^x) 2 (▶) (+) (α) X (−) 4
ENTER



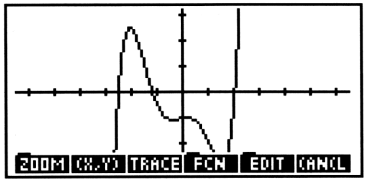
Schritt 3: Löschen Sie die "Tafel" (die PICTURE-Anzeige), und zeichnen Sie die Funktion.

ERASE
DRAW



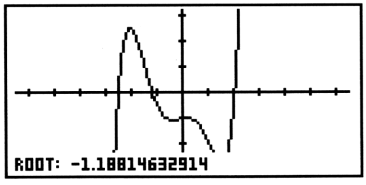
Schritt 4: Wie Sie sehen, hat die Funktion drei reelle Nullstellen (Lösungen), an denen der Graph die X-Achse schneidet. Die Koordinaten der Funktionen sind jedoch nur ungenau zu erkennen. "Zoomen" Sie die vertikale Skalierung, um die Koordination genauer erkennen zu können. ("Vertical Zoom out" ist nur eine von 15 möglichen Zoom-Funktionen.)

ZOOM (NXT) VZOUT



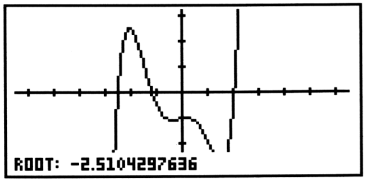
Schritt 5: Bestimmen Sie eine der Lösungen. Sobald der HP 48 eine Lösung findet, wird der Cursor so nah wie möglich an der Lösung positioniert, der ermittelte Lösungswert wird angezeigt und eine markierte Kopie der Lösung im Stack abgelegt.

FCN ROOT



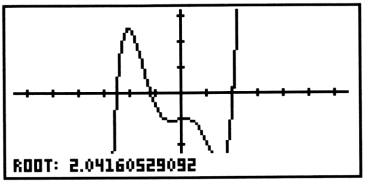
Schritt 6: Bestimmen Sie eine weitere Lösung. Verschieben Sie den Cursor an die äußerste linke Nullstelle.

◀ nach Bedarf
(NXT) (Menü neu anzeigen)
ROOT



Schritt 7: Bestimmen Sie die dritte Lösung.

▶ nach Bedarf
NXT (Menü neu anzeigen)
ROOT



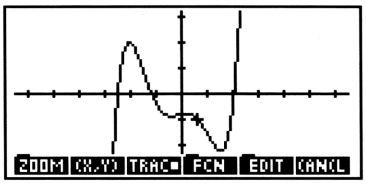
Lektion 27: Bestimmen von Steigung, Tangenten und kritischen Punkten

Die folgenden Beispiele zeigen weitere Analysemethoden, die auf die geplottete Funktion ausgeführt werden können.

Beispiel: Bestimmen der Steigung des Polynoms aus der vorigen Lektion ($X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4$) im Punkt $x = -0.4$ und Zeichnen der Tangente der Funktion im Punkt $x = 0.3$.

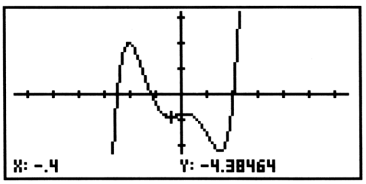
Schritt 1: Schalten Sie den Modus TRACE ein, und verschieben Sie den Cursor mit den Tasten ◀ und ▶.

NXT (Menü neu anzeigen)
NXT PICT TRACE
◀ und ▶ nach Bedarf



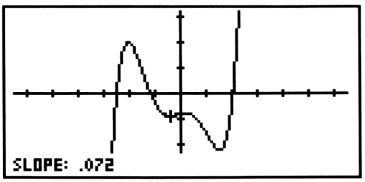
Schritt 2: Zeigen Sie die Cursor-Koordinaten an, und verschieben Sie den Cursor, bis die x-Koordinate -0.4 ist.

(X,Y)
▶ oder ◀ nach Bedarf



Schritt 3: Bestimmen Sie die Steigung

NXT (Menü neu anzeigen)
FCN SLOPE



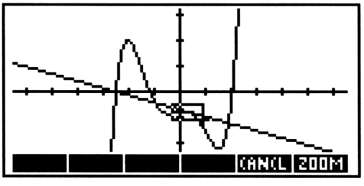
Schritt 4: Verschieben Sie den Cursor an die Position $x = 0.3$, und zeichnen Sie die Tangente zu der Funktion in diesem Punkt.

▶ (7 mal)
NXT (Menü neu anzeigen)
NXT TANL

Beispiel: Bestimmen des lokalen Maximums der aktuellen Funktion nahe der y-Achse.

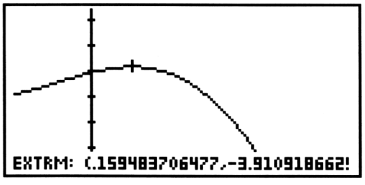
Schritt 1: Vergrößern Sie die Anzeige im gewünschten Bereich. Verschieben Sie dazu den Cursor auf eine Ecke des Zielbereichs, und wählen Sie "Box Zoom".

▲ (3 mal) ◀ (6 mal)
NXT (Menü neu anzeigen)
PICT ZOOM BOXZ
▼ (5 mal) ▶ (12 mal)



Schritt 2: Führen Sie den Zoom-Befehl aus, verschieben Sie den Cursor in die Nähe des lokalen Maximums, und bestimmen Sie das Extremum.

ZOOM
▶ oder ◀ nach Bedarf
FCN EXTR



Schritt 3: Kehren Sie zurück zum Stack. Für alle Analysefunktionen wurde ein betiteltes Ergebnis im Stack abgelegt.

CANCEL (mehrmals)

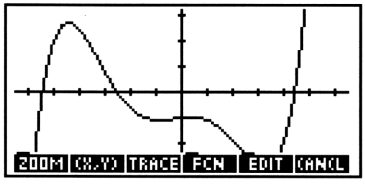
Lektion 28: Flächen unter Kurven

Mit dem Befehl AREA im Menü PICTURE kann ein bestimmtes Integral der aktuellen Funktion bestimmt werden, d. h., es wird die Fäche zwischen der aktuellen Kurve, der X-Achse und zwei von Ihnen festgelegten x-Werten berechnet.

Beispiel: Berechnen der Fläche unter dem aktuellen Polynom $(X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4)$ zwischen den Punkten $x = -2.2$ und $x = -1.5$.

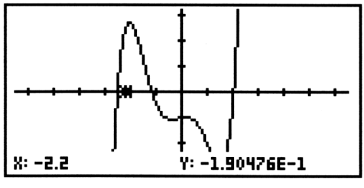
Schritt 1: Öffnen Sie PLOT erneut, und zeichnen Sie noch einmal das Polynom.

(↱) PLOT (▼) (▶)
3 (+/-) ENTER 3 ENTER (▶)
12 (+/-) ENTER 12 ENTER
ERASE DRAW



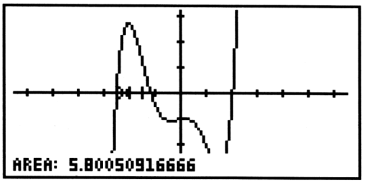
Schritt 2: Führen Sie einen Dezimal-Zoom durch, bis jedes horizontale Pixel 0.1 Einheiten entspricht. Verschieben Sie den Cursor an die Position $x = -2.2$ (die untere Begrenzung) und markieren Sie diese Position mit der Taste (⊠).

ZOOM (NXT) (NXT) ZDECI
(X,Y)
(▶) oder (◀) nach Bedarf
(⊠) (Cursorposition markieren)



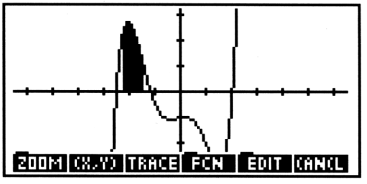
Schritt 3: Bestimmen Sie die Fläche des ausgewählten Bereichs. Beachten Sie, daß daß Schattieren der Fläche nur zur Anschauung dient.

▶ (7 mal)
NXT (Menü neu anzeigen)
FCN AREA



Schritt 4: *Wahlweise.* Schattieren Sie die durch die aktuelle Funktion, die X-Achse und die beiden x-Werte begrenzte Fläche. Dieser Schritt ist für die Berechnung des Flächeninhalts unter einer Kurve nicht erforderlich, sondern dient nur der besseren Anschaulichkeit und Kontrolle.

NXT (Menü neu anzeigen)
SHADE



7

Infinitesimalrechnung, Statistik und höhere Mathematik

Dieses Kapitel enthält einige Beispiele für die umfassende mathematische Leistungsfähigkeit des HP 48. Es werden folgende Beispiele vorgestellt:

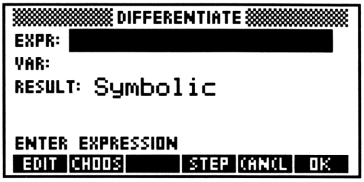
- Symbolische Ableitungen.
- Symbolische Integration.
- Eingeben und Bilden von Summen.
- Regressionsanalyse auf Datensets.
- Lösen des Anfangswertproblems für Differentialgleichungen ersten Grades.
- Plotten der Phasenebene einer Differentialgleichung.
- Bestimmen der Eigenwerte einer Matrix.

Lektion 29: Ableitungen

Beispiel: Bestimmen der Steigung von $f(x) = 5x^2 - \frac{6}{x}$ im Punkt $x = \frac{1}{2}$.

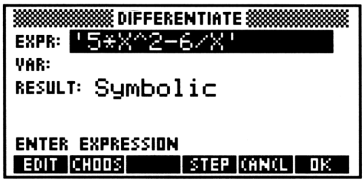
Schritt 1: Wählen Sie `Differentiate` im Menü SYMBOLIC.

→ SYMBOLIC ▼
OK



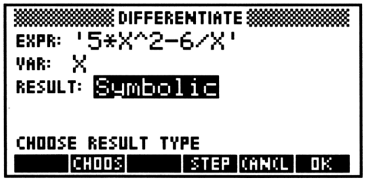
Schritt 2: Geben Sie den Ausdruck ein.

← EQUATION 5 α X y^x 2 ▶
− 6 ÷ α X
ENTER



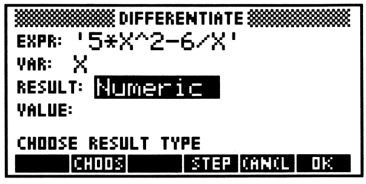
Schritt 3: Geben Sie die Differentiationsvariable ein.

▼ α X ENTER



Schritt 4: Sie wollen eine *numerische* Ableitung bestimmen. Vergewissern Sie sich, daß `Numeric` im Feld `RESULT:` eingetragen ist.

+/− (wenn nötig)



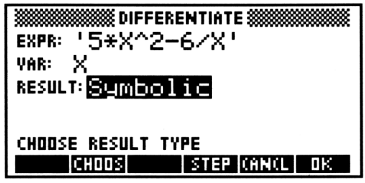
Schritt 5: Geben Sie den Wert ein, bei dem Sie ableiten wollen, und führen Sie die Berechnung durch.

▼ .5 ENTER OK

Beispiel: Symbolische Ableitung von $f(x) = 5x^2 - \frac{6}{x}$.

Schritt 1: Wählen Sie erneut `Differentiate...` im Menü SYMBOLIC, und wiederholen Sie das vorige Beispiel, wobei Sie diesmal das Feld `RESULTS:` auf `Symbolic` einstellen.

↷ SYMBOLIC ▼ ENTER
▼ α X ENTER
+/– (wenn nötig)



Schritt 2: Berechnen Sie die symbolische Ableitung.

OK

Lektion 30: Bestimmen von Integralen

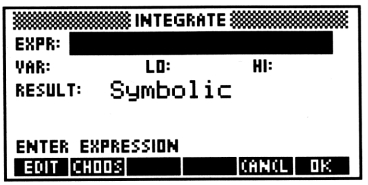
Die Beispiele in dieser Lektion erläutern das Berechnen numerischer und symbolischer Integrale.

Beispiel: Bestimmen von:

$$\int_0^1 (2X - 6X^4 + 5)dX$$

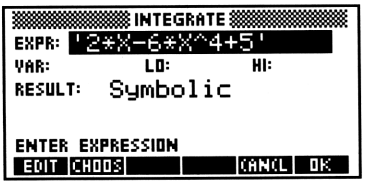
Schritt 1: Wählen Sie `Integrate` im Menü SYMBOLIC.

(→) (SYMBOLIC)
OK



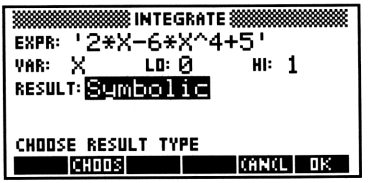
Schritt 2: Geben Sie den Integranden ein.

(←) (EQUATION) 2 (α) X (−) 6
(α) X (y^x) 4 (▶) (+) 5 (ENTER)



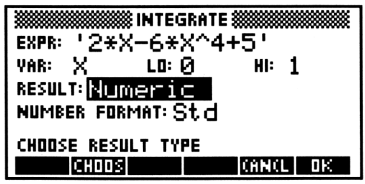
Schritt 3: Geben Sie die Variable und die Integrationsgrenzen ein.

(▼) (α) X (ENTER)
0 (ENTER)
1 (ENTER)



Schritt 4: Ändern Sie, wenn nötig, das Feld RESULT: auf Numeric.

+/- (wenn nötig)



Schritt 5: Wenn Sie eine numerische Integration durchführen wollen, wird die Anzahl der Ziffern im aktuellen Anzeigemodus als Genauigkeitsfaktor verwendet. Je höher der Genaugkeitsfaktor, desto länger dauert der Rechenvorgang. Mit Std wird die höchste Genauigkeit erreicht, mit Fix 0, Sci 0 oder Eng 0 die niedrigste. Ändern Sie den Wert auf Sci 5, und führen Sie die Integration durch.

▼ +/- (bis Sci angezeigt wird) ▶ 5 ENTER OK

Drücken Sie ◀ MODES FMT STD, um wieder den Standard-Anzeigemodus einzustellen.

Beispiel: Bestimmen von:

$$\int_0^a (a^2X - X^3)dX$$

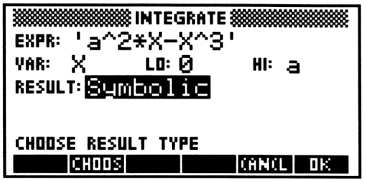
(Wenn Sie die Variable *a* bereits in einem anderen Beispiel verwendet haben, müssen Sie *a* zuerst löschen, bevor Sie fortfahren. Drücken Sie hierzu ▶ MEMORY α ◀A NXT PURG OK.)

Schritt 1: Wählen Sie Integrate, und geben Sie den Integranden ein.

▶ SYMBOLIC OK
◀ EQUATION α ◀A y^x 2
▶ αX − αX y^x 3
ENTER

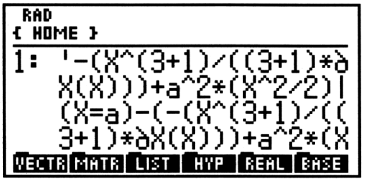
Schritt 2: Geben Sie die Variable und die Integrationsgrenzen ein.

▼ α X ENTER
0 ENTER
α ↰ A ENTER



Schritt 3: Schalten Sie den Modus `Symbolic`, ein und berechnen Sie das Integral.

+/- (wenn nötig)
OK



Schritt 4: Vereinfachen Sie den Ausdruck so weit wie möglich.

↰ SYMBOLIC COLCT COLCT COLCT

Lektion 31: Daten und Statistik

Statistikdaten werden auf dem HP 48 in Form einer Matrix gespeichert. Die Matrix enthält eine Zeile für jeden Datenpunkt und eine Spalte für jede Variable.

	$\mathbf{Var}_1$	$\mathbf{Var}_2$	...	$\mathbf{Var}_m$
$\mathbf{Punkt}_1$	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
$\mathbf{Punkt}_2$	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
$\mathbf{Punkt}_n$	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}

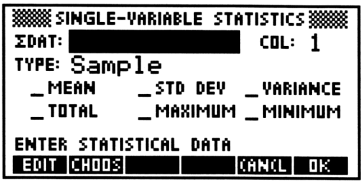
Das Statistikprogramm verwendet die in der *aktuellen Statistikmatrix* gespeicherten Daten, die wiederum in der reservierten Variablen ΣDAT gespeichert ist. Jedesmal, wenn Sie mit einem anderen Datenset arbeiten, wird die aktuelle Statistikmatrix geändert.

Beispiel: Bestimmen von Mittelwert und Standardabweichung für alle Variablen des folgenden Beispiel-Datensets. Die beiden Variablen sind der Verbraucherpreisindex (CPI) und der Hersteller-Preisindex der USA über einen Fünfjahreszeitraum:

Jahr	CPI	PPI
1	9.1	9.2
2	5.8	4.6
3	6.5	6.1
4	7.6	7.8
5	11.5	19.3

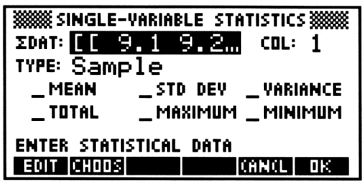
Schritt 1: Wählen Sie `Single-var...` im Menü STAT.

→ STAT
OK



Schritt 2: Wenn dieses Datenset bereits als Matrix eingegeben und mit einem Namen gespeichert gewesen wäre, könnten Sie es durch Drücken von `CHOOS` für die statistische Analyse auswählen. Zur Eingabe neuer Daten müssen Sie jetzt eine neue Matrix anlegen. Rufen Sie den MatrixWriter auf, und geben Sie die Daten ein.

→ MATRIX
9.1 ENTER 9.2 ENTER ▼
5.8 SPC 4.6 SPC 6.5 SPC 6.1 SPC 7.6 SPC 7.8 SPC 11.5 SPC 19.3 SPC
ENTER



Schritt 3: Als Standardwert ist in der Spalte, für die Sie den Mittelwert und die Standardabweichung berechnen wollen (die CPI-Daten), eine `1` eingetragen. Übernehmen Sie zunächst diesen Standardwert. Markieren Sie alle statistischen Kenngrößen, die Sie berechnen wollen, und drücken Sie `OK`, um die Berechnung durchzuführen. Die betitelten Ergebnisse werden im Stack abgelegt.

▼ ▼ ✓CHK ◀ ✓CHK
OK

Schritt 4: Ändern Sie die Spaltennummer auf "2", und wiederholen Sie den Vorgang für die PPI-Daten.

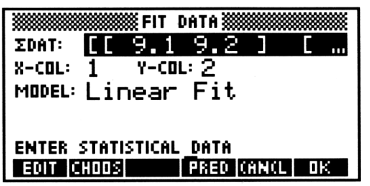
Lektion 32: Regressionsanalyse paarweiser Daten

Mit dem HP 48 kann eines von vier verschiedenen Statistikmodellen auf paarweise Datensets angewandt werden. Auch hier müssen die Daten in der ΣDAT-Matrix gespeichert sein.

Beispiel: Berechnen der Korrelation und der Kovarianz zwischen den Variablen CPI und PPI mit den Daten aus dem vorigen Beispiel und dem am besten geeigneten Regressionsmodell. Vorhersage des PPI-Werts für einen CPI-Wert von 8.5 mit dem berechneten Modell.

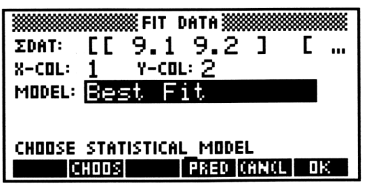
Schritt 1: Öffnen Sie die Anwendung STAT, und wählen Sie `Fit Data...`.

→ STAT
▼ ▼ OK



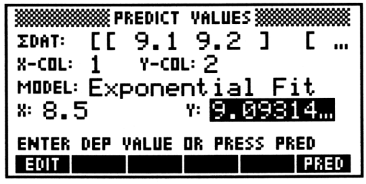
Schritt 2: Überprüfen Sie die Optionen für die Regression. Es stehen bereits die richtigen Daten in ΣDAT. Die beiden zu vergleichenden Variablen CPI und PPI stehen in den Spalten 1 und 2 von ΣDAT. Vergewissern Sie sich, das `X-COL:` den Wert `1` und `Y-COL:` den Wert `2` enthält. Wählen Sie unter Regressionsmodell `Best Fit`.

▼ ▼ CHOOS ▲ OK



Schritt 3: Geben Sie den Zielwert für CPI (x-Variable) ein, und berechnen Sie die Vorhersage des PPI-Werts (y-Variable) mit dem geeignetsten Modell. Der HP 48 hat das Modell `Exponential` als das am besten geeignete ermittelt, da es den höchsten Korrelationskoeffizienten unter den vier verfügbaren Modellen aufweist.

PRED ▲ 8.5 ENTER PRED



Schritt 4: Legen Sie das berechnete Regressionsmodell zusammen mit dem Korrelationskoeffizienten und der Kovarianz im Stack ab.

CANCEL OK

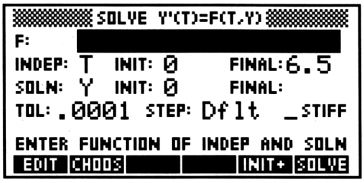
Lektion 33: Differentialgleichungen

Die Beispiele in dieser Lektion erläutern das Lösen des Anfangswertproblems einer Differentialgleichung ersten Grades und das Plotten einer Phasenebene für eine Differentialgleichung.

Beispiel: Bestimmen von $y(t)$ für $t = 8$, wobei $Y'(T) = \frac{1}{1+T^2} - 2Y^2$ und $Y(0) = 0$ innerhalb der Toleranzgrenzen von 10^{-7}.

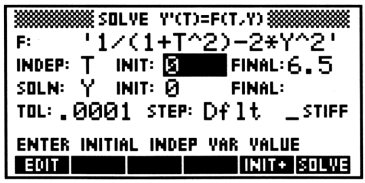
Schritt 1: Wählen Sie `Solve diff eq...` in der Anwendung SOLVE.

→ SOLVE ▼ ENTER



Schritt 2: Geben Sie den rechten Teil des Ausdrucks ($\frac{1}{1+T^2} - 2Y^2$) in F ein. Beachten Sie, daß die Variablen zur besseren Kontrolle bereits im Menü angezeigt werden, sobald Sie mit der Eingabe in der Befehlszeile beginnen.

' 1 ÷ ◀ ( ) 1 + α T y^x
2 ▶ − 2 × Y y^x 2
ENTER α T ENTER

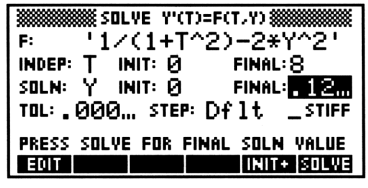


Schritt 3: Überprüfen Sie die weiteren Felder. Sie verwenden die Standardwerte für die Lösungsvariable (Y) und deren Anfangswerte (0 und 0). Für die Iterationsschrittgröße STEP können Sie ebenfalls den Standarwert verwenden. Ändern Sie den Endwert für T auf 8 und die Toleranz auf 1E-7.

▶ 8 ENTER
▼ 1 EEX 7 +/- ENTER

Schritt 4: Verschieben Sie die Markierung auf das Lösungsfeld FINAL:, und berechnen Sie die Lösung.

▲ ▶ SOLVE



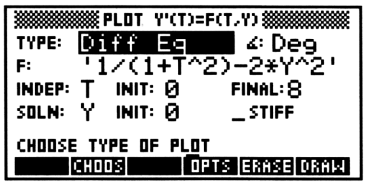
Schritt 5: Beenden Sie SOLVE, und sehen Sie sich die Lösungen im Stack an.

NXT OK

Beispiel: Plotten der Lösung der vorigen Differentialgleichung (Y) im Zeitraum (T) von $t = 0$ bis $t = 8$.

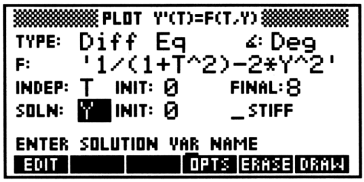
Schritt 1: Öffnen Sie die Anwendung PLOT, und wählen Sie den Plot-Typ `Diff Eq`. Als Kurzwahl für die Auswahl dieses Plot-Typs können Sie auch einfach `D` eingeben - da `Diff eq` der einzige Typ ist, der mit dem Buchstaben *D* beginnt, wird er ausgewählt.

→ PLOT ▲
α D



Schritt 2: Die Gleichung befindet sich immer noch im Feld `F:`, und es gelten dieselben Standardwerte wie im vorigen SOLVE-Beispiel. Ändern Sie den Endwert für `T` auf `8`.

▼ ▼ ▶ ▶ 8 ENTER

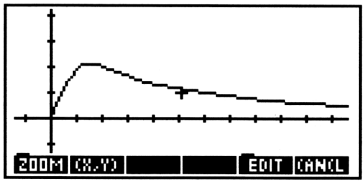


Schritt 3: Wechseln Sie in das Formular Plot Options, und stellen Sie die Toleranz auf 10^{-7}, den horizontalen Plotbereich auf -1 bis 8 und den vertikalen Plotbereich auf -0.5 bis 1 ein. Für die weiteren Optionen verwenden Sie die Standardwerte.

OPTS 1 EEX 7 +/- ENTER
▼ 1 +/- ENTER 8 ENTER ▶
.5 +/- ENTER 1 ENTER

Schritt 4: Speichern Sie die Änderungen, löschen Sie die Anzeige und plotten Sie die Lösung.

OK ERASE DRAW



Lektion 34: Lineare Algebra

Das Befehlsmenü MTH MATRIX des HP 48 enthält eine Reihe linearer algebraischer Befehle zur Bestimmung verschiedener Elemente der Matrix, wie Determinante, Inverse, Transponierte, Rang, Spur, Spektralradius und -Norm, Bedingungszahl, Eigenwerte und Eigenvektoren. Außerdem können Sie die reduzierte Spaltenstaffelungsform berechnen und geeignete Matrizen mit verschiedenen Methoden (LU, LQ, QR, Schur oder single-value) zerlegen.

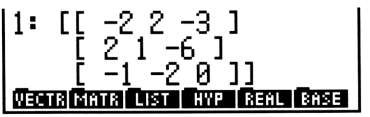
Probieren Sie das folgende exemplarische Beispiel aus. Ausführliche Hinweise zu diesen Befehlen finden Sie in Kapitel 14 des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G.*

Beispiel: Bestimmen der Eigenwerte und Eigenvektoren der Matrix A:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 2 & -3 \\ 2 & 1 & -6 \\ -1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

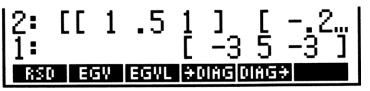
Schritt 1: Legen Sie die Matrix A mit dem Matrix Writer im Stack ab.

(→) MATRIX
2 +/- ENTER 2 ENTER 3 +/- ENTER ▼ 2 ENTER 1 ENTER 6 +/- ENTER 1 +/- ENTER 2 +/- ENTER 0 ENTER
ENTER



Schritt 2: Bestimmen Sie die Eigenvektoren und Eigenwerte der Matrix.

MTH MATR NXT EGV



Die Eigenvektoren werden in Ebene 2, die Eigenwerte in Ebene 1 angezeigt. Mit dem verwandten Befehl EVL werden lediglich die Eigenwerte berechnet.

8

Spezielle Funktionen des HP 48

In diesem Kapitel wird erläutert, wie:

- Objekte über die Infrarot-Schnittstelle zwischen zwei HP 48 ausgetauscht werden.
- Ein Gleichungs-Set aus der integrierten Gleichungsbibliothek gefunden und verwendet wird.
- Bibliotheken angebunden, abgekoppelt und verwendet werden.

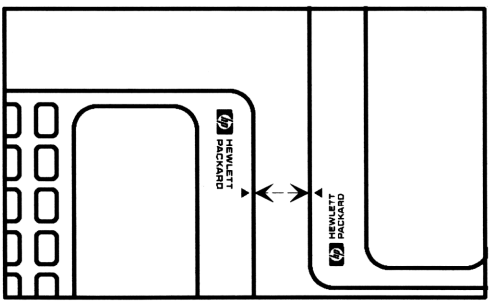
Lektion 35: Objekte über die Infrarot-Schnittstelle übertragen

Der HP 48 verfügt über serielle verdrahtete und Infrarot-Schnittstellen zur Ein-/Ausgabe, über die Objekte von anderen bzw. an andere Geräte wie Drucker, Computer oder andere HP 48 übertragen werden können.

Für die serielle Übertragung wird ein zusätzliches serielles Schnittstellenkabel benötigt. Wenden Sie sich diesbezüglich an Ihren HP-Vertragshändler. Zur Übertragung über die Infrarot-Schnittstelle ist keine Zusatzausstattung erforderlich.

Übertragen eines Objekts von einem HP 48 auf einen anderen:

1. Richten Sie die Infrarot-Schnittstellen des beiden Geräte an der Markierung ▲ (neben dem Hewlett-Packard-Logo oberhalb der Anzeige) aus. Die beiden Systeme solten nicht mehr als 5 cm voneinander entfernt sein.



2. **Empfänger:.**
   - Wechseln Sie in das Verzeichnis, in dem das neue Objekt gespeichert werden soll.
   - Drücken Sie ▶ I/O.
   - Wählen Sie `Get from HP 48` in dem Menü, und drücken Sie `OK`.

3. **Sender:.**
   - Drücken Sie ▶ I/O.
   - Wählen Sie Send to HP 48... in dem Menü, und drücken Sie OK.
   - Geben Sie den Namen des zu übertragenden Objekts in das Feld NAME ein, oder wählen Sie ihn mit CHOOS aus.
   - Drücken Sie SEND .

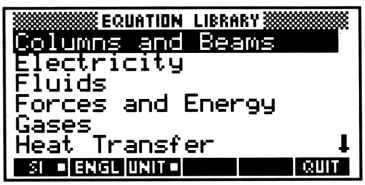
Lektion 36: Verwenden eines Gleichungs-Sets aus der Gleichungsbibliothek

Die Gleichungsbibliothek ist eine Sammlung von Gleichungen und Befehlen zur Lösung einfacher technisch-wissenschaftlicher Probleme. Die Bibliothek enthält mehr als 300 Gleichungen in 15 Gruppen mit über 100 Problemnamen. Jedes Problem enthält eine oder mehrere Gleichungen zur Lösung des betreffenden Problems.

Beispiel: Durchsehen des Gleichungs-Sets `Projectile Motion`.

Schritt 1: Stellen Sie die Anzeige auf 2 Dezimalstellen ein, und öffnen Sie die Anwendung EQ LIB. (Wenn `SI ■` und `UNIT■` nicht durch kleine Quadrate markiert sind, drücken Sie die entsprechenden Menütasten je einmal.

→ MODES α F ▶ 2 ENTER
ENTER
→ EQ LIB

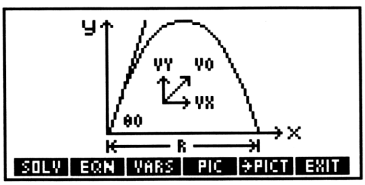


Schritt 2: Wählen Sie den Problembereich `Motion`, und öffnen Sie den dazugehörgen Katalog.

α M ▼ ENTER

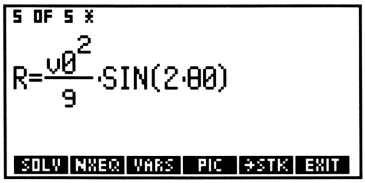
Schritt 3: Wählen Sie `Projectile Motion`, und sehen Sie sich das Diagramm mit der Beschreibung des Problems an.

▼ ▼ PIC



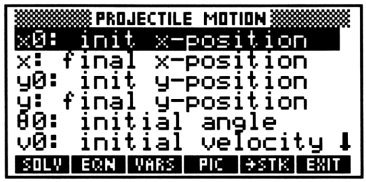
Schritt 4: Sehen Sie sich die fünf Gleichungen in dem Set `Projectile Motion` an. Die fünf Gleichungen können gegeneinander ausgetauscht werden, um nach der unbekannten Variablen auflösen zu können (siehe folgendes Beispiel).

`EQN` `NXEQ` `NXEQ` `NXEQ` `NXEQ`



Schritt 5: Sehen Sie sich die in dem Gleichungs-Set verwendeten Variablen an.

`VARS`
▲ und ▼ nach Bedarf

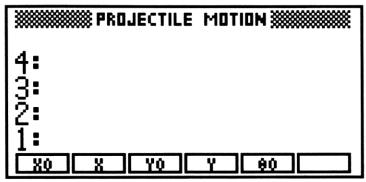


Versuchen Sie jetzt, mit Hilfe dieser Gleichung einige der folgenden Fragen zu beantworten:

Beispiel: Ein guter Torwart kann einen Fußball in einem Winkel (θ_0) von 50 Grad über eine Entfernung (R) von 65 m schießen. Mit welcher Geschwindigkeit (v_0) wird der Ball geschossen? Wie hoch fliegt der Ball nach der Hälfte der Strecke? Wie weit würde der Ball bei derselben Anfangsgeschwindigkeit, aber einem veränderten Abschußwinkel von 30 Grad fliegen? (Der Lufwiderstand wird nicht berücksichtigt.)

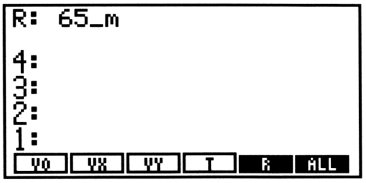
Schritt 1: Beginnen Sie mit der Lösung des Problems.

`SOLV`



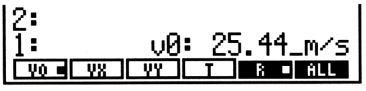
Schritt 2: Geben Sie die bekannten Werte ein. Definieren Sie *x0* und *y0* als 0. Die Menüfelder werden schwarz angezeigt, sobald Sie den entsprechenden Wert eingeben haben.

0 [X0] 0 [Y0] 50
[θ0] (NXT) 65 [R]



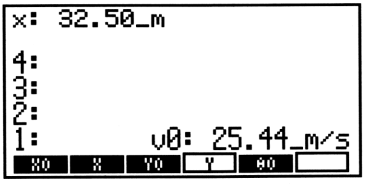
Schritt 3: Lösen Sie die Gleichung nach der Geschwindigkeit v_0 auf. Wenn Sie die linke Umschalttaste in Verbindung mit einer Menütaste für eine Variable drücken, löst der HP 48 die Gleichung nach der entsprechenden Variable auf.

(←) [V0]

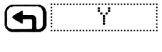


Schritt 4: Halbieren Sie die Gesamtstrecke R, und geben Sie diesen Wert als x-Koordinate ein. Wenn Sie die rechte Umschalttaste in Verbindung mit einer Menütaste für eine Variable drücken, legt der HP 48 den Wert dieser Variablen im Stack ab. (Das kleine Quadrat neben dem *R* im Menüfeld zeigt an, daß dieser Wert in der vorigen Berechnung verwendet wurde.)

(→) [R ■]
2 (÷) (NXT) (NXT) [X]

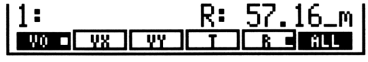


Schritt 5: Lösen Sie die Gleichung nach der Höhe y auf. Der HP 48 findet die Werte für die anderen benötigten Variablen (sichtbar durch die kleinen Quadrate), um die Gleichung nach der angegebenen Variablen auflösen zu können.



Schritt 6: Geben Sie den neuen Wert für den Abflugwinkel ein, speichern Sie den zuvor berechneten Wert für die Anfangsgeschwindigkeit (v_0), und lösen Sie die Gleichung nach R auf.

30 θ0 ■
SWAP NXT V0
R



Lektion 37: Anbinden und Abkoppeln von Bibliotheken

Eine *Bibliothek* ist eine Sammlung vorprogrammierter Befehle, die als Erweiterung zu den integrierten Befehlen verwendet werden können. Mit dem HP 48 können *keine* Bibliotheken erstellt werden, es können jedoch Bibliotheken *installiert* und *verwendet* werden, die zuvor auf anderen Systemen erstellt und auf den HP 48 übertragen wurden.

Wenn Sie das Modell HP 48G haben, können Sie Bibliotheken entweder über die Infrarot-Schnittstelle (von einem anderen HP 48) oder über die serielle Schnittstelle (von einem Computer) auf Ihr System laden. Hinweise zur Übertragung über die serielle Schnittstelle finden Sie in Kapitel 27 des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*. Wenn Sie das Modell HP 48GX verwenden, können Sie außerdem Einsteckkarten mit Bibliotheken in einen der Erweiterungs-Steckplätze installieren. Ausführliche Informationen über Einsteckkarten finden Sie in Kapitel 28 des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*.

Bibliotheken können ebenso wie andere Objekte im Stack und im Benutzerspeicher abgelegt werden. Wenn Bibliotheken im Benutzerspeicher oder im Stack gespeichert sind, können sie jedoch *nicht* verwendet werden.

Damit eine Bibliothek verwendet werden kann, muß sie:

- *im Port-Speicher abgelegt sein* (Port 0 beim HP 48G oder einer der Ports 0-32 beim HP 48GX). Alle auf Einsteckkarten erhältlichen Bibliotheken sind bereits im Port-Speicher, wenn die Karte eingesteckt ist. Bibliotheken, die in das aktuelle Verzeichnis geladen wurden, müssen Sie selbst in den Port-Speicher laden.
- *an ein Verzeichnis angebunden sein*. Die meisten Bibliotheken werden automatisch an das Heimverzeichnis angebunden, wenn Sie nach dem Laden der Bibliothek in den Port-Speicher den HP 48 wieder einschalten. Andere Bibliotheken müssen explizit angebunden werden.

Manuelles Laden einer Bibliothek in den Port-Speicher:

1. Legen Sie das Bibliotheks-Objekt im Stack ab. Notieren Sie sich Nummer und Namen.
2. Geben Sie die zu verwendende Port-Nummer ein (0, 1, 2, ... 32).

3. Drücken Sie (STO).
4. Wahlweise: Löschen Sie das ursprüngliche Bibliotheks-Objekt aus dem Benutzerspeicher.

Manuelles Anbinden einer Bibliothek an ein Verzeichnis:

1. Wechseln Sie in das Verzeichnis, an das die Bibliothek angebunden werden soll.
   - Wenn Sie die Bibliothek aus allen Verzeichnissen heraus verwenden wollen, wechseln Sie in das Verzeichnis *HOME*.
   - 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 *Bibliotheks-Kennung* in der Form :*port*:*nummer* ein, wobei *nummer* eine eindeutige der Bibliothek zugewiesene Nummer ist.
3. Drücken Sie (↶)(LIBRARY)(NXT) ATTAC.

Die Anzahl der Bibliotheken, die an das Verzeichnis HOME angebunden werden können, ist nicht begrenzt. An jedes Verzeichnis kann nur jeweils *eine* Bibliothek angebunden werden.

Verwendung einer an das aktuelle Verzeichnis angebundenen Bibliothek:

1. Drücken Sie (↷)(LIBRARY). Der Bibliotheks-Katalog, ein Verzeichnis aller momentan verfügbaren Bibliotheken, wird angezeigt. (Vergleichbar etwa dem Befehl (VAR), der ein Verzeichnis aller Variablen im aktuellen Verzeichnis anzeigt.)
2. Drücken Sie (NXT) oder (↶)(PREV), um die gewünschte Bibliothek anzuzeigen.
3. Drücken Sie die der gewünschten Bibliothek entsprechende Menütaste, um das in der Bibliothek enthaltene Befehlsmenü anzuzeigen.

Abkoppeln einer Bibliothek von einem Verzeichnis:

1. Wechseln Sie in das Verzeichnis, an das die Bibliothek angebunden ist.
2. Geben Sie die eindeutige Nummer der Bibliothek, die abgekoppelt werden soll, an.
3. Drücken Sie (↶)(LIBRARY) DETAC, um die Bibliothek abzukoppeln.

4. Drücken Sie (→)(LIBRARY), und sehen Sie sich das Menü an. Die Bibliothek wird nicht mehr angezeigt. Sollte Sie immer noch angezeigt werden, so ist sie möglicherweise noch an ein *zweites* Verzeichnis im aktuellen Pfad angebunden.

Löschen einer Bibliothek aus dem Speicher:

1. Vergewissern Sie sich, daß die Bibliothek an kein Verzeichnis mehr angebunden ist. Koppeln Sie sie gegebenenfalls ab.
2. Geben Sie die Kennung (*port*:*nummer*) der zu löschenden Bibliothek ein, und drücken Sie (ENTER) (ENTER) (→)(RCL).
3. Drücken Sie (←)(MEMORY) NEWO, um alle temporären Verweise auf die Bibliothek zu löschen.
4. Drücken Sie (SWAP) (←)(PURG), um die Bibliothek aus dem Speicher zu löschen.

9

Im Problemfall ...

Die folgenden Hinweise sollen Ihnen helfen, wenn bei der Verwendung Ihres HP 48 einmal Probleme - sei es bei der Ausführung der Beispiele aus diesem Handbuch oder beim Lösen Ihrer eigenen Aufgaben - auftreten sollten.

Lektion 38: Fehlermeldungen

Wenn der HP 48 eine Aktion nicht ausführen kann, wird dies durch einen Signalton (sofern aktiviert) und die Anzeige einer Fehlermeldung gemeldet. Ein vollständige Liste der Fehlermeldungen und ihrer Bedeutung findet sich im Anhang B des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*. Die Fehlermeldung verschwindet von der Anzeige, wenn Sie CANCEL oder eine andere Taste drücken.

Im folgenden werden vier der häufigsten Fehlermeldungen erläutert:

`Bad Argument Type`. Sie haben versucht, eine Aktion auf ein Objekt auszuführen, das für diese Aktion nicht zulässig ist. Ein Beispiel hierfür ist der Versuch, einen Zahlenwert durch eine Zeichenfolge zu dividieren.

`Too Few Arguments`. Sie haben versucht, eine Aktion auszuführen, ohne genügend Stack-Argumente anzugeben. Ein Beispiel hierfür ist der Versuch einer Addition mit nur einem Summanden.

`Invalid Card Data`. Der HP 48 kann die Daten auf einer eingesteckten Karte nicht lesen. Wenn es sich um eine brandneue Karte handelt, können Sie diesen Fehler ignorieren. Sobald Sie eine Variable auf der Karte speichern, wird sie automatisch formatiert und vom System erkannt. Ein spezieller Befehl zum Formatieren von Karten wird nicht benötigt.

`Undefined Name`. Der HP 48 hat versucht, einen Befehl auszuführen, der numerische Argumente benötigt; es wurden aber symbolische Argumente gefunden, die nicht in Zahlen umgewandelt werden konnten. Falls es sich um einen Befehl handelt, der symbolische Argumente akzeptiert, ist möglicherweise das Flag für numerische Ergebnisse (-3) gesetzt. Sie können dies durch Drücken von ↷ MODES FLAG überprüfen. Löschen Sie das Flag, und starten Sie die Aktion erneut.

Lektion 39: Fehlerbehebung

Wenn der HP 48 einen unbekannten Status aufweist:

- Drücken Sie mehrmals (CANCEL), bis wieder die normale Stack-Anzeige erscheint.

Rückgängigmachen eines Eingabefehlers:

- Drücken Sie (→)(UNDO) (oberhalb der Taste (EVAL)), um das letzte Ergebnis zu löschen und den vorherigen Zustand wiederherzustellen.
- Zum Löschen der Stack-Ebene 1 drücken Sie (DROP).
- Zum Löschen des gesamten Stack drücken Sie (CLEAR).
- Wenn Sie den vorherigen Befehl noch einmal anzeigen wollen, um ihn erneut auszuführen oder zu ändern, drücken Sie (→)(CMD) (oberhalb der Taste (+/–)).
- Wenn Sie die ursprünglichen Daten wiederherstellen *und* das letzte Ergebnis behalten wollen, drücken Sie (→)(ARG).

Zurücksetzen aller Taschenrechner-Betriebsmodi, ohne den Speicher zu löschen:

- Drücken Sie (←)(MODES) FLAG (NXT) RESET.

Das System reagiert nicht auf das Drücken der Tasten:

1. Drücken Sie mehrmals (CANCEL).
2. Wenn die Tastatur blockiert oder die Anzeige ⧖ nicht verschwindet, *stoppen Sie das System* wie folgt:
   a. Drücken Sie (ON), und halten Sie die Taste gedrückt.
   b. Drücken Sie die Menütaste "C", und lassen Sie sie wieder los.
   c. Lassen Sie (ON) wieder los. Es sollte jetzt ein leerer Stack angezeigt werden.
3. Falls der HP 48 nicht auf den System-Halt über die Tastatur reagiert, beziehen Sie sich auf den Abschnitt "System-Halt ohne Verwendung der Tastatur" auf Seite 5-18 im Serie HP 48G Benutzerhandbuch.

4. Sollte das Problem weiterhin bestehen, führen Sie einen Speicher-Reset durch (siehe Seite 5-19 im Serie HP 48G Benutzerhandbuch).

Wenn auch diese Aktionen nicht zum Erfog führen, muß das System gewartet werden.

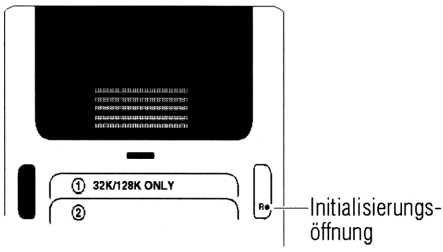
Zurücksetzen des Systems und Löschen des Speichers:

1. *Wenn sich im Speicher irgendwelche Daten befinden, die Sie noch benötigen, setzen Sie das System nicht zurück.*
2. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
3. Drücken Sie gleichzeitig die rechte und linke Menütaste (A und F), und lassen Sie sie wieder los.
4. Lassen Sie die Taste ON wieder los.
5. Drücken Sie NO .

Mit dieser Aktion wird auch der Speicher der Einsteckkarten gelöscht, *sofern* dieser dem Hauptspeicher des Taschenrechners zugeordnet ist.

Wenn das System nicht eingeschaltet werden kann:

1. Drücken Sie die Taste ON, und lassen Sie sie wieder los.
2. Wenn immer noch keine Anzeige erscheint, halten Sie die Taste ON gedrückt und drücken Sie mehrmals +, bis die Zeichen sichtbar werden. Lassen Sie anschließend ON wieder los. Falls keine Zeichen erscheinen, überprüfen Sie die Kontrasteinstellungen der Anzeige (ON + und ON -).
3. Wenn keine Anzeige erscheint, installieren Sie drei neue Batterien vom Typ AAA (siehe "Batterien wechseln" in Anhang A des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G*). Wiederholen Sie anschließend die vorigen Schritte.
4. Wenn das Problem mit neuen Batterien immer noch auftritt, drehen Sie den HP 48 um. Nehmen Sie den oberen rechten (von unten gesehen) Gummifuß ab. Darunter wird eine kleine Öffnung und der eingravierte Buchstabe R sichtbar. Stecken Sie eine gewöhnliche Büroklammer eine Sekunde lang so weit wie möglich in die Öffnung. Nehmen Sie die Büroklammer wieder heraus, und drücken Sie ON. Wiederholen Sie die vorigen Schritte.



5. Falls das Problem immer nicht behoben ist, muß der Rechner gewartet werden. Wenden Sie sich an den zuständigen HP-Servicebeauftragten.

Wenn Sie befürchten, daß Ihr Taschenrechner nicht richtig funktioniert:

1. Führen Sie den Selbsttest durch:
   a. Schalten Sie das System ein.
   b. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
   c. Drücken Sie die Menütaste "E", und halten Sie sie gedrückt.
   d. Lassen Sie ON wieder los. Es werden RAM- und ROM-Diagnosetests ausgeführt, und es erscheinen verschiedene Muster auf der Anzeige. Der Test wird so lange wiederholt, bis Sie das System stoppen.
2. Stoppen Sie das System:
   a. Drücken Sie die Taste ON, und halten Sie sie gedrückt.
   b. Drücken Sie die Taste "C", und lassen Sie sie wieder los.
   c. Lassen Sie ON wieder los. Es sollte ein leerer Stack angezeigt werden.

Wenn nach dem Selbsttest Fehler des internen ROM- oder RAM-Speichers gemeldet werden (es werden nicht die Meldungen `IROM OK` und `IRAM OK` angezeigt), muß der Rechner gewartet werden.

Wenn beim Selbsttest keine Fehler auftreten, liegt möglicherweise ein Bedienungsfehler vor. Lesen Sie noch einmal die entsprechenden Abschnitte in der Dokumentation und den Abschnitt "Fragen und Antworten" in Anhang A des *Benutzerhandbuchs Serie HP 48G.*

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	ERMIS DATA	SESCO Handels AG
Servicezentrum	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 17 18	Tel. (0222) 505 01 750	

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.

Inhalt

1: Vorbemerkungen
2: Einführung in den HP 48
3: Arithmetik
4: Die Verwendung des Speichers
5: Lösen von Gleichungen
6: Plotten von Gleichungen und Analysieren von Graphen
7: Infinitesimalrechnung, Statistik und höhere Mathematik
8: Spezielle Funktionen des HP 48
9: Im Problemfall ...

HEWLETT PACKARD

Nur für HP-internen Gebrauch:
00048-90106 (German)
Printed in Germany 02/97

Teilenummer 00048-90127 Ausgabe 3