

HP 50g grafikfähiger Taschenrechner

Benutzerhandbuch



i n v e n t

Ausgabe 1

HP Artikel-Nr. F2229AA-90009

Hinweis

REGISTRIEREN Sie IHRES PRODUKT AN : www.register.hp.com

FÜR DIESES HANDBUCH UND ALLE DARIN ENTHALTENEN BEISPIELE WIRD KEINE GEWÄHR ÜBERNOMMEN. ÄNDERUNGEN SIND VORBEHALTEN. HEWLETT-PACKARD ÜBERNIMMT WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND IRGENDWELCHE HAFTUNG FÜR DIE IN DIESEM HANDBUCH ENTHALTENEN INFORMATIONEN EINSCHLIESSLICH, ABER NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE FUNKTIONSFÄHIGKEIT DES GERÄTS NOCH DESSEN NICHTVERLETZUNG EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK.

HEWLETT-PACKARD HAFTET NICHT FÜR DIREKTE ODER INDIREKTE SCHÄDEN IM ZUSAMMENHANG MIT ODER ALS FOLGE DER LIEFERUNG, BENUTZUNG ODER LEISTUNG DER PROGRAMME ODER DER VERWENDUNG DIESES HANDBUCHS UND DER DARIN ENTHALTENEN BEISPIELE.

© Copyright 2003, 2006 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

Die Vervielfältigung, Adaptierung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist, wenn sie nicht durch die Urheberrechtsgesetze zulässig sind, ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von Hewlett-Packard untersagt.

Hewlett-Packard Company
4995 Murphy Canyon Rd,
Suite 301
San Diego, CA 92123

Druckgeschichte

Ausgabe 1

Avril 2006

Vorwort

Sie haben einen kompakten Computer für numerische und symbolische Anwendungen erworben, der die Berechnung und mathematische Analyse von Problemen in zahlreichen Bereichen unterstützt, von elementarer Mathematik bis zu fortgeschrittenen technischen und wissenschaftlichen Themen.

Die Anleitung enthält Beispiele, die die grundlegenden Funktionen und Operationen des Taschenrechners veranschaulichen. Die Kapitel dieser Bedienungsanleitung sind nach Schwierigkeitsstufe themenbezogen geordnet: vom Einstellen der Modi des Taschenrechners über die Berechnung reeller und komplexer Zahlen, Operationen mit Listen, Vektoren und Matrizen bis zu Anwendungen der Infinitesimalrechnung, Vektorrechnung, Differenzialgleichungen, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik.

Für Operationen mit Symbolen enthält der Rechner ein leistungsstarkes computergestütztes algebraisches System (CAS), das Ihnen die Auswahl unterschiedlicher Betriebsmodi ermöglicht, z. B. komplexe Zahlen oder reelle Zahlen und exakter (symbolischer) Modus oder Näherungsmodus (numerischer Modus). Die Anzeige kann so eingestellt werden, dass Ausdrücke wie in einem Texteditor eingegeben werden können. Dies bietet sich für die Arbeit mit Matrizen, Vektoren, Brüchen, Additionen, Ableitungen und Integrale an. Die schnellen Grafikfunktionen des Taschenrechners ermöglichen ein komfortables Erstellen komplexer Abbildungen in sehr kurzer Zeit.

Dank der Infrarot-Schnittstelle, der RS 232-Schnittstelle, der USB-Schnittstelle und des Kabels, das mit Ihrem Taschenrechner geliefert wird, können Sie Ihren Taschenrechner mit anderen Taschenrechnern oder Computern verbinden. Somit können Sie schnell und effizient Daten und Programme mit anderen Taschenrechnern und Computern austauschen. Der Taschenrechner verfügt über Anschlüsse für Flash-Memory-Card, um die Speicherung und den Austausch von Daten mit anderen Anwendern zu ermöglichen.

Wir hoffen, dass Ihnen der Taschenrechner ein zuverlässiger Begleiter für Ihre schulischen oder beruflichen Anwendungen sein wird.

Hinweis: Fließkommazahlen werden in diesem Handbuch durch einen Dezimalpunkt anstelle des Dezimalkommas dargestellt. Dies ist die Standardeinstellung des Taschenrechners. Sollten Sie lieber mit einem Dezimalkomma arbeiten wollen, so können Sie die Standardeinstellung ändern. Der Vorgang wird in Kapitel 1 beschrieben.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 - Einführung

Grundlegende Operationen, 1-1

Batterien, 1-1

Ein- und Ausschalten des Taschenrechners, 1-2

Einstellen des Displaykontrastes, 1-2

Inhalt des Taschenrechnerdisplays, 1-3

Menüs, 1-3

Das Menü TOOL, 1-3

Einstellen von Datum und Uhrzeit , 1-4

Einführung in die Tastatur des Taschenrechners, 1-4

Auswählen der Taschenrechnermodi, 1-7

Betriebsmodus, 1-7

Zahlenformat und Dezimalpunkt oder -komma, 1-11

Standardformat: , 1-11

Festes Format für Dezimalzahlen: , 1-12

Wissenschaftliches Format, 1-13

Technisches Format, 1-13

Dezimalkomma und Dezimalpunkt, 1-14

Winkelmaß, 1-15

Koordinatensystem, 1-15

Auswählen der CAS-Einstellungen, 1-16

Erklärung der CAS-Einstellungen, 1-17

Auswählen der verschiedenen Display-Modi, 1-18

Auswählen der Schriftart für die Anzeige, 1-19

Auswählen der Eigenschaften des Zeileneditors, 1-20

Auswählen der Eigenschaften des Stacks , 1-20

Auswählen der Eigenschaften für den EquationWriter (EQW), 1-21

Weitere Informationen, 1-22

Kapitel 2 - Einführung in den Taschenrechner

Objekte des Taschenrechners, 2-1

Bearbeiten der Ausdrücke im Stack, 2-1

Erstellen von arithmetischen Ausdrücken, 2-1

Erstellen von algebraischen Ausdrücken, 2-4

Verwenden des EquationWriters (EQW) zum Erstellen von Ausdrücken, 2-4

Erstellen von arithmetischen Ausdrücken, 2-5

Erstellen von algebraischen Ausdrücken, 2-7

Strukturieren der Daten im Taschenrechner, 2-8

Das Verzeichnis HOME, 2-8

Unterverzeichnisse, 2-9

Variablen, 2-9

Eingeben von Variablenamen, 2-9

Erstellen von Variablen, 2-10

Algebraischer Modus, 2-11

RPN-Modus, 2-12

Überprüfen des Inhalts von Variablen, 2-13

Algebraischer Modus, 2-13

RPN-Modus, 2-13

Verwendung der rechten Shift-Taste , gefolgt von der entsprechenden Funktionstaste., 2-14

Auflisten des Inhalts aller Variablen auf dem Bildschirm, 2-14

Löschen von Variablen, 2-15

Verwenden der Funktion PURGE im Stack im algebraischen Modus, 2-15

Anwenden der Funktion PURGE im Stack im RPN-Modus, 2-16

Die Funktionen UNDO und CMD, 2-16

CHOOSE boxes und Soft MENU, 2-16

Weitere Informationen , 2-19

Kapitel 3 - Berechnungen mit reellen Zahlen

Beispiele für Berechnungen mit reellen Zahlen, 3-1

Verwenden von Zehnerpotenzen bei der Dateneingabe, 3-4

Funktionen mit reellen Zahlen im Menü MTH, 3-5

Verwenden der Menus des Taschenrechners , 3-6

Hyperbolische Funktionen und ihre Inversen, 3-6

Operationen mit Einheiten, 3-7

Das Menü UNITS, 3-8

Verfügbare Einheiten, 3-10

Zuordnen von Einheiten zu Zahlen, 3-10

Vorzeichen für Einheiten, 3-10

Operationen mit Einheiten, 3-11

Konvertierung von Einheiten, 3-13

Physikalische Konstanten im Taschenrechner, 3-13

Definieren und Verwenden von Funktionen, 3-15

Weitere Informationen, 3-17

Kapitel 4 - Berechnungen mit komplexen Zahlen

Definitionen, 4-1

Einstellen des Modus COMPLEX am Taschenrechner, 4-1

Eingeben von komplexen Zahlen, 4-2

Polare Darstellung von komplexen Zahlen, 4-2

Einfache Operationen mit komplexen Zahlen, 4-4

Die CMPLX-Menüs, 4-4

Menü CMPLX über das Menü MTH , 4-4

Menü CMPLX auf der Tastatur, 4-5

Auf komplexe Zahlen angewendete Funktionen, 4-6

Funktion DROITE: Gleichung einer Geraden , 4-7

Weitere Informationen , 4-7

Kapitel 5 - Algebraische und arithmetische Operationen

Eingabe von algebraischen Objekten, 5-1

Einfache Operationen mit algebraischen Objekten, 5-2

Funktionen im Menü ALG, 5-3

Operationen mit transzendenten Funktionen, 5-5

Erweitern und faktorisieren mit Hilfe der log-exp Funktionen, 5-5

Erweitern und faktorisieren anhand trigonometrischer Funktionen, 5-6

Funktionen im Menü ARITHMETIC, 5-7

Polynome, 5-8

Funktion HORNER, 5-8

Variable VX, 5-8

Funktion PCOEF, 5-9

Funktion PROOT, 5-9

Funktionen QUOT und REMAINDER, 5-9

Funktion PEVAL, 5-9

Brüche, 5-10

Funktion SIMP2, 5-10

Funktion PROPFRAC, 5-10

Funktion PARTFRAC, 5-10

Funktion FCOEF, 5-11

Funktion FROOTS, 5-11

Step-by-Step Operationen mit Polynomen und Brüchen, 5-12

Weitere Informationen, 5-13

Kapitel 6 - Lösung für Gleichungen

Symbolische Lösung algebraischer Gleichungen, 6-1

Funktion ISOL, 6-1

Funktion SOLVE, 6-2

Funktion SOLVEVX, 6-4

Funktion ZEROS, 6-4

Menü numerischer Löser(Numerical solver), 6-5

Polynomgleichungen, 6-6

 Lösungen einer Polynomgleichung berechnen finden, 6-6

 Erzeugen von Polynom-Koeffizienten, wenn die Nullstellen des Polynoms bekannt sind, 6-7

 Erstellen eines algebraischen Ausdrucks für das Polynom , 6-8

 Finanzmathematische Berechnungen , 6-9

 Lösen von Gleichungen mit einer Unbekannten über NUM.SLV, 6-9

 Funktion STEQ, 6-9

Lösung von Simultansystemen mit MSLV, 6-11

Weitere Informationen, 6-12

Kapitel 7 - Operationen mit Listen

Erstellen und speichern von Listen, 7-1

Operationen mit Zahlenlisten, 7-1

 Änderung des Vorzeichens, 7-1

 Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, 7-2

 Auf Listen anwendbare Funktionen, 7-3

Listen von komplexen Zahlen, 7-4

Listen von algebraischen Objekten, 7-4

Das Men MTH/LIST, 7-4

Die Funktion SEQ, 7-6

Die Funktion MAP, 7-6

Weitere Informationen, 7-7

Kapitel 8 - Vektoren

Eingabe von Vektoren, 8-1

Eingabe von Vektoren in den Stack, 8-1

Speichern von Vektoren in Variablen im Stack, 8-2

Eingabe von Vektoren mit Hilfe des MatrixWriters (MTRW), 8-2

Einfache Operationen mit Vektoren, 8-5

Änderung des Vorzeichens, 8-5

Addition, Subtraktion, 8-5

Multiplikation und Division mit einem Skalar, 8-6

Funktion Absolutbetrag, 8-6

Das Menü MTH/VECTOR, 8-6

Magnitude (Betrag), 8-7

Skalarprodukt, 8-7

Kreuzprodukt, 8-7

Weitere Informationen, 8-8

Kapitel 9 - Matrizen und lineare Algebra

Eingaben von Matrizen in den Stack, 9-1

Verwendung des MatrixWriters , 9-1

Die Matrix direkt in den Stack eingeben, 9-2

Operationen mit Matrizen, 9-3

Addition und Subtraktion, 9-3

Multiplikation, 9-4

Multiplikation mit einem Skalar, 9-4

Matrix-Vektor Multiplikation, 9-4

Matrix Multiplikation, 9-5

Glied-für-Glied Multiplikation, 9-5

Potenzieren einer Matrix mit einer reellen Zahl, 9-6

Die Identitätsmatrix, 9-6

Die Umkehrmatrix, 9-7

Charakterisieren einer Matrix (Das Matrixmenü NORM), 9-7

Funktion DET, 9-8

Funktion TRACE, 9-8

Lösungen für lineare Systeme, 9-8

Verwendung des numerischen Löser für lineare Systeme , 9-9

Lösung mit der Umkehrmatrix, 9-11

Lösung durch "dividieren" der Matrix, 9-11

Weitere Informationen, 9-11

Kapitel 10 - Grafiken

Grafikoptionen des Rechners, 10-1

Plotten eines Ausdrucks $y=f(x)$, 10-2

Erstellen einer Wertetabelle für eine Funktion, 10-3

Schnelle 3D Plots, 10-5

Weitere Informationen, 10-7

Kapitel 11 - Analysis-Anwendungen

Das Menü CALC (Calculus), 11-1

Grenzwerte und Ableitungsfunktionen, 11-1

Funktion lim, 11-1

Funktionen DERIV und DERVX, 11-3

Stammfunktionen und Integrale, 11-3

Funktionen INT, INTVX, RISCH, SIGMA und SIGMAVX, 11-3

Bestimmte Integrale, 11-4

Unendliche Reihen, 11-5

Funktionen TAYLR, TAYLRO und SERIES, 11-5

Weitere Informationen, 11-7

Kapitel 12 - Multivariate Analysis-Anwendungen

Partielle Ableitungen, 12-1

Mehrfachintegrale, 12-2

Weitere Informationen, 12-2

Kapitel 13 - Anwendungen der Vektorrechnung

Der del-Operator, 13-1

Gradient, 13-1

Divergenz, 13-2

Rotation, 13-2

Weitere Informationen, 13-2

Kapitel 14 - Differentialgleichungen

Das Menü CALC/DIFF, 14-1

Lösung für lineare und nichtlineare Gleichungen, 14-1

Die Funktion LDEC, 14-2

Die Funktion DESOLVE, 14-3

Die Variable ODETYPE, 14-3

Laplace-Transformationen, 14-4

Laplace-Transformation und Inverse im Rechner, 14-4

Fouriersche Reihe, 14-5

Funktion FOURIER, 14-6

Fouriersche Reihe für eine quadratische Funktion, 14-6

Weitere Informationen, 14-7

Kapitel 15 - Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Das Untermenü MTH/PROBABILITY.. – Teil 1, 15-1

Fakultäten, Kombinationen und Permutationen, 15-1

Zufallszahlen, 15-2

Das Menü MTH/PROBABILITY.. – Teil 2, 15-3

Die Normalverteilung , 15-3

Die Studentsche t-Verteilung , 15-3

Die Chi-Quadrat-Verteilung, 15-4

Die F-Verteilung , 15-4

Weitere Informationen, 15-4

Kapitel 16 - Statistische Anwendungen

Dateneingabe, 16-1

Berechnen von univariaten Statistiken , 16-2

Ermitteln von Häufigkeitsverteilungen, 16-3

Daten an eine Funktion $y=f(x)$ angleichen(Regression), 16-5

Ermitteln von zusätzlichen Summenstatistiken, 16-6

Konfidenzintervalle, 16-7

Testen von Hypothesen, 16-9

Weitere Informationen, 16-11

Kapitel 17 - Zahlen mit unterschiedlicher Basis

Das Menü BASE, 17-1

Schreiben nichtdezimaler Zahlen, 17-1

Weitere Informationen, 17-2

Kapitel 18 - Verwenden von SD-Karten

Einsetzen und Entfernen von SD-Karten, 18-1

Formatieren einer SD-Karte, 18-1

Zugriff auf Objekte einer SD-Karte, 18-2

Speichern von Objekten auf der SD-Karte, 18-2

Laden eines Objektes von der SD-Karte, 18-3

Löschen eines Objekts von der SD-Karte, 18-3

Lschen aller Objekte der SD-Karte (durch Formatieren), 18-4

Angeben eines Verzeichnisses auf der SD-Karte, 18-4

Kapitel 19 - Gleichungsbibliothek

Beschränkte Garantie, BG-1

Service, BG-3

Regulatory information, BG-5

Entsorgung von Altgeräten aus privaten Haushalten in der EU, BG-7

Kapitel 1

Einführung

Dieses Kapitel vermittelt Ihnen Grundkenntnisse zur Bedienung Ihres Taschenrechners. Die Beispiele machen Sie mit den Grundoperationen und Einstellungen des Taschenrechners vertraut, bevor Sie mit den eigentlichen Berechnungen beginnen.

Grundlegende Operationen

Nachfolgende Abschnitte machen Sie mit der Hardware des Taschenrechners vertraut.

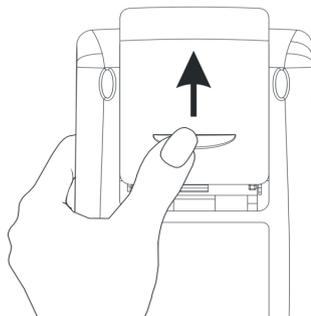
Batterien

Für den Taschenrechner werden 4 AAA(LR03)-Batterien zur Hauptstromversorgung und eine CR2032 Lithiumbatterie für das Sichern des Speichers benötigt.

Bevor Sie den Taschenrechner in Betrieb nehmen, setzen Sie die Batterien wie folgt ein:

So installieren Sie die Hauptbatterien

- a. **Stellen Sie sicher, daß der Rechner ausgeschaltet ist.**
Schieben Sie die Abdeckung des Batteriefachs wie abgebildet nach oben.

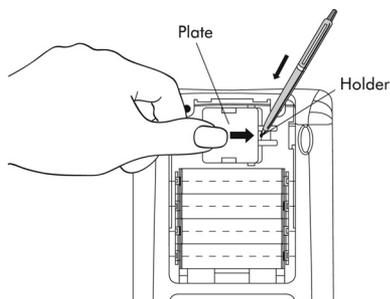


- b. Legen Sie 4 neue AAA(LR03)-Batterien in das Hauptfach. Stellen Sie sicher, dass jede Batterie in der angegebenen Richtung eingelegt wird.

So installieren Sie die Batterie für das Backup des Speichers

a. Stellen Sie sicher, daß der Rechner ausgeschaltet ist.

Drücken Sie die Halterung nach unten. Schieben Sie den Deckel in die angegebene Richtung, und heben Sie ihn an.



b. Setzen Sie eine neue CR2032-Lithiumbatterie ein. Stellen Sie sicher, dass die positive (+) Seite nach oben zeigt.

c. Setzen Sie den Deckel wieder ein, und schieben Sie ihn an die ursprüngliche Position.

Nachdem Sie die Batterien installiert haben, drücken Sie [ON], um den Taschenrechner einzuschalten.

Warnung: Sobald das Symbol für eine niedrige Batterieladung angezeigt wird, müssen Sie die Batterien so schnell wie möglich austauschen. Wechseln Sie jedoch , um einen Datenverlust zu vermeiden, nicht die Backup-Batterie und die Hauptbatterien gleichzeitig aus.

Ein- und Ausschalten des Taschenrechners

Die Taste **[ON]** befindet sich auf der Tastatur links unten. Drücken Sie diese Taste einmal, um den Taschenrechner einzuschalten. Um den Taschenrechner auszuschalten, drücken Sie die Nach-Rechts-Taste **[→]** (die erste Taste in der zweiten Reihe von unten) und anschließend die Taste **[ON]**. Beachten Sie, dass sich in der rechten oberen Ecke der Taste **[ON]** eine Markierung OFF als Hinweis auf den Befehl OFF befindet.

Einstellen des Displaykontrastes

Der Displaykontrast kann mit den Tasten **[+]** und **[-]** bei gleichzeitig gedrückter Taste **[ON]** eingestellt werden.

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten **[ON]** (Hold) und **[+]** wird das Display dunkler eingestellt.

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten  (Hold) und  wird das Display heller eingestellt.

Inhalt des Taschenrechnerdisplays

Schalten Sie den Taschenrechner erneut ein. Im oberen Teil des Displays werden zwei Zeilen mit den Einstellungen des Taschenrechners angezeigt. Die erste Zeile enthält folgende Zeichen:

RAD XYZ HEX R= 'X'

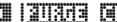
Informationen über die Bedeutung dieser Symbole erhalten Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

In der zweiten Zeile werden die Zeichen

{ HOME }

angezeigt, die das Verzeichnis HOME als aktuelles Verzeichnis für die Dateien im Speicher des Taschenrechners ausweisen.

Am unteren Rand des Displays befinden sich die Beschriftungen

Diese sind den *Softmenütasten* F1 bis F6 zugeordnet:

Die sechs Beschriftungen am unteren Rand des Bildschirms ändern sich je nach angezeigtem Menü. Doch die Softmenütaste  ist stets der ersten angezeigten Beschriftung zugeordnet,  der zweiten Beschriftung usw.

Menüs

Die sechs den Tasten  bis  zugeordneten Beschriftungen sind Teil eines Menüs mit unterschiedlichen Funktionen. Da der Taschenrechner nur insgesamt 6 Softmenütasten besitzt, werden jeweils nur 6 Beschriftungen auf einmal angezeigt. Ein Menü kann jedoch mehr als sechs Einträge besitzen. Eine Gruppe von 6 Einträgen wird als Menüseite bezeichnet. Um zur nächsten Menüseite zu gelangen (falls vorhanden), drücken Sie die Taste  (NeXT = nächstes Menü). Auf der Tastatur ist dies die dritte Taste von links in der dritten Reihe der Tastatur.

Das Menü TOOL

Die Softmenütasten für das Standardmenü, das als Menü TOOL bezeichnet wird, sind den Operationen zum Ändern von Variablen zugeordnet (siehe den Abschnitt über Variablen in diesem Kapitel):

-  F1 EDIT (Bearbeiten) des Inhalts einer Variablen (weitere Informationen über das Bearbeiten finden Sie in Kapitel 2 dieses Handbuchs und in Kapitel 2 und Anhang L der Bedienungsanleitung)
-  F2 VIEW (Anzeigen) des Inhalts von Variablen
-  F3 VIEW (Anzeigen) des Inhalts von Variablen
-  F4 STORE (Speichern) des Inhalts von Variablen
-  F5 PURGE (Löschen) einer Variablen
-  F6 CLEAR (Löschen) des Displays oder Stacks

Diese sechs Funktionen bilden die erste Seite des Menüs TOOL. Eigentlich besitzt dieses Menü acht Einträge, aufgeteilt auf zwei Seiten. Die zweite Seite ist verfügbar, wenn Sie die Taste NXT (NeXT = nächstes Menü) drücken. Dies ist die dritte Taste von links in der dritten Reihe der Tastatur.

In diesem Fall sind nur den ersten beiden Softmenütasten Befehle zugeordnet. Diese Befehle lauten sind:

-  F1 CASCMD: Der Befehl CAS CoMmanD, der verwendet wird, um einen Befehl aus dem CAS-Modul durch Auswahl aus einer Liste zu starten
-  F2 HELP: Die Hilfefunktion, in der die im Taschenrechner vorhandenen Befehle beschrieben sind

Wenn Sie die Taste NXT drücken, wird das ursprüngliche Menü TOOL wieder angezeigt. Eine weitere Möglichkeit, zum Menü TOOL zurückzukehren, besteht im Drücken der Taste TOOL (die dritte Taste von links in der zweiten Reihe von oben der Tastatur).

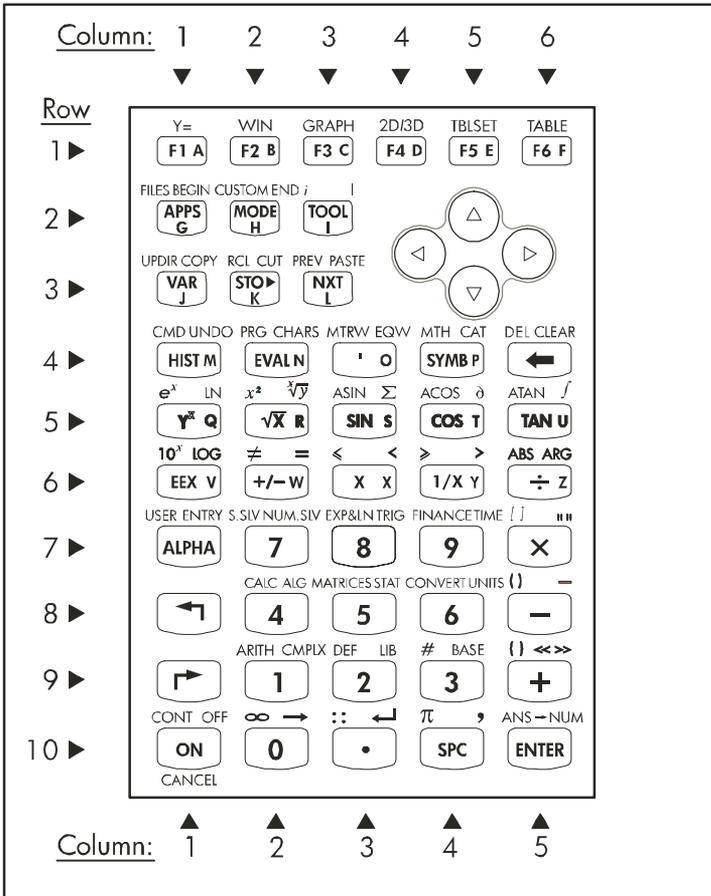
Einstellen von Datum und Uhrzeit

Informationen über das Einstellen von Uhrzeit und Datum finden Sie in Kapitel 1 der Bedienungsanleitung für den Taschenrechner.

Einführung in die Tastatur des

Taschenrechners

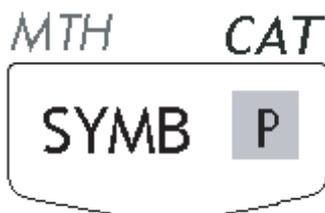
In der folgenden Abbildung ist die Tastatur des Taschenrechners mit nummerierten Zeilen und Spalten dargestellt. Jede Taste besitzt drei, vier oder fünf Funktionen. Die Hauptfunktion der Taste entspricht der auf der Taste hervorgehobenen Beschriftung. Außerdem können die Nach-Links-Taste, Taste (8, 1), die Nach-Rechts-Taste, Taste (9, 1), und die ALPHA-Taste, Taste (7, 1), mit anderen Tasten kombiniert werden, um die auf der Tastatur angezeigten alternativen Funktionen zu aktivieren.



Beispielsweise sind der Taste (SYMB), Taste (4,4), die folgenden sechs Funktionen zugeordnet:

	Hauptfunktion zum Starten des Menüs SYMB (SYMBolic)
 <i>MTH</i>	Tastenkombination mit Nach-Links-Taste zum Starten des Menüs MTH (Mathematik)
 <i>CAT</i>	Tastenkombination mit Nach-Rechts-Taste zum Starten der Funktion CATalog (Katalog)
 <i>P</i>	Tastenkombination mit ALPHA-Taste zum Einfügen des Großbuchstabens P
  <i>P</i>	Kombination von ALPHA- und Nach-Links-Taste zum Einfügen des Kleinbuchstabens p
  <i>P</i>	Kombination von ALPHA- und Nach-Rechts-Taste zum Einfügen des Symbols π

Von den sechs dieser Taste zugeordneten Funktionen werden nur die ersten vier auf der Tastatur selbst angezeigt. Die Abbildung auf der nächsten Seite enthält diese vier Beschriftungen für die Taste . Beachten Sie, dass durch Farbe und Position der Beschriftungen auf der Taste, und zwar **SYMB**, *MTH*, *CAT* und **P**, bestimmt wird, bei welcher Funktion es sich um die Hauptfunktion (**SYMB**) handelt und welche der drei weiteren Funktionen der jeweiligen Tastenkombination zugeordnet ist: Nach-Links-Taste  (*MTH*), Nach-Rechts-Taste  (*CAT*) und  (**P**).



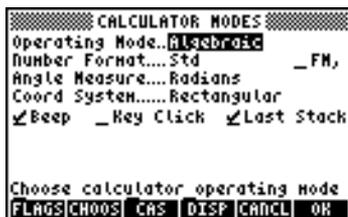
Ausführliche Informationen über die Verwendung der Tastatur des Taschenrechners finden Sie in Anhang B der Bedienungsanleitung für den Taschenrechner.

Auswählen der Taschenrechnermodi

In diesem Abschnitt wird vorausgesetzt, dass Sie nun zumindest grob mit der Verwendung von Auswahl- und Dialogfeldern vertraut sind (wenn dies

nicht der Fall ist, schauen Sie bitte in Anhang A der Bedienungsanleitung für den Taschenrechner nach).

Drücken Sie die Taste **MODE** (zweite Taste von links in der zweiten Reihe von oben), um die folgende Eingabemaske **CALCULATOR MODES** (Taschenrechner-Modi) anzuzeigen:



Drücken Sie die Softmenütaste **2/3**, um zum normalen Display zurückzukehren. Es folgen einige Beispiele für das Auswählen verschiedener Taschenrechnermodi.

Betriebsmodus

Der Taschenrechner bietet zwei verschiedene Betriebsmodi: den Modus *Algebraic* (algebraisch) und den Modus *Reverse Polish Notation* (RPN). (umgekehrte polnische Notation) Der Modus *Algebraic* ist der Standardmodus (wie in der obigen Abbildung gezeigt), doch Anwender früherer Taschenrechner von HP sind eventuell mit dem RPN-Modus besser vertraut.

Um einen Betriebsmodus auszuwählen, rufen Sie zunächst die Eingabemaske **CALCULATOR MODES** auf, indem Sie die Taste **MODE** drücken. Das Feld *Operating Mode* (Betriebsmodus) wird hervorgehoben. Wählen Sie nun den Modus *Algebraic* oder *RPN*, indem Sie die Taste **+/-** (zweite Taste von links in der fünften Reihe von unten) oder die Softmenütaste **2/3** (**F2**) drücken. Wenn Sie die letzte Methode wählen, verwenden Sie die Nach-Unten- und Nach-Oben-Taste **▲▼** zur Auswahl des entsprechenden Modus und drücken anschließend die Softmenütaste **2/3**, um den Vorgang abzuschließen.

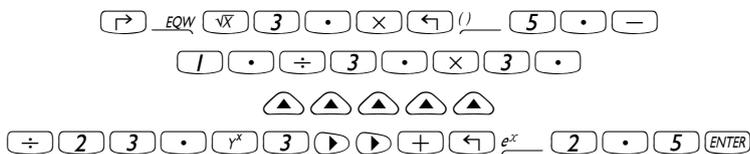
Um den Unterschied zwischen diesen beiden Betriebsmodi zu veranschaulichen, berechnen wir den folgenden Ausdruck in beiden Modi:

$$\sqrt{\frac{3.0 \cdot \left(5.0 - \frac{1}{3.0 \cdot 3.0} \right)}{23.0^3} + e^{2.5}}$$

Um diesen Ausdruck in den Taschenrechner einzugeben, verwenden wir zunächst den *EquationWriter* (EQW). Beachten Sie außer den numerischen Tasten die folgenden Tasten auf der Tastatur:



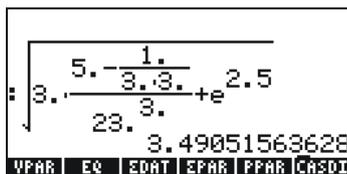
Beim EquationWriter handelt es sich um einen Anzeigemodus, in dem Sie mathematische Ausdrücke unter Verwendung einer expliziten mathematischen Notation, z. B. mit Brüchen, Ableitungen, Integralen, Wurzeln usw., erstellen können. Verwenden Sie zur Eingabe des oben angegebenen Ausdrucks mit dem EquationWriter folgende Tastenkombinationen:



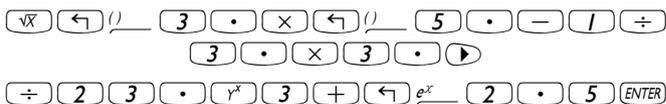
Nach Drücken der Taste **ENTER** wird folgender Ausdruck angezeigt:

$$\sqrt{(3 \cdot (5 - 1 / (3 \cdot 3))) / 23 \cdot 3 + \text{EXP}(2.5)}$$

Durch erneutes Drücken von **ENTER** wird folgender Wert ausgegeben (akzeptieren Sie im Fall einer entsprechenden Meldung die Aktivierung des Modus Approx. (Rundungswerte), indem Sie **MODE** drücken):



Sie können den Ausdruck aber auch ohne den EquationWriter wie folgt direkt eingeben:



Sie erhalten das gleiche Ergebnis.

Ändern Sie nun den Modus in RPN, indem Sie zunächst die Taste **MODE** drücken. Wählen Sie den *RPN*-Modus entweder mit der Taste **+/-** oder durch Drücken der Softmenütaste **MODE**. Drücken Sie die Softmenütaste **MODE** (**F6**), um den Vorgang abzuschließen. Im RPN-Modus wird das Display wie folgt dargestellt:



Beachten Sie, dass das Display unterschiedliche Ausgabebenen aufweist, die von unten nach oben mit 1, 2, 3 usw. beschriftet sind. Dies wird als *Stack* des Taschenrechners bezeichnet. Die verschiedenen Ebenen werden als *Stack-Ebenen* bezeichnet, also Stack-Ebene 1, Stack-Ebene 2 usw.

Im Grunde bedeutet RPN nur, dass eine Operation, z. B. $3 + 2$, nicht mit

$$3 \quad + \quad 2 \quad \text{ENTER}$$

in den Taschenrechner eingegeben wird, sondern dass zuerst die Operanden in der richtigen Reihenfolge und anschließend der Operator wie folgt eingegeben werden:

$$3 \quad \text{ENTER} \quad 2 \quad +$$

Wenn Sie die Operanden eingeben, befinden sich diese auf unterschiedlichen Ebenen des Stacks. Durch die Eingabe von 3 wird die Zahl 3 auf Stack-Ebene 1 abgelegt. Durch die anschließende Eingabe von $2 \quad \text{ENTER}$ wird die Zahl 3 eine Stack-Ebene nach oben in Stack-Ebene 2 verschoben. Wenn Sie schließlich die Taste $+$ drücken, wird der Taschenrechner angewiesen, den Operator bzw. das Programm $+$ auf die Objekte auf Stack-Ebene 1 und 2 anzuwenden. Das Ergebnis 5 wird dann auf Stack-Ebene 1 platziert.

Wir führen zunächst einige weitere einfache Operationen durch, bevor wir uns dem komplizierteren Ausdruck zuwenden, der zuvor für den algebraischen Modus verwendet wurde:

$$123/32$$

$$1 \quad 2 \quad 3 \quad \text{ENTER} \quad 3 \quad 2 \quad \div$$

$$4^2$$

$$4 \quad \text{ENTER} \quad 2 \quad y^x$$

$$3\sqrt{(\sqrt{27})}$$

$$2 \quad 7 \quad \sqrt{x} \quad 3 \quad \rightarrow \quad \sqrt[3]{x}$$

Beachten Sie die Position von y und x in den letzten beiden Operationen. Bevor die Taste y^x gedrückt wird, ist y die Basis der Exponentialoperation (Stack-Ebene 2), während der Exponent x (Stack-Ebene 1) ist. Analog hierzu ist in der Quadratwurzeloperation y (Stack-Ebene 2) die Zahl unter dem Wurzelzeichen, und x (Stack-Ebene 1) stellt die Wurzel dar.

Probieren Sie folgendes Beispiel mit 3 Faktoren aus: $(5 + 3) \times 2$

$\boxed{5}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ Berechnet zunächst $(5 + 3)$.
 $\boxed{2}$ $\boxed{\times}$ Schließt die Berechnung ab.

Berechnen wir nun den weiter oben dargestellten Ausdruck:

$$\sqrt{\frac{3 \cdot \left(5 - \frac{1}{3 \cdot 3}\right)}{23^3} + e^{2,5}}$$

- $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Geben Sie 3 in Ebene 1 ein
- $\boxed{5}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Geben Sie 5 in Ebene 1 ein. 3 wird in Ebene 2 zwei verschoben
- $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Geben Sie 3 in Ebene 1 ein. 5 wird in Ebene 2 und 3 in Ebene 3 verschoben
- $\boxed{3}$ $\boxed{\times}$ Geben Sie 3 und das Multiplikationszeichen ein. 9 wird in Ebene 1 angezeigt
- $\boxed{1/x}$ $1/(3 \times 3)$, letzter Wert auf Ebene 1; 5 auf Ebene 2, 3 auf Ebene 3
- $\boxed{-}$ $5 - 1/(3 \times 3)$ belegt nun Ebene 1. 3 ist auf Ebene 2
- $\boxed{\times}$ $3 \times (5 - 1/(3 \times 3))$ belegt nun Ebene 1.
- $\boxed{2}$ $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Geben Sie 23 auf Ebene 1 ein. 14,66666 wird in Ebene 2 verschoben.
- $\boxed{3}$ $\boxed{y^x}$ Geben Sie 3 ein, berechnen Sie 23^3 auf Ebene 1. 14,666 befindet sich auf Ebene 2.
- $\boxed{\div}$ $(3 \times (5 - 1/(3 \times 3))) / 23^3$ auf Ebene 1
- $\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ Geben Sie 2,5 in Ebene 1 ein
- $\boxed{\leftarrow}$ e^x $e^{2,5}$ ist auf Ebene 1, auf Ebene 2 wird der vorangegangene Wert angezeigt.
- $\boxed{+}$ $(3 \times (5 - 1/(3 \times 3))) / 23^3 + e^{2,5} = 12,18369$, in Ebene 1.
- $\boxed{\sqrt{x}}$ $\sqrt{((3 \times (5 - 1/(3 \times 3))) / 23^3 + e^{2,5})} = 3,4905156$, in Ebene 1.

Um zwischen den Modi ALG und RPN zu wählen, können Sie auch Systemflage 95 mit folgender Tastenfolge setzen/löschen:



Zahlenformat und Dezimalpunkt oder -komma

Durch das Ändern des Zahlenformats können Sie die Anzeige reeller Zahlen im Taschenrechner anpassen. Sie werden diese Funktion bei Operationen mit Zehnerpotenzen oder zum Begrenzen der Dezimalstellen in einem Ergebnis äußerst nützlich finden.

Um ein Zahlenformat auszuwählen, öffnen Sie zunächst die Eingabemaske CALCULATOR MODES durch Drücken der Taste **MODE**. Verwenden Sie anschließend die Nach-Unten-Taste **▼**, um die Option *Number format* (Zahlenformat) auszuwählen. Der Standardwert ist *Std* oder Standardformat. Im Standardformat werden Fließkommazahlen ohne feste Dezimalstelle und mit der maximalen Genauigkeit des Taschenrechners (12 signifikante Stellen) angezeigt. Weitere Informationen über reelle Zahlen finden Sie in Kapitel 2 dieser Bedienungsanleitung. Berechnen Sie zur Veranschaulichung dieses und weiterer Zahlenformate die folgenden Übungsbeispiele:

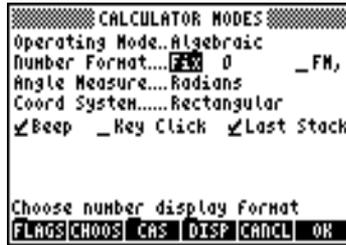
Standardformat:

Dies ist der am häufigsten verwendete Modus, da in diesem die Zahlen in der vertrautesten Notation angezeigt werden. Drücken Sie die Softmenütaste **NUM**, wobei *Number format* (Zahlenformat) auf *Std* gesetzt ist, um zum Display des Taschenrechners zurückzukehren. Geben Sie die Zahl 123,4567890123456 (mit 16 signifikanten Stellen) ein. Drücken Sie die Taste **.** Die Zahl wird auf die maximalen 12 signifikanten Stellen gerundet und wie folgt angezeigt:



Festes Format für Dezimalzahlen:

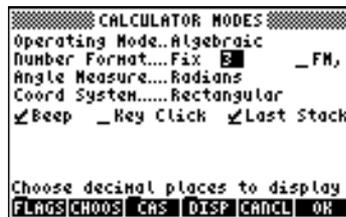
Drücken Sie die Taste **MODE**. Verwenden Sie anschließend die Nach-Unten-Taste **▼**, um die Option *Number format* auszuwählen. Drücken Sie die Softmenütaste **NUM** (**F2**), und wählen Sie mit der Nach-Unten-Taste **▼** die Option *Fix* aus.



Drücken Sie die Nach-Rechts-Taste (▶), um die Null vor der Option *Fix* hervorzuheben. Drücken Sie anschließend die Softmenütaste  und wählen Sie mit der Nach-Oben- und Nach-Unten-Taste (▲▼) 3 Dezimalstellen aus.



Drücken Sie die Softmenütaste , um die Auswahl abzuschließen:



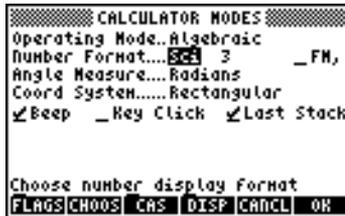
Drücken Sie die Softmenütaste , um zum Display des Taschenrechners zurückzukehren. Die Zahl wird nun wie folgt angezeigt:



Beachten Sie, dass die Zahl gerundet und nicht abgeschnitten ist. Somit wird die Zahl 123,4567890123456 in dieser Einstellung als 123,457 und nicht als 123,456 angezeigt, da die Ziffer nach 6 > 5 ist.

Wissenschaftliches Format

Zum Einstellen dieses Formates drücken Sie zunächst die Taste **(MODE)**. Verwenden Sie anschließend die Nach-Unten-Taste **(▽)**, um die Option *Number format* auszuwählen. Drücken Sie die Softmenütaste **(MODE)** (**(F2)**), und wählen Sie mit der Nach-Unten-Taste **(▽)** die Option *Scientific* (wissenschaftlich) aus. Belassen Sie die Zahl 3 vor *Sci*. (Diese Zahl kann auf dieselbe Weise geändert werden, wie wir die feste Anzahl von Dezimalstellen im vorherigen Beispiel geändert haben.)



Drücken Sie die Softmenütaste **(MODE)**, um zum Display des Taschenrechners zurückzukehren. Die Zahl wird nun wie folgt angezeigt:



Bei dem Ergebnis 1,23E2 handelt es sich um die Darstellung des Taschenrechners von Zehnerpotenzen, d. h. $1,235 \times 10^2$. In dieser so genannten wissenschaftlichen Notation stellt die *Sci* vorangestellte Ziffer 3 (wie vorher gezeigt) die Anzahl der signifikanten Stellen nach dem Komma dar. Die wissenschaftliche Darstellung umfasst immer eine Ganzzahl, wie oben gezeigt. Deshalb ist in diesem Fall die Anzahl der signifikanten Stellen vier.

Technisches Format

Das technische Format ähnelt sehr dem wissenschaftlichen Format, mit der Ausnahme, dass die Zehnerpotenzen ein Vielfaches von drei sind. Zum Einstellen dieses Formates, drücken Sie die Taste **(MODE)**. Verwenden Sie anschließend die Nach-Unten-Taste **(▽)**, um die Option *Number format* (Zahlenformat) auszuwählen. Drücken Sie die Softmenütaste **(MODE)** (**(F2)**), und wählen Sie mit der Nach-Unten-Taste **(▽)** die Option *Engineering* (technisch) aus. Behalten Sie die Zahl 3 vor *Eng* bei. (Diese Zahl kann auf dieselbe Weise geändert werden, wie wir dies im Zahlenformat *Fixed* mit

den Dezimalstellen in einem vorangegangenen Beispiel durchgeführt haben.)



Drücken Sie die Softmenütaste  , um zum Display des Taschenrechners zurückzukehren. Die Zahl wird nun wie folgt angezeigt:



Da diese Zahl drei Ziffern vor dem Komma enthält, wird sie im technischen Format mit vier signifikanten Stellen und der Zehnerpotenz Null angegeben. Daher wird beispielsweise die Zahl 0,00256 wie unten angezeigt:



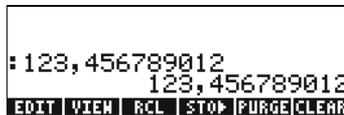
Dezimalkomma und Dezimalpunkt

Dezimalpunkte in Gleitkommazahlen können durch ein Komma ersetzt werden, wenn der Benutzer mit dieser Notation besser vertraut ist. Um Dezimalpunkte durch Kommas zu ersetzen, ändern Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Option *FM* wie folgt in Kommas (beachten Sie, dass wir das *Zahlenformat* in *Std* geändert haben):

Drücken Sie die Taste  . Drücken Sie anschließend einmal die Nach-Unten-Taste  , und die Nach-Rechts-Taste  , um die Option *_FM* zu markieren. Um Kommas auszuwählen, drücken Sie die Softmenütaste  (d. h. die Taste ). Die Eingabemaske wird wie folgt aussehen:



Drücken Sie die Softmenütaste , um zum Display des Taschenrechners zurückzukehren. Die Zahl 123,4567890123456, die Sie bereits zuvor eingegeben haben, wird nun wie folgt angezeigt:



Winkelmaß

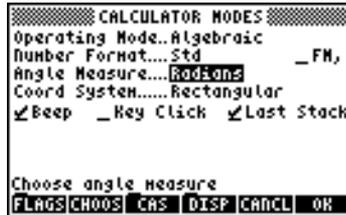
Trigonometrische Funktionen erfordern beispielsweise Argumente, die Flächenwinkel darstellen. Der Taschenrechner enthält drei *Angle Measure*-Modi (Winkelmaß) zum Arbeiten mit Winkeln, und zwar:

- *Degrees*: 360 Grad (360°) ergeben einen vollständigen Kreisumfang.
- *Radians*: 2π -Radianen ($2\pi^r$) ergeben einen vollständigen Kreisumfang.
- *Grades*: 400 Zentesimalgrad (400^g) ergeben einen vollständigen Kreisumfang.

Das Winkelmaß wirkt sich auf die trigonometrischen Funktionen wie SIN, COS, TAN und damit verbundene Funktionen aus.

Um den Winkelmaßmodus zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

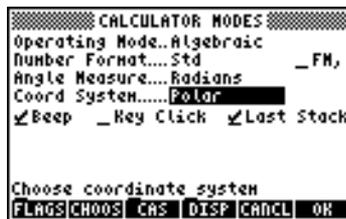
- Drücken Sie die Taste **(MODE)**. Drücken Sie anschließend zweimal die Nach-Unten-Taste . Wählen Sie nun den *Angle Measure*-Modus entweder durch Drücken der Taste **(+/-)** (zweite Taste von links in der fünften Reihe von unten) oder durch Drücken der Softmenütaste  (**F2**) aus. Verwenden Sie bei der zweiten Methode die Nach-Unten- und Nach-Oben-Taste   zur Auswahl des gewünschten Modus, und drücken Sie anschließend die Softmenütaste , um den Vorgang abzuschließen. Im folgenden Beispiel ist der Modus *Radians* ausgewählt:



Koordinatensystem

Das Koordinatensystem wirkt sich auf die Darstellung von Vektoren und komplexen Zahlen aus. Weitere Informationen über komplexe Zahlen und Vektoren finden Sie in Kapitel 4 bzw. 8 dieser Anleitung. Im Taschenrechner stehen drei Koordinatensysteme zur Verfügung: Rechtwinklig (RECT), zylindrisch (CYLIN) und sphärisch (SPHERE). So ändern Sie das Koordinatensystem:

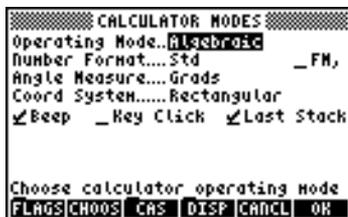
- Drücken Sie die Taste **(MODE)**. Drücken Sie anschließend dreimal die Nach-Unten-Taste **(▽)**. Wählen Sie nun den Modus *Coord System* aus, indem Sie die Taste **(+/-)** (zweite Taste von links in der fünften Reihe von unten) oder die Softmenütaste **(F2)** drücken. Verwenden Sie bei der zweiten Methode die Nach-Unten- und Nach-Oben-Taste **(△)** **(▽)** zur Auswahl des gewünschten Modus, und drücken Sie anschließend die Softmenütaste **(F6)**, um den Vorgang abzuschließen. Auf dem unten abgebildeten Bildschirm ist beispielsweise der Koordinatenmodus *Polar* ausgewählt:



Auswählen der CAS-Einstellungen

CAS steht für Computer Algebraic System (algebraisches Computersystem). Dies ist das mathematische Herzstück des Taschenrechners, in dem die Operationen mit mathematischen Symbolen und Funktionen programmiert sind. Das CAS-Modul bietet eine Reihe von Einstellungen, die an die Art der gewünschten Operation angepasst werden können. So zeigen Sie die optionalen CAS-Einstellungen an:

- Drücken Sie die Taste **MODE**, um die Eingabemaske CALCULATOR MODES aufzurufen.



- Um die CAS-Einstellungen zu ändern, drücken Sie die Softmenütaste **[[[**. Die Standardwerte der CAS-Einstellungen sind unten dargestellt:



- Um zwischen den einzelnen Optionen der Eingabemaske CAS MODES zu navigieren, verwenden Sie die Pfeiltasten: **◀ ▶ ▼ ▲**.
- Um eine der obigen Einstellungen auszuwählen oder die Auswahl aufzuheben, wählen Sie zuerst den Unterstrich vor der gewünschten Option aus und verwenden die Softmenütaste **[[[**, bis die gewünschte Einstellung vorgenommen wurde. Sobald eine Option ausgewählt wurde, wird über dem Unterstrich ein Häkchen angezeigt (im obigen Beispiel bei den Optionen *Rigorous* und *Simp Non-Rational*). Nicht ausgewählte Optionen weisen kein Häkchen über dem Unterstrich vor der Option auf (im obigen Beispiel die Optionen *_Numeric*, *_Approx*, *_Complex*, *_Verbose*, *_Step/Step*, *_Incr Pow* in der Zeile *Edit*).
- Nachdem Sie in der Eingabemaske CAS MODES alle gewünschten Optionen ausgewählt (bzw. die Auswahl aufgehoben) haben, drücken Sie die Softmenütaste **[[[**. Damit kehren Sie zur Eingabemaske CALCULATOR MODES zurück. Um an dieser Stelle zum normalen Display des Taschenrechners zurückzukehren, drücken Sie erneut die Taste **[[[**.

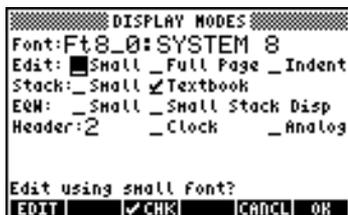
Erklärung der CAS-Einstellungen

- Indep var: Die unabhängige Variable für CAS-Anwendungen. Normalerweise $VX = 'X'$.
- Modulo: Für Operationen der modularen Arithmetik enthält diese Variable den Modulo-Wert des arithmetischen Ringes (siehe Kapitel 5 im Bedienungsanleitung für den Taschenrechner).
- Numeric: Wenn festgelegt, erzeugt der Taschenrechner bei Berechnungen ein Ergebnis im numerischen oder Fließkommaformat. Beachten Sie, dass Konstanten immer numerisch ausgewertet werden.
- Approx: Wenn festgelegt, werden für Berechnungen im Näherungsmodus numerische Ergebnisse verwendet. Wenn nicht ausgewählt, ist das CAS-Modul im Modus *Exact*, in dem in Berechnungen symbolische Ergebnisse ausgegeben werden.
- Complex: Wenn festgelegt, sind Berechnungen mit komplexen Zahlen aktiviert. Wenn nicht ausgewählt, ist das CAS-Modul im Modus *Real*, d. h., in der Standardeinstellung erfolgen Berechnungen mit reellen Zahlen. Informationen über Berechnungen mit komplexen Zahlen finden Sie in Kapitel 4.
- Verbose: Wenn festgelegt, werden bei bestimmten CAS-Operationen ausführliche Information bereitgestellt.
- Step/Step: Wenn festgelegt, werden die Ergebnisse für bestimmte CAS-Berechnungen schrittweise angezeigt. Dies bietet sich zum Anzeigen der Zwischenschritte in Summenberechnungen, Ableitungen, Integralen, Polynomoperationen (z. B. bei der Polynomdivision durch Linearfaktoren) und Matrixoperationen an.
- Incr Pow: Wenn festgelegt, werden die Faktoren des Polynoms in aufsteigender Reihenfolge der Potenzen unabhängiger Variablen angezeigt.
- Rigorous: Wenn festgelegt, vereinfacht der Taschenrechner nicht die Funktion für den Absolutbetrag $|X|$ durch X .
- Simp Non-Rational: Wenn festgelegt, versucht der Taschenrechner, irrationale Ausdrücke so weit wie möglich zu vereinfachen.

Auswählen der verschiedenen Display-Modi

Durch die Auswahl der einzelnen Anzeigemodi kann das Display des Taschenrechners Ihren Wünschen angepasst werden. So zeigen Sie die möglichen Display-Einstellungen an:

- Drücken Sie die Taste **MODE**, um die Eingabemaske CALCULATOR MODES zu aktivieren. Drücken Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Softmenütaste **MODE** (**F4**), um die Eingabemaske DISPLAY MODES anzuzeigen.

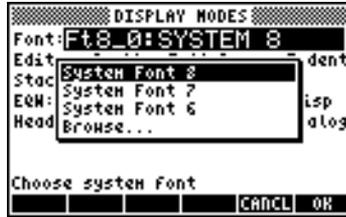


- Verwenden Sie die Pfeiltasten **←** **→** **▽** **△**, um zwischen den einzelnen Optionen der Eingabemaske DISPLAY MODES zu navigieren.
- Um eine der obigen Einstellungen, die ein Häkchen erfordern, auszuwählen oder die Auswahl aufzuheben, markieren Sie zunächst den Unterstrich vor der gewünschten Option, und betätigen Sie die Softmenütaste **MODE**, bis die gewünschte Einstellung erreicht ist. Sobald eine Option ausgewählt wurde, wird über dem Unterstrich ein Häkchen angezeigt (im obigen Beispiel in der Zeile *Stack* die Option *Textbook*). Nicht ausgewählte Optionen weisen kein Häkchen über dem Unterstrich vor der betreffenden Option auf (z. B. die Optionen *_Small*, *_Full page* und *_Indent* in der Zeile bei *Edit*).
- Um die Schriftart für das Display auszuwählen, markieren Sie das Feld vor der Option *Font*: in der Eingabemaske DISPLAY MODES, und verwenden Sie die Softmenütaste **MODE** (**F2**).
- Nachdem Sie in der Eingabemaske DISPLAY MODES alle gewünschten Optionen ausgewählt (bzw. die Auswahl aufgehoben) haben, drücken Sie die Softmenütaste **MODE**. Damit kehren Sie zur Eingabemaske CALCULATOR MODES zurück. Um an dieser Stelle zum normalen Display des Taschenrechners zurückzukehren, drücken Sie erneut die Taste **MODE**.

Auswählen der Schriftart für die Anzeige

Drücken Sie zunächst die Taste **MODE**, um die Eingabemaske CALCULATOR MODES aufzurufen. Drücken Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Softmenütaste **MODE** (**F4**), um die Eingabemaske DISPLAY MODES anzuzeigen. Das Feld *Font*: ist markiert und die Option *Ft8_0:system 8* ist ausgewählt. Dies ist der Standardwert für die Anzeigeschriftart. Wenn Sie die Softmenütaste **MODE** (**F2**) drücken, wird

eine Liste aller im System vorhandenen Schriftarten angezeigt, wie unten dargestellt:



Zur Auswahl stehen die drei Standardschriftarten *System Fonts* (Größe 8, 7 und 6) und *Browse* (Suchen). Mit dieser Option können Sie den Speicher des Taschenrechners nach weiteren Schriftarten durchsuchen, die Sie eventuell selbst erstellt oder auf den Taschenrechner heruntergeladen haben.

Üben Sie das Ändern der Schriftart in die Schriftgrößen 7 und 6. Drücken Sie die Softmenütaste OK, um die Auswahl zu übernehmen. Nachdem Sie eine Schriftart ausgewählt haben, drücken Sie die Softmenütaste , um zur Eingabemaske CALCULATOR MODES zurückzukehren. Um an dieser Stelle zum normalen Display des Taschenrechners zurückzukehren, drücken Sie die Softmenütaste  erneut, und beachten Sie, wie sich die Anzeige des Stacks entsprechend der neuen Schriftart ändert.

Auswählen der Eigenschaften des Zeileneditors

Drücken Sie zunächst die Taste **MODE**, um die Eingabemaske CALCULATOR MODES zu aktivieren. Drücken Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Softmenütaste  (**F4**), um die Eingabemaske DISPLAY MODES anzuzeigen. Drücken Sie einmal die Nach-Unten-Taste , um zur Zeile *Edit* zu gelangen. Diese Zeile weist drei Eigenschaften auf, die geändert werden können. Wenn diese Eigenschaften ausgewählt (mit einem Häkchen versehen) sind, sind folgende Effekte aktiviert:

- Small* Die Schriftgröße wird verkleinert
- Full page* Ermöglicht das Verschieben des Cursors an das Zeilenende
- Indent* Automatischer Zeileneinzug des Cursors, wenn eine Zeilenumbruch erfolgt

Anweisungen zur Verwendung des Zeileneditors finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Auswählen der Eigenschaften des Stacks

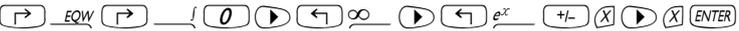
Drücken Sie zunächst die Taste **MODE**, um die Eingabemaske CALCULATOR MODES zu aktivieren. Drücken Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Softmenütaste **F4**, um die Eingabemaske DISPLAY MODES anzuzeigen. Drücken Sie einmal die Nach-Unten-Taste **▼**, um zur Zeile *Stack* zu gelangen. Diese Zeile weist zwei Eigenschaften auf, die geändert werden können. Wenn diese Eigenschaften ausgewählt (mit einem Häkchen versehen) sind, sind folgende Effekte aktiviert:



_Small Die Schriftart wird verkleinert. Hierdurch wird der Umfang der auf dem Bildschirm angezeigten Informationen erhöht. Beachten Sie, dass durch diese Auswahl die Auswahl für die Anzeige der Schriftart des Stacks aufgehoben wird.

_Textbook Zeigt mathematische Ausdrücke in grafischer mathematischer Notation an.
Um diese Einstellungen zu veranschaulichen, geben Sie im EquationWriter im algebraischen oder RPN-Modus das folgende bestimmte Integral ein:

Um diese Einstellungen zu veranschaulichen, geben Sie im EquationWriter im algebraischen oder RPN-Modus das folgende bestimmte Integral ein:



Wenn weder **_Small** noch **_Textbook** ausgewählt ist, wird diese Eingabe im algebraischen Modus wie folgt dargestellt:



Wenn nur die Option **_Small** ausgewählt ist, wird die Eingabe wie folgt dargestellt:



Wenn jedoch die Option **_Textbook** ausgewählt (Standardwert) ist, wird die Eingabe unabhängig davon, ob die Option **_Small** ausgewählt ist, wie folgt dargestellt:

Auswählen der Eigenschaften für den EquationWriter (EQW)

Drücken Sie zunächst die Taste MODE , um die Eingabemaske CALCULATOR MODES zu aktivieren. Drücken Sie in der Eingabemaske CALCULATOR MODES die Softmenütaste MODE ($F4$), um die Eingabemaske DISPLAY MODES anzuzeigen. Drücken Sie dreimal die Nach-Unten-Taste ∇ , um zur Zeile EQW (EquationWriter = Gleichungseditor) zu gelangen. Diese Zeile weist zwei Eigenschaften auf, die geändert werden können. Wenn diese Eigenschaften ausgewählt (mit einem Häkchen versehen) sind, sind folgende Effekte aktiviert:

- _Small* Verkleinert die Schriftart während der Verwendung des Gleichungseditors
- _Small Stack Disp* Zeigt nach der Verwendung des Gleichungseditors eine kleine Schriftart im Stack an

Ausführliche Anweisungen zur Verwendung des Gleichungseditors (EQW) finden Sie in diesem Handbuch an anderer Stelle.

Wenn für das oben als Beispiel dargestellte Integral $\int_0^{\infty} e^{-x} dx$ in der Eingabemaske DISPLAY MODES in der Zeile EQW die Option *_Small Stack Disp* ausgewählt wird, wird die Eingabe wie folgt dargestellt:

Weitere Informationen

Weitere Informationen über die in diesem Kapitel behandelten Themen finden Sie in Kapitel 1 und Anhang C der Bedienungsanleitung für den Taschenrechner.

Kapitel 2

Einführung in den Taschenrechner

In diesem Kapitel wird eine Anzahl von Basisoperationen des Rechners erläutert, einschließlich der Anwendung des EquationWriters und der Manipulation von Datenobjekten im Rechner. Studieren Sie die Beispiele in diesem Kapitel genau, um die Möglichkeiten des Rechners für zukünftige Anwendungen genau zu begreifen.

Objekte des Taschenrechners

Einige der am häufigsten verwendeten Objekte sind: *reals* (reelle Zahlen, dargestellt mit Dezimalzeichen, z. B. -0,0023, 3,56), *integers* (Ganzzahlen, ohne Dezimalzeichen, z. B. 1232, -123212123), *complex numbers* (komplexe Zahlen, als geordnete Paare dargestellt, (z. B. 3,-2)), *lists* (Listen) usw. Eine Beschreibung der Objekte des Taschenrechners finden Sie in den Kapiteln 2 und 24 der Bedienungsanleitung.

Bearbeiten der Ausdrücke im Stack

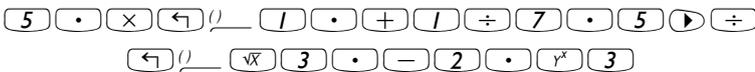
Dieser Abschnitt enthält Beispiele für das Bearbeiten von Ausdrücken direkt im Display oder im Stack des Taschenrechners.

Erstellen von arithmetischen Ausdrücken

Für dieses Beispiel verwenden wir den algebraischen Modus und ein festes (Fix)Format mit 3 Dezimalstellen für das Display. Wir geben den folgenden arithmetischen Ausdruck ein:

$$5.0 \cdot \frac{1.0 + \frac{1.0}{7.5}}{\sqrt{3.0 - 2.0^3}}$$

Um diesen Ausdruck einzugeben, verwenden Sie folgende Tastenkombination:



Der fertige Ausdruck lautet: $5 \cdot (1 + 1/7,5) / (\sqrt{3 - 2^3})$.

Drücken Sie die Taste **ENTER**, um den Ausdruck wie folgt anzuzeigen:

$$\frac{5.000 \cdot \left(1.000 + \frac{1}{7.500}\right)}{\sqrt{3} - 2^3} = -0.904$$

Beachten Sie, dass bei der Einstellung EXACT des CAS-Moduls (siehe Anhang C in der Bedienungsanleitung) und der Eingabe von Ganzzahlen das Ergebnis als Formel angezeigt wird, z. B.:

Bevor ein Ergebnis ausgegeben wird, werden Sie gebeten, den Modus in *Approx* (Rundungswerte) zu ändern. Übernehmen Sie die Änderung, um folgendes Ergebnis zu erhalten (angezeigt im Dezimalmodus *Fix* mit drei Dezimalstellen – siehe Kapitel 1):

$$\frac{5 \cdot \left(1 + \frac{1}{7.500}\right)}{\sqrt{3} - 2^3} = -0.743 + 0.093 \cdot \sqrt{3}$$

Wenn in diesem Fall der Ausdruck direkt in den Stack eingegeben wird, versucht der Taschenrechner einen Wert zu berechnen, sobald Sie die Taste **ENTER** drücken. Wird der Ausdruck aber mit einem Hochkomma eingeleitet, gibt der Taschenrechner den Wert entsprechend der Eingabe aus. Beispiel:

Das Ergebnis wird wie folgt angezeigt:

$$\frac{\frac{1}{7.5}}{\sqrt{3} - 2^3} \cdot 5$$

Um den Ausdruck zu berechnen, können wir die Funktion EVAL wie folgt verwenden:

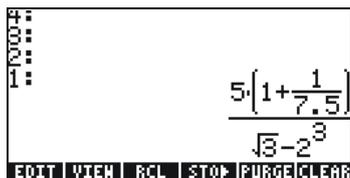
Wenn das CAS-Modul auf *Exact* gesetzt ist, werden Sie gebeten, das Ändern der CAS-Einstellung in *Approx* zu bestätigen. Wenn dies erfolgt ist, erhalten Sie das gleiche Ergebnis wie zuvor.

Eine andere Möglichkeit zur Berechnung des zuvor in Anführungszeichen eingegebenen Ausdrucks ist die Verwendung der Option \rightarrow \rightarrow NUM

Wir geben nun den oben verwendeten Ausdruck ein, während der Taschenrechner im RPN-Modus ist. Wir setzen das CAS-Modul auf *Exact* das Display auf *Textbook* und das Zahlenformat auf Standard. Die Tastenkombination zur Eingabe des Ausdrucks zwischen Anführungszeichen ist die gleiche wie zuvor, d. h.



Dies ergibt die folgende Ausgabe:



Drücken Sie die Taste $\overline{\text{ENTER}}$ erneut, um zwei Kopien des Ausdrucks für die Berechnung im Stack zu behalten. Zunächst berechnen wir den Ausdruck durch Eingabe von:



Dieser Ausdruck ist semi-symbolisch, da das Ergebnis sowohl Fließkommakomponenten als auch $\sqrt{3}$ enthält. Anschließend verwenden wir eine andere Position [mit \rightarrow] im Stack und führen die Berechnung mit der Funktion \rightarrow NUM, d. h., \rightarrow \rightarrow NUM durch.

Das letzte Ergebnis ist rein numerisch, so dass die Ergebnisse im Stack unterschiedlich aussehen, obwohl sie den gleichen Ausdruck darstellen. Um sicherzustellen, dass die beiden Ergebnisse gleich sind, subtrahieren wir den einen Wert vom anderen und berechnen diese Differenz mit der Funktion EVAL: \ominus $\overline{\text{EVAL}}$. Das Ergebnis ist Null (0).

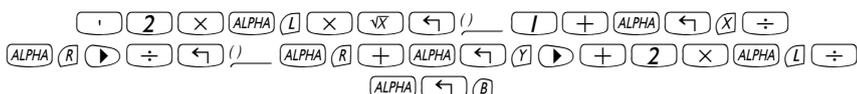
Weitere Informationen über das Bearbeiten arithmetischer Ausdrücke im Display oder Stack finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Erstellen von algebraischen Ausdrücken

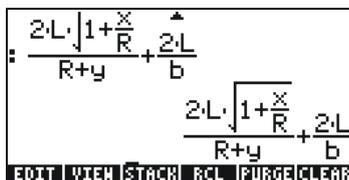
Algebraische Ausdrücke enthalten nicht nur Zahlen, sondern auch Namen von Variablen. Als Beispiel geben wir folgenden algebraischen Ausdruck ein:

$$\frac{2L\sqrt{1+\frac{x}{R}}}{R+y} + 2\frac{L}{b}$$

Wir setzen den Betriebsmodus des Taschenrechners auf *Algebraic*, CAS auf *Exact* und das Display auf *Textbook*. Um diesen algebraischen Ausdruck einzugeben, verwenden wir folgende Tastenkombination:



Drücken Sie ENTER , um folgendes Ergebnis zu erhalten:



Die Eingabe dieses Ausdrucks im RPN-Modus ist mit dieser Übung im Modus *Algebraic* identisch.

Weitere Informationen über die Bearbeitung algebraischer Ausdrücke im Display oder Stack finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Verwenden des EquationWriters (EQW) zum Erstellen von Ausdrücken

Der EquationWriter ist ein äußerst leistungsstarkes Werkzeug, mit dem Sie nicht nur Gleichungen eingeben und anzeigen, sondern auch Funktionen ändern und auf einen Teil der Gleichung oder die ganze Gleichung anwenden können.

Der EquationWriter wird durch Drücken der Tastenkombination EQW aufgerufen (die dritte Taste in der vierten Reihe von oben). Das Display wird anschließend wie folgt dargestellt. Drücken Sie die Taste NEXT , um die zweite Menüseite anzuzeigen.



Mit den sechs Softmenütasten für den EquationWriter werden die Funktionen EDIT, CURS, BIG, EVAL, FACTOR, SIMPLIFY, CMDS und HELP aktiviert. Ausführliche Informationen über diese Funktionen finden Sie in Kapitel 3 der Bedienungsanleitung.

Erstellen von arithmetischen Ausdrücken

Die Eingabe von arithmetischen Ausdrücken in den EquationWriter ist fast mit der Eingabe von arithmetischen Ausdrücken in Anführungszeichen in den Stack identisch. Der Hauptunterschied besteht darin, dass die in den EquationWriter eingegebenen Ausdrücke wie im Stil von „textbook“ und nicht wie im Zeileneditor eingegeben werden. Probieren Sie beispielsweise die Eingabe folgender Tastenkombination auf dem Bildschirm des EquationWriters aus: $5 \div 5 + 2$

Das Ergebnis ist der Ausdruck

$$\frac{5}{5+2}$$

Der Cursor wird als ein nach links gerichteter Pfeil angezeigt. Der Cursor zeigt die derzeitige Bearbeitungsposition an. Geben Sie beispielsweise an der oben abgebildeten Cursorposition Folgendes ein:

$$\times \leftarrow () \frac{5}{+ 1 \div 3}$$

Der bearbeitete Ausdruck wird wie folgt dargestellt:

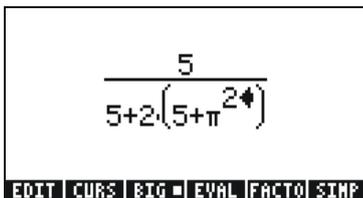
$$\frac{5}{5+2\left(5+\frac{1}{3}\right)}$$

Angenommen, Sie möchten den in Klammern stehenden Ausdruck im Nenner ändern, also $(5+1/3)$ durch $(5+\pi^2/2)$ ersetzen. Zunächst

verwenden wir die Löschtaste (\leftarrow), um den Ausdruck $1/3$ zu löschen, und ersetzen anschließend diesen Bruch durch $\pi^2/2$:



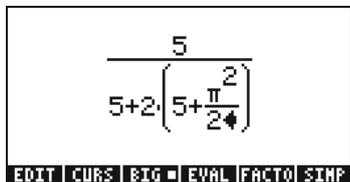
Nun wird das Display wie folgt dargestellt:



Um den Nenner 2 in den Ausdruck einzufügen, müssen wir den gesamten Ausdruck π^2 markieren. Hierzu drücken wir einmal die Nach-Rechts-Taste (\rightarrow). An dieser Stelle fügen wir folgende Tastenkombination ein:



Der Ausdruck wird nun wie folgt dargestellt:



Angenommen, Sie möchten dem gesamten Ausdruck den Bruch $1/3$ hinzufügen, d. h., Sie möchten folgenden Ausdruck eingeben:

$$\frac{5}{5+2 \cdot \left(5+\frac{\pi^2}{2}\right)} + \frac{1}{3}$$

Zunächst müssen wir den gesamten ersten Ausdruck markieren. Dazu verwenden wir wiederholt die Nach-Rechts-Taste (\rightarrow) oder der Nach-Oben-Taste (\triangle), bis der gesamte Ausdruck markiert ist, also siebenmal. Das Ergebnis sieht wie folgt aus:

$$\frac{5}{5+2\left(5+\frac{\pi}{2}\right)}$$

EDIT CURS | BIG | EVAL FACTO SIMP

Anmerkung: Stattdessen können wir auch, ausgehend von der ursprünglichen Cursorposition (rechts von der 2 im Nenner von $\pi^2/2$), die Tastenkombination $\rightarrow \blacktriangle$ verwenden, die als $(\rightarrow \blacktriangledown)$ interpretiert wird.

Sobald der Ausdruck wie oben dargestellt markiert ist, geben Sie $\left[\frac{+}{-} \right] \left[\frac{1}{x} \right] \left[\frac{\div}{\times} \right] \left[3 \right]$ ein, um den Bruch $1/3$ hinzuzufügen. Das Ergebnis sieht wie folgt aus:

$$\frac{5}{5+2\left(5+\frac{\pi}{2}\right)} + \frac{1}{3}$$

EDIT CURS | BIG | EVAL FACTO SIMP

Erstellen von algebraischen Ausdrücken

Ein algebraischer Ausdruck ähnelt einem arithmetischen Ausdruck, mit dem Unterschied, dass lateinische oder griechische Buchstaben enthalten sein können. Algebraische Ausdrücke werden wie arithmetische Ausdrücke erstellt, mit der Ausnahme, dass auch eine alphabetische Tastatur verwendet wird.

Wir veranschaulichen die Verwendung des EquationWriters zum Eingeben eines algebraischen Ausdrucks mit dem nachstehenden Beispiel. Angenommen, wir möchten folgenden Ausdruck eingeben:

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \lambda + e^{-\mu} \cdot LN\left(\frac{x + 2\mu \cdot \Delta y}{\theta^{1/3}}\right)$$

Verwenden Sie dazu folgende Tastenkombination:

$\left[2 \right] \left[\frac{\div}{\times} \right] \left[\sqrt{x} \right] \left[3 \right] \left[\blacktriangleright \right] \left[\blacktriangleright \right] \left[\times \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\rightarrow \right] \left[\text{N} \right] \left[+ \right] \left[\leftarrow \right] \left[e^x \right] \left[+/- \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\rightarrow \right] \left[\text{M} \right]$
 $\left[\blacktriangleright \right] \left[\blacktriangleright \right] \left[\times \right] \left[\rightarrow \right] \left[LN \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\leftarrow \right] \left[\times \right] \left[+ \right] \left[2 \right] \left[\times \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\rightarrow \right] \left[\text{M} \right] \left[\times \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\rightarrow \right] \left[\text{C} \right]$
 $\left[\text{ALPHA} \right] \left[\leftarrow \right] \left[\gamma \right] \left[\blacktriangle \right] \left[\blacktriangle \right] \left[\blacktriangle \right] \left[\div \right] \left[\text{ALPHA} \right] \left[\rightarrow \right] \left[\text{T} \right] \left[y^x \right] \left[/ \right] \left[\frac{\div}{\times} \right] \left[3 \right]$

Dies ergibt die folgende Ausgabe:

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot x + e^{-x} \cdot \ln\left(\frac{x+2 \cdot \sqrt{xy}}{\frac{1}{3^4}}\right)$$

EDIT | CURS | BIG | EVAL | FACTO | SIMP

In diesem Beispiel haben wir mehrere lateinische Kleinbuchstaben verwendet, z. B. x (ALPHA \leftarrow X), mehrere griechische Buchstaben, z. B. λ (ALPHA \rightarrow N), aber auch eine Kombination aus lateinischen und griechischen Buchstaben, nämlich Δy (ALPHA \rightarrow C ALPHA \leftarrow Y). Beachten Sie, dass Sie die Tastenkombination (ALPHA \leftarrow), gefolgt vom einzugebenden Buchstaben, verwenden müssen, um einen lateinischen Kleinbuchstaben einzugeben. Sie können stattdessen auch stets mithilfe des Menüs CHARS (\rightarrow CHARS) Sonderzeichen eingeben, wenn Sie die erforderliche Tastenkombination nicht auswendig lernen möchten. In Anhang D der Bedienungsanleitung finden Sie eine Auflistung häufig verwendeter Tastenkombinationen mit (ALPHA \rightarrow).

Weitere Informationen über das Ändern, Berechnen, Faktorisieren und Vereinfachen von algebraischen Ausdrücken finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Strukturieren der Daten im Taschenrechner

Sie können Daten im Taschenrechner strukturieren, indem Sie Variablen in einem Verzeichnisbaum speichern. Die Basis des Verzeichnisbaums des Taschenrechners ist das Verzeichnis HOME, das im Anschluss beschrieben wird.

Das Verzeichnis HOME

Um das Verzeichnis HOME aufzurufen, drücken Sie die Funktion UPDIR (\leftarrow UPDIR), und wiederholen Sie diesen Vorgang ggf., bis in der zweiten Zeile des Displays HOME angezeigt wird. Stattdessen können Sie auch \leftarrow (gedrückt halten) UPDIR verwenden. In diesem Beispiel enthält das Verzeichnis HOME nur das Verzeichnis CASDIR. Durch Drücken der Taste VAR werden die Variablen auf den Softmenütasten angezeigt:



Unterverzeichnisse

Um Ihre Daten in einem gut strukturierten Verzeichnisbaum zu speichern, können Sie im Verzeichnis HOME Unterverzeichnisse anlegen und weitere Unterverzeichnisse in diesen Unterverzeichnissen, so dass Sie eine mit Verzeichnissen moderner Computer vergleichbare Hierarchie erstellen. Die Namen der Unterverzeichnisse sollten Aufschluss über ihren Inhalt geben, Sie können aber auch willkürliche Namen verwenden. Weitere Informationen über das Bearbeiten von Verzeichnissen finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Variablen

Variablen sind mit Dateien auf der Festplatte eines Computers vergleichbar. In einer Variablen wird ein einziges Objekt gespeichert (numerische Werte, algebraische Ausdrücke, Listen, Vektoren, Matrizen, Programme usw.). Variablen werden über ihre Namen aufgerufen, die aus einer beliebigen Kombination von Buchstaben und Zahlen bestehen können, doch das erste Zeichen muss ein Buchstabe (lateinisch oder griechisch) sein. Einige nichtalphabetische Zeichen, z. B. der Pfeil (\rightarrow), können im Variablennamen verwendet werden, wenn sie mit einem alphabetischen Zeichen kombiniert werden. Somit ist ' $\rightarrow A$ ' ein gültiger Name für eine Variable, ' \rightarrow ' hingegen nicht. Gültige Variablennamen sind beispielsweise 'A', 'B', 'a', 'b', ' α ', ' β ', 'A1', 'AB12', ' $\rightarrow A12$ ', 'Vel', 'Z0', 'z1' usw.

Variablen dürfen nicht denselben Namen wie eine Funktion des Taschenrechners besitzen. Einige der reservierten Variablennamen des Taschenrechners lauten: ALRMDAT, CST, EQ, EXPR, IERR, IOPAR, MAXR, MINR, PICT, PPAR, PRTPAR, VPAR, ZPAR, der $_$, e, i, n1, n2, ..., s1, s2, ..., Σ DAT, Σ PAR, π , ∞

Variablen können in Unterverzeichnissen angeordnet werden (siehe Kapitel 2 der Bedienungsanleitung).

Eingeben von Variablennamen

Um Namen für Variablen festzulegen, müssen Sie eine Buchstabenfolge auf einmal eingeben, die mit Zahlen kombiniert werden kann. Um

Buchstabenfolgen einzugeben, arretieren Sie die alphabetische Tastatur wie folgt:

$\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{ALPHA}}$ arretiert die Großschreibung für die alphabetische Tastatur. Wenn die Tastatur auf diese Weise arretiert ist, können Sie Kleinbuchstaben eingeben, indem Sie die Taste $\boxed{\leftarrow}$ vor Eingabe des Buchstabens drücken. Durch Drücken der Taste $\boxed{\rightarrow}$ vor Eingabe des Buchstabens geben Sie Sonderzeichen ein. Wenn die Großschreibung für die alphabetische Tastatur bereits arretiert ist, können Sie mit der Tastenkombination $\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ALPHA}}$ die Kleinschreibung arretieren.

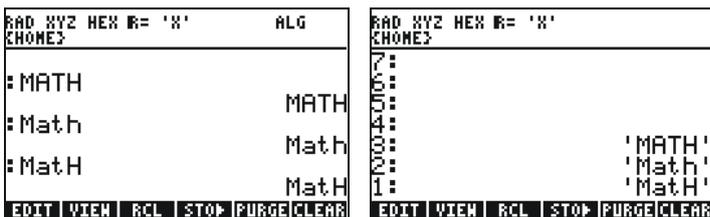
$\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ALPHA}}$ arretiert die Kleinschreibung für die alphabetische Tastatur. Wenn die Tastatur auf diese Weise arretiert ist, können Sie Großbuchstaben eingeben, indem Sie die Taste $\boxed{\leftarrow}$ vor Eingabe des Buchstabens drücken. Um die Arretierung der Kleinschreibung aufzuheben, drücken Sie $\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ALPHA}}$.

Um die Arretierung der Großschreibung aufzuheben, drücken Sie $\boxed{\text{ALPHA}}$.

Führen Sie folgende Übungen durch:

$\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{M} \boxed{A} \boxed{T} \boxed{H} \boxed{\text{ENTER}}$
 $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{M} \boxed{\leftarrow} \boxed{A} \boxed{\leftarrow} \boxed{T} \boxed{\leftarrow} \boxed{H} \boxed{\text{ENTER}}$
 $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{M} \boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{A} \boxed{T} \boxed{\leftarrow} \boxed{H} \boxed{\text{ENTER}}$

Auf dem Bildschirm des Taschenrechners wird Folgendes angezeigt (links Modus Algebraic, rechts RPN-Modus):



Erstellen von Variablen

Variablen werden am einfachsten mit der Taste $\boxed{\text{STO}}$ erstellt. In den folgenden Beispielen werden die in der Tabelle unten aufgelisteten Variablen gespeichert (Drücken Sie ggf. die Taste $\boxed{\text{VAR}}$, um das Variablenmenü anzuzeigen):

Name	Inhalt	Typ
α	-0.25	reell
A12	3×10^5	reell

Q	'r/(m+r)'	algebraisch
R	[3,2,1]	Vektor
z1	3+5i	komplex
p1	$\oint \rightarrow r \cdot \pi \cdot r^2 \triangleleft$	Programm

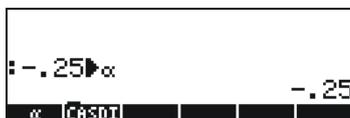
Algebraischer Modus

Um den Wert -0,25 in einer Variablen α zu speichern:

$0 \cdot 25 \pm \text{STO} \text{ ALPHA } \rightarrow \text{A}$. An dieser Stelle sieht das Display wie folgt aus:



Drücken Sie ENTER , um die Variable zu erstellen. Der Variablenname wird nun als Softmenütastenbeschriftung angezeigt, wenn Sie VAR drücken: t:



Im Folgenden werden die Tastenkombinationen zur Eingabe der restlichen Variablen dargestellt:

A12: $3 \text{ EEX } 5 \text{ STO} \text{ ALPHA } \text{A} \text{ / } 2 \text{ ENTER}$

Q: $\text{ALPHA} \leftarrow \text{R} \div \leftarrow \text{I}$

$\text{ALPHA} \leftarrow \text{M} + \text{ALPHA} \leftarrow \text{R} \rightarrow \rightarrow \text{STO} \text{ ALPHA } \text{Q} \text{ ENTER}$

R: $\leftarrow \text{I} \text{ / } 3 \rightarrow \text{ , } 2 \rightarrow \text{ , } \text{ / } \rightarrow \text{ STO} \text{ ALPHA } \text{R} \text{ ENTER}$

z1: $3 + 5 \times \leftarrow \text{I} \text{ STO} \text{ ALPHA } \leftarrow \text{Z} \text{ / } \text{ ENTER}$ (Bestätigen Sie im Fall einer entsprechenden Meldung das Wechseln in den Modus Complex).

p1: $\ll \gg \rightarrow \rightarrow \text{ALPHA} \leftarrow \text{R} \text{ ' } \leftarrow \pi \text{ } \times$

$\text{ALPHA} \leftarrow \text{R} \text{ } y^x \text{ } 2 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \text{STO} \text{ ALPHA } \leftarrow \text{P} \text{ / } \text{ ENTER}$.

An dieser Stelle sieht das Display wie folgt aus:



Sechs der sieben Variablen werden um unteren Rand des Bildschirms angezeigt: $p1$, $z1$, R , Q , $A12$, α .

RPN-Modus

(Drücken Sie MODE +/- MODE , um in den RPN-Modus zu wechseln). Drücken Sie folgende Tastenkombination, um den Wert $-0,25$ in einer Variablen α zu speichern: 0 . 2 5 +/- ENTER ' ALPHA → A ENTER . An dieser Stelle sieht das Display wie folgt aus:



Mit -0.25 auf Level 2 des Stapels und ' α ' auf Level 1 des Stapels können Sie die STO -Taste benutzen, um die Variable zu erstellen. Der Variablenname wird nun als Softmenütastenbeschriftung angezeigt, wenn Sie VAR drücken:



Zur Eingabe des Wertes 3×10^5 in die Variable $A12$ kann auch ein kürzeres Verfahren verwendet werden: Es folgt eine Methode zur Eingabe des Inhalts von Q : 3 EEX 5 ' ALPHA A / 2 ENTER STO

' ALPHA ← R ÷ ←)

ALPHA ← M + ALPHA ← R ▶ ' ALPHA Q ENTER STO

Zur Eingabe eines Wertes für R kann auch ein noch kürzeres Verfahren verwendet werden:

R: ←) 3 SPC 2 SPC / ▶ ' ALPHA R STO

Beachten Sie, dass im RPN-Modus die Elemente eines Vektors durch die Leertaste (#) und nicht durch das im algebraischen Modus verwendete Komma (,) getrennt werden.

z1: () 3 + 5 × () i () ALPHA () Z / STO
 p1: () <<> () → ALPHA () R () () π ×
 ALPHA () R y^x 2 () () () () ALPHA () P / () ENTER STO

An dieser Stelle sieht das Display wie folgt aus:



Sechs der sieben Variablen werden am unteren Rand des Bildschirms angezeigt: p1, z1, R, Q, A12, alpha.

Überprüfen des Inhalts von Variablen

Der Inhalt einer Variablen wird am einfachsten durch Drücken der Softmenütastenbeschriftung für diese Variable angezeigt. Für die oben aufgelisteten Variablen können Sie beispielsweise die folgenden Tasten drücken, um den Inhalt der Variablen anzuzeigen:

Algebraischer Modus

Drücken Sie die Tastenkombination: (VAR) (Z1) (ENTER) (R) (ENTER) (Q) (ENTER). An dieser Stelle sieht der Bildschirm wie folgt aus:



RPN-Modus

Im RPN-Modus müssen Sie nur die entsprechende Softmenütaste drücken, um den Inhalt einer numerischen oder algebraischen Variablen abzurufen. Im vorliegenden Fall können wir den Inhalt der oben erstellten Variablen z1, R, Q, A12, alpha, wie folgt anzeigen: (VAR) (Z1) (R) (Q) (A12) (alpha)

An dieser Stelle sieht das Display wie folgt aus:

```

0:
1:
2:      3+5.i
3:      [3 2 1]
4:      r
5:      m+r
6:      300000.
7:      -.25
8:
9:
10:
11:
12:
13:
14:
15:
16:
17:
18:
19:
20:
21:
22:
23:
24:
25:
26:
27:
28:
29:
30:
31:
32:
33:
34:
35:
36:
37:
38:
39:
40:
41:
42:
43:
44:
45:
46:
47:
48:
49:
50:
51:
52:
53:
54:
55:
56:
57:
58:
59:
60:
61:
62:
63:
64:
65:
66:
67:
68:
69:
70:
71:
72:
73:
74:
75:
76:
77:
78:
79:
80:
81:
82:
83:
84:
85:
86:
87:
88:
89:
90:
91:
92:
93:
94:
95:
96:
97:
98:
99:
100:
101:
102:
103:
104:
105:
106:
107:
108:
109:
110:
111:
112:
113:
114:
115:
116:
117:
118:
119:
120:
121:
122:
123:
124:
125:
126:
127:
128:
129:
130:
131:
132:
133:
134:
135:
136:
137:
138:
139:
140:
141:
142:
143:
144:
145:
146:
147:
148:
149:
150:
151:
152:
153:
154:
155:
156:
157:
158:
159:
160:
161:
162:
163:
164:
165:
166:
167:
168:
169:
170:
171:
172:
173:
174:
175:
176:
177:
178:
179:
180:
181:
182:
183:
184:
185:
186:
187:
188:
189:
190:
191:
192:
193:
194:
195:
196:
197:
198:
199:
200:
201:
202:
203:
204:
205:
206:
207:
208:
209:
210:
211:
212:
213:
214:
215:
216:
217:
218:
219:
220:
221:
222:
223:
224:
225:
226:
227:
228:
229:
230:
231:
232:
233:
234:
235:
236:
237:
238:
239:
240:
241:
242:
243:
244:
245:
246:
247:
248:
249:
250:
251:
252:
253:
254:
255:
256:
257:
258:
259:
260:
261:
262:
263:
264:
265:
266:
267:
268:
269:
270:
271:
272:
273:
274:
275:
276:
277:
278:
279:
280:
281:
282:
283:
284:
285:
286:
287:
288:
289:
290:
291:
292:
293:
294:
295:
296:
297:
298:
299:
300:
301:
302:
303:
304:
305:
306:
307:
308:
309:
310:
311:
312:
313:
314:
315:
316:
317:
318:
319:
320:
321:
322:
323:
324:
325:
326:
327:
328:
329:
330:
331:
332:
333:
334:
335:
336:
337:
338:
339:
340:
341:
342:
343:
344:
345:
346:
347:
348:
349:
350:
351:
352:
353:
354:
355:
356:
357:
358:
359:
360:
361:
362:
363:
364:
365:
366:
367:
368:
369:
370:
371:
372:
373:
374:
375:
376:
377:
378:
379:
380:
381:
382:
383:
384:
385:
386:
387:
388:
389:
390:
391:
392:
393:
394:
395:
396:
397:
398:
399:
400:
401:
402:
403:
404:
405:
406:
407:
408:
409:
410:
411:
412:
413:
414:
415:
416:
417:
418:
419:
420:
421:
422:
423:
424:
425:
426:
427:
428:
429:
430:
431:
432:
433:
434:
435:
436:
437:
438:
439:
440:
441:
442:
443:
444:
445:
446:
447:
448:
449:
450:
451:
452:
453:
454:
455:
456:
457:
458:
459:
460:
461:
462:
463:
464:
465:
466:
467:
468:
469:
470:
471:
472:
473:
474:
475:
476:
477:
478:
479:
480:
481:
482:
483:
484:
485:
486:
487:
488:
489:
490:
491:
492:
493:
494:
495:
496:
497:
498:
499:
500:
501:
502:
503:
504:
505:
506:
507:
508:
509:
510:
511:
512:
513:
514:
515:
516:
517:
518:
519:
520:
521:
522:
523:
524:
525:
526:
527:
528:
529:
530:
531:
532:
533:
534:
535:
536:
537:
538:
539:
540:
541:
542:
543:
544:
545:
546:
547:
548:
549:
550:
551:
552:
553:
554:
555:
556:
557:
558:
559:
560:
561:
562:
563:
564:
565:
566:
567:
568:
569:
570:
571:
572:
573:
574:
575:
576:
577:
578:
579:
580:
581:
582:
583:
584:
585:
586:
587:
588:
589:
590:
591:
592:
593:
594:
595:
596:
597:
598:
599:
600:
601:
602:
603:
604:
605:
606:
607:
608:
609:
610:
611:
612:
613:
614:
615:
616:
617:
618:
619:
620:
621:
622:
623:
624:
625:
626:
627:
628:
629:
630:
631:
632:
633:
634:
635:
636:
637:
638:
639:
640:
641:
642:
643:
644:
645:
646:
647:
648:
649:
650:
651:
652:
653:
654:
655:
656:
657:
658:
659:
660:
661:
662:
663:
664:
665:
666:
667:
668:
669:
670:
671:
672:
673:
674:
675:
676:
677:
678:
679:
680:
681:
682:
683:
684:
685:
686:
687:
688:
689:
690:
691:
692:
693:
694:
695:
696:
697:
698:
699:
700:
701:
702:
703:
704:
705:
706:
707:
708:
709:
710:
711:
712:
713:
714:
715:
716:
717:
718:
719:
720:
721:
722:
723:
724:
725:
726:
727:
728:
729:
730:
731:
732:
733:
734:
735:
736:
737:
738:
739:
740:
741:
742:
743:
744:
745:
746:
747:
748:
749:
750:
751:
752:
753:
754:
755:
756:
757:
758:
759:
760:
761:
762:
763:
764:
765:
766:
767:
768:
769:
770:
771:
772:
773:
774:
775:
776:
777:
778:
779:
780:
781:
782:
783:
784:
785:
786:
787:
788:
789:
790:
791:
792:
793:
794:
795:
796:
797:
798:
799:
800:
801:
802:
803:
804:
805:
806:
807:
808:
809:
810:
811:
812:
813:
814:
815:
816:
817:
818:
819:
820:
821:
822:
823:
824:
825:
826:
827:
828:
829:
830:
831:
832:
833:
834:
835:
836:
837:
838:
839:
840:
841:
842:
843:
844:
845:
846:
847:
848:
849:
850:
851:
852:
853:
854:
855:
856:
857:
858:
859:
860:
861:
862:
863:
864:
865:
866:
867:
868:
869:
870:
871:
872:
873:
874:
875:
876:
877:
878:
879:
880:
881:
882:
883:
884:
885:
886:
887:
888:
889:
890:
891:
892:
893:
894:
895:
896:
897:
898:
899:
900:
901:
902:
903:
904:
905:
906:
907:
908:
909:
910:
911:
912:
913:
914:
915:
916:
917:
918:
919:
920:
921:
922:
923:
924:
925:
926:
927:
928:
929:
930:
931:
932:
933:
934:
935:
936:
937:
938:
939:
940:
941:
942:
943:
944:
945:
946:
947:
948:
949:
950:
951:
952:
953:
954:
955:
956:
957:
958:
959:
960:
961:
962:
963:
964:
965:
966:
967:
968:
969:
970:
971:
972:
973:
974:
975:
976:
977:
978:
979:
980:
981:
982:
983:
984:
985:
986:
987:
988:
989:
990:
991:
992:
993:
994:
995:
996:
997:
998:
999:

```

Verwendung der rechten Shift-Taste \rightarrow gefolgt von der entsprechenden Funktionstaste.

Im algebraischen Modus kann der Inhalt einer Variablen durch Drücken von VAR \rightarrow und der zugehörigen Menütaste angezeigt werden. Versuchen Sie nachfolgende Beispiele:

VAR \rightarrow Z \rightarrow R \rightarrow Q \rightarrow A12 \rightarrow α

Hinweis: Im RPN-Modus brauchen Sie nicht \rightarrow zu drücken (sondern nur VAR und die zugehörige Menütaste).

Nach obiger Eingabe sieht der Bildschirm wie folgt aus (algebraischer Modus links und RPN-Modus rechts):

```

* → r 'π*r^2' *
3+5.i
[3 2 1]
r
m+r
300000.
p1 | z1 | R | Q | A12 | α

```

```

0:
1:
2:      3+5.i
3:      [3 2 1]
4:      r
5:      m+r
6:      300000.
7:      -.25
8:
9:
10:
11:
12:
13:
14:
15:
16:
17:
18:
19:
20:
21:
22:
23:
24:
25:
26:
27:
28:
29:
30:
31:
32:
33:
34:
35:
36:
37:
38:
39:
40:
41:
42:
43:
44:
45:
46:
47:
48:
49:
50:
51:
52:
53:
54:
55:
56:
57:
58:
59:
60:
61:
62:
63:
64:
65:
66:
67:
68:
69:
70:
71:
72:
73:
74:
75:
76:
77:
78:
79:
80:
81:
82:
83:
84:
85:
86:
87:
88:
89:
90:
91:
92:
93:
94:
95:
96:
97:
98:
99:

```

Beachten Sie, dass in diesem Fall der Inhalt des Programms $p1$ angezeigt wird. Um die noch verbleibenden Variablen in diesem Verzeichnis anzuzeigen, drücken Sie NXT .

Auflisten des Inhalts aller Variablen auf dem Bildschirm

Verwenden Sie die Tastenkombination \rightarrow ∇ um den Inhalt aller Variablen auf dem Bildschirm aufzulisten. Beispiel:

```

p1: * → r 'π*r^2.' *
z1: (3.,5.)
R: [3.,2.,1.]
Q: r/(m+r)
A12: 300000.
α: -.25
p1 | z1 | R | Q | A12 | α

```

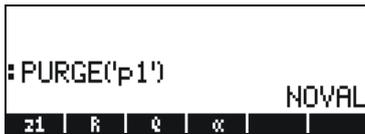
Drücken Sie die Taste ON , um zum normalen Display des Taschenrechners zurückzukehren.

Löschen von Variablen

Variablen werden am einfachsten mit der Funktion PURGE gelöscht. Auf diese Funktion wird direkt über das Menü TOOLS (TOOL) oder das Menü FILES (FILES) zugegriffen.

Verwenden der Funktion PURGE im Stack im algebraischen Modus

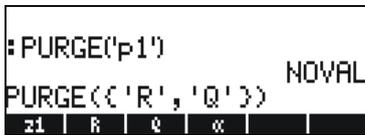
Unsere Variablenliste enthält die Variablen $p1$, $z1$, Q , R und α . Wir löschen die Variable $p1$ mit dem Befehl PURGE. Drücken Sie TOOL FILES VAR ENTER . Auf dem Bildschirm wird nun angezeigt, dass Variable $p1$ entfernt wurde:



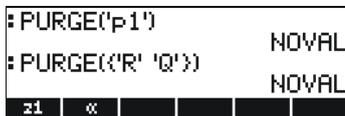
Mit dem Befehl PURGE können Sie mehrere Variablen löschen, indem Sie deren Namen in einer Liste in das Argument von PURGE einfügen. Wenn wir beispielsweise die Variablen R und Q gleichzeitig löschen möchten, können wir folgendes Verfahren verwenden. Geben Sie ein:



Auf dem Bildschirm wird nun folgender Befehl angezeigt, der ausgeführt werden kann:



Um den Löschvorgang für die Variable abzuschließen, drücken Sie . . Auf dem Bildschirm werden nun die restlichen Variablen angezeigt:



Anwenden der Funktion PURGE im Stack im RPN-Modus

Angenommen, unsere Liste enthält die Variablen $p1$, $z1$, Q , R und α . Wir verwenden den Befehl PURGE, um die Variable $p1$ zu löschen. Drücken Sie \leftarrow $\left[\text{TOOL} \right]$ $\left[\text{PURGE} \right]$ $\left[\text{ENTER} \right]$. Auf dem Bildschirm wird nun angezeigt, dass Variable $p1$ entfernt wurde.



Um zwei Variablen gleichzeitig zu löschen, z. B. die Variablen R und Q , erstellen Sie zunächst eine Liste (im RPN-Modus müssen die Elemente der Liste nicht wie im algebraischen Modus durch Kommas getrennt werden):



Drücken Sie anschließend $\left[\text{TOOL} \right]$ $\left[\text{PURGE} \right]$, um die Variablen zu löschen.

Weitere Informationen über das Bearbeiten von Variablen finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung.

Die Funktionen UNDO und CMD

Die Verwendung der Funktionen UNDO und CMD bietet sich an, wenn Sie kürzlich gelöschte Befehle wiederherstellen oder im Fall eines Fehlers eine Operation rückgängig machen möchten. Diese Funktionen sind der Taste HIST zugeordnet: UNDO wird durch die Tastenkombination $\left[\rightarrow \right]$ $\underline{\text{UNDO}}$ aufgerufen, während CMD durch die Tastenkombination $\left[\leftarrow \right]$ $\underline{\text{CMD}}$ aufgerufen wird.

CHOOSE boxes und Soft MENU

In einigen Beispielen dieses Kapitels wurden Menülisten mit Befehlen auf dem Bildschirm angezeigt. Diese Menülisten werden als *CHOOSE boxes* (Auswahlfelder) bezeichnet. Im Folgenden wird anhand eines Beispiels das Wechseln zwischen CHOOSE boxes und Soft MENU veranschaulicht.

Wenn auch nicht auf ein bestimmtes Beispiel bezogen, enthält die vorliegende Übung die beiden Optionen für Menüs im Taschenrechner (*CHOOSE boxes* und *Soft MENU*). In diesem Beispiel wenden wir den Befehl ORDER an, um die Variablen in einem Verzeichnis neu anzuordnen. Die Schritte sehen im ALG-Modus so aus:



Menüliste PROG anzeigen und MEMORY auswählen



Menüliste MEMORY anzeigen und DIRECTORY auswählen



Menüliste DIRECTORY anzeigen und ORDER auswählen



Befehl ORDER aktivieren

Eine andere Methode für den Zugriff auf diese Menüs über die Tasten von *Soft MENU* steht zur Verfügung, wenn das Systemflag 117 gesetzt ist. (Weitere Informationen über Flags finden Sie in Kapitel 2 und 24 der Bedienungsanleitung.) Um dieses Flag zu setzen, geben Sie Folgendes ein:



Auf dem Bildschirm ist Flag 117 nicht gesetzt (*CHOOSE* boxes):



Drücken Sie die Softmenütaste **CHK** um Flag 117 auf *Soft MENU* zu setzen. Auf dem Bildschirm wird diese Änderung angezeigt:



Drücken Sie die Taste **HEI** zweimal, um zum normalen Display des Taschenrechners zurückzukehren.

Nun versuchen wir, den Befehl ORDER mit einer ähnlichen Eingabe wie der oben verwendeten aufzurufen, d. h., wir beginnen mit **←** **PRG**. Beachten Sie, dass anstelle einer Menüliste Softmenütastenbeschriftungen mit den verschiedenen Optionen für das Menü PROG angezeigt werden, d. H

Drücken Sie **F2**, um das Softmenü MEMORY (**HEI**) auszuwählen. Das Display enthält nun folgende Elemente:



Drücken Sie **F5**, um das Softmenü DIRECTORY (**HEI**) auszuwählen.



Der Befehl ORDER wird auf diesem Bildschirm nicht angezeigt. Wir suchen ihn mithilfe der Taste **NXT**:



Um den Befehl ORDER zu aktivieren, drücken wir die Softmenütaste **F3** ()

Hinweis: Die meisten der Beispiele in diesem Handbuch gehen davon aus, dass Flag 117 die Standardeinstellung beinhaltet (also *nicht* gesetzt ist). Haben Sie das Flag gesetzt und wollen die Beispiele nachvollziehen, sollten Sie das Flag zuvor löschen

Weitere Informationen

Weitere Informationen über die Eingabe und Bearbeitung von Ausdrücken im Display oder im EquationWriter finden Sie in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung. Informationen über die Einstellungen des CAS-Moduls (Computer Algebraic System, algebraisches Computersystem) finden Sie im Anhang C der Bedienungsanleitung. Weitere Informationen über Flags finden Sie in Kapitel 24 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 3

Berechnungen mit reellen Zahlen

In diesem Kapitel wird die Verwendung des Taschenrechners für Operationen und Funktionen im Zusammenhang mit reellen Zahlen erläutert. Der Benutzer sollte mit der Tastatur vertraut sein, um bestimmte über die Tastatur verfügbare Funktionen erkennen zu können (z. B. SIN, COS, TAN usw.). Es wird auch vorausgesetzt, dass der Benutzer weiß, wie der Betriebsmodus des Taschenrechners geändert (Kapitel 1), Menüs verwendet und Felder ausgewählt (Kapitel 1) werden und wie mit Variablen gearbeitet wird (Kapitel 2).

Beispiele für Berechnungen mit reellen Zahlen

Um Berechnungen mit reellen Zahlen durchzuführen, sollte das CAS-Modul auf den Modus *Real* (und nicht *Complex*) gesetzt sein. Der Modus *Exact* ist der Standardmodus für die meisten Berechnungen. Deshalb sollten Sie die Berechnungen in diesem Modus beginnen.

Im Folgenden werden einige Operationen mit reellen Zahlen veranschaulicht:

- Verwenden Sie die Taste $\boxed{+/-}$, um das Vorzeichen einer Zahl zu ändern.
Beispiel für den ALG-Modus: $\boxed{+/-} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{ENTER}$
Beispiel für den RPN-Modus: $\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{+/-}$
- Verwenden Sie die Taste $\boxed{1/x}$, um den Kehrwert einer Zahl zu berechnen.
Beispiel für den ALG-Modus: $\boxed{1/x} \boxed{2} \boxed{ENTER}$.
Beispiel für den RPN-Modus: $\boxed{4} \boxed{1/x}$.
- Verwenden Sie für Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division die jeweils entsprechende Operatortaste, und zwar $\boxed{+}$ $\boxed{-}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{\div}$

Beispiele für den ALG-Modus:

$$\boxed{3} \boxed{\cdot} \boxed{7} \boxed{+} \boxed{5} \boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{ENTER}$$

$$\boxed{6} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{-} \boxed{8} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{ENTER}$$

$$\boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{\times} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{ENTER}$$

$$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{\div} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{ENTER}$$

Beispiele für den RPN-Modus:

$$\boxed{3} \boxed{\cdot} \boxed{7} \boxed{ENTER} \boxed{5} \boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{+}$$

$$\boxed{6} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{ENTER} \boxed{8} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{-}$$

$$(4) \cdot (2) \text{ ENTER } (2) \cdot (5) \times$$

$$(2) \cdot (3) \text{ ENTER } (4) \cdot (5) \div$$

Im RPN-Modus können Sie stattdessen auch die Operanden durch ein Leerzeichen (SPC) trennen, bevor Sie die Operatortaste drücken. Beispiele:

$$(3) \cdot (7) \text{ SPC } (5) \cdot (2) +$$

$$(6) \cdot (3) \text{ SPC } (8) \cdot (5) -$$

$$(4) \cdot (2) \text{ SPC } (2) \cdot (5) \times$$

$$(2) \cdot (3) \text{ SPC } (4) \cdot (5) \div$$

- Mit Klammern ($\text{⏪}()$) können Sie Operationen in Gruppen zusammenfassen oder auch Funktionsargumente einschließen. Im ALG-Modus:

$$\text{⏪}() (5) + (3) \cdot (2) \text{▶} \div \text{⏪}() (7) -$$

$$(2) \cdot (2) \text{ ENTER}$$

- Im RPN-Modus sind Klammern nicht erforderlich, die Berechnung erfolgt direkt im Stack:

$$(5) \text{ ENTER } (3) \cdot (2) + (7) \text{ ENTER } (2) \cdot (2) - \div$$

Wenn Sie im RPN-Modus den Ausdruck in einfachen Apostrophen, können Sie ihn wie im algebraischen Modus eingeben:

$$' (5) + (3) \cdot (2) \text{▶} \div$$

$$\text{⏪}() (7) - (2) \cdot (2) \text{ ENTER } \text{EVAL}$$

- Sowohl im ALG-Modus als auch im RPN-Modus kann der EquationWriter verwendet werden:

$$\text{⏩} \text{EQW} (5) + (3) \cdot (2) \text{▶} \div (7) - (2) \cdot (2)$$

- Der Ausdruck kann im EquationWriter berechnet werden, indem Sie Folgendes eingeben:

$$\text{⏴} \text{⏴} \text{⏴} \text{⏴} \text{EQW} \text{ oder } \text{⏩} \text{⏴} \text{EQW}$$

- Die Funktion für den Absolutbetrag ABS kann über $\text{⏪} \text{ABS}$ aufgerufen werden.

Beispiel für den ALG-Modus:

$$\text{⏪} \text{ABS} \text{⏴} \text{⏴} (2) \cdot (3) (2) \text{ ENTER}$$

- Beispiel für den RPN-Modus:

$$(2) \cdot (3) (2) \text{⏴} \text{⏴} \text{⏪} \text{ABS}$$

- Die Quadratfunktion SQ kann über $\text{⏪} x^2$ aufgerufen werden. Beispiel für den ALG-Modus:

$$\text{⏪} x^2 \text{⏴} \text{⏴} (2) \cdot (3) \text{ ENTER}$$

- Beispiel für den RPN-Modus:

$2 \cdot 3 \pm x^2$

Die Quadratwurzelfunktion $\sqrt{\quad}$ kann über die Taste R aufgerufen werden.

Bei Stack-Berechnungen im ALG-Modus geben Sie die Funktion vor dem Argument ein, z. B.:

$\sqrt{\quad} 1 2 3 \cdot 4 \text{ ENTER}$

- Im RPN-Modus geben Sie zuerst die Zahl und dann die Funktion ein, z. B.:

$1 2 3 \cdot 4 \sqrt{\quad}$

- Die Potenzfunktion $^{\quad}$ wird über die Taste y^x aufgerufen. Bei Stack-Berechnungen im ALG-Modus geben Sie die Basis (y) ein, drücken anschließend die Taste y^x , und geben dann den Exponenten (x) ein, z. B.:

$5 \cdot 2 y^x 1 \cdot 2 5 \text{ ENTER}$

- Im RPN-Modus geben Sie zuerst die Zahl und dann die Funktion ein, z. B.:

$5 \cdot 2 \text{ ENTER} 1 \cdot 2 5 y^x$

- Die Wurzelfunktion $XROOT(y,x)$ kann über die Tastenkombination $\text{R} \rightarrow \sqrt[\quad]{\quad}$ aufgerufen werden. Bei Stack-Berechnungen im ALG-Modus geben Sie die Funktion XROOT und anschließend die Argumente (y,x) durch Komma getrennt ein, z. B.:

$\text{R} \rightarrow \sqrt[\quad]{\quad} 3 \text{R} \rightarrow \text{ , } 2 7 \text{ ENTER}$

- Im RPN-Modus geben Sie zunächst das Argument y, dann x und anschließend den Funktionsaufruf ein, z. B.:

$2 7 \text{ ENTER} 3 \text{R} \rightarrow \sqrt[\quad]{\quad}$

Logarithmen mit der Basis 10 werden mit der Tastenkombination $\text{R} \rightarrow \text{LOG}$ (Funktion LOG) berechnet, während die Umkehrfunktion (ALOG oder Antilogarithmus) mit der Tastenkombination $\text{L} \rightarrow 10^x$ berechnet wird. Im ALG-Modus wird die Funktion vor dem Argument eingegeben:

$\text{R} \rightarrow \text{LOG} 2 \cdot 4 5 \text{ ENTER}$

$\text{L} \rightarrow 10^x \pm 2 \cdot 3 \text{ ENTER}$

Im RPN-Modus wird das Argument vor der Funktion eingegeben:

$2 \cdot 4 5 \text{R} \rightarrow \text{LOG}$

$2 \cdot 3 \pm \text{L} \rightarrow 10^x$

Verwenden von Zehnerpotenzen bei der Dateneingabe

Zehnerpotenzen, d. h. Zahlen im Format $-4,5 \times 10^2$ usw., werden mit der Taste $\boxed{\text{EEX}}$ eingegeben. Beispiel für den ALG-Modus:

$\boxed{+/-} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{EEX}} \boxed{+/-} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}}$

Oder im RPN-Modus:

$\boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{+/-} \boxed{\text{EEX}} \boxed{2} \boxed{+/-} \boxed{\text{ENTER}}$

- Natürliche Logarithmen werden mit $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}}$ (Funktion LN) berechnet, während die Exponentialfunktion (EXP) mit $\boxed{\leftarrow} \boxed{e^x}$ berechnet wird. Im ALG-Modus wird die Funktion vor dem Argument eingegeben:

$\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

$\boxed{\leftarrow} \boxed{e^x} \boxed{+/-} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{\text{ENTER}}$

- Im RPN-Modus wird das Argument vor der Funktion eingegeben:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}}$

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{+/-} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\leftarrow} \boxed{e^x}$

- Drei trigonometrische Funktionen können einfach über die Tastatur aufgerufen werden: Sinus ($\boxed{\text{SIN}}$), Cosinus ($\boxed{\text{COS}}$) und Tangens ($\boxed{\text{TAN}}$). Argumente dieser Funktionen sind Winkel in Grad, Zentesimalgrad oder im Bogenmaß. In den folgenden Beispielen werden die Winkel in Grad (DEG) angegeben:

Im ALG-Modus:

$\boxed{\text{SIN}} \boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{ENTER}}$

$\boxed{\text{COS}} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

$\boxed{\text{TAN}} \boxed{1} \boxed{3} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

- Im RPN-Modus:

$\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{SIN}}$

$\boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{COS}}$

$\boxed{1} \boxed{3} \boxed{5} \boxed{\text{TAN}}$

- Die über die Tastatur verfügbaren inversen trigonometrischen Funktionen sind Arcussinus ($\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ASIN}}$), Arcuscosinus ($\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ACOS}}$), und Arcustangens ($\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ATAN}}$). Das Ergebnis dieser Funktionen wird im gewählten Winkelmaß (DEG, RAD, GRD) ausgegeben. Einige Beispiele sind nächst gezeigt:

Im ALG-Modus:

$\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{ASIN}} \boxed{0} \boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

\leftarrow ACOS 0 . 8 5 ENTER
 \leftarrow ATAN 1 . 3 5 ENTER

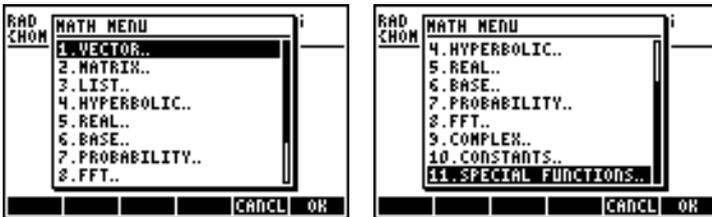
- Im RPN-Modus:

0 . 2 5 \leftarrow ASIN
 0 . 8 5 \leftarrow ACOS
 1 . 3 5 \leftarrow ATAN

Alle oben aufgeführten Funktionen, und zwar ABS, SQ, $\sqrt{\quad}$, \wedge , XROOT, LOG, ALOG, LN, EXP, SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, können mit den grundlegenden Operationen (\leftarrow + \leftarrow - \leftarrow \times \leftarrow \div) kombiniert werden, um komplexere Ausdrücke zu erstellen. Der EquationWriter, dessen Operationen in Kapitel 2 beschrieben wurden, ist für diese Ausdrücke unabhängig vom Betriebsmodus des Taschenrechners hervorragend geeignet.

Funktionen mit reellen Zahlen im Menü MTH

Das Menü MTH (\leftarrow MTH) enthält eine Reihe von mathematischen Funktionen, die zum Großteil für reelle Zahlen geeignet sind. Mit der Standardeinstellung CHOOSE Boxes für Systemflag 117 (siehe Kapitel 2) enthält das Menü MTH folgende Funktionen:



Die Funktionen sind nach Argumenttyp angeordnet (1. Vektoren, 2. Matrizen, 3. Listen, 7. Wahrscheinlichkeit, 9. komplexe Zahlen) oder nach Funktionstyp (4. hyperbolisch, 5. reell, 6. Basis, 8. schnelle Fourier-Transformationen, FFT). Das Menü enthält auch einen Eintrag für die im Taschenrechner verfügbaren mathematischen Konstanten (Eintrag 10).

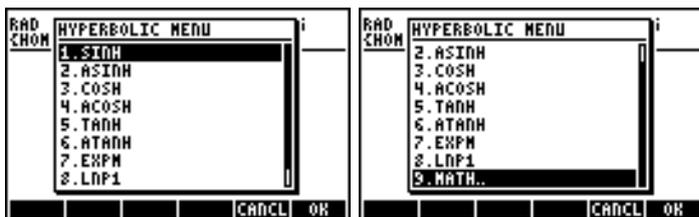
Im Allgemeinen sollten Sie die Anzahl und Anordnung der für jede Funktion erforderlichen Argumente beachten und in Erinnerung behalten, dass im ALG-Modus zunächst die Funktion und dann das Argument eingegeben wird, während im RPN-Modus erst das Argument in den Stack eingegeben und anschließend die Funktion ausgewählt wird.

Verwenden der Menus des Taschenrechners

- In diesem Abschnitt beschreiben wir ausführlich die Verwendung des Menüs 4. *HYPERBOLIC*, um die allgemeine Funktionsweise der Taschenrechnermenüs zu erläutern. Beachten Sie insbesondere die Vorgehensweise beim Auswählen unterschiedlicher Optionen.
- Um die nummerierten Optionen der Menüliste (oder des CHOOSE box) schnell auswählen zu können, drücken Sie einfach die Taste für die Nummer der gewünschten Option. Um beispielsweise im Menü MTH die Option 4. *HYPERBOLIC*.. auszuwählen, drücken Sie einfach die Taste $\boxed{4}$.

Hyperbolische Funktionen und ihre Inversen

Um das Menü für hyperbolische Funktionen aufzurufen, wählen Sie im Menü MTH die Option 4. *HYPERBOLIC*.. aus und drücken anschließend die Taste \boxed{OK} .



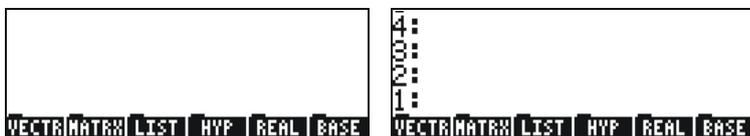
Um beispielsweise im ALG-Modus die Funktion $\tanh(2,5)$ zu berechnen, geben Sie Folgendes ein:

$\boxed{\leftarrow}$ *MTH* $\boxed{4}$ \boxed{OK} $\boxed{5}$ \boxed{OK} $\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ \boxed{ENTER}

Im RPN-Modus ist für diese Berechnung folgende Eingabe erforderlich:

$\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ \boxed{ENTER} $\boxed{\leftarrow}$ *MTH* $\boxed{4}$ \boxed{OK} $\boxed{5}$ \boxed{OK}

Die oben dargestellten Operationen setzen voraus, dass Sie die Standardeinstellung für Systemflag 117 (*CHOOSE* boxes) verwenden. Wenn Sie die Einstellung dieses Flags in *Soft MENU* (siehe Kapitel 2) geändert haben, wird das Menü MTH wie folgt angezeigt (links ALG-Modus, rechts RPN-Modus):



Wenn Sie die Taste \boxed{NXT} drücken, werden die restlichen Optionen angezeigt:



Um z. B. das Menü für die hyperbolischen Funktionen in diesem Menüformat auszuwählen, drücken Sie die Taste \boxed{HYP} , folgender Bildschirm erscheint:



Um abschließend z.B. den Tangens hyperbolicus (atanh) auszuwählen, drücken Sie einfach \boxed{ATANH} .

Anmerkung: Um weitere Optionen dieser Softmenüs anzuzeigen, drücken Sie die Taste \boxed{NXT} oder die Tastenkombination \boxed{PREV} .

Um z. B. $\tanh(2,5)$ im ALG-Modus zu berechnen, wenn statt *CHOOSE boxes* die Einstellung *Soft MENU* verwendet wird, geben Sie Folgendes ein:

\boxed{MTH} \boxed{HYP} \boxed{ATANH} $\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ \boxed{ENTER}

Denselben Wert berechnen Sie im RPN-Modus wie folgt:

$\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ \boxed{ENTER} \boxed{MTH} \boxed{HYP} \boxed{ATANH}

Überprüfen Sie zum Üben der Anwendung hyperbolischer Funktionen die folgenden Werte:

- SINH (2.5) = 6.05020... ASINH (2.0) = 1.4436...
- COSH (2.5) = 6.13228... ACOSH (2.0) = 1.3169...
- TANH (2.5) = 0.98661... ATANH (0.2) = 0.2027...
- EXPM (2.0) = 6.38905.... LN P1 (1.0) = 0.69314....

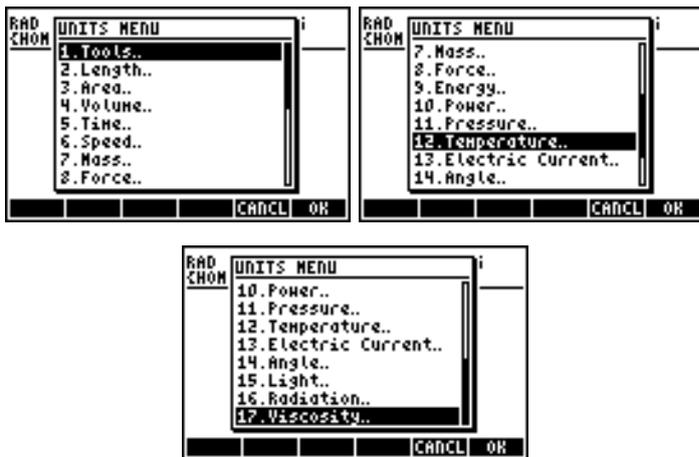
Operationen mit Einheiten

Den Zahlen des Taschenrechners können unterschiedliche Einheiten zugeordnet sein. Daher können Sie Ergebnisse mit einem konsistenten

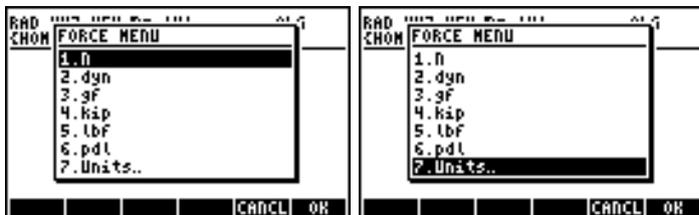
System von Einheiten berechnen und die Ergebnisse mit der entsprechenden Kombination von Einheiten ausgeben lassen.

Das Menü UNITS

Das Menü UNITS wird über die Tastenkombination \rightarrow UNITS (der Taste $\text{\textcircled{6}}$ zugeordnet) aufgerufen. Wenn das Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt ist, wird das folgende Menü angezeigt:



Option 1. Tools.. enthält Funktionen für Operationen mit Einheiten (Erläuterung weiter unten). Die Optionen 2. Length. (Länge). bis 17. Viscosity (Viskosität).. enthalten Menüs mit einer Reihe von Einheiten für jede der beschriebenen Größen. Wenn Sie beispielsweise das Menü 8. Force (Kraft).. auswählen, wird das folgende Menü für Einheiten angezeigt:



Sie werden die meisten Einheiten (einige Einheiten, z. B. Dyne, werden heute nur noch selten verwendet) aus dem Physikunterricht kennen: N = Newton, dyn = Dyne, gf = Gramm – Kraft (zur Unterscheidung von Gramm-Masse oder einfach Gramm als Einheit für Masse), kip =

Kilopound (1000 engl. Pound), *lbf* = Pound – Kraft (zur Unterscheidung von Pound – Masse), *pdl* = Poudal.

Um einer Zahl eine Einheit zuzuordnen, muss auf diese Zahl ein Unterstrich folgen. Somit wird eine Kraft von 5 N als 5_N eingegeben.

Für ausführliche Berechnungen mit Einheiten bieten die Optionen von *Soft MENU* eine komfortablere Methode zum Zuordnen von Einheiten. Ändern Sie das Systemflag 117 in *Soft MENU* (siehe Kapitel 2), und verwenden Sie die Tastenkombination $\left[\rightarrow \right] \text{UNITS}$, um folgende Menüs aufzurufen. Drücken Sie die Taste $\left[\text{NXT} \right]$, um zur nächsten Menüseite zu navigieren.



Wenn Sie die entsprechende Softmenütaste drücken, wird ein Untermenü für die Einheiten zu dieser Auswahl angezeigt. Beispielsweise sind für das Untermenü $\left[\text{AREA} \right]$ folgende Einheiten verfügbar:



Wenn Sie die Softmenütaste $\left[\text{UNITS} \right]$ drücken, kehren Sie zum Menü UNITS zurück.

Beachten Sie, dass Sie mit $\left[\rightarrow \right] \left[\downarrow \right]$ jederzeit die vollständige Liste der Menüeinträge auf dem Bildschirm anzeigen können. Beispielsweise werden für die mithilfe von $\left[\text{AREA} \right]$ aufgerufene Gruppe von Einheiten folgende Einträge aufgelistet:

```
J
erg
Kcal
cal
Btu
ft*lb
J | erg | Kcal | cal | Btu | Ft*lb
```

```
therm
MeV
eV
UNITS
therm | MeV | eV | | | UNITS
```

Anmerkung: Verwenden Sie die Taste NXT oder die Tastenkombination PREV , um in den einzelnen Menüs zu navigieren.

Verfügbare Einheiten

Eine vollständige Liste der verfügbaren Einheiten finden Sie in Kapitel 3 der Bedienungsanleitung.

Zuordnen von Einheiten zu Zahlen

Um einer Zahl eine Einheit zuzuordnen, muss auf die Zahl ein Unterstrich folgen (R — , Taste(8,5)). Somit wird eine Kraft von 5 N als 5_N eingegeben.

Dies ist die Tastenkombination, die im ALG-Modus mit Systemflag 117 auf *CHOOSE boxes* gesetzt eingegeben werden muss:

5 R — R UNITS 8 ON OFF ENTER

Anmerkung: Wenn Sie den Unterstrich auslassen, ist das Ergebnis der Ausdruck $5 * N$, wobei N einen möglichen Variablennamen, nicht aber die Einheit Newton darstellt.

Verwenden Sie folgende Eingabe, um dieselbe Größe im RPN-Modus einzugeben:

5 R UNITS 8 ON OFF

Beachten Sie dabei, dass bei aktiviertem RPN-Modus der Unterstrich automatisch eingefügt wird.

Im Folgenden wird die Eingabe von Einheiten bei ausgewählter Option *Soft MENU* im ALG- und im RPN-Modus dargestellt: Im ALG-Modus geben Sie beispielsweise die Größe 5_N wie folgt ein:

5 R — R UNITS NXT ON OFF ON OFF

Für dieselbe Größe wird im RPN-Modus folgende Eingabe verwendet:

Anmerkung: Sie können einen Ausdruck mit Einheiten eingeben, indem Sie den Unterstrich und die Einheiten mit der Taste **ALPHA** eingeben. Beispielsweise ergibt **5** **→** **—** **ALPHA** **(N)** den Eintrag **5_m**.

Vorzeichen für Einheiten

Vorzeichen für Einheiten können Sie entsprechend der folgenden Tabelle aus dem SI-System eingeben. In der ersten Spalte ist die Abkürzung des Vorzeichens aufgeführt, anschließend der Name, gefolgt vom Exponenten x im Faktor 10^x , der dem jeweiligen Vorzeichen entspricht:

Vorzeichen	Name	x	Vorzeichen	Name	x
Y	Zotta	+24	d	Dezi	-1
Z	Zetta	+21	c	Centi	-2
E	Exa	+18	m	Milli	-3
P	Peta	+15	μ	Mikro	-6
T	Tera	+12	n	Nano	-9
G	Giga	+9	p	Piko	-12
M	Mega	+6	f	Femto	-15
k,K	Kilo	+3	a	Atto	-18
h,H	Hekto	+2	z	Zepto	-21
D(*)	Deka	+1	y	Yocto	-24

(*) Im SI-System lautet dieses Vorzeichen *da* und nicht *D*. Verwenden Sie jedoch am Taschenrechner für Deka das *D*.

Um diese Vorzeichen einzugeben, tippen Sie einfach das Vorzeichen mit der Taste **ALPHA** ein. Um z. B. 123 pm (Picometer) einzugeben, verwenden Sie folgende Eingabe:

1 **2** **3** **→** **—** **ALPHA** **←** **P** **ALPHA** **←** **(M)**

Mit **UBASE** (geben Sie den Namen ein) wandeln Sie das Ergebnis in die Standardeinheit (1 m) um:

```

: 123·1_pm          123_pm
: UBASE(ANS(1))
. 0000000000123_m
CONVE|UBASE|UVAL|UFACT|UNIT|UNITS

```

Operationen mit Einheiten

Es folgen einige Rechenbeispiele im ALG-Modus. Beachten Sie, dass bei der Multiplikation und Division von Größen mit Einheiten jede Größe zusammen mit der zugehörigen Einheit eingeklammert werden muss. Um beispielsweise das Produkt 12,5 ENTER

```

: 12.5_m·5.2_yd    65_(m·yd)
CONVE|UBASE|UVAL|UFACT|UNIT|UNITS

```

Diese wird dann als 65_(m·yd) angezeigt. Zur Umwandlung in Einheiten des SI-Systems, verwenden Sie die Funktion UBASE (die Sie im Befehlskatalog über CAT finden):

```

: 12.5_m·5.2_yd    65_(m·yd)
: UBASE(ANS(1))
59.436_m2
CONVE|UBASE|UVAL|UFACT|UNIT|UNITS

```

Anmerkung: Beachten Sie, dass die Variable ANS(1) über die Tastenkombination ANS (der Taste ENTER zugeordnet) aufgerufen wird.

Um eine Division durchzuführen, z. B. 3250 mi / 50 h, geben Sie

```
(3250_mi)/(50_h)  $\text{ENTER}$ 
```

ein. Die Umwandlung in SI-Einheiten mit der Funktion UBASE ergibt Folgendes:

```

: UBASE(ANS(1))
29.0576_m/s
CONVE|UBASE|UVAL|UFACT|UNIT|UNITS

```

Die Addition und Subtraktion kann im ALG-Modus ohne Klammern durchgeführt werden, z. B. kann $5\text{ m} + 3200\text{ mm}$ einfach wie folgt eingegeben werden:

$$5_m + 3200_mm \text{ (ENTER)}$$

Kompliziertere Ausdrücke erfordern jedoch Klammern, z. B.

$$(12_mm) * (1_cm^2) / (2_s) \text{ (ENTER)}$$

Bei Stack-Berechnungen im RPN-Modus müssen die einzelnen Ausdrücke nicht in Klammern eingeschlossen werden. Beispiel:

$$12 \text{ (ENTER)} 1.5 \text{ (ENTER)} \text{ (X)}$$

$$3250 \text{ (ENTER)} 50 \text{ (ENTER)} \text{ (÷)}$$

Diese Operationen ergeben folgende Ausgabe:



Konvertierung von Einheiten

Das Menü UNITS enthält das Untermenü TOOLS, das folgende Funktionen enthält:

- CONVERT(x,y) konvertiert Einheit der Objektes x in die Einheit von y
- UBASE(x) konvertiert Einheit von Objekt x in SI-Einheiten
- UVAL(x) extrahiert den Wert von Objekt x
- UFACT(x,y) trennt eine Einheit x vom Objekt y ab
- UNIT(x,y) kombiniert den Wert von x mit der Einheit von y

Beispiele für die Funktion CONVERT sind unten dargestellt. Beispiele für die anderen Funktionen von UNIT/TOOLS finden Sie in Kapitel 3 der Bedienungsanleitung.

Um beispielsweise 33 Watt in BTUs (British Thermal Unit) umzuwandeln, können Sie einen der beiden Einträge verwenden:

$$\text{CONVERT}(33_W, 1_hp) \text{ (ENTER)}$$

$$\text{CONVERT}(33_W, 11_hp) \text{ (ENTER)}$$

Physikalische Konstanten im Taschenrechner

Die physikalischen Konstanten des Taschenrechners befinden sich in der *constants library* (Konstantenbibliothek), die mit dem Befehl CONLIB

aufgerufen wird. Um diesen Befehl zu starten, können Sie einfach $\text{[ALPHA] [ALPHA] [C] [O] [N] [L] [I] [B] [ENTER]}$ in den Stack eingeben, oder wählen Sie im Befehlskatalog den Befehl CONLIB wie folgt aus: Rufen Sie zunächst den Katalog mit $\text{[P] [CAT] [ALPHA] [C]}$ auf. Verwenden Sie dann die Nach-Unten- und Nach-Oben-Tasten [▲] [▼] , um CONLIB auszuwählen. Drücken Sie schließlich die Taste [F1] . Drücken Sie erforderlichenfalls [ENTER] . Verwenden Sie die Nach-Unten- und Nach-Oben-Tasten [▲] [▼] zur Navigation in der Konstantenliste des Taschenrechners.

Die Softmenütasten für den Bildschirm CONSTANTS LIBRARY umfassen folgende Funktionen:

- SI wenn ausgewählt, werden die Werte der Konstanten in SI-Einheiten angezeigt
- ENGL wenn ausgewählt, werden die Werte der Konstanten in traditionellen britischen Maßeinheiten angezeigt
- UNIT wenn ausgewählt, werden die Konstanten mit den zugeordneten Einheiten angezeigt
- VALUE wenn ausgewählt, werden die Konstanten ohne Einheiten angezeigt
- STK kopiert den Wert (mit oder ohne Einheiten) in den Stack
- QUIT schließt die Anzeige der Konstantenbibliothek

(*) nur aktiviert, wenn die Option VALUE ausgewählt wurde.

Der oberste Abschnitt des Bildschirms CONSTANTS LIBRARY sieht wie folgt aus, wenn die Option VALUE ausgewählt wurde (Einheiten im SI-System):

```

CONSTANTS LIBRARY
NA: 6.0221367E23_1/mol
k: 1.380658E-23_J/K
Vm: 22.4141_l/gmol
R: 8.31451_J/(gmol*K)
StdT: 273.15_K
StdP: 101.325_kPa
a: 5.67051E-8_W/(m^2...
c: 299792458._m/s
SI ENGL UNIT VALUE →STK QUIT
  
```

Um die Werte der Konstanten in traditionellen britischen Maßeinheiten anzuzeigen, drücken Sie die Option [F1] :

```

CONSTANTS LIBRARY
NA: 6.0221367E23 1/a...
k: 7.270063E-27 Btu/...
Vm: 359.0394 ft^3/lb...
R: 10.73164 psi*ft^3...
StdT: 491.67 °R
StdP: 14.6959 psi
σ: 1.71234E-9 Btu/(h...
c: 983571056 ft/s ↓
SI ENGL UNIT VALU ←STR QUIT

```

Wenn die Auswahl der Option UNITS aufgehoben wird (drücken Sie **UNIT**), werden nur die Werte angezeigt (in diesem Fall wurden traditionelle britische Maßeinheiten ausgewählt):

```

CONSTANTS LIBRARY
NA: 6.0221367E23
k: 7.270063E-27
Vm: 359.0394
R: 10.73164
StdT: 491.67
StdP: 14.6959
σ: 1.71234E-9
c: 983571056. ↓
SI ENGL UNITS VALU ←STR QUIT

```

Um den Wert von Vm in den Stack zu kopieren, wählen Sie den Variablennamen aus, und drücken Sie zunächst die Taste **STRT** und anschließend **QUIT**. Wenn sich der Taschenrechner im ALG-Modus befindet, sieht der Bildschirm wie folgt aus:

```

: CONLIB
Vm: 359.0394
CASCH HELP

```

Der Bildschirm weist einen so genannten gekennzeichneten Wert (*tagged value*) auf, Vm: 359.0394.. In diesem Fall ist Vm die Kennzeichnung (*tag*) des Ergebnisses. Bei jeder arithmetischen Operation mit dieser Zahl wird das Tag ignoriert. Geben Sie beispielsweise

```

(→) LN (2) (×) (←) ANS (ENTER)

```

ein. Sie erhalten folgendes Ergebnis:

```

: CONLIB
Vm: 359.0394
: LN(2*ANS(1))
6.57657981233
CASCH HELP

```

Für die gleiche Operation im RPN-Modus ist die folgende Eingabe erforderlich (nachdem der Wert von Vm aus der Konstantenbibliothek abgerufen wurde):

$\boxed{2} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\times} \boxed{\text{R}} \boxed{\text{LN}}$

Definieren und Verwenden von Funktionen

Benutzer können mit dem Befehl DEFINE, der über die Tastenkombination $\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{DEF}}$ aufgerufen wird (der Taste $\boxed{2}$ zugeordnet), eigene Funktionen definieren. Die Funktion muss im folgenden Format eingegeben werden:

Funktionsname(Argumente) = Ausdruck_mit_den_Argumenten

So können wir z. B. eine einfache Funktion definieren:

$$H(x) = \ln(x+1) + \exp(-x)$$

Angenommen, Sie müssen diese Funktion für eine Zahl von diskreten Werten berechnen und möchten daher nur eine einzige Taste verwenden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten, ohne für jeden einzelnen Wert den Ausdruck auf der rechten Seite einzugeben. Im folgenden Beispiel wird vorausgesetzt, dass sich der Taschenrechner im ALG-Modus befindet. Geben Sie folgende Tastenkombinationen ein:

$\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{DEF}}$ $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{H}}$ $\boxed{\leftarrow} \boxed{/}$ $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\times} \boxed{\text{R}}$ $\boxed{\text{R}}$ $\boxed{=}$
 $\boxed{\text{R}}$ $\boxed{\text{LN}}$ $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\times} \boxed{+}$ $\boxed{/}$ $\boxed{\text{R}}$ $\boxed{+}$ $\boxed{\leftarrow} \boxed{e^x}$ $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\times} \boxed{\text{ENTER}}$

Auf dem Bildschirm wird Folgendes angezeigt:

```

: DEFINE('H(x)=LN(x+1)+e-x')
NOVAL
+SKIP|SKIP+|DEL|DEL+|DEL L|INS
  
```

Drücken Sie die Taste $\boxed{\text{VAR}}$, und Sie werden feststellen, dass die Softmenütaste $\boxed{\text{MENU}}$ eine neue Variable enthält. Um den Inhalt dieser Variablen anzuzeigen, drücken Sie $\boxed{\text{R}} \boxed{\text{MENU}}$. Auf dem Bildschirm wird nun Folgendes angezeigt:

```

: DEFINE('H(x)=LN(x+1)+e-x')
NOVAL
* → x 'LN(x+1)+EXP(x)'
H | PPAR | EQN | z1 | R | MANS
  
```

Somit enthält die Variable H ein Programm, das durch folgenden Ausdruck definiert ist:

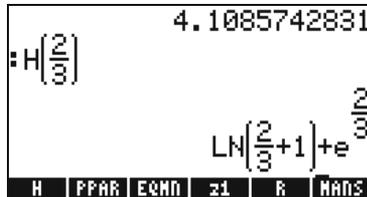
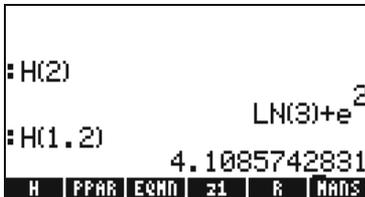
<< → x 'LN(x+1) + EXP(x)' >>

Hierbei handelt es sich um ein einfaches Programm in der Standard-Programmiersprache der Taschenrechner. Diese Programmiersprache heißt UserRPL (siehe Kapitel 20 und 21 der Bedienungsanleitung für den Taschenrechner). Das oben dargestellte Programm ist relativ einfach und besteht aus zwei Teilen, die sich zwischen den Programm-Containern << >> befinden:

- Eingabe: → x → ✕
- Verarbeitung: 'LN(x+1) + EXP(x) '

Dies wird so interpretiert: Trage einen Wert ein, der temporär dem Namen x (als lokale Variable bezeichnet) zugeordnet wird, berechne den Ausdruck zwischen den Anführungszeichen, der die lokale Variable enthält, und zeige den berechneten Ausdruck an.

Um die Funktion im ALG-Modus aufzurufen, geben Sie den Namen der Funktion ein, gefolgt vom Argument in Klammern, z. B. .  ()  . Es folgen einige Beispiele:



Im RPN-Modus müssen Sie zum Aufrufen der Funktion zunächst das Argument eingeben und dann die dem Variablennamen entsprechende Softmenütaste  drücken. Sie können z. B.   eingeben. Die anderen oben aufgeführten Beispiele können wie folgt eingegeben werden:    ,     .

Weitere Informationen

Weitere Informationen über Operationen des Taschenrechners mit reellen Zahlen finden Sie in Kapitel 3 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 4

Berechnungen mit komplexen Zahlen

Dieses Kapitel enthält Beispiele zum Rechnen mit und Anwenden von Funktionen auf komplexe Zahlen.

Definitionen

Eine komplexe Zahl z ist eine Zahl der Form $z = x + iy$, wobei x und y reelle Zahlen sind und i die durch $i^2 = -1$ definierte imaginäre Einheit ist. Die komplexe Zahl $x + iy$ hat den reellen Teil $x = \operatorname{Re}(z)$ und den imaginären Teil $y = \operatorname{Im}(z)$. Eine komplexe Zahl $z = x + iy$ wird oft zur Repräsentation eines Punktes $P(x,y)$ in der x - y -Ebene benutzt, wobei die x -Achse die reelle Achse und die y -Achse die imaginäre Achse genannt wird.

Die Form $x + iy$ einer komplexen Zahl nennt man die *rechtwinklige* Darstellung. Eine weitere Darstellung ist das geordnete Paar $z = (x,y)$. Eine komplexe Zahl kann auch in Polarkoordinaten dargestellt werden (*Polardarstellung*), und zwar in der Form $z = reiq = r \cos\theta + i r \sin\theta$, wobei

$r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ der Betrag der komplexen Zahl z ist, und $q = \operatorname{Arg}(z) = \arctan(y/x)$ das Argument der komplexen Zahl z ist.

Die Beziehung zwischen der kartesischen und polaren Darstellung einer komplexen Zahl wird durch die Euler-Formel gegeben: $eiq = \cos q + i \sin q$. Die konjugiert komplexe Zahl einer komplexen Zahl ($z = x + iy = reiq$) ist $\bar{z} = x - iy = re^{-iq}$. Die konjugiert komplexe Zahl von z kann als die Spiegelung von z an der reellen (x -)Achse betrachtet werden. Ähnlich kann der negative Wert von z , $-z = -x -iy = -reiq$, als Spiegelung von z am Ursprung betrachtet werden.

Einstellen des Modus COMPLEX am Taschenrechner

Zum Arbeiten mit komplexen Zahlen wählen Sie den CAS-Modus COMPLEX aus:



Der Modus COMPLEX ist ausgewählt, wenn auf dem Bildschirm CAS MODES die Option `_Complex` mit einem Häkchen versehen ist:



Drücken Sie zweimal , um zum Stack zurückzukehren.

Eingeben von komplexen Zahlen

Komplexe Zahlen können in einer der beiden Kartesischen Darstellungsarten in den Taschenrechner eingegeben werden, entweder mit $x+iy$ oder (x,y) . Die Ergebnisse des Taschenrechners werden als geordnete Paare dargestellt, d. h. (x,y) . Im ALG-Modus wird beispielsweise die komplexe Zahl $(3,5; -1,2)$ wie folgt eingegeben:



Eine komplexe Zahl kann aber auch als $x+iy$ eingegeben werden. Im ALG-Modus wird $3,5-1,2i$ beispielsweise wie folgt eingegeben (Modusänderungen übernehmen):



(Hinweis: um die imaginäre Einheit allein einzugeben, drücken Sie  , die I-Taste).

Nota: para entrar el número unitario imaginario solamente, teclee

 , y la tecla I.

Im RPN-Modus können diese Zahlen mit folgenden Tastenkombinationen eingegeben werden:



(Beachten Sie, dass die Taste zum Ändern des Vorzeichens nach der Zahl $1,2$ eingegeben wird, also in der umgekehrten Reihenfolge wie im Beispiel für den ALG-Modus.)

Polare Darstellung von komplexen Zahlen

Sie erhalten die polare Darstellung der oben verwendeten komplexen Zahl $3,5-1,2i$, indem Sie das Koordinatensystem von zylindrisch in polar ändern (mit der Funktion CYLIN). Sie finden diese Funktion im Katalog ( ). Sie können auch mithilfe von  das Koordinatensystem in polar ändern. Das Ändern zur polaren Koordinate mit Standarddarstellung

und zum eckigen Mas in den Einheitswinkeln, produziert das Resultat im RPN Modus:

```

4:
3:
2:
1: (3.7,∠.330297354829)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR

```

Das oben dargestellte Ergebnis weist den Betrag 3,7 und den Winkel 0,33029... auf. Das Winkelsymbol (\angle) wird vor dem Winkelmaß angezeigt.

Wechseln Sie wieder zur Darstellung in kartesischen bzw. rechtwinkligen Koordinaten, indem Sie die Funktion RECT verwenden (im Katalog \rightarrow \underline{CAT} verfügbar). In der polaren Darstellung wird eine komplexe Zahl als $z = r \cdot e^{i\theta}$ angegeben. Sie können diese komplexe Zahl als komplexes Paar der Form $(r, \angle\theta)$ in den Taschenrechner eingeben. Das Winkelsymbol (\angle) kann als $\langle \text{ALPHA} \rightarrow \langle 6$ eingegeben werden. Beispielsweise kann die komplexe Zahl $z = 5,2e^{1,5i}$ wie folgt eingegeben werden (die Abbildungen stellen den RPN Stack vor und nach Eingabe der Zahl dar):

```

4:
3:
2:
1: (3.5,1.2)
(5.2,∠1.5)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR

```

```

4:
3:
2:
1: (.367833448672,5.18)
(3.5,1.2)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR

```

Da das Koordinatensystem auf rechtwinklige (bzw. kartesische) Darstellung eingestellt ist, wandelt der Taschenrechner die eingegeben Zahl automatisch in kartesische Koordinaten um, d. h. $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$, in diesem Fall mit dem Ergebnis $(0,3678\dots, 5,18\dots)$.

Wenn andererseits das zylindrische Koordinatensystem eingestellt ist (über die Funktion CYLIN), erhalten Sie bei der Eingabe einer komplexen Zahl (x,y) , wobei x und y reelle Zahlen sind, eine polare Darstellung. Geben Sie z. B. bei der Verwendung zylindrischer Koordinaten die Zahl $(3.,2.)$ ein. In der folgenden Abbildung ist der RPN-Stack vor und nach Eingabe dieser Zahl dargestellt:

```

4:
3:
2:
1: (3.,2.∠
EDIT VIEW RCL STOP PURGE/CLEAR

```

```

4:
3:
2:
1: (3.60555127546,∠.58)
(3.,2.∠
EDIT VIEW RCL STOP PURGE/CLEAR

```

Einfache Operationen mit komplexen Zahlen

Komplexe Zahlen können mit den vier Grundrechenarten ($+$, $-$, \times , \div) kombiniert werden. Die Ergebnisse werden nach algebraischen Regeln berechnet, mit der Ausnahme, dass $i^2 = -1$ ist. Operationen mit komplexen Zahlen sind mit Operationen mit reellen Zahlen vergleichbar. Führen Sie mit dem Taschenrechner im ALG-Modus und der CAS-Einstellung *Complex* die folgenden Operationen durch:

$$\begin{aligned} (3+5i) + (6-3i) &= (9,2); \\ (5-2i) - (3+4i) &= (2,-6) \\ (3-i) \cdot (2-4i) &= (2,-14); \\ (5-2i)/(3+4i) &= (0.28,-1.04) \\ 1/(3+4i) &= (0.12, -0.16); \\ -(5-3i) &= -5 + 3i \end{aligned}$$

Die CMPLX-Menüs

Im Taschenrechner stehen zwei CMPLX-Menüs (CoMPLeXe Zahlen) zur Verfügung. Ein Menü kann über das Menü MTH (in Kapitel 3 vorgestellt) und das andere direkt über die Tastatur (\rightarrow CMPLX) aufgerufen werden. Im Folgenden werden die beiden CMPLX-Menüs vor vorgestellt.

Menü CMPLX über das Menü MTH

Wenn das Systemflag 117 auf **CHOOSE boxes** (siehe Kapitel 2) gesetzt ist, wird das Untermenü CMPLX im Menü MTH wie folgt aufgerufen: \leftarrow MTH \leftarrow 9 \leftarrow . Folgende Funktionen sind verfügbar:



Der erste Abschnitt des Menüs (Optionen 1 bis 6) weist folgende Funktionen auf:

- RE(z) Realteil einer komplexen Zahl
- M(z) Imaginärteil einer komplexen Zahl

$C \rightarrow R(z)$	teilt eine komplexe Zahl in ihre reellen und imaginären Komponenten auf
$R \rightarrow C(x,y)$	Bildet die komplexe Zahl (x,y) aus den reellen Zahlen x und y
$ABS(z)$	Berechnet den Betrag einer komplexen Zahl.
$ARG(z)$	Berechnet das Argument einer komplexen Zahl.
$SIGN(z)$	Berechnet eine komplexe Zahl mit Einheitsbetrag als $z/ z $.
$NEG(z)$	Ändert das Vorzeichen von z
$CONJ(z)$	Erzeugt die konjugiert komplexe Zahl von z

Im Folgenden finden Sie Anwendungsbeispiele dieser Funktionen mit RECT-Koordinaten. Beachten Sie, dass im ALG-Modus das Argument der Funktion vorangestellt werden muss, während im RPN-Modus erst das Argument eingegeben und dann die Funktion ausgewählt wird. Beachten Sie auch, dass Sie diese Funktionen über die Softmenütasten aufrufen können, indem Sie die Einstellung des Systemflags 117 ändern (siehe Kapitel 2).

```

:RE(3.-2.i)
:IM(3.-2.i)      3.
:C→R(3.+5.i)    -2.
                  (3. 5.)
RE | IM | C→R | R→C | ABS | ARG

```

```

:R→C(5.,2.)      (3. 5.)
:|3.+5.i         (5., 2.)
:ARG(3.+5.i)    5.83095189485
                  1.03037682652
RE | IM | C→R | R→C | ABS | ARG

```

```

:SIGN(-2.+3.i)   1.03037682652
:--(-2.+3.i)    (-.554700196225, .83205)
:CONJ(-2.+3.i)  (2., -3.)
                  (-2., -3.)
SIGN | NEG | CONJ | MTH

```

Menü CMPLX auf der Tastatur

Ein zweites Menü CMPLX kann über die Tastatur aufgerufen werden, indem Sie die Nach-Rechts-Taste zusammen mit der Taste \boxed{I} verwenden, also $\boxed{\rightarrow} \boxed{CMPLX}$. Wenn das Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt ist, wird das Menü CMPLX wie folgt angezeigt:



Dieses Menü enthält einige bereits im vorangegangenen Abschnitt vorgestellte Funktionen, und zwar ARG, ABS, CONJ, IM, NEG, RE und SIGN. Weiterhin enthält es auch die Funktion i , die der Tastenkombination \leftarrow i entspricht.

Auf komplexe Zahlen angewendete Funktionen

Viele Tastaturfunktionen und Funktionen des Menüs MTH, die in Kapitel 3 für reelle Zahlen definiert wurden (z. B. SQ, LN, e^x , usw.) können auch auf komplexe Zahlen angewendet werden. Das Ergebnis ist eine weitere komplexe Zahl, wie in den folgenden Beispielen dargestellt.

```
:SQ(3.+4.i)
(-7.,24.)
:√3.+4.i
(2.,1.)
:ALOG(2,-i)
(-66.820151019,-74.390)
CASIO
```

```
:LOG(5.+3.i)
(.765739458521,.234701)
:5.-4.i
:e
(-97.0093146996,112.31)
:LN(5.-6.i)
(2.05543693209,-.87605)
CASIO
```

```
:SIN(4.-3.i)
(-7.61923172032,6.5481)
:COS(-5.+7.i)
(155.536808519,-525.79)
:TAN(8.+3.i)
(-1.43408158162E-3,1.0)
CASIO
```

```
:ASIN(7.+8.i)
(.71663915401,3.057141)
:ACOS(8.+3.i)
(.361040042712,-2.8357)
:ATAN(-1.+2.i)
(-1.33897252229,.40235)
CASIO
```

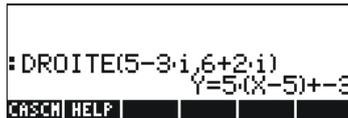
```
:SINH(4.-6.i)
(26.2029676178,7.63034)
:COSH(1.-i)
(.833730025131,-.98889)
:TANH(-1.+i)
(-1.08392332734,.27175)
SINH ASINH COSH ACOSH TANH ATANH
```

```
:ASINH(7.-9.i)
(3.12644592412,-.90788)
:ACOSH(3.i)
(1.81844645923,1.57079)
:ATANH(1.-6.i)
(2.63401289145E-2,-1.4)
SINH ASINH COSH ACOSH TANH ATANH
```

Anmerkung: Wenn Sie trigonometrische Funktionen und deren Inverse mit komplexen Zahlen verwenden, sind die Argumente keine Winkel mehr. Deshalb hat das für den Taschenrechner ausgewählte Winkelmaß bei der Berechnung dieser Funktionen mit komplexen Argumenten keine Auswirkung.

Funktion DROITE: Gleichung einer Geraden

Die Funktion DROITE akzeptiert als Argument zwei komplexe Zahlen, z. B. x_1+iy_1 und x_2+iy_2 , und gibt die Gleichung einer Geraden zurück, z. B. $y = a+bx$, die die Punkte (x_1,y_1) und (x_2,y_2) enthält. Beispielsweise kann die Linie zwischen den Punkten A(5,-3) und B(6,2) wie folgt ermittelt werden (Beispiel im algebraischen Modus):



```
:DROITE(5-3i,6+2i)
Y=5*(X-5)+-3
CASCH HELP
```

Die Funktion DROITE wird über den Befehlskatalog (\square CAT) aufgerufen. Wenn der Taschenrechner im Modus APPROX ist, lautet das Ergebnis $Y = 5 \cdot (X - 5) - 3$.

Weitere Informationen

Weitere Informationen über Operationen mit komplexen Zahlen finden Sie in Kapitel 4 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 5

Algebraische und arithmetische Operationen

Ein algebraisches Objekt, oder einfach, Algebraik, kann jede Zahl, Variable oder jeder algebraische Ausdruck sein, der nach den Regeln der Algebra berechnet, manipuliert oder kombiniert werden kann. Beispiele von algebraischen Objekten sind:

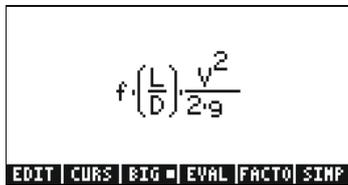
- Eine Zahl: 12,3, 15,2_m, 'π', 'e', 'i'
- Der Name einer Variablen: 'a', 'ux', 'width', usw.
- Ein Ausdruck: 'p*D^2/4','f*(L/D)*(V^2/(2*g))',
- Eine Gleichung: 'p*V = n*R*T', 'Q=(Cu/n)*A(y)*R(y)^(2/3)'

Eingabe von algebraischen Objekten

Algebraische Objekte können mit Hilfe von einfachen Anführungszeichen (') direkt in den Stack, Ebene 1 oder über den EquationWriter [EQW] eingegeben werden. Hier ein Beispiel wie Sie das algebraische Objekt 'π*D^2/4' direkt in den Stack, Ebene 1 eingeben können:



Ein algebraisches Objekt kann auch mit dem EquationWriter erzeugt und dann in den Stack verschoben oder im EquationWriter selbst berechnet werden. Die Handhabung des EquationWriters wurde in Kapitel 2 beschrieben. Als Übung erstellen Sie folgendes algebraisches Objekt im EquationWriter:



Nachdem Sie das Objekt erzeugt haben, drücken Sie **ENTER** um dieses im Stack anzuzeigen (nachfolgend im ALG und RPN Modus dargestellt)



Einfache Operationen mit algebraischen Objekten

Algebraische Objekte können, genau wie jede reelle oder komplexe Zahl addiert, subtrahiert, multipliziert, dividiert (ausgenommen durch Null), potenziert und als Argumente für eine Reihe von Standardfunktionen (exponential, logarithmisch, trigonometrisch, hyperbolisch usw.) verwendet werden. Um die Grundoperationen mit algebraischen Objekten zu veranschaulichen, erstellen wir einige Objekte, sagen wir $\pi \cdot R^2$ und $g \cdot t^2 / 4$ und speichern diese in den Variablen A1 und A2 (siehe Kapitel 2, zum Erstellen von Variablen und Speichern von Werten in denselben). Nachfolgend die Tastenfolge um die Variable A1 im ALG-Modus zu speichern:

π \times ALPHA (R) y^x 2 STO ALPHA (A) / ENTER

Das Resultat sieht dann so aus:



Die Tastenfolge für den RPN-Modus sieht so aus:

π ALPHA (R) ENTER 2 y^x \times ALPHA (A) / STO

Nachdem Sie nun die Variable A2 gespeichert und die Taste gedrückt haben, erscheinen die Variablen in der Anzeige wie folgt:



Im ALG-Modus zeigen die folgenden Tastenkombinationen eine Anzahl von Operationen mit den algebraischen Objekten, die in den Variablen \square und \square enthalten sind (drücken Sie \square , um zum Variablen-Menü zurückzukehren)

\square + \square ENTER \square - \square ENTER

$$:A1+A2 \quad \frac{4R^2 \cdot \pi + t^2 \cdot g}{4}$$

$\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\times \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\text{ENTER} \right]$

$$:A1-A2 \quad \frac{4R^2 \cdot \pi + t^2 \cdot g}{4}$$

$\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[- \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\text{ENTER} \right]$

$$:A1 \cdot A2 \quad \frac{4R^2 \cdot \pi - t^2 \cdot g}{4}$$

$$\frac{t^2 \cdot g \cdot R^2 \cdot \pi}{4}$$

$\left[\rightarrow \right]$ $\left[\text{LN} \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$

$$: \frac{A1}{A2} \quad \frac{4R^2 \cdot \pi}{t^2 \cdot g}$$

$\left[\leftarrow \right]$ e^x $\left[\frac{\square}{\square} \right]$

$$: \text{LN}(A1) \quad \frac{4R^2 \cdot \pi}{t^2 \cdot g}$$

$$\text{LN}(R^2 \cdot \pi)$$

$$: e^{A2} \quad \text{LN}(R^2 \cdot \pi)$$

$$\frac{t^2 \cdot g}{4}$$

Zum gleichen Ergebnis kommen Sie, wenn Sie im RPN-Modus die nachstehenden Tastensequenzen verwenden:

$\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[+ \right]$ $\left[\text{EVAL} \right]$
 $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\times \right]$ $\left[\text{EVAL} \right]$
 $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\rightarrow \right]$ $\left[\text{LN} \right]$ $\left[\text{EVAL} \right]$

$\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[- \right]$ $\left[\text{EVAL} \right]$
 $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\div \right]$ $\left[\text{EVAL} \right]$
 $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\leftarrow \right]$ e^x $\left[\text{EVAL} \right]$

Funktionen im Menü ALG

Das Menü ALG (algebraisch) erreicht man über die Tastensequenz $\left[\rightarrow \right]$ $\left[\text{ALG} \right]$ (der Taste $\left[4 \right]$ zugeordnet). Mit dem Systemflag 117 auf *CHOOSE* boxes gesetzt, zeigt das Menü ALG folgende Funktionen an:



Wir wollen hier keine Beschreibung jeder einzelnen Funktion auflisten, sondern empfehlen dem Anwender, sich diese mit der Hilfefunktion des Rechners selbst anzeigen zu lassen: **TOOL** **NXT** **HELP** **ENTER**. Um eine bestimmte Funktion auszuwählen, geben Sie den ersten Buchstaben der Funktion ein. Geben Sie beispielsweise für die Funktion COLLECT, **ALPHA** **C** ein und verwenden Sie anschließend die Pfeiltasten **▲** **▼**, um COLLECT im Hilfefenster zu lokalisieren.

Um den Vorgang abzuschließen, drücken Sie auf **EXIT**. Nachfolgend die Hilfeansicht für die Funktion COLLECT:

```
COLLECT:
Recursive factoriza-
tion of a polynomial
over integers
COLLECT(X^2-4)
(X+2)*(X-2)
See: EXPAND FACTOR
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

Am unteren Rand der Anzeige bemerken wir nun die Zeile „See: EXPAND FACTOR“, welche uns auf andere Hilfe-Einträge zu den Funktionen EXPAND und FACTOR hinweist. Um direkt zu diesen Einträgen zu gelangen, drücken Sie die Funktionstaste **EXP** für EXPAND und **FACT** für FACTOR. Wenn Sie z.B. **EXP** drücken, erhalten Sie folgende Informationen zu EXPAND, drücken Sie auf **FACT** erhalten Sie Informationen zur Funktion FACTOR:

```
EXPAND:
Expands and simplifies
an algebraic expr.
EXPAND((X+2)*(X-2))
X^2-4
See: COLLECT SIMPLIFY
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

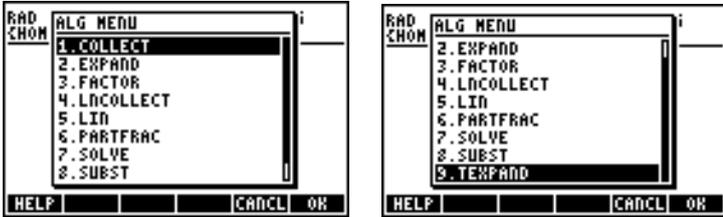
```
FACTOR:
Factorizes an integer
or a polynomial
FACTOR(X^2-2)
(X+√2)(X-√2)
See: EXPAND COLLECT
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

Kopieren Sie die bereitgestellten Beispiele, durch Drücken der Taste **ENT** in den Stack. Um z.B. das Beispiel für den obigen Eintrag zu EXPAND in den Stack zu kopieren, drücken Sie die Funktionstaste **ENT** (drücken Sie **ENTER**), um den Befehl auszuführen):

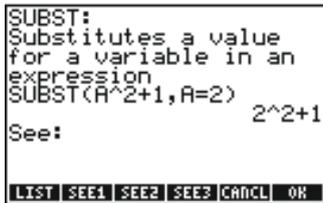
```
:HELP
:EXPAND((X+2)*(X-2))
X^2-4
CASCH HELP
```

```
:HELP
:FACTOR(X^2-2)
(X+√2)(X-√2)
CASCH HELP
```

Nun, überlassen wir es dem Benutzer die Anwendung dieser Funktionen im ALG Menü selbst zu ergründen. Dies ist eine Liste der Befehle:



Für die Funktion SUBST, z.B. finden wir den folgenden CAS Hilfeeintrag:



Anmerkung: Merken Sie sich: im RPN-Modus, muss das jeweilige Argument der Funktion vorangestellt werden, erst dann wird die Funktion selbst ausgewählt. Beispielsweise müssen Sie für TEXPAND im RPN-Modus wie folgt vorgehen:



Wählen Sie an dieser Stelle die Funktion TEXPAND aus dem Menü ALG (oder direkt aus dem Katalog \rightarrow CAT), um die Operation abzuschließen.

Operationen mit transzendenten Funktionen

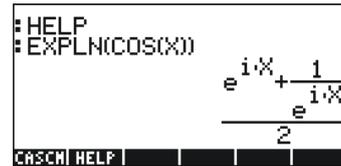
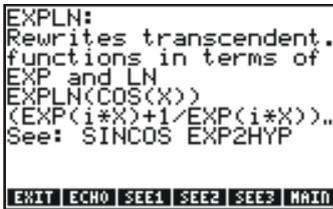
Der Rechner bietet eine Anzahl von Funktionen, welche Ausdrücke, die logarithmische oder Exponentialfunktionen (\leftarrow EXP&LN), aber auch trigonometrische Funktionen (\rightarrow TRIG) enthalten, ersetzen können.

Erweitern und faktorisieren mit Hilfe der log-exp Funktionen

Mit \leftarrow EXP&LN erhalten Sie nachfolgendes Menü:



Informationen und Beispiele zu diesen Befehlen erhalten Sie über die Hilfe des Rechners. Als Beispiel wird die Beschreibung EXPLN auf der linken Seite und das Beispiel dazu aus dem Hilfeeintrag auf der rechten Seite angezeigt:



Erweitern und faktorisieren anhand trigonometrischer Funktionen

Das Menü TRIG wird über die Tastenkombination \rightarrow TRIG aufgerufen und enthält folgende Funktionen:



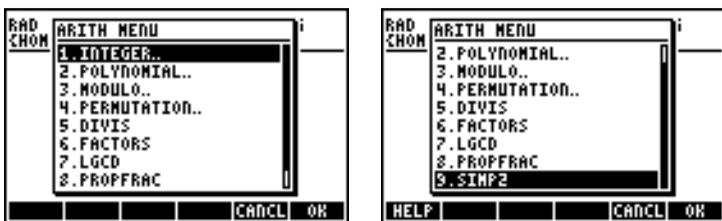
Mit Hilfe dieser Funktionen können Ausdrücke, durch Austauschen einer bestimmten trigonometrischen Kategorie mit einer anderen, vereinfacht

werden. So z.B. erlaubt die Funktion ACOS2S das Ersetzen der Funktion *Arcuscosinus* ($\text{acos}(x)$) ,indem sie mithilfe des *Arcussinus* ($\text{asin}(x)$) in anderer Form dargestellt wird.

Beschreibungen dieser Befehle und Beispiele, sowie Beispiele zu deren Anwendung finden Sie über die Hilfefunktion des Rechners (TOOL NXT HELP). Der Anwender wird dazu aufgefordert diese Hilfe nach Informationen zu den Befehlen im Menü TRIG zu durchsuchen.

Funktionen im Menü ARITHMETIC

Das ARITHMETIC-Menü wird über die Tastenkombination \leftarrow ARITH (der Taste I) zugeordnet) gestartet. Ist das Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt, erscheint über \leftarrow ARITH das nachfolgende Menü:



Die Optionen 5 bis 9 (*DIVIS*, *FACTORS*, *LGCD*, *PROPFRAC*, *SIMP2*) aus dieser Liste, entsprechen den allgemeinen Funktionen für Ganzzahlen und Polynome. Die verbliebenen Optionen (1. *INTEGER*, 2. *POLYNOMIAL*, 3. *MODULO*, und 4. *PERMUTATION*) sind eigentlich Untermenüs mit Funktionen, welche bestimmten mathematischen Objekten zugeordnet sind. Wenn das Systemflag 117 auf *SOFT menus* steht, erscheint im ARITHMETIC-Menü (\leftarrow ARITH) folgende Anzeige:



Nachfolgend sind die Hilfe-Einträge für die Funktionen *FACTORS* und *SIMP2* im ARITHMETIC Menü dargestellt (TOOL NXT HELP):

FACTORS:

SIMP2:

```
FACTORS:
Returns irreducible
factors of an integer
or a polynomial
FACTORS(X^2-1)
      ( X+1 1. X-1 1. )
See: FACTOR
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

```
SIMP2:
Simplifies 2 objects
by dividing them by
their GCD
SIMP2(X^3-1,X^2-1)
      (X^2+X+1,X+1)
See:
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

Die den Untermenüs von ARITHMETIC zugeordneten Funktionen INTEGER, POLYNOMIAL, MODULO und PERMUTATION werden in Kapitel 5 der Bedienungsanleitung detailliert vorgestellt. Die folgenden Abschnitte enthalten einige Anwendungen für Polynome und Brüche.

Polynome

Polynome sind algebraische Ausdrücke, die aus einem oder mehreren Gliedern in abfallender Höhe der Potenz einer gegebenen Variablen bestehen. So z.B. ist 'X^3+2*X^2-3*X+2' ein Polynom dritten Grades in X, während 'SIN(X)^2-2' ein Polynom zweiten Grades in SIN(X) darstellt. Die bereits dargestellten Funktionen COLLECT und EXPAND können für Polynome verwendet werden. Weitere Anwendungen von Polynomfunkt

Funktion HORNER

Die Funktion HORNER (\leftarrow ARITH , POLYNOMIAL, HORNER) erzeugt die Horner oder synthetische Division eines Polynoms P(X) mit dem Faktor (X-a), d.h. HORNER(P(X),a) = {Q(X), a, P(a)} wobei P(X) = Q(X)(X-a)+P(a) ist. So zum Beispiel:

$$\text{HORNER}('X^3+2*X^2-3*X+1',2) = \{X^2+4*X+5 \quad 2 \quad 11\}$$

d. h., $X^3+2X^2-3X+1 = (X^2+4X+5)(X-2)+11$. Auch,

$$\text{HORNER}('X^6-1',-5) =$$

$$\{X^5-5*X^4+25*X^3-125*X^2+625*X-3125 \quad -5 \quad 15624\}$$

d.h., $X^6-1 = (X^5-5*X^4+25X^3-125X^2+625X-3125)(X+5)+15624$.

Variable VX

Für die meisten der oben dargestellten Beispielpolynome wurde die Variable X verwendet. Der Grund hierfür ist, dass im Verzeichnis {HOME CASDIR} des Taschenrechners eine Variable VX vorhanden ist, die standardmäßig den Wert von 'X' annimmt. Dies ist der bevorzugte Name für die unabhängige Variable in algebraischen und Analysis

Anwendungen. Vermeiden Sie in Ihren Programmen oder Gleichungen eine Variable VX zu benennen, um diese nicht mit der CAS Variablen VX zu verwechseln. Zusätzliche Informationen zur CAS Variablen finden Sie in Anhang C der Bedienungsanleitung.

Funktion PCOEF

Haben Sie ein Array, welches die Nullstellen eines Polynoms enthält, erzeugt die Funktion PCOEF ein Array mit den Koeffizienten des entsprechenden Polynoms. Die Koeffizienten entsprechen der abfallenden Reihenfolge der unabhängigen Variablen. So zum Beispiel:

$$\text{PCOEF}([-2, -1, 0, 1, 1, 2]) = [1. -1. -5. 5. 4. -4. 0.],$$

welches das Polynom $X^6 - X^5 - 5X^4 + 5X^3 + 4X^2 - 4X$ darstellt.

Funktion PROOT

Bei einem Array, das die Koeffizienten eines Polynoms in abfallender Reihenfolge enthält, stellt die Funktion PROOT die Nullstellen dieses Polynoms bereit. Beispiel, aus dem Polynom $X^2 + 5X + 6 = 0$ erhalten Sie über $\text{PROOT}([1, -5, 6]) = [2. 3.]$.

Funktionen QUOT und REMAINDER

Die Funktionen QUOT und REMAINDER stellen, den Quotienten $Q(X)$ bzw. den Rest $R(X)$ bereit, der sich aus der Division der Polynome $P_1(X)$ und $P_2(X)$ ergibt. Mit anderen Worten erhalten Sie die Werte $Q(X)$ und $R(X)$ aus $P_1(X)/P_2(X) = Q(X) + R(X)/P_2(X)$ So zum Beispiel:

$$\text{QUOT}('X^3-2*X+2', 'X-1') = 'X^2+X-1'$$

$$\text{REMAINDER}('X^3-2*X+2', 'X-1') = 1.$$

So können wir schreiben: $(X^3-2X+2)/(X-1) = X^2+X-1 + 1/(X-1)$.

Anmerkung: Das letzte Ergebnis können Sie auch durch die Funktion PARTFRAC erhalten:

$$\text{PARTFRAC}('X^3-2*X+2)/(X-1') = 'X^2+X-1 + 1/(X-1)'$$

Funktion PEVAL

Die Funktion PEVAL (EVALuation (Auswertung) eines Polynoms) wird dazu verwendet ein Polynom auszuwerten,

$$p(x) = a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \dots + a_2 \cdot x^2 + a_1 \cdot x + a_0,$$

wobei das Array der Koeffizienten $[a_n, a_{n-1}, \dots, a_2, a_1, a_0]$ und ein Wert x_0 gegeben sein müssen. Das Ergebnis ist die Auswertung $p(x_0)$. Die Funktion PEVAL steht im Menü ARITHMETIC nicht zur Verfügung. Verwenden Sie stattdessen das Menü CALC/DERIV&INTEG. Beispiel: $PEVAL([1,5,6,1],5) = 281$.

Zusätzliche Anwendungen von Polynom Funktionen finden Sie in Kapitel 5 der Bedienungsanleitung.

Brüche

Brüche können mit den Funktionen EXPAND und FACTOR aus dem ALG Menü (\rightarrow ALG), erweitert bzw. faktorisiert werden. So zum Beispiel:

$$EXPAND(' (1+X)^3 / ((X-1)*(X+3)) ') = '(X^3+3*X^2+3*X+1) / (X^2+2*X-3)'$$

$$EXPAND('(X^2)*(X+Y) / (2*X-X^2)^2') = '(X+Y) / (X^2-4*X+4)'$$

$$FACTOR('(3*X^3-2*X^2) / (X^2-5*X+6)') = 'X^2*(3*X-2) / ((X-2)*(X-3))'$$

$$FACTOR('(X^3-9*X) / (X^2-5*X+6)') = 'X*(X+3) / (X-2)'$$

Funktion SIMP2

Die Funktion SIMP2 (im ARITHMETIC-Menü) benötigt als Argumente zwei Zahlen eines Polynoms, die den Zähler und den Nenner eines rationalen Bruches darstellen und gibt den vereinfachten Zähler und Nenner zurück. Zum Beispiel:

$$SIMP2('X^3-1','X^2-4*X+3') = \{ 'X^2+X+1', 'X-3' \}$$

Funktion PROPFRAC

Die Funktion PROPFRAC wandelt einen rationalen in einen echten Bruch um, d.h. zieht den ganzzahligen Anteil aus dem Bruch, falls eine derartige Zerlegung möglich ist. Zum Beispiel:

$$PROPFRAC('5/4') = '1+1/4'$$

$$PROPFRAC('(x^2+1)/x^2') = '1+1/x^2'$$

Funktion PARTFRAC

Die Funktion PARTFRAC zerlegt einen rationalen Bruch in Teilbrüche, die zusammen den ursprünglichen Bruch bilden. Zum Beispiel:

$$PARTFRAC('(2*X^6-14*X^5+29*X^4-37*X^3+41*X^2-16*X+5) / (X^5-7*X^4+11*X^3-7*X^2+10*X)') =$$

$$'2 * X + (1/2 / (X-2) + 5 / (X-5) + 1/2 / X + X / (X^2 + 1))'$$

Funktion FCOEF

Mit Hilfe der Funktion FCOEF, die über das Menü ARITHMETIC / POLYNOMIAL aufgerufen werden kann, erhält man einen rationalen Bruch, wenn dessen Nullstellen/Wurzeln und Polstellen bekannt sind.

Anmerkung: Angenommen wir haben den rationalen Bruch $F(X) = N(X)/D(X)$, dann werden die Nullstellen des Bruches über die Gleichung $N(X) = 0$ und die Polstellen über die Gleichung $D(X) = 0$ errechnet.

Die Eingabe für die Funktion ist ein Vektor der die Nullstellen, gefolgt von deren Vielfachheit (d.h. wie oft kommt eine Nullstelle vor) und die Polstellen gefolgt von deren Vielfachheit als negative Zahl. Wenn wir z.B. einen Bruch mit den Nullstellen 2, Vielfachheit 1, 0 Vielfachheit 3, und -5 mit Vielfachheit 2, sowie den Polstellen 1, Vielfachheit 2, und -3, Vielfachheit 5, erzeugen wollen, verwenden wir:

$$\text{FCOEF}([2, 1, 0, 3, -5, 2, 1, -2, -3, -5]) = '(X-5)^2 * X^3 * (X-2) / (X+3)^5 * (X-1)^2'$$

Wenn Sie **◻** **◀** **ANS** **ENTER** (oder einfach **◻** im RPN-Modell) drücken, wird Folgendes angezeigt:

$$'(X^6 + 8 * X^5 + 5 * X^4 - 50 * X^3) / (X^7 + 13 * X^6 + 61 * X^5 + 105 * X^4 - 45 * X^3 - 297 * X^2 - 81 * X + 243)'$$

Funktion FROOTS

Mit der Funktion FROOTS im Menü ARITHMETIC/POLYNOMIAL erhalten Sie beispielsweise die Null- und Polstellen eines Bruches. Wenn Sie beispielsweise die Funktion FROOTS auf das oben erzielte Ergebnis anwenden, erhalten Sie: [1 -2. -3 -5. 0 3. 2 1. -5 2.]. Das Ergebnis zeigt Pole gefolgt von deren Vielfachheit als negative Zahl und Nullstellen gefolgt von deren Vielfachheit als positive Zahl. In diesem Fall sind das die Pole (1, -3) mit zugehöriger Vielfachheit (2,5) und die Nullstellen (0, 2, -5) mit zugehöriger Vielfachheit (3, 1, 2).

Ein weiteres Beispiel: $\text{FROOTS}((X^2 - 5 * X + 6) / (X^5 - X^2)) = [0 -2. 1 -1. 3 1. 2 1.]$, d. h. Polstellen = 0 (2), 1(1) und Nullstellen = 3(1), 2(1). Wenn der Modus Complex ausgewählt wurde, lautet das Ergebnis:

$$[0 -2. 1 -1. - ((1+i*\sqrt{3})/2) -1. - ((1-i*\sqrt{3})/2) -1. 3 1. 2 1.]$$

Step-by-Step Operationen mit Polynomen und Brüchen

Stellen Sie den CAS-Modus auf Step/step, zeigt der Rechner die Vereinfachungen von Brüchen oder Polynomoperationen schrittweise an. Dies ist sehr nützlich, um die Schritte einer Horner-Division zu sehen. Eine genaue Beschreibung einer derartigen Division

$$\frac{X^3 - 5X^2 + 3X - 2}{X - 2}$$

wird in Anhang C der Bedienungsanleitung aufgezeigt. Im folgenden Beispiel wird eine umfangreichere Polynomdivision veranschaulicht (DIV2 kann über das Menü ARITH/POLYNOMIAL aufgerufen werden):

$$\frac{X^9 - 1}{X^2 - 1}$$

```

DIV2(X^9-1,X^2-1)
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1}
R: {0,1,0,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0}
R: {1,0,0,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1}
R: {0,1,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0}
R: {1,0,0,-1}
Press a key to go on
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1}
R: {0,1,-1}
Press a key to go on
-----

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1}
R: {0,1,-1}
Press a key to go on
ABCDEF|GHIJK|LMNOP|QRS|TUV|WXYZ|

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0}
R: {1,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCDEF|GHIJK|LMNOP|QRS|TUV|WXYZ|

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1,0}
R: {1,-1}
Press a key to go on
ABCDEF|GHIJK|LMNOP|QRS|TUV|WXYZ|

```

```

:DIV2(X^9-1,X^2-1)
{Q:(X^7+X^5+X^3+X) R:(X-1)}
ABCDEF|GHIJK|LMNOP|QRS|TUV|WXYZ|

```

Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen, Definitionen und Beispiele von algebraischen und arithmetischen Operationen finden Sie in Kapitel 5 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 6

Lösung für Gleichungen

Der Taste $\boxed{7}$ sind zwei Gleichungs-Lösungs-Menüs zugeordnet, der symbolische SOLVer (Löser) ($\boxed{\leftarrow} S.SLV$) und der NUMerische SolVer (Löser) ($\boxed{\rightarrow} NUM.SLV$). Nachfolgend werden einige Funktionen aus diesen Menüs beschrieben.

Symbolische Lösung algebraischer Gleichungen

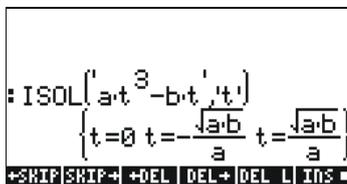
Nachfolgend werden einige Funktionen aus dem Menü Symbolic Solver (symbolischer Löser) beschrieben. Aktivieren Sie das Menü über die Tastenkombination $\boxed{\leftarrow} S.SLV$. Mit dem Systemflag 117 auf *CHOOSE* boxes gesetzt, werden folgende Menü-Einträge aufgelistet:



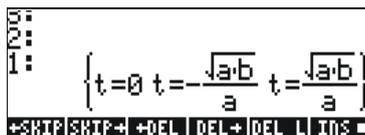
Die Funktionen ISOL und SOLVE können zur Lösung der Unbekannten in einer Polynom-Gleichung verwendet werden. Die Funktion SOLVEX löst eine Polynomgleichung, in welcher die Standard CAS Variable VX (standardmäßig 'X') die Unbekannte ist. Abschließend gebe es noch die Funktion ZEROS, welche Nullen e

Funktion ISOL

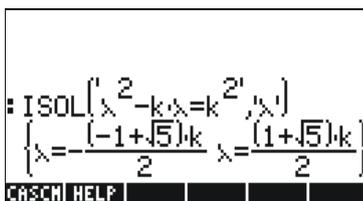
Mit der Funktion ISOL (Gleichung, Variable) erhalten Sie die Lösung(en) für Gleichung durch Isolierung der Variablen. Um beispielsweise t in der Gleichung $at^3 - bt = 0$, mit dem Rechner im ALG-Modus, zu finden, können wir wie folgt vorgehen:



Im RPN-Modus erhalten wir das gleiche Ergebnis, wenn wir die Gleichung, gefolgt von der Variablen, in den Stack schreiben und anschließend die Funktion ISOL eingeben. Bevor Sie die Funktion ISOL ausführen, sollte die Anzeige im RPN-Modus wie in der Abbildung auf der linken Seite aussehen. Nachdem Sie die Funktion ISOL ausgeführt haben, sieht Ihre Anzeige so wie in der rechten Abbildung aus:

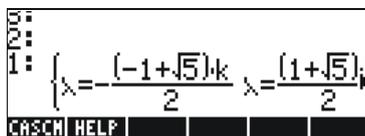


Das erste Argument in ISOL kann ein Ausdruck – wie oben aufgeführt – oder eine Gleichung sein. Versuchen Sie z.B. im ALG-Modus:



Anmerkung: Um das Gleichheitszeichen (=) in einer Gleichung zu schreiben, verwenden Sie die Tastenfolge $\left(\rightarrow \right) \text{—} =$ (der Taste $\left(+/\- \right)$ zugeordnet).

Das gleiche Problem kann im RPN-Modus, wie unten dargestellt gelöst werden (Abbildungen zeigen den RPN-Stack vor und nachdem die Funktion ISOL angewendet wurde):



Funktion SOLVE

Die Funktion SOLVE hat die gleiche Syntax wie die Funktion ISOL, nur dass SOLVE auch zur Lösung einer Gruppe von Polynom-Gleichungen verwendet werden kann. Untenstehend sehen Sie den Hilfetext für die Funktion SOLVE, mit der Lösung der Gleichung $X^4 - 1 = 3$:

```

SOLVE:
Solves a (or a set of)
polynomial equation
SOLVE(X^4-1=3,X)
(X=√2 X=-√2)

See: LINSOLVE SOLVEVX
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN

```

Nachfolgende Beispiele zeigen die Funktion SOLVE im ALG und RPN-Modus (Verwenden Sie im CAS den Modus COMPLEX):

```

: SOLVE(β^4-5β=125,β)
: SOLVE(β^4-5β=6,β)
β=-1 β=2 β=-1+i√11 β=-1-i√11
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS

```

Die obige Abbildung zeigt zwei Lösungen. In der ersten, $\beta^4 - 5\beta = 125$ findet SOLVE keine Lösungen $\{\}$. In der zweiten Abbildung hingegen, $\beta^4 - 5\beta = 6$, findet SOLVE gleich vier Lösungen, welche in der letzten Ausgabezeile angegeben sind. Die letzte Lösung ist nicht sichtbar, weil die Anzahl der Buchstaben der Lösung größer als die Breite des Displays ist. Sie können aber alle Lösungen, mit Hilfe der Pfeiltaste (∇) ansehen, welche von einer Zeile des Zeileneditors in die andere umschaltet (dieser Vorgang kann jederzeit benutzt werden, wenn die Ausgabezeile länger als die Breite des Rechner-Displays ist):

```

: SOLVE(β^4-5β=6,β)
β=-1 β=2 β=-1+i√11 β=-1-i√11
(β=-1,β=2,β=-((1+i*√11)/2),β=-((1-i*√11)/2))
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS

```

Die entsprechenden Anzeigen im RPN-Modus für diese beiden Beispiele, jeweils vor und nach der Anwendung der Funktion SOLVE, sind nachstehend zu sehen:

```

001:
002:
003:
1: β^4-5β=125
β
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS

```

```

4:
3:
2:
1: { }
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS

```

```

3:
2:
1:
       $\beta^4 - 5 \cdot \beta = 6$ 
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS|

```

```

3:
2:
1:
      {  $\beta = -1 \quad \beta = 2 \quad \beta = -\frac{1+i\sqrt{11}}{2}$  }
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS|

```

Funktion SOLVEVX

Die Funktion SOLVEVX löst eine Gleichung für die Standard CAS-Variable in der reservierten Variablen VX. Standardmäßig ist der Wert dieser Variablen auf 'X' gesetzt. Nachfolgend finden sich einige Beispiele, im ALG-Modus mit VX = 'X':

```

: SOLVEVX( $X^5 - a \cdot X = b$ )
: SOLVEVX( $X^5 - 6 \cdot X = 20$ )
      X=2
+SKIP|SKIP+|+DEL|DEL+|DEL|L|INS|

```

Im ersten Fall konnte SOLVEVX keine Lösung finden. Im zweiten Fall, hat SOLVEVX eine einzige Lösung gefunden, $X = 2$.

Nachfolgend die Anzeigen der beiden Beispiele im RPN Stack (vor und nach Anwendung der Funktion SOLVEVX):

```

4:
3:
2:
1:
       $X^5 - a \cdot X = b$ 
CASCH|HELP|

```

```

4:
3:
2:
1:
      ( )
CASCH|HELP|

```

```

4:
3:
2:
1:
       $X^5 - 6 \cdot X = 20$ 
CASCH|HELP|

```

```

4:
3:
2:
1:
      X=2
CASCH|HELP|

```

Funktion ZEROS

Die Funktion ZEROS errechnet Lösungen einer Polynomgleichung, ohne deren Vielfachheit anzuzeigen. Als Eingabe für die Funktion werden der Ausdruck für die Gleichung und der Name der Variablen, die zu lösen ist, benötigt. Nachfolgend einige Beispiele im ALG-Modus:

$$\text{ZEROS}(k^5 - k^2, k)$$

$$\left\{ 0 \ 1 \ \frac{1+i\sqrt{3}}{2} \ \frac{1-i\sqrt{3}}{2} \right\}$$

$$\text{ZEROS}(m^5 = 32, m)$$

$$\left\{ 2e^{\frac{2i\pi}{5}} \ 2e^{\frac{4i\pi}{5}} \ 2e^{\frac{6i\pi}{5}} \right\}$$

Um die Funktion ZEROS im RPN-Modus zu verwenden, muss zuerst der Polynomausdruck eingegeben werden, dann die zu lösende Variable, anschließend n die Funktion ZEROS. In den folgenden Bildschirmabbildungen wird der RPN-Stack vor und nach Anwendung von ZEROS auf die beiden obigen Beispiele dargestellt (verwenden Sie im CAS-Modul den Modus COMPLEX):

$$k^5 - k^2$$

$$\left\{ 0 \ 1 \ \frac{1+i\sqrt{3}}{2} \ \frac{1-i\sqrt{3}}{2} \right\}$$

$$m^5 = 32$$

$$\left\{ 2e^{\frac{2i\pi}{5}} \ 2e^{\frac{4i\pi}{5}} \ 2e^{\frac{6i\pi}{5}} \right\}$$

Die oben aufgeführten Funktionen des symbolischen Löser ermitteln Lösungen für rationale Gleichungen (hauptsächlich Polynom-Gleichungen). Wenn alle Koeffizienten der zu lösenden Gleichung numerisch sind, ist auch eine numerische Lösung über den numerischen Löser des Rechners möglich.

Menü numerischer Löser(Numerical solver)

Der Rechner bietet eine starke Umgebung zur Lösung einzelner algebraischer oder transzendenter Gleichungen. Um sich zu dieser Umgebung Zugang zu verschaffen, starten sie den numerischen Löser (NUM.SLV) mit Hilfe von ‚I‘. Sie sehen Drop-Down Menü, mit folgenden Optionen:



Nachfolgend präsentieren wir Anwendungen zu den Positionen 3. *Solve poly.*, 5. *Solve finance*, und 1. *Solve equation.*, (in dieser Reihenfolge). In Anhang 1-A der Bedienungsanleitung finden Sie Anleitungen zur Benutzung von Eingabefeldern und Beispiele für Anwendungen mit dem numerischen Löser. Position 6. MSLV (Multiple equation SolVer - Lösung mehrerer Gleichungen) wird weiter unten auf Seite 6-11 dargestellt.

Anmerkungen:

1. Wann immer Sie eine Lösung in der NUM.SLV Anwendung berechnen, wird der gefundene Wert in den Stack geschrieben. Dies erweist sich als nützlich, wenn sie diesen Wert für spätere Operationen benötigen.
2. Jedes Mal, wenn Sie eine Anwendung im NUM.SLV Menü starten, werden eine oder mehrere Variablen erzeugt.

Polynomgleichungen

Wenn Sie die Option *Solve poly.* in der SOLVE Umgebung Ihres Rechners benutzen, können Sie:

- (1) Lösungen zu einer Polynomgleichung finden;
- (2) die Koeffizienten des Polynoms, ermitteln, fall eine Anzahl von Nullstellen bekannt ist; und
- (3) einen algebraischen Ausdruck für das Polynom als Funktion von X ermitteln.

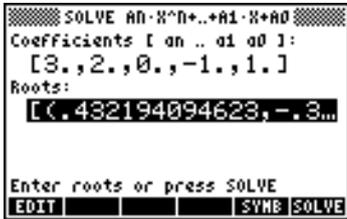
Lösungen einer Polynomgleichung berechnen finden

Eine Polynomgleichung ist eine Gleichung die wie folgt aussieht: $anxn + an-1xn-1 + \dots + a1x + a0 = 0$. Lösen Sie als Beispiel die nachfolgende Gleichung: $3s^4 + 2s^3 - s + 1 = 0$.

Wir setzen die Koeffizienten der Gleichung in einen Vektor [3,2,0,-1,1]. Um diese Polynomgleichung mit dem Rechner zu lösen, versuchen Sie folgendes:

- NUM.SLV ▽ ▽ ☰ Wählen Sie *Solve poly...*
- ← / 3 → , 2 → , 0 Geben Sie den Vektor der Koeffizienten ein,
- , / +/- → , / ☰ SOLVE Lösen Sie die Gleichung

In der Anzeige wird die Lösung wie folgt aussehen:



Drücken Sie ENTER um zum Stack zurückzukehren. Der Stack zeigt die folgenden Ergebnisse im ALG-Modus an (die gleichen Ergebnisse werden auch im RPN-Modus angezeigt):



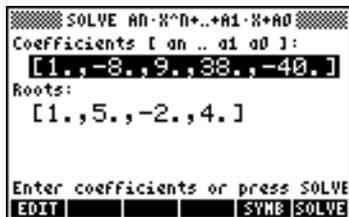
Alle Lösungen sind komplexe Zahlen: (0,432, -0,389), (0,432, 0,389), (-0,766, 0,632), (-0,766, -0,632).

Erzeugen von Polynom-Koeffizienten, wenn die Nullstellen des Polynoms bekannt sind

Angenommen Sie wollen ein Polynom erstellen dessen Nullstellen die Zahlen [1, 5, -2, 4] sind. Um den Rechner für diesen Zweck zu nutzen, führen Sie folgende Schritte aus:

- NUM.SLV ▽ ▽ ☰ Wählen Sie *Solve poly...*
- ▽ ← / → , 5 Tragen Sie die Nullstellen in einen Vektor ein
- , 2 +/- → , 4 ☰ Solve (Lösung) für die Koeffizienten

Drücken Sie **ENTER**, um zum Stack zurückzukehren. Die Koeffizienten werden im Stack angezeigt.



Drücken Sie **▽**, um alle Koeffizienten im Zeileneditor anzuzeigen.

Erstellen eines algebraischen Ausdrucks für das Polynom

Sie können den Rechner zur Erstellung eines algebraischen Ausdrucks für ein Polynom benutzen, falls Koeffizienten oder Nullstellen des Polynoms bekannt sind. Der ermittelte Ausdruck wird mit Hilfe der Standard CAS Variable X ausgegeben.

Um den algebraischen Ausdruck mit Hilfe der Koeffizienten zu erstellen, betrachten Sie nachfolgendes Beispiel. Nehmen wir an die Koeffizienten des Polynoms sind [1,5,-2,4]. Verwenden Sie zur Eingabe folgende Tastenfolge:

→ NUM.SLV **▽** **▽** **⏏**

Wählen Sie *Solve poly...*

← **[]** **|** **→** **,** **5**

Tragen Sie die Koeffizienten in einen Vektor ein,

→ **,** **2** **+/-** **→** **,** **4** **⏏** **▲** **⏏**

Erzeugen Sie den symbolischen Ausdruck,

ENTER

Zurück zum Stack.

Der so erstellte Ausdruck wird im Stack wie folgt angezeigt:
'X^3+5*X^2+2*X+4'

Um den algebraischen Ausdruck mit Hilfe der Wurzeln zu erstellen, betrachten Sie nachfolgendes Beispiel. Nehmen wir an die Wurzeln des Polynoms sind [1,3,-2,1]. Verwenden Sie zur Eingabe folgende Tastenfolge:

→ NUM.SLV **▽** **▽** **⏏**

Wählen Sie *Solve poly...*

▽ **←** **[]** **|** **→** **,** **3**

Tragen Sie die Wurzeln in einen Vektor ein

        Erzeugen Sie den symbolischen Ausdruck
 Zurück zum Stack.

Der so erzeugte Ausdruck wird im Stack wie folgt angezeigt:

$$'(X-1)*(X-3)*(X+2)*(X-1)'$$

Um die Produkte zu entwickeln, können Sie den Befehl EXPAND verwenden.

Der daraus resultierende Ausdruck sieht wie folgt aus: $X^4+3*X^3+3*X^2+11*X-6'$.

Finanzmathematische Berechnungen

Die Berechnungen in Position 5. *Solve finance..* des numerischen Löser (NUM.SLV) werden zur Ermittlung des Zeitwertes von Geld, wichtig in der wirtschaftlichen Planung und anderer Finanz-Anwendungen benötigt. Diese Anwendung kann mit der Tastenkombination  (Taste  zugeordnet) gestartet werden. Genaue Erklärungen dazu finden Sie in Kapitel 6 der Bedienungsanleitung.

Lösen von Gleichungen mit einer Unbekannten über NUM.SLV

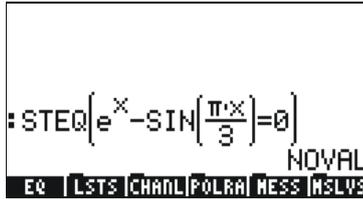
Das Menü NUM.SLV des Rechners bietet in Position 1. *Solve equation..* die Lösung verschiedener Typen von Gleichungen in einer einzigen Variablen, einschließlich nicht-linearer algebraischer und transzendenter Gleichungen. Als Beispiel lösen wir nachfolgende Gleichung: $ex-\sin(\pi x/3) = 0$.

Geben Sie den Ausdruck als algebraisches Objekt ein und speichern Sie dies in der Variablen EQ. Die dazu notwendigen Tastenfolgen im ALG-Modus sind:

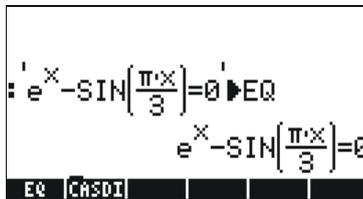
Funktion STEQ

Die Funktion STEQ speichert ein Argument in einer Variablen EQ, z.B. im ALG-Modus:



Im RPN-Modus tragen Sie die Gleichung zwischen zwei Apostrophe ein und starten Sie den Befehl STEQ. Somit kann die Funktion STEQ als Kürzel zur Speicherung des Ausdrucks in der Variablen EQ verwendet werden.

Drücken Sie $\boxed{\text{VAR}}$, um die neu erstellte Variable EQ anzuzeigen:



Wechseln Sie anschließend in die SOLVE Umgebung und wählen Sie *Solve equation...*, unter Verwendung von: $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{NUM.SLV}}$ $\boxed{\text{OK}}$. Die entsprechende Anzeige sieht wie folgt aus:



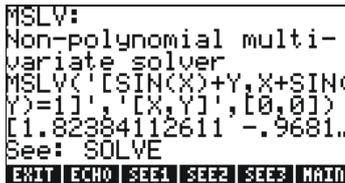
Die Gleichung, die wir soeben in der Variablen EQ gespeichert haben, ist bereits ins Feld Eq in der Eingabemaske SOLVE EQUATION geladen. Auch ein mit x beschriftetes Feld wird bereitgestellt. Um die Gleichung zu lösen, müssen Sie einfach nur noch das Feld vor dem X markieren: indem Sie die Pfeiltaste $\boxed{\nabla}$ benutzen und dann $\boxed{\text{SOLVE}}$ drücken. Die gezeigte Lösung ist X: 4,5006E-2:



Dies ist aber nicht die einzig mögliche Lösung für diese Gleichung. Um z.B. eine negative Lösung zu erhalten, tragen Sie, bevor Sie die Gleichung lösen, eine negative Zahl in das Feld X: ein. Versuchen Sie $\boxed{3} \boxed{+/-} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{\downarrow} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{0}$. Die Lösung lautet nun $X: -3,045$.

Lösung von Simultansystemen mit MSLV

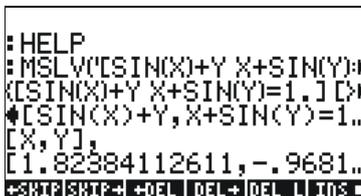
Die Funktion MSLV steht unter dem Menü $\boxed{\rightarrow} \boxed{NUM.SLV}$ zur Verfügung. Nachfolgend finden Sie den Hilfe-Eintrag für die Funktion MSLV:



Beachten Sie, dass die Funktion MSLV drei Argumente benötigt:

1. Einen Vektor, der die Gleichungen enthält, d.h. $'[SIN(X)+Y,X+SIN(Y)=1]'$
2. Einen Vektor der die zu lösenden Variablen enthält, d.h. $'[X,Y]'$
3. Einen Vektor der die Anfangswerte für die Lösung beinhaltet, d.h. die Anfangswerte beider Variablen X und Y sind in diesem Beispiel 0.

Im ALG-Modus drücken Sie $\boxed{F2}$, um das Beispiel in den Stack zu kopieren, drücken Sie dann $\boxed{\`}$, um das Beispiel auszuführen. Um alle Elemente der Lösung anzusehen, müssen Sie den Zeileneditor mit der Pfeiltaste ($\boxed{\downarrow}$) aktivieren:



Im RPN-Modus wird die Lösung für dieses Beispiel wie folgt gefunden:

```

4:
MSL: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1.]
      [X Y]
1: [0. 0.]
CASCH HELP

```

Durch Aktivierung der Funktion MSLV erscheint folgende Anzeige.

```

4:
MSL: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1.]
      [X Y]
1: [1.82384112611 -.9687]
CASCH HELP

```

Sie haben wahrscheinlich festgestellt, dass in der linken oberen Ecke der Anzeige während der Berechnung der Lösung Zwischenergebnisse angezeigt werden. Da die von MSLV gelieferte Lösung numerisch ist, zeigen die Informationen in der linken oberen Ecke die Ergebnisse des iterativen Prozesses auf dem Weg zur Lösung an. Die endgültige Lösung ist $X = 1,8238$, $Y = -0,9687$.

Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen zur Lösung von einfachen und mehrfachen Gleichungen finden Sie in Kapitel 6 und 7 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 7

Operationen mit Listen

Listen sind Objekte des Rechners, die bei der Datenverarbeitung hilfreich sein können. In diesem Kapitel werden Beispiele von Operation mit Listen vorgestellt. Um mit den Beispielen dieses Kapitels zu beginnen, benutzen wir den Näherungsmodus (siehe Kapitel 1).

Erstellen und speichern von Listen

Um eine Liste im ALG-Modus zu erstellen, drücken Sie als erstes die Klammertaste (⌈)⌋, anschließend geben Sie die Elemente der Liste ein und trennen Sie diese durch ein Komma voneinander (⌈)⌋,). Mit der Kombination Tastenschlägen geben Sie die Liste {1., 2., 3., 4.} ein und speichern sie in der Variablen L1.

⌈)⌋ | | ⌈)⌋, | 2 | ⌈)⌋, | 3 | ⌈)⌋, | 4 |
▶ STO ALPHA L | | ENTER

Um dieselbe Liste im RPN-Modus einzugeben, verwenden Sie die Tastenfolge:

⌈)⌋ | | | SPC | 2 | SPC | 3 | SPC | 4 | ENTER
| ALPHA L | | ENTER | STO

Operationen mit Zahlenlisten

Um Operationen mit Zahlenlisten zu veranschaulichen, geben Sie folgende Listen ein und speichern Sie diese in den entsprechenden Variablen.

L2 = {-3., 2., 1., 5.} L3 = {-6., 5., 3., 1., 0., 3., -4.} L4 = {3., -2., 1., 5., 3., 2., 1.}

Änderung des Vorzeichens

Wenn sie auf eine Liste von Zahlen angewendet wird, ändert die Taste „Vorzeichen ändern“ (⌈+/-) das Vorzeichen aller Elemente in der Liste. Zum Beispiel:

```
⌈L1 (1. 2. 3. 4.)
⌈-L1 (-1. -2. -3. -4.)
L4 | L3 | L2 | L1 | CASDI
```

Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division

Die Multiplikation mit einer einzelnen Zahl und Division einer Liste durch eine einzelne Zahl, wird auf die gesamte Liste angewendet, z.B.:

```

:L-1.                                L-1.
:-5.L2                               (15. -10. -5. -25.)
: L1
: 5.                                  (.2 .4 .6 .8)
    
```

Bei der Subtraktion einer einzelnen Zahl von einer Liste, wird die Zahl von jedem Element der Liste abgezogen, so z.B.:

```

:L2                                   (-3. 2. 1. 5.)
:L2-10.                              (-13. -8. -9. -5.)
    
```

Die Addition einer einzelnen Zahl zu einer Liste, erzeugt eine Liste, die um diese Zahl erweitert wird, die Zahl wird nicht zu jedem einzelnen Element der Liste hinzuaddiert. Zum Beispiel:

```

:L1                                   (1. 2. 3. 4.)
:L1+6.                               (1. 2. 3. 4. 6.)
    
```

Subtraktion, Multiplikation und Division von Listen mit einer Zahlenreihe der gleichen Länge, erzeugt eine Liste der gleichen Länge, die Berechnung Glied für erfolgt Glied . Beispiele:

```

:L1-L2                               (4. 0. 2. -1.)
:L1.L2                               (-3. 4. 3. 20.)
    
```

```

:L1-L2                               (4. 0. 2. -1.)
:L1.L2                               (-3. 4. 3. 20.)
: L1
: L2                                  (-.3333333333333333 1. 3. .)
    
```

Die Division L4/L3 liefert als Eintrag „unendlich“, weil eines der Elemente in L3 eine Null ist, eine Fehlermeldung wird ausgegeben.

Anmerkung: Hätten wir die Listen L4 und L3 als Ganzzahlen eingegeben, würde das Symbol „Unendlich“ angezeigt, wenn durch Null dividiert wird. Um das nachstehende Ergebnis zu erhalten, müssen Sie die Listen als Ganzzahlen (Entfernung des Dezimalzeichens) im Modus EXACT neu eingeben:

```

: L4
: L3
{ -1 -2 1 5 * 2 -1 }
{ 2 5 3 5 * 3 4 }
    
```

Wenn die Listen für Rechenoperation verschiedene Längen haben, wird eine Fehlermeldung (Invalid Dimensions) ausgegeben. Versuchen Sie als Beispiel L1-L4 zu berechnen.

Wird das Pluszeichen (\oplus) auf Listen angewandt, dient es als Verkettungsoperator, indem es zwei Listen zusammenfügt und nicht Glied für Glied addiert. Zum Beispiel:

```

:L1+L2
{ 1. 2. 3. 4. -3. 2. 1. 5. }
    
```

Um eine Glied für Glied Addition zweier Listen gleicher Länge zu erzielen, muss der Operator ADD verwendet werden. Dieser Operator kann mit Hilfe der Funktion Katalog ($\text{P} \rightarrow \text{CAT}$) geladen werden. In der nachfolgenden Abbildung wird die Anwendung von ADD gezeigt, um die Listen L1 und L2, Glied für Glied zu addieren:

```

:L1 ADD L2
{ -2. 4. 4. 9. }
    
```

Auf Listen anwendbare Funktionen

Auf Listen können Funktionen für reelle Zahlen von der Tastatur (ABS, e^x , LN, 10^x , LOG, SIN, x^2 , $\sqrt{\quad}$, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, y^x), die Funktionen aus dem Menü MTH/HYPERBOLIC (SINH, COSH, TANH,

ASINH, ACOSH, ATANH), aber auch die aus dem Menü MTH/REAL (% , usw.), angewendet werden; z.B.

ABS

```

: L1
(-3. 2. 1. 5.)
: ABS
(3. 2. 1. 5.)

```

INVERSE (1/x)

```

: INV(L1)
(1. .5. 3333333333333333 .2)

```

Listen von komplexen Zahlen

Sie können eine Liste mit komplexen Zahlen wie folgt erstellen, sagen wir L1 ADD i*L2. Im RPN-Modus könnten Sie die Liste als L1 i L2 ADD * eingeben. Das Ergebnis ist:

```

RAD XYZ HEX IC= 'X' ALG
CHOME
: L1
(1 2 3 4)
: L2
(-3 2 1 5)
: L1 ADD i L2
(1+i -3 2+i 2 3+i 4+i 5)
L1 L2 L3 L4 (1300)

```

Auch Funktionen wie LN, EXP, SQ, usw. können auf Listen von komplexen Zahlen angewandt werden, z.B.:

```

: SQ(L5)
(SQ(1.+i-3.) SQ(2.+i 2.))
: JL5
((1.44261527445, -1.039)

```

```

: L5
(e 1.+i-3. e 2.+i 2. e 3.+i)
: LN(L5)
(LN(1.+i-3.) LN(2.+i 2.))

```

Listen von algebraischen Objekten

Nachfolgend einige Beispiele von Listen mit algebraischen Objekten, auf welche die Funktion SIN angewandt wurde (wählen Sie den EXACT modus für diese Beispiele – siehe dazu Kapitel 1):

```

: { 'f' 'α-β' '(x-y)²' }
{ f α-β (x-y)² }

```

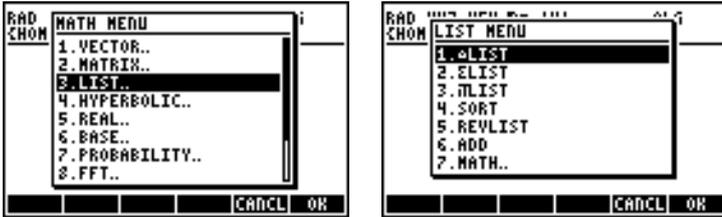
```

: SIN(ANS(1))
{ SIN(f) SIN(α-β) SIN((x-y)²) }

```

Das Men MTH/LIST

Das Menü MTH stellt eine Reihe von Funktionen, die exklusiv auf Listen angewandt werden können, zur Verfügung. Mit dem Systemflag 117 auf CHOOSE **boxes** gesetzt, weist das Menü MTH/LIST folgende Funktionen auf:



Mit dem Systemflag 117 auf *SOFT menus* gesetzt, weist das Menü MTH/LIST folgende Funktionen auf:



Die im Menü MTH/LIST enthaltenen Operationen sind folgende:

- ΔLIST: Berechnet das Inkrement zwischen aufeinander folgenden Elementen in der Liste
- ΣLIST: Berechnet die Summe der Elemente in der Liste
- ΠLIST: Berechnet das Produkt der Elemente in der Liste
- SORT: Sortiert die Elemente aufsteigend
- REVLIST: Kehrt die Reihenfolge in der Liste um
- ADD: Operator für die Glied-für-Glied Addition zweier Listen der gleichen Länge (Beispiele für diesen Operator wurden oben gezeigt)

Nachfolgend finden Sie Anwendungsbeispiele dieser Funktionen im ALG-Modus.



```

:L3
(-6. 5. 3. 1. 0. 3. -4.)
:SORT(L3)
(-6. -4. 0. 1. 3. 3. 5.)
ΔLIST|ELIST|nLIST|SORT|REVL|ADD

```

```

:L3
(-6. 5. 3. 1. 0. 3. -4.)
:REVLIST(L3)
(-4. 3. 0. 1. 3. 5. -6.)
ΔLIST|ELIST|nLIST|SORT|REVL|ADD

```

SORT und REVLIST können kombiniert werden, um eine Liste in absteigender Folge zu sortieren.

```

:L3
(-6. 5. 3. 1. 0. 3. -4.)
:REVLIST(SORT(L3))
(5. 3. 3. 1. 0. -4. -6.)
ΔLIST|ELIST|nLIST|SORT|REVL|ADD

```

Arbeiten Sie im RPN-Modus, legen Sie die Liste auf den Stack und wählen Sie dann die gewünschte Operation. Um zum Beispiel die Differenz zwischen aufeinanderfolgenden Elementen der Liste L3 zu berechnen, drücken Sie:

```

(L) 3 ENTER ← MTH ▾ ▾ [OK] [OK]

```

Hiermit wird L3 auf den Stack gelegt und anschließend die ΔLIST-Operation aus dem MTH-Menü gewählt.

Die Funktion SEQ

Die Funktion SEQ, welche über den Befehl Katalog (\overrightarrow{P} _CAT) aufgerufen werden kann, enthält als Argumente einen Ausdruck in Form eines Index, den Namen dieses Index und Start- und Endwerte sowie die Schrittgröße für den Index und gibt eine Liste wieder, die aus der Auswertung des Ausdrucks für alle möglichen Werte des Index, zusammengesetzt ist. Die allgemeine Form der Funktion sieht wie folgt aus:

$$SEQ(\text{Ausdruck}, \text{Index}, \text{Start}, \text{Ende}, \text{Schrittgröße})$$

Zum Beispiel:

```

:SEQ(n^2, n, 1, 4, 1.)
(1. 4. 9. 16.)
SORT|SEQ|LIST

```

Die erzeugte Liste entspricht den Werten $\{1^2, 2^2, 3^2, 4^2\}$.

Die Funktion MAP

Die Funktion MAP, welche ebenfalls über den Befehl Katalog ($\boxed{\rightarrow}$ CAT), aufgerufen werden kann, nimmt als Argumente eine Liste von Zahlen und eine Funktion $f(X)$ und erzeugt eine Liste die aus der Anwendung dieser Funktion auf die Zahlenliste besteht. Z.B., wendet der nachfolgende Funktionsaufruf von MAP eine $\text{SIN}(X)$ Funktion auf die Liste $\{1,2,3\}$ an:

```

: MAP({1 2 3},SIN(X))
  (SIN(1) SIN(2) SIN(3))
CASCHN HELP
  
```

Im ALG-Modus lautet die Syntax:

```

(ALPHA) (ALPHA) (M) (A) (P) (ALPHA)  $\boxed{\leftarrow$   $\boxed{}$   $\boxed{\leftarrow$   $\boxed{\{$   $\boxed{|}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{}$  ,  $\boxed{2}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{}$  ,  $\boxed{3}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{\rightarrow}$ 
 $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{}$  , SIN (ALPHA) X ENTER
  
```

Im RPN-Modus lautet die Syntax:

```

 $\boxed{\leftarrow$   $\boxed{\{$   $\boxed{|}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{}$  ,  $\boxed{2}$   $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{}$  ,  $\boxed{3}$  ENTER , SIN (ALPHA) X ENTER (ALPHA)
(ALPHA) (M) (A) (P) ENTER
  
```

In beiden Fällen können Sie das MAP-Kommando entweder eingeben (wie in den obigen Beispielen) oder aus dem CAT-Menü auswählen.

Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen, Beispiele und Anwendungen von Listen finden Sie in Kapitel 8 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 8

Vektoren

Dieses Kapitel stellt Beispiele zur Eingabe von und zum Arbeiten mit Vektoren zur Verfügung, sowohl für mathematische Vektoren mit ihren vielen Elementen, als auch für physikalische Vektoren, bestehend aus nur 2 bis 3 Komponenten.

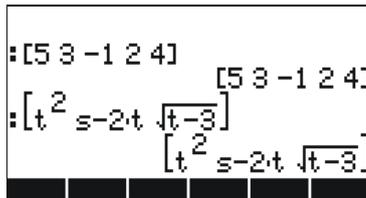
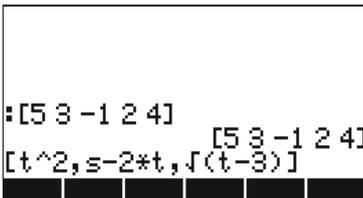
Eingabe von Vektoren

Im Rechner werden die Vektoren als eine, in Klammern eingeschlossene, Reihe von Zahlen dargestellt und normalerweise als Zektoren eingegeben. Im Rechner werden die Klammern mit der Tastenkombination $\left[\left(\leftarrow \right) \left(\right) \right]$ erstellt, welche der Taste $\left[\left(\times \right) \right]$ zugeordnet ist. Nachfolgend einige Beispiele von Vektoren im Rechner.

- $[3.5, 2.2, -1.3, 5.6, 2.3]$ Ein allgemeiner Zeilenvektor
- $[1.5, -2.2]$ Ein 2-D Vektor
- $[3, -1, 2]$ Ein 3-D Vektor
- $['t', 't^2', 'SIN(t)']$ Ein Vektor von algebraischen Objekten

Eingabe von Vektoren in den Stack

Ist der Rechner im ALG-Modus, wird der Vektor durch Öffnen eines Klammerpaares $\left(\left(\leftarrow \right) \left(\right) \right)$ und Eintippen der Komponenten oder Elemente innerhalb der Klammern, durch Komma getrennt $\left(\left(\rightarrow \right) _ , \right)$, eingegeben. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Eingabe eines numerischen, gefolgt von einem algebraischen Vektor. Die linke Abbildung zeigt den algebraischen Vektor vor Drücken der Taste $\left[\text{ENTER} \right]$. Die Abbildung rechts zeigt die Anzeige des Rechners, nachdem der algebraische Vektor eingegeben wurde:



Im RPN-Modus können Sie einen Vektor in den Stack eingeben, indem Sie ein Klammernpaar öffnen und die Komponenten oder Elemente des

Vektors,entweder durch Komma ($\left(\rightarrow\right)$ $\underline{\quad}$,) oder Leerzeichen ($\left(\text{SPC}\right)$) getrennt, eingeben. Beachten Sie, dass nachdem Sie die Taste $\left(\text{ENTER}\right)$ gedrückt haben, der Rechner in beiden Fällen die Elemente des Vektors durch Leerzeichen getrennt anzeigt.

Speichern von Vektoren in Variablen im Stack

Vektoren können in Variablen gespeichert werden. In den folgenden Abbildungen sehen Sie die Vektoren

$$\mathbf{u}_2 = [1, 2], \mathbf{u}_3 = [-3, 2, -2], \mathbf{v}_2 = [3, -1], \mathbf{v}_3 = [1, -5, 2]$$

entsprechend in den Variablen $\left[\text{u2}\right]$, $\left[\text{u3}\right]$, $\left[\text{v2}\right]$ und $\left[\text{v3}\right]$ gespeichert. Als erstes im ALG-Modus:

```

: [1 2] → u2
: [-3 2 -2] → u3
[1 2]
[-3 2 -2]
u3 | u2 |

```

```

[1 2]
: [-3 2 -2] → u3
[-3 2 -2]
: [3 -1] → v2
[3 -1]
: [1 -5 2] → v3
[1 -5 2]
u3 | u2 | v3 | v2 |

```

Dann im RPN-Modus (bevor Sie wiederholt die Taste $\left(\text{STOP}\right)$ drücken):

```

7:
6:
5:
4: [1 2]
3: 'u2'
2: [-3 2 -2]
1: 'u3'
u3 | u2 |

```

```

7:
6:
5:
4: [3 -1]
3: 'v2'
2: [1 -5 2]
1: 'v3'
u3 | u2 | v3 | v2 |

```

Anmerkung: Der Apostroph (') wird im RPN-Modus normalerweise nicht bei der Eingabe der Namen u2, v2 usw. benötigt. In diesem Fall werden sie dazu verwendet, die vorher im ALG-Modus erstellten, bereits existierenden Variablen zu überschreiben. In diesem Fall muss, wenn die Variablen vorher nicht gelöscht wurden, der Apostroph verwendet werden.

Eingabe von Vektoren mit Hilfe des MatrixWriters (MTRW)

Vektoren können auch über den MatrixWriter $\left(\left(\leftarrow\right)\right)$ MTRW , eingegeben werden (dritte Taste, vierte Reihe von oben). Mit diesem Befehl wird eine Art Tabelle erzeugt, die den Zeilen und Spalten einer Matrix entspricht.

(Die Verwendung des MatrixWriters zum Eingeben von Matrizen wird in Kapitel 9 erläutert.) Für einen Vektor möchten wir Daten nur in die oberste Reihe eingeben. Standardmäßig ist die Zelle der ersten Zeile und Spalte ausgewählt. Am unteren Teil der Tabelle finden Sie nachfolgende Funktionstasten:



Benutzen Sie die Taste **[EDIT]**, um die Inhalte einer ausgewählten Zelle des MatrixWriters zu ändern.

Wenn ausgewählt, wird die Taste **[DEL]** einen Vektor, istatt einer Matrix, von einer Zeile und mehreren Spalten, erzeugen.

Die Taste **[CLR]** wird verwendet, um die Breite der Spalten in der Tabelle zu verringern. Drücken Sie die Taste mehrmals, um zu sehen wie sich die Spaltenbreite in ihrem MatrixWriter verringert.

Die Taste **[MTRW]** wird verwendet, um die Breite der Spalten in der Tabelle zu vergrößern. Drücken Sie die Taste mehrmals, um zu sehen wie sich die Spaltenbreite in ihrem MatrixWriter vergrößert.

Wenn sie aktiviert ist, wählt die Taste **[ROW]** beim Drücken der Taste **[ENTER]** automatisch die nächste Zelle rechts von der Position der aktuellen Zelle. Diese Option ist standardmäßig eingestellt. Falls gewünscht, muss diese Option, vor Eingabe der Elemente, ausgewählt werden.

Wenn sie aktiviert ist, wählt die Taste **[COL]** beim drücken der Taste **[ENTER]** automatisch die nächste Zelle unterhalb der Position der aktuellen Zelle. Falls gewünscht, muss diese Option vor der Eingabe der Elemente ausgewählt werden.

Nach rechts bewegen vs. nach unten bewegen im MatrixWriter

Aktivieren Sie den MatrixWriter und geben Sie Folgendes ein

[3] [ENTER] [5] [ENTER] [2] [ENTER] [ENTER], die: Taste **[ROW]** ist ausgewählt (Standard). Um den Unterschied zu sehen, geben Sie als nächstes die gleiche Zahlenfolge, mit ausgewählter **[COL]** Taste ein. Im ersten Fall haben Sie einen Vektor bestehend aus drei Elementen eingegeben. Im zweiten Fall haben Sie eine Matrix bestehend aus drei Zeilen und einer Spalte eingegeben.

Starten Sie den MatrixWriter über **[MTRW]** und drücken Sie **[NEXT]**, um die zweite Zeile des Funktionsmenüs am unteren Teil der Anzeige, anzuzeigen. Es enthält die Tasten:



Die Taste  wird eine Zeile mit lauter Nullen an der Stelle der ausgewählten Zelle der Tabelle hinzufügen.

Die Taste  wird die ganze Zeile, in der sie eine Zelle ausgewählt haben, löschen.

Die Taste  wird eine ganze Spalte Nullen an der Stelle der ausgewählten Zelle der Tabelle eintragen.

Die Taste  wird die Spalte in der sie eine Zelle ausgewählt haben, löschen.

Die Taste  wird den Inhalt der ausgewählten Zelle in den Stack verschieben.

Wenn die Taste  gedrückt ist, wird der Benutzer aufgefordert die Zahl für die Zeile und Spalte, in die der Cursor bewegt werden soll, einzugeben.

Wird die Taste  ein weiteres Mal gedrückt, erscheint das letzte Menü, welche nur noch die Funktion  (löschen) enthält.

Die Funktion  wird die Inhalte der ausgewählten Zelle löschen und diese mit einer Null ersetzen.

Um zu sehen, wie diese Tasten funktionieren, machen Sie folgende Übung:

(1) Starten Sie den MatrixWriter über  *MTRW* . Stellen Sie sicher, dass die Tasten  und  ausgewählt sind.

(2) Geben Sie folgendes ein:

(3) Bewegen Sie den Cursor zwei Positionen nach oben indem Sie die Pfeiltaste  zweimal drücken. Drücken Sie anschließend . Die zweite Zeile wird verschwinden.

(4) Drücken Sie nun . Eine Zeile von drei Nullen erscheint nun in der zweiten Zeile.

(5) Drücken Sie . Die erste Spalte verschwindet.

(6) Drücken Sie . Eine Zeile von zwei Nullen erscheint nun in der ersten Zeile.

(7) Drücken Sie nun      , um zu Position (3,3) zu springen.

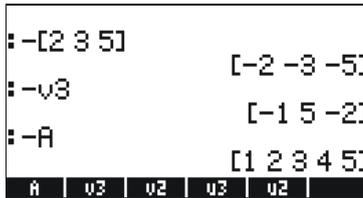
(8) Drücken Sie **⇧**. Der Inhalt der Zelle (3,3) wird in den Stack verschoben, obwohl Sie das im Moment noch nicht sehen können. Drücken Sie **ENTER**, um zur Normalanzeige zurückzukehren. Die Zahl 9, das Element (3,3) der Matrix, und die komplette eingegebene Matrix stehen nun im Stack zur Verfügung.

Einfache Operationen mit Vektoren

Um Operationen mit Vektoren zu veranschaulichen, werden wir die Vektoren u_2 , u_3 , v_2 und v_3 , die wir in einer vorangegangenen Übung gespeichert haben, verwenden. Speichern Sie noch zusätzlich den Vektor $A = [-1, -2, -3, -4, -5]$, welcher in den nachfolgenden Übungen benötigt wird.

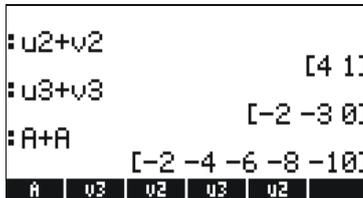
Änderung des Vorzeichens

Um das Vorzeichen eines Vektors zu ändern, benutzen Sie die Taste **+/-**, z.B.



Addition, Subtraktion

Bei der Addition und Subtraktion von Vektoren müssen die beiden Operanden Vektoren die gleiche Länge haben:



Versuchen Sie Vektoren verschiedener Länge zu addieren oder zu subtrahieren, erhalten Sie eine Fehlermeldung:

```

: v2+v3
  "Invalid Dimension"
: u3+u2
  "Invalid Dimension"
: A+u3
  "Invalid Dimension"
  A | u3 | u2 | u3 | u2

```

Multiplikation und Division mit einem Skalar

Multiplikation und Division mit einem Skalar sind ganz einfach:

```

: 3*v2
                                     [9 -3]
: -5*u3
                                     [15 -10 10]
: 2*u2-6*v2
                                     [-16 10]
  A | u3 | u2 | u3 | u2

```

```

: u3
  2
                                     [-3 1 -1]
  A | u3 | u2 | u3 | u2

```

Funktion Absolutbetrag

Wird die Funktion Absolutbetrag(ABS) auf einen Vektor angewandt, ermittelt diese den Betrag des Vektors. Beispielsweise wrden die Ausdrücke $ABS([1, -2, 6])$, $ABS(A)$, $ABS(u3)$, in der Anzeige wie folgt aussehen:

```

: |[1 -2 6]|
                                     √41
: |A|
                                     √55
: |u3|
                                     √17
  A | u3 | u2 | u3 | u2

```

Das Menü MTH/VECTOR

Das Menü MTH (\leftarrow MTH) enthält ein Funktionsmenü speziell für Vektorobjekte.



Das Menü VECTOR enthält die folgenden Funktionen (Systemflag 117 ist auf CHOOSE boxes gesetzt):

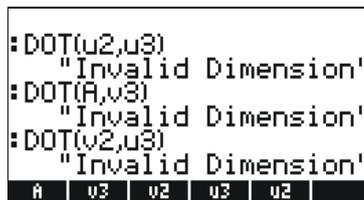
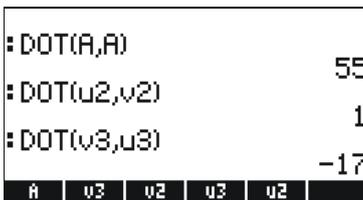


Magnitude (Betrag)

Der Betrag eines Vektors, wie vorher beschrieben, kann mit der Funktion ABS gefunden werden. Die Funktion steht auch über die Tastatur (\leftarrow ABS) zur Verfügung. Anwendungsbeispiele für die Funktion ABS wurden oben gezeigt.

Skalarprodukt

Die Funktion DOT (Option 2 in dem Auswahlmenü oben) wird zur Berechnung des Skalarproduktes zweier Vektoren der gleichen Länge verwendet. Einige Beispiele zur Anwendung der Funktion DOT, unter Verwendung der vorher gespeicherten Vektoren A, u2, u3, v2, and v3, werden als nächstes im ALG-Modus gezeigt. Der Versuch, das Skalarprodukt zweier Vektoren unterschiedlicher Länge zu berechnen, führt zu einer Fehlermeldung:



Kreuzprodukt

Die Funktion CROSS (Option 3 im Menü MTH/VECTOR) wird zur Berechnung des Kreuzproduktes zweier 2-D Vektoren, zweier 3-D Vektoren oder eines 2-D und eines 3-D Vektors, eingesetzt. Um ein Kreuzprodukt zu berechnen, wird ein 2-D Vektor der Form $[A_x, A_y]$ als 3-D Vektor $[A_x, A_y, 0]$ behandelt. Nachfolgend werden Beispiele zweier 2-D und zweier 3-D Vektoren im ALG-Modus angezeigt. Beachten Sie, dass das Kreuzprodukt zweier 2-D Vektoren einen Vektor nur in z-Richtung, d.h. einen Vektor der Form $[0, 0, C_z]$ erzeugt.

```
: CROSS(u2,v2)           [0 0 -7]
: CROSS(u2,[2 -3])      [0 0 -7]
: CROSS([1.5 -2],v2)     [0 0 4.5]
  A | v3 | v2 | v3 | v2 |
```

```
: CROSS(u3,v3)           [-6 4 13]
: CROSS(u3,u3)           [0 0 0]
: CROSS([1 3 -5],[1 2 3]) [19 -8 -1]
  A | v3 | v2 | v3 | v2 |
```

Beispiele eines Kreuzproduktes eines 3-D Vektors mit einem 2-D Vektor, oder umgekehrt, werden nachfolgend gezeigt:

```
: CROSS(u3,v2)           [-2 -6 -3]
: CROSS(v2,v3)           [-2 -6 -14]
: CROSS([1 2 3],[5 -6])  [18 15 -16]
  A | v3 | v2 | v3 | v2 |
```

Der Versuch ein Kreuzprodukt zweier Vektoren, deren Länge nicht 2 oder 3 ist, zu berechnen wird eine Fehlermeldung erzeugen:

```
: CROSS(v3,A)
"Invalid Dimension"
: CROSS([1 2 3 4],v3)
"Invalid Dimension"
: CROSS(A,v2)
"Invalid Dimension"
  A | v3 | v2 | v3 | v2 |
```

Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen über Operationen mit Vektoren, einschließlich Anwendungen in der Physik, sind in Kapitel 9 der Bedienungsanleitung zu finden.

Kapitel 9

Matrizen und lineare Algebra

In diesem Kapitel finden Sie Beispiele, wie Matrizen erstellt und mit diesen verschiedene Operationen ausgeführt werden, darunter auch Anwendungen der linearen Algebra.

Eingaben von Matrizen in den Stack

In diesem Abschnitt zeigen wir zwei unterschiedliche Methoden, wie Matrizen in des Stack des Rechners eingegeben werden können: (1) mit Hilfe des MatrixWriters und (2) durch direkte Eingabe der Matrix in den Stack.

Verwendung des MatrixWriters

$$\begin{bmatrix} -2.5 & 4.2 & 2.0 \\ 0.3 & 1.9 & 2.8 \\ 2 & -0.1 & 0.5 \end{bmatrix},$$

Genau wie Vektoren (in Kapitel 8 beschrieben) können Matrizen mit Hilfe des MatrixWriters in den Stack eingegeben werden. Um z.B. die folgende Matrix einzugeben:

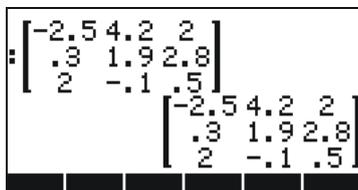
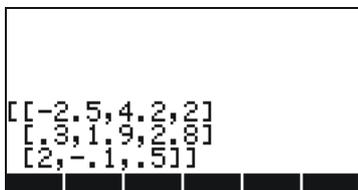
Starten Sie zuerst den MatrixWriters über $\left[\leftarrow \right] \text{MTRW}$. Stellen Sie sicher, dass die Option $\left[\text{MTRW} \right]$ ausgewählt ist. Verwenden Sie dann die nachstehende Tastenfolge:

$\left[2 \right] \left[\cdot \right] \left[5 \right] \left[+/- \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[4 \right] \left[\cdot \right] \left[2 \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[2 \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[\downarrow \right] \left[\leftarrow \right] \left[\leftarrow \right] \left[\leftarrow \right]$
 $\left[\cdot \right] \left[3 \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[/ \right] \left[\cdot \right] \left[9 \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[2 \right] \left[\cdot \right] \left[8 \right] \left[\text{ENTER} \right]$
 $\left[2 \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[\cdot \right] \left[/ \right] \left[+/- \right] \left[\text{ENTER} \right] \left[\cdot \right] \left[5 \right] \left[\text{ENTER} \right]$

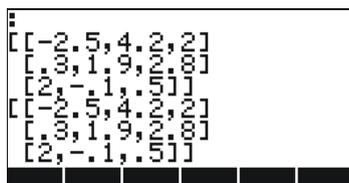
An dieser Stelle sieht Ihre Anzeige wie folgt aus:



Drücken Sie **ENTER** ein weiteres Mal, um die Matrix in den Stack zu verschieben. Nachfolgend wird der Stack im ALG-Modus, vor und nach dem zweiten Drücken von **ENTER** gezeigt:



Bei ausgewählter Textbook-Option (über **MODE** **TEXTBOOK** und Textbook angekreuzt), wird die Matrix wie oben angezeigt: Andernfalls sieht die Matrix so aus:



Im RPN-Modus sieht die Anzeige in etwa gleich aus.

Die Matrix direkt in den Stack eingeben

Das gleiche Ergebnis wie oben kann erzielt werden, wenn Sie nachfolgendes direkt in den Stack eingeben:

← **[[** **__**

← **[[** **2** **·** **5** **+/-** **→** **__** , **4** **·** **2** **→** **__** , **2** **▶**

→ **__** ,

← **[[** **·** **3** **→** **__** , **1** **·** **9** **→** **__** , **2** **·** **8** **▶**

→ **__** ,

← **[[** **2** **→** **__** , **·** **1** **+/-** **→** **__** , **·** **5** **ENTER**

Um also eine Matrix direkt in den Stack einzugeben, öffnen Sie ein Klammernpaar (**←** **[[** **__**) und setzen Sie jede Zeile der Matrix in ein weiteres Klammernpaar (**←** **[[** **__**). Die Elemente der Matrix müssen durch Komma (**→** **__** , **·**) voneinander getrennt werden, genauso die Klammern zwischen den Zeilen.

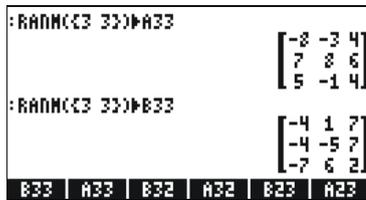
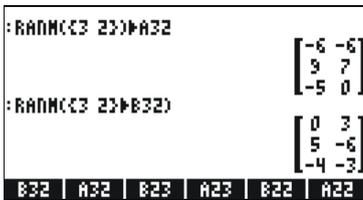
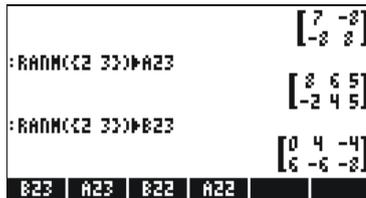
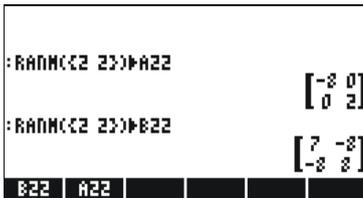
Speichern wir nun diese Matrix für spätere Übungen unter dem Namen A. Benutzen Sie dazu im ALG-Modus **STO** **ALPHA** **A**, und im RPN-Modus

← **ALPHA** **A** **STO** **▶** .

Operationen mit Matrizen

Wie andere mathematische Objekte, können auch Matrizen addiert und subtrahiert werden. Sie können mit einem Skalar oder auch untereinander multipliziert werden und mit einer reellen Zahl potenziert werden. Eine wichtige Operation für Anwendungen der linearen Algebra ist die Bildung der Inversen einer Matrix. Nachfolgend werden diese Operationen genauer vorgestellt.

Um die Operationen zu veranschaulichen erstellen, wir nun einige Matrizen, welche wir in den nachfolgenden Variablen speichern. Dies sind die Matrizen A22, B22, A23, B23, A33 und B33 (die Zufallsmatrizen Ihres Taschenrechners unterscheiden sich möglicherweise von den hier dargestellten Matrizen):



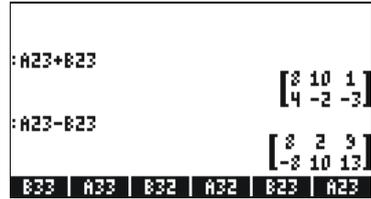
Die Schritte, die Sie durchführen müssen, lauten im RPN-Modus:

```

(2, 2) [ENTER] RANM 'A22' [ENTER] [STO] (2, 2) [ENTER] RANM 'B22' [ENTER] [STO]
(2, 3) [ENTER] RANM 'A23' [ENTER] [STO] (2, 3) [ENTER] RANM 'B23' [ENTER] [STO]
(3, 2) [ENTER] RANM 'A32' [ENTER] [STO] (3, 2) [ENTER] RANM 'B32' [ENTER] [STO]
(3, 3) [ENTER] RANM 'A33' [ENTER] [STO] (3, 3) [ENTER] RANM 'B33' [ENTER] [STO]
  
```

Addition und Subtraktion

Vier Beispiele werden anhand der oben gespeicherten Matrizen gezeigt (im ALG-Modus).



Bearbeiten Sie im RPN-Modus die folgenden achte Beispiele:

$A22$ ENTER $B22$ ENTER $+$

$A22$ ENTER $B22$ ENTER $-$

$A23$ ENTER $B23$ ENTER $+$

$A23$ ENTER $B23$ ENTER $-$

$A32$ ENTER $B32$ ENTER $+$

$A32$ ENTER $B32$ ENTER $-$

$A33$ ENTER $B33$ ENTER $+$

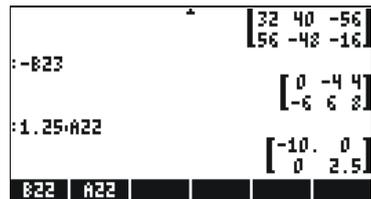
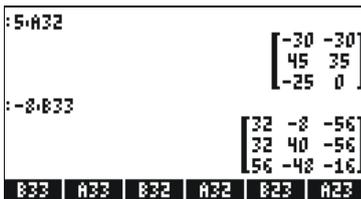
$A33$ ENTER $B33$ ENTER $-$

Multiplikation

Es gibt diverse Multiplikationsarten für Matrizen. Diese werden nachfolgend beschrieben. Die Beispiele werden im algebraischen Modus durchgeführt.

Multiplikation mit einem Skalar

Nachfolgend finden Sie einige Beispiele einer Multiplikation einer Matrix mit einem Skalar.



Matrix-Vektor Multiplikation

Eine Multiplikation einer Matrix mit einem Vektor ist nur dann zulässig, wenn die Länge des Vektors der Anzahl der Spalten in der Matrix entspricht. Nachfolgend einige Beispiele einer Matrix-Vektor Multiplikation:

```

          [-4 1 7]
          [-4 -5 7]
          [-7 6 2]
:ANS(1)·C1 2 -33
          C-23 -35 -13
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23

```

```

:B32
          [ 0 3]
          [ 5 -6]
          [-4 -3]
:ANS(1)·C1 -23
          C-6 17 21
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23

```

Die Vektor-Matrix Multiplikation ist demgegenüber nicht definiert. Diese Multiplikation kann durchgeführt werden, aber als eine besondere Matrix-Multiplikation, wie nachfolgend definiert.

Matrix Multiplikation

Die Matrix-Multiplikation wird wie folgt definiert: $\mathbf{C}_{m \times n} = \mathbf{A}_{m \times p} \cdot \mathbf{B}_{p \times n}$. Beachten Sie, dass die Matrix-Multiplikation nur dann möglich ist, wenn die Anzahl der Spalten im ersten Operand der Anzahl der Spalten des zweiten Operanden, entspricht. Das allgemeine Glied im Produkt, c_{ij} , wird wie folgt definiert

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^p a_{ik} \cdot b_{kj}, \text{ for } i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n.$$

Matrix Multiplikation ist nicht kommutativ, d.h. allgemein gilt $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \neq \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$. Darüber hinaus könnte es sein, dass eine der Multiplikationen überhaupt nicht existiert. Im nachfolgenden sehen Sie die Ergebnisse von Multiplikationen, die wir mit den vorher gespeicherten Matrizen ausgeführt haben:

```

:A33·B33
          [ 16 31 -69]
          [-102 3 117]
          [-44 34 36]
:B33·A33
          [ 74 13 18]
          [ 32 -35 -18]
          [108 67 16]
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23

```

```

:A22·B22
          [-56 64]
          [-16 16]
:B22·A22
          [-56 -16]
          [ 64 16]
B22 | A22 |

```

Glied-für-Glied Multiplikation

Eine Glied-für-Glied Multiplikation zweier Matrizen mit den gleichen Dimensionen ist über die Funktion HADAMARD möglich. Das Ergebnis, wie sollte es anders sein, ergibt eine weitere Matrix mit denselben Dimensionen. Diese Funktion kann entweder über den Katalog Funktionen (\rightarrow CAT), oder über das Untermenü MATRICES/OPERATIONS

(\leftarrow) **MATRICES**) gestartet werden. Nachfolgend einige Anwendungen der Funktion HADAMARD:

```

: HADAMARD(A33,B33)
      [ 32 -3 28 ]
      [-28 -40 42 ]
      [-35 -6 8 ]
: HADAMARD(A22,B22)
      [-56 0 ]
      [ 0 16 ]
B22 | A22 | | | | |

```

```

: HADAMARD(B32,A32)
      [ 0 -18 ]
      [ 45 -42 ]
      [ 20 0 ]
: HADAMARD(B23,A23)
      [ 0 24 -20 ]
      [-12 -24 -40 ]
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23

```

Potenzieren einer Matrix mit einer reellen Zahl

Sie können eine Matrix mit einer beliebigen Zahl potenzieren, solange diese reell ist. Das folgende Beispiel zeigt das Ergebnis, wenn die zuvor angelegte Matrix B22 mit 5 potenziert wird:

```

: B22
      [ 7 -8 ]
      [-8 8 ]
: B225
      [ 421543 -448712 ]
      [-448712 477632 ]
EDIT | VIEW | RCL | STO | PURGE/CLEAR

```

Sie können eine Matrix auch mit einer Zahl potenzieren, ohne sie zuvor als Variable zu speichern:

```

: [ 1 2 ]4
      [ 3 4 ]
      [ 199 230 ]
      [ 435 634 ]
EDIT | VIEW | RCL | STO | PURGE/CLEAR

```

Im algebraischen Modus lautet die Eingabe: [Matrix eingeben oder wählen] (y^x) [Potenz eingeben] (ENTER).

Im RPN-Modus lautet die Eingabe: [Matrix eingeben oder wählen] (SPC) [Potenz eingeben] (y^x) (ENTER).

Die Identitätsmatrix

Die Identitätsmatrix hat die Eigenschaft dass $\mathbf{A} \cdot \mathbf{I} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{A}$ gilt. Um dies zu überprüfen, zeigen wir folgende Beispiele, unter Verwendung der vorher gespeicherten Matrizen. Benutzen Sie die Funktion IDN (Sie finden diese im Menü MTH/MATRIX/MAKE), um die Identitätsmatrix, wie unten gezeigt zu erstellen:

```

:A22
      [-8 0]
      [ 0 2]
:A22-IDN(A22)
      [-8 0]
      [ 0 2]
B22 | A22 |

```

```

      [-8 0]
:A22-IDN(A22)
      [-8 0]
      [ 0 2]
:IDN(A22)*A22
      [-8 0]
      [ 0 2]
B22 | A22 |

```

Die Umkehrmatrix

Die Inverse einer quadratischen Matrix \mathbf{A} ist die Matrix \mathbf{A}^{-1} und zwar so, dass $\mathbf{A} \cdot \mathbf{A}^{-1} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{I}$, wobei \mathbf{I} eine Identitätsmatrix mit derselben Dimension wie Matrix \mathbf{A} ist. Die Inverse einer Matrix erhält man, wenn man die Funktion INV im Rechner anwendet (d.h. die Taste $\left(\frac{1}{x}\right)$). Beispiele für die Umkehrmatrix (Inverse) einiger vorher gespeicherter Matrizen finden Sie nachfolgend:

```

:INV(A22)
      [-1  0]
      [ 2  1]
B22 | A22 |

```

```

:INV(B22)
      [-1 -1]
      [-1 -2]
B22 | A22 |

```

Um die Eigenschaften der Umkehrmatrix zu überprüfen, zeigen wir folgende Multiplikationen:

```

:A33*INV(A33)
      [1 0 0]
      [0 1 0]
      [0 0 1]
:INV(B33)*B33
      [1 0 0]
      [0 1 0]
      [0 0 1]
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23 |

```

```

      [0 1 0]
:B22*INV(B22)
      [0 0 1]
      [1 0]
:A22*INV(A22)
      [1 0]
      [0 1]
B22 | A22 |

```

Charakterisieren einer Matrix (Das Matrixmenü NORM)

Das Matrixmenü NORM (NORMALIZE) kann über die Tastenfolge $\left(\leftarrow\right) \text{MTH}$ gestartet werden. Dieses Menü wird in Kapitel 10 der Bedienungsanleitung genauer beschrieben. Einige dieser Funktionen werden im Anschluss beschrieben.

Funktion DET

Die Funktion DET berechnet die Determinante einer quadratischen Matrix. So zum Beispiel:

: DET(B33)	-246
: DET(A33)	-498
B23 A23 B22 A22	

: DET(B22)	-8
: DET(A22)	-16
B23 A23 B22 A22	

Funktion TRACE

Die Funktion TRACE berechnet die Spur einer quadratischen Matrix, definiert als die Summe der Elemente in ihrer Hauptdiagonale, oder

$$tr(\mathbf{A}) = \sum_{i=1}^n a_{ii}$$

Beispiele:

: TRACE(A22)	-6
: TRACE(B22)	15
B23 A23 B22 A22	

: TRACE(A33)	4
: TRACE(B33)	-7
A X B33 A33 B32 A32	

Lösungen für lineare Systeme

Ein System von n linearen Gleichungen in m Variablen, kann wie folgt geschrieben werden

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3 + \dots + a_{1,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{1,m} \cdot x_m = b_1,$$

$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + a_{23} \cdot x_3 + \dots + a_{2,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{2,m} \cdot x_m = b_2,$$

$$a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot x_2 + a_{33} \cdot x_3 + \dots + a_{3,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{3,m} \cdot x_m = b_3,$$

...

$$a_{n-1,1} \cdot x_1 + a_{n-1,2} \cdot x_2 + a_{n-1,3} \cdot x_3 + \dots + a_{n-1,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{n-1,m} \cdot x_m = b_{n-1},$$

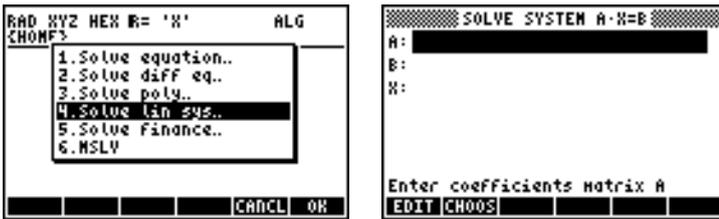
$$a_{n1} \cdot x_1 + a_{n2} \cdot x_2 + a_{n3} \cdot x_3 + \dots + a_{n,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{n,m} \cdot x_m = b_n.$$

Dieses System von linearen Gleichungen, kann als Matrix-Gleichung $\mathbf{A}_{n \times m} \cdot \mathbf{x}_{m \times 1} = \mathbf{b}_{n \times 1}$, geschrieben werden, wenn wir die nachfolgenden Matrizen und Vektoren definieren:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}_{m \times 1}, \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

Verwendung des numerischen Löser für lineare Systeme

Es gibt viele Arten, wie man ein System von linearen Gleichungen im Rechner berechnen kann. Eine Möglichkeit ist über den numerischen Löser NUM.SLV . Wählen Sie Option 4. *Solve lin sys..* im Anzeigefenster des numerischen Löser, wie unten (links) gezeigt, und drücken Sie F4 . Sie erhalten Sie die folgende Eingabemaske (rechts):



Um das lineare System $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$ zu lösen, geben Sie Matrix \mathbf{A} im Format $[[a_{11}, a_{12}, \dots], \dots [\dots]]$ in Feld A: ein Geben Sie nun den Vektor \mathbf{b} in Feld B: ein. Wenn das Feld X: hervorgehoben ist, drücken Sie F4 . Steht eine Lösung zur Verfügung, wird der Lösungsvektor \mathbf{x} im Feld X: angezeigt. Die Lösung wird auch in den Stack, Ebene 1, kopiert. Nachfolgend finden Sie einige Beispiele.

Das System von linearen Gleichungen

$$2x_1 + 3x_2 - 5x_3 = 13,$$

$$x_1 - 3x_2 + 8x_3 = -13,$$

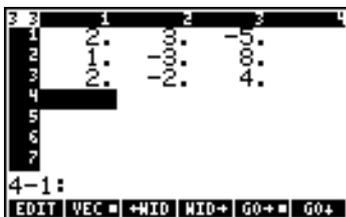
$$2x_1 - 2x_2 + 4x_3 = -6,$$

kann als Matrix-Gleichung $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$ geschrieben werden, wenn

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & -5 \\ 1 & -3 & 8 \\ 2 & -2 & 4 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \quad \text{and} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 13 \\ -13 \\ -6 \end{bmatrix}.$$

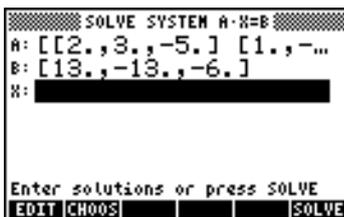
Dieses System hat die gleiche Anzahl von Gleichungen und Unbekannten, und wird als Quadratisches System bezeichnet. Generell sollte es nur eine eindeutige Lösung geben. Die Lösung bildet den Schnittpunkt dreier Ebenen im Koordinatensystem (x_1, x_2, x_3) , dargestellt durch die drei Gleichungen.

Um die Matrix **A** einzugeben, starten Sie den MatrixWriter mit ausgewähltem Feld A: . Im nachfolgenden wird der MatrixWriter zur Eingabe der Matrix **A** und die Eingabemaske für den numerischen Löser, nachdem Matrix **A** eingegeben wurde (drücken Sie **ENTER** im MatrixWriter),angezeigt:



Drücken Sie die Taste **▽**, um Feld B: auszuwählen. Der Vektor kann als Zeile mit einem einzigen Klammerpaar eingegeben werden, d.h. [13, -13, -6].

Nachdem nun Matrix A und Vektor b eingegeben wurden und das Feld X: hervorgehoben ist, drücken Sie **SOLVE** um eine mögliche Lösung für dieses Gleichungssystem zu bekommen:

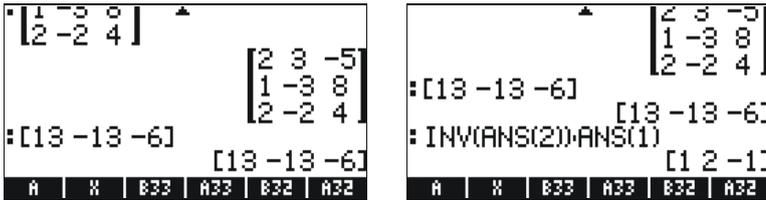


Es wurde die nachfolgende Lösung gefunden:



Lösung mit der Umkehrmatrix

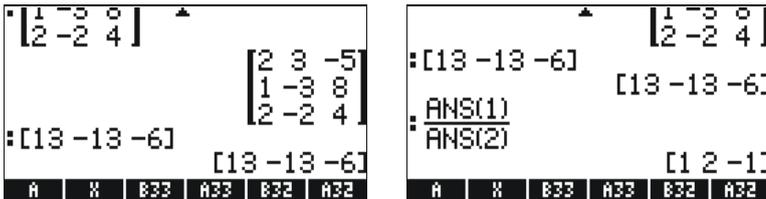
Die Lösung für System $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$, wobei \mathbf{A} eine quadratische Matrix ist, lautet $\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{b}$ ist. Für das vorher benutzte Beispiel, finden wir die Lösung im Rechner wie folgt: (Geben Sie zuerst Matrix A und dann Vektor b erneut ein):



Lösung durch "dividieren" der Matrix

Während die Division für Matrizen nicht definiert ist, können wir die Divisionstaste \div des Rechners benutzen, um den Vektor \mathbf{b} durch Matrix \mathbf{A} zu „teilen“, um so den Wert für \mathbf{x} in der Matrix $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$ zu finden. Der Vorgang für die "Division" von \mathbf{b} durch \mathbf{A} , wird nachfolgend bildlich dargestellt.

Der Vorgang wird in den beiden folgenden Abbildungen gezeigt (geben Sie Matrix \mathbf{A} und Vektor \mathbf{b} erneut ein):



Weitere Informationen

Weitere Referenzen zur Erstellung von Matrizen, Matrix-Operationen und Matrix-Anwendungen in der linearen Algebra finden Sie in den Kapiteln 10 und 11 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 10

Grafiken

In diesem Kapitel werden einige grafische Darstellungsmöglichkeiten des Rechners erläutert. Wir werden einige grafische Darstellungen von Funktionen in kartesischen und Polar-Koordinaten, sowie parametrische Plots, Grafiken von Kegeln, Balken- und Streudiagramme und schnelle 3D Plots vorstellen.

Grafikoptionen des Rechners

Um eine Auflistung von im Rechner vorhandenen grafischen Darstellungen, anzuzeigen, drücken Sie die Tastenfolge \leftarrow 2D/3D (F4). Beachten Sie bitte, dass im RPN-Modus zum Starten der Grafikfunktionen, diese beiden Tasten gleichzeitig gedrückt werden müssen. Nachdem die 2D/3D Funktion nun aktiviert ist, wird der Rechner das PLOT SETUP Fenster anzeigen, welches auch das Feld TYPE, wie nachfolgend zu sehen ist, beinhaltet.



Vor dem Feld TYPE wird nun höchstwahrscheinlich die Option *Function* hervorgehoben sein. Dies ist die Standardeinstellung des Rechners für Grafiken. Um eine Liste der vorhandenen Grafikarten zu erhalten, drücken Sie die Taste mit der Aufschrift $\left[\begin{smallmatrix} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{smallmatrix} \right]$. Sie erhalten nun ein Drop-Down Menü mit den folgenden Optionen (benutzen Sie die Pfeiltasten, um alle Optionen anzuzeigen):



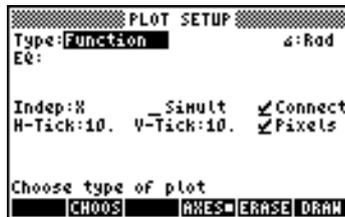


Plotten eines Ausdrucks $y = f(x)$

Als Beispiel, plotten wir die Funktion,

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$$

- Gehen Sie zuerst in die PLOT SETUP Umgebung durch drücken von \leftarrow $\frac{2D/3D}$. Stellen Sie sicher, dass die Option Funktion als TYPE, ausgewählt ist und 'X' als die unabhängige Variable (INDEP). Drücken Sie \leftarrow \frac{NXT} \frac{GRID} , um zur Normalanzeige des Rechners zurückzukehren. Das PLOT SET UP Fenster sollte ähnlich wie nachfolgendes aussehen:

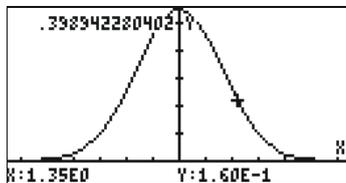


- Starten Sie die PLOT Umgebung, indem Sie die Tastenfolge drücken \leftarrow $\frac{Y=}$ (im RPN-Modus müssen diese Tasten gleichzeitig gedrückt werden). Drücken Sie \frac{EQW} , um in den EquationWriter zu gelangen. Sie werden nun dazu aufgefordert, die rechte Seite einer Gleichung $Y1(x) = \blacksquare$ einzugeben. Geben Sie nun die Funktion, die geplottet werden soll ein. Im EquationWriter sollte folgendes stehen:

- Drücken Sie **ENTER**, um zum PLOT FUNCTION Fenster zurückzukehren. Der Ausdruck $'Y1(X) = \text{EXP}(-X^2/2)/\sqrt{(2*\pi)}$ ' wird hervorgehoben. Drücken Sie **NXT** **TABLE**, um zur Normalanzeige des Rechners zurückzukehren.
- Starten Sie das PLOT WINDOW, indem Sie die Tastenfolge **←** **WIN** drücken (im RPN-Modus müssen diese Tasten gleichzeitig gedrückt werden). Wählen Sie einen Bereich von -4 bis 4 für H-VIEW, drücken Sie anschließend **TABLE**, um die V-VIEW (Ansicht) automatisch zu generieren. Die PLOT WINDOW Anzeige, sieht wie folgt aus:



- Plotten Sie die Grafik: **TABLE** **TABLE** (warten Sie bis der Rechner die Grafiken fertig hat)
- Um diese anzusehen: **TABLE** **NXT** **TABLE** **TABLE**
- Um das erste Grafikenü wieder herzustellen: **NXT** **NXT** **TABLE**
- Um die Kurve zu verfolgen: **TABLE** **TABLE**. Benutzen Sie anschließend die Pfeiltasten (**←** **→**), um sich entlang der Kurve zu bewegen. Die Koordinaten der Punkte, die Sie verfolgen, werden am unteren Rand des Fensters angezeigt. Überprüfen Sie $x = 1,05$, $y = 0,0231$. Überprüfen Sie das Gleiche für $x = -1,48$, $y = 0,134$. Nachfolgend ist die Abbildung der Grafik im Tracing-Modus:



- Um das Menü erneut anzuzeigen und zur Umgebung PLOT WINDOW zurückzukehren, drücken Sie **NXT** **TABLE**. Drücken Sie **NXT** **TABLE**, um zum normalen Display zurückzukehren.

Erstellen einer Wertetabelle für eine Funktion

Drücken der Tastenkombinationen **←** **TBLSET** (**F5**) und **←** **TABLE** (**F6**), im RPN-Modus gleichzeitig gedrückt, ermöglicht dem Benutzer eine

Wertetabelle von Funktionen zu erstellen. So z.B. erstellen wir eine Tabelle für die Funktion $Y(X) = X/(X+10)$, im Bereich $-5 < X < 5$ anhand nachfolgender Anweisungen:

- Wir erzeugen Werte der Funktion $f(x)$, oben definiert, im Wertebereich zwischen -5 und 5 für x , im Schritt von $0,5$. Als erstes müssen wir sicherstellen, dass die Grafikart im PLOT SETUP Fenster (\leftarrow $\overline{2D/3D}$), auf **FUNCTION** eingestellt ist, im RPN-Modus müssen die Tasten gleichzeitig gedrückt werden. Das Feld vor der Option *Type* wird hervorgehoben. Falls dieses Feld noch nicht auf **FUNCTION** gestellt ist, drücken Sie die Funktionstaste $\overline{F5}$ und wählen Sie die Option **FUNCTION**, anschließend drücken Sie auf \overline{ON} .
- Drücken Sie anschließend ∇ , um das Feld vor der Option EQ zu markieren, und geben Sie den Ausdruck 'X/(X+10)' ein. Drücken Sie \overline{ENTER} ''.
- Um die Änderungen im PLOT SETUP Fensters zu akzeptieren, drücken Sie \overline{NXT} \overline{ON} . Sie gelangen zur Normalanzeige des Rechners zurück.
- Als nächster Schritt muss das Tabellen Setup Fenster geöffnet werden, und zwar geschieht das mit der Tastenkombination (\leftarrow \overline{TBLSET}) (d.h. Funktionstaste $\overline{F5}$ - im RPN-Modus gleichzeitig gedrückt). Dadurch wird ein Fenster geöffnet, aus welchem Sie die Anfangswerte (*Start*) und den Schritt (*Step*) auswählen können. Geben Sie folgendes ein: $\overline{5}$ $\overline{+/-}$ \overline{ON} $\overline{0}$ $\overline{\cdot}$ $\overline{5}$ \overline{ON} $\overline{0}$ $\overline{\cdot}$ $\overline{5}$ \overline{ON} (d.h. Zoom-Faktor = $0,5$). Klicken Sie die Funktionstaste $\overline{F6}$ solange, bis ein Häkchen vor der Option *Small Font*, falls von Ihnen so gewünscht, erscheint. Drücken Sie anschließend \overline{ON} . Damit gelangen Sie zur Normalanzeige des Rechners zurück.
- Um die Tabelle anzuzeigen, drücken Sie (\leftarrow \overline{TABLE}) (d.h. Funktionstaste $\overline{F6}$) - im RPN-Modus gleichzeitig. Dies erstellt eine Tabelle mit Werten für $x = -5, -4,5, \dots$, und die entsprechenden Werte von $f(x)$, standardmäßig als Y1 angezeigt. Mit den Pfeiltasten nach oben und nach unten können Sie in der Tabelle navigieren. Sie werden feststellen, dass wir für die unabhängige Variable x keinen Endwert eingeben mussten. Damit geht die Tabelle über den vorher vorgeschlagenen Höchstwert für x , und zwar $x = 5$, hinaus.

Einige Optionen die zur Verfügung stehen, während die Tabelle angezeigt wird sind \overline{QUIT} , \overline{SET} und \overline{DEF} :

- Wenn ausgewählt \overline{DEF} , wird die Definition der unabhängigen Variablen angezeigt

- Die Taste $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ hingegen, vergrößert ganz einfach die Schrift von klein auf groß und umgekehrt. Versuchen Sie es.
- Wird die $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ Taste gedrückt, erscheint ein Menü mit folgenden Optionen: *In*, *Out*, *Decimal*, *Integer* und *Trig*. Versuchen Sie folgende Beispiele:
 - Mit hervorgehobener Option *In* , drücken Sie $\left[\frac{\square}{\square} \right]$. Die Tabelle wird erweitert, so dass das Inkrement von x nur 0,25 anstelle von 0,5 ist. Was der Rechner macht ist ganz einfach. Er multipliziert das ursprüngliche Inkrement 0,5 mit dem Zoom-Faktor 0,5, um das neue Inkrement 0,25 zu erzeugen. Somit ist die Option *zoom in* besonders dann nützlich, wenn Sie eine genauere Auflösung der x-Werte in Ihrer Tabelle haben wollen.
 - Um die Auflösung um einen weiteren Faktor von 0,5 zu erhöhen, drücken Sie $\left[\frac{\square}{\square} \right]$, wählen dann *In* ein weiteres Mal und drücken Sie anschließend auf $\left[\frac{\square}{\square} \right]$. Das x-Inkrement ist nun 0,0125.
 - Um das vorangegangene Inkrement von x wieder herzustellen, drücken Sie $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\triangle \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$, um die Option *Un-zoom* auszuwählen. Das x-Inkrement wird nun auf 0,25 erhöht.
 - Um das ursprüngliche x-Inkrement von 0,5 wieder herzustellen, können Sie ein zweites Mal *un-zoom* auswählen, oder die Option *zoom out*, durch drücken der Tasten $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ $\left[\nabla \right]$ $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ wählen.
 - Die Option *Decimal* in $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ erzeugt x-Inkremente von 0,10.
 - Die Option *Integer* (Ganzzahl) in $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ erzeugt x-Inkremente von 1.
 - Die Option *Trig* erzeugt Inkremente zu Fraktionen von p und ist somit bei der Erstellung von Tabellen mit trigonometrischen Funktionen äußerst hilfreich.
 - Um zur Normalanzeige zurückzukehren, drücken Sie $\left[\text{ENTER} \right]$.

Schnelle 3D Plots

Schnelle 3D Plots werden dazu verwendet drei-dimensionale Oberflächen zu Gleichungen $z = f(x,y)$ auszugeben. So z.B., wenn Sie die Gleichung $z = f(x,y) = x^2 + y^2$ visualisieren möchten, können Sie wie folgt vorgehen:

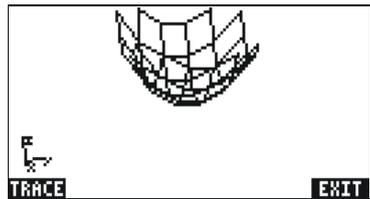
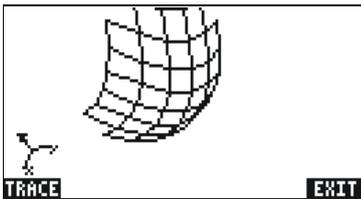
- Drücken Sie die Tasten $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\frac{2D/3D}{\square} \right]$, im RPN-Modus gleichzeitig, um das PLOT SETUP Fenster zu öffnen.
- Ändern Sie TYPE auf *Fast3D* ($\left[\frac{\square}{\square} \right]$, suchen Sie *Fast3D*, $\left[\frac{\square}{\square} \right]$).
- Drücken Sie $\left[\nabla \right]$ und geben 'X^2+Y^2' $\left[\frac{\square}{\square} \right]$ ein.
- Stellen Sie sicher, dass 'X' als die *Indep*: (unabhängige) und 'Y' als die *Depnd*: (abhängige) Variable ausgewählt ist.

- Drücken Sie **NXT** , um zur Normalanzeige des Rechners zurückzukehren.
- Drücken Sie die Tasten **←** **WIN**, im RPN-Modus gleichzeitig, um das PLOT WINDOW Fenster zu öffnen.
- Behalten Sie die Standardbereiche des Plot Fensters bei, die wie folgt aussehen:

X-Left: -1 X-Right: 1
 Y-Near: -1 Y-Far: 1
 Z-Low: -1 Z-High: 1
 Step Indep: 10 Depnd: 8

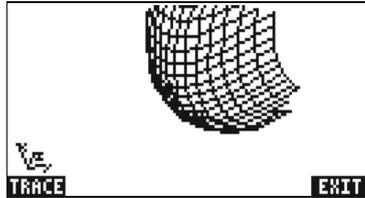
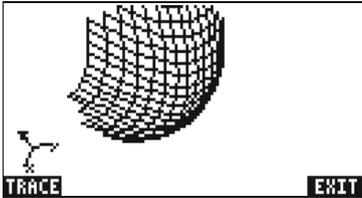
Anmerkung: Die Werte Step Indep: und Depnd: stellen die Anzahl der Rasterlinien, die im Plot benutzt werden, dar. Je größer diese Zahl ist, desto länger dauert es, bis die Grafik erstellt ist, obwohl die Zeiten, die für die Erstellung von Grafiken benötigt werden, relativ kurz sind. An dieser Stelle behalten wir die Standardwerte für die Step (Schritt) Daten von 10 und 8.

- Drücken Sie **EEEE** **QUIT**, um die dreidimensionale Oberfläche zu erstellen. Das Ergebnis ist ein Raster der Oberfläche mit dem Referenzkoordinaten-System in der linken unteren Ecke des Fensters. Sie können mit den Pfeiltasten (**←** **→** **▲** **▼**) die Orientierung der Oberfläche ändern. Die Orientierung des Referenzkoordinaten-Systems wird sich auch entsprechend ändern. Versuchen Sie selbst die Orientierung zu ändern. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen zwei verschiedene Orientierungen der Grafik:



- Wenn Sie damit fertig sind, drücken Sie **QUIT**.
- Drücken Sie **EEEE**, um zum PLOT WINDOW (Fenster) zurückzukehren.

- Ändern Sie die Schrittdaten wie folgt: Step Indep: 20 Depnd: 16
- Drücken Sie **GRAPH**, um die Oberfläche des Plots zu sehen.
Beispielansichten:



- Wenn Sie damit fertig sind, drücken Sie **EXIT**.
- Drücken Sie **GRAPH**, um zum PLOT WINDOW (Fenster) zurückzukehren.
- Drücken Sie **ON** oder **NXT** **QUIT**, um zur Normalanzeige des Rechners zurückzukehren.

Versuchen Sie auch für die Oberfläche $z = f(x,y) = \sin(x^2+y^2)$ einen schnellen 3D-Plot zu erstellen.

- Drücken Sie die Tasten **2D/3D**, im RPN-Modus gleichzeitig, um das PLOT SETUP Fenster zu öffnen.
- Drücken Sie **▽** und geben 'SIN(X^2+Y^2)' **QUIT** ein.
- Drücken Sie **GRAPH**, um den Neigungsfeld Plot zu erstellen.
Drücken Sie **QUIT** **NXT** **QUIT** um den Plot vereinfacht zu sehen mit ausgewiesener Beschriftung.
- Drücken Sie **NXT** **NXT** **QUIT** um die EDIT Umgebung zu verlassen.
- Drücken Sie **GRAPH**, um zum PLOT WINDOW (Fenster) zurückzukehren. Danach drücken Sie **ON** oder **NXT** **QUIT**, um zur Normalanzeige des Rechners zurückzukehren.

Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen zur Manipulation von Variablen finden Sie in Kapitel 12 und 22 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 11

Analysis-Anwendungen

In diesem Kapitel finden Sie Anwendungen zu den Funktionen des Rechners für Anwendungen der Analysis, d.h. Grenzwerte, Ableitungsfunktionen, Integrale, Potenzreihe usw.

Das Menü CALC (Calculus)

Viele in diesem Kapitel aufgeführte Funktionen befinden sich im Menü CALC des Rechners und können über die Tastenfolge \leftarrow CALC (der Taste \leftarrow 4 zugeordnet), aufgerufen werden.



Die ersten vier Optionen dieses Menüs sind eigentlich Untermenüs zu (1) Ableitungsfunktionen und Integrale, (2) Grenzwerte und Potenzreihen, (3) Differentialgleichungen und (4) Grafiken. Die Funktionen aus den Einträgen (1) und (2) werden in diesem Kapitel behandelt. Die Funktionen DERVX und INTVX werden auf Seite 11-2 ausführlich erläutert.

Grenzwerte und Ableitungsfunktionen

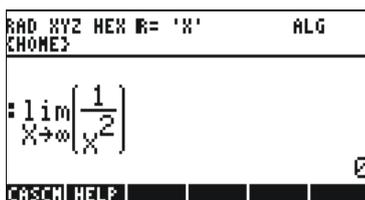
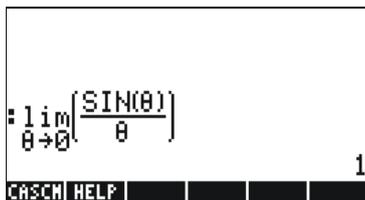
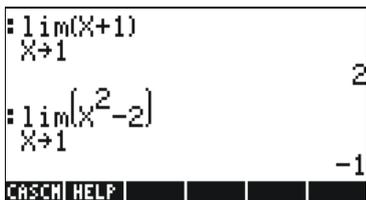
Die Differentialrechnung beschäftigt sich mit Ableitungsfunktion oder Veränderungsraten von Funktionen und deren Anwendungen in der mathematischen Analysis. Die Ableitung einer Funktion wird als Grenzwert der Differenz einer Funktion definiert, wenn das Inkrement der unabhängigen Variablen gegen Null geht. Grenzwerte werden aber auch zur Prüfung der Stetigkeit von Funktionen verwendet.

Funktion lim

Der Rechner bietet die Funktion \lim , um die Grenzwerte von Funktionen zu ermitteln. Diese Funktion benötigt als Eingabe einen Ausdruck der eine Funktion darstellt, und den Wert, an dem dieser Grenzwert berechnet werden soll. Die Funktion \lim kann über den Befehle Katalog (\leftarrow CAT ALPHA \leftarrow L) oder über die Option 2. LIMITS & SERIES... aus dem Menü CALC (siehe oben) aufgerufen werden.

Um den Grenzwert $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ zu berechnen, wird die Funktion *lim* im

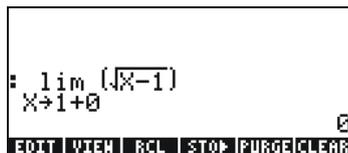
ALG-Modus wie folgt eingegeben: $\text{lim}(f(x), x=a)$ Im RPN-Modus wird erst die Funktion eingegeben, dann der Ausdruck ' $x=a$ ', und schließlich die Funktion *lim*. Unten werden einige Beispiele im ALG-Modus einschließlich einiger Grenzwerte gegen Unendlich und einseitiger Grenzwerte dargestellt. Das Unendlichkeitssymbol ist der Taste ∞ zugeordnet, also, ∞ .



Um einseitige Grenzwerte zu berechnen, hängen Sie ein +0 oder -0 an den Variablenwert. Ein "+0" steht für rechten Grenzwert und ein "-0" steht für linken Grenzwert. Zum Beispiel kann der Grenzwert von $\sqrt{x-1}$ für x gegen 1 von links durch folgende Eingabe bestimmt werden (ALG-Modus):



Es erscheint das folgende Resultat:

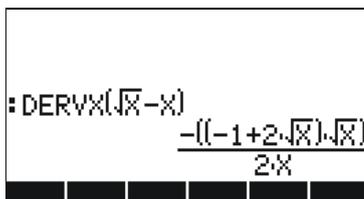
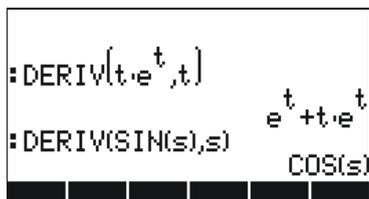


Funktionen DERIV und DERVX

Die Funktion DERIV wird verwendet, um Ableitungen für irgendeine unabhängige Variable zu erstellen, während die Funktion DERVX sich auf die CAS Standardvariable VX (normalerweise 'X') bezieht. Während die

Funktion DERVX auch direkt über das Menü CALC aufgerufen werden kann, können beide Funktionen aus dem Untermenü DERIV.&INTEG des Menüs CALC (\leftarrow CALC) aufgerufen werden.

Die Funktion DERIV benötigt eine Funktion, sagen wir $f(t)$, und eine unabhängige Variable, während die Funktion DERVX nur eine Funktion von VX benötigt. Nachfolgende Beispiele sind im ALG-Modus dargestellt. Beachten Sie, dass im RPN-Modus die Argumente vor der Funktion eingegeben werden müssen.



Stammfunktionen und Integrale

Eine Stammfunktion einer Funktion $f(x)$ ist eine Funktion $F(x)$ und zwar $f(x) = dF/dx$. Eine Möglichkeit eine Stammfunktion darzustellen ist das unbestimmte Integrale, d.h.

$$\int f(x)dx = F(x) + C$$

Dies ist möglich, genau dann wenn , $f(x) = dF/dx$ und $C = \text{Konstant}$.

Funktionen INT, INTVX, RISCH, SIGMA und SIGMAVX

Im Rechner stehen die Funktionen INT, INTVX, RISCH, SIGMA und SIGMAVX zur Berechnung von Stammfunktionen einer Funktion zur Verfügung. Die Funktionen INT, RISCH und SIGMA arbeiten mit Funktionen jeder Variablen, während INTVX und SIGMAVX die Funktionen der CAS Variablen VX (normalerweise 'x') verwenden. Die Funktionen INT und RISCH benötigen deshalb nicht nur den Ausdruck für die zu integrierende Funktion sondern auch den Namen der unabhängigen Variablen. Die Funktion INT benötigt weiterhin einen Wert von x , in welchem die Stammfunktion ausgewertet wird. Die Funktionen INTVX und SIGMAVX benötigen nur den Ausdruck der zu integrierenden Funktion als Ausdruck von VX. Die Funktionen INTVX, RISCH, SIGMA und SIGMAVX können im Menü CALC/DERIV&INTEG aufgerufen werden, während INT im Befehlskatalog zur Verfügung steht. Unten sind einige Beispiele im ALG-

Modus dargestellt (geben Sie den Namen der Funktion ein, um sie zu aktivieren).

```

: INTVX(X.e^X)
: INTVX(ASIN(X))

$$(X-1)e^X$$


$$\sqrt{1-SQ(X)}+X\cdot ASIN(X)$$

IBF INTVX LAPL PREVA RISC SIGMA
  
```

```

: INT(s^2-s,s,2)
: RISC(s^2-s,s)

$$\frac{1}{3}s^3-\frac{1}{2}s^2$$

IBF INTVX LAPL PREVA RISC SIGMA
  
```

```

: SIGMAVX(X-3)
: SIGMA( $\frac{X!}{X-0}$ ,X)

$$\frac{X!}{X-1}$$


$$\frac{X!}{X-2}$$

IBF INTVX LAPL PREVA RISC SIGMA
  
```

```

: SIGMA(s:s!,s)
s!
IBF INTVX LAPL PREVA RISC SIGMA
  
```

Beachten Sie, dass die Funktionen SIGMAVX und SIGMA für Integranden, die irgendwelche auf Ganzzahlen definierte Funktionen wie die Fakultät (!) (siehe obiges Beispiel) enthalten, gedacht sind. Das Ergebnis daraus ist die so genannte diskrete Ableitung, d.h. eine nur für Integer (Ganzzahlen) definierte Ableitung.

Bestimmte Integrale

Bei einem bestimmten Integral einer Funktion wird die resultierende Stammfunktion am oberen und unteren Grenzwert eines Intervalls (a,b) ausgewertet, und die berechneten Werte werden subtrahiert. Die Formel

lautet $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, wobei $f(x) = dF/dx$.

Die PREVAL(f(x),a,b)-Funktion des CAS kann solche Berechnungen vereinfachen. Sie gibt f(b)-f(a) zurück, wobei x die CAS-Variable VX ist.

```

: PREVAL(3x^2-x,0,5)
: PREVAL(X*LN(X),1,5)

$$5\cdot LN(5)$$

IBF INTVX LAPL PREVA RISC SIGMA
  
```

Unendliche Reihen

Eine Funktion $f(x)$ kann um einen Punkt $x=x_0$ herum anhand einer Taylorsche Reihe in eine unendliche Reihe entwickelt werden, nämlich:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} \cdot (x - x_0)^n$$

wobei $f^{(n)}(x)$ die n-t Ableitung von $f(x)$ in Bezug auf x ($f^{(0)}(x) = f(x)$) darstellt. Ist der Wert $x_0 = 0$, wird diese Reihe als Maclaurinsche Reihe bezeichnet.

Funktionen TAYLR, TAYLRO und SERIES

Die Funktionen TAYLR, TAYLRO und SERIES werden sowohl zur Erzeugung von Taylor-Polynomen verwendet, als auch für Taylorsche Reihen mit Rest. Diese Funktionen können aus dem Menü CALC/LIMITS&SERIES aufgerufen werden (in diesem Kapitel weiter vorne beschrieben).

Die Funktion TAYLRO führt eine Maclaurinsche Reihenentwicklung, (d.h. um $X = 0$) eines Ausdrucks in der unabhängigen Standardvariablen X (normalerweise 'X') durch. Die Entwicklung benutzt eine relative Potenz vierten Grades, d.h. die Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Potenz in der Entwicklung, ist 4. Zum Beispiel:

```

: TAYLRO(e^X)
      1/24 X^4 + 1/6 X^3 + 1/2 X^2 + X + 1
CASCM HELP
    
```

```

: TAYLRO(SIN(X))
      1/120 X^5 + -1/6 X^3 + X
DIVPC |<|>| SERIES|TAYLO|TAYLR|CALC
    
```

Die Funktion TAYLR erzeugt die Entwicklung der Taylor-Reihe für eine Funktion einer beliebigen Variable x um einen Punkt $x = a$ mit der vom Benutzer festgelegten Ordnung k . Somit hat die Funktion das Aussehen $TAYLR(f(x-a), x, k)$. Zum Beispiel:

```

: TAYLR(SIN(s - pi/2), s, 6)
      1/720 s^6 + -1/24 s^4 + 1/2 s^2 - 1
DIVPC |<|>| SERIES|TAYLO|TAYLR|CALC
    
```

```

: TAYLR(e^t - 1, t, 5)
      1/120 e^t t^5 + 1/24 e^t t^4 + 1/6 e^t t^3 + t^2
DIVPC |<|>| SERIES|TAYLO|TAYLR|CALC
    
```

Die Funktion SERIES erzeugt ein Taylor-Polynom. Sie benötigt als Argumente die Funktion $f(x)$, die entwickelt werden soll, einen einzelnen Variablennamen (für die Maclaurinsche Reihe) oder einen Ausdruck der Form ‚Variable = Wert‘, der den Punkt für die Taylor-Reihenentwicklung angibt sowie die Ordnung der zu erstellenden Reihe. Die Funktion SERIES gibt als Ergebnis zwei Elemente: eine Liste mit vier Elementen und einen Ausdruck für $h = x - a$, wenn das zweite Argument im Funktionsaufruf ‚ $x=a$ ‘ ist, d.h. einen Ausdruck für das Inkrement h . Die als erstes Ausgabeobjekt zurückgegebene Liste enthält folgende Elemente:

1 – Bi-direktionaler Grenzwert der Funktion am Auflösungspunkt, d.h.

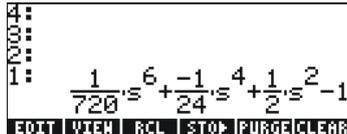
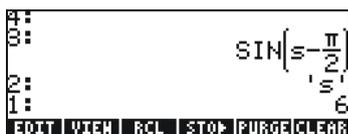
$$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$$

2 – Ein äquivalenter Wert der Funktion nahe $x = a$

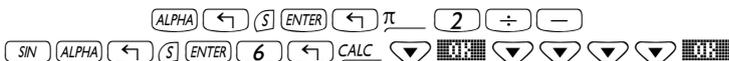
3 – Ausdruck für das Taylor-Polynom

4 – Ordnung des Restes

Wegen der relativ großen Zahl an ausgegebenen Daten, ist diese Funktion leichter im RPN-Modus durchzuführen. Nachfolgende Beispiele zeigen den RPN Stack vor und nach Anwendung der TAYLR-Funktion, wie oben beschrieben:



Die für dieses Beispiel notwendigen Eingaben lauten:



Weitere Informationen

Zusätzliche Definitionen und Anwendungen von Analysis-Anwendungen finden Sie in Kapitel 13 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 12

Multivariate Analysis-Anwendungen

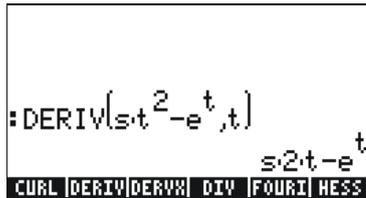
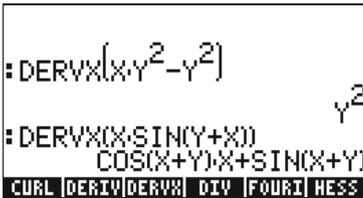
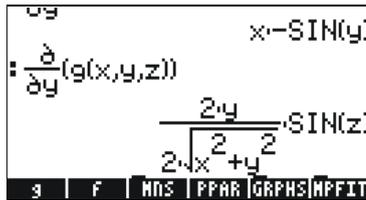
Multivariate Analysis bezieht sich auf Funktionen mit zwei oder mehr Variablen. In diesem Kapitel werden Basiskonzepte der Multivariaten Analysis erläutert: partielle Ableitungen und Mehrfachintegrale.

Partielle Ableitungen

Um schnell partielle Ableitungen von multivariaten Funktionen zu berechnen, verwenden Sie die Regeln für gewöhnliche Ableitungen, bezogen auf die Variable, nach der sie ableiten möchten, während Sie die restlichen Variablen als Konstanten Zum Beispiel:

$$\frac{\partial}{\partial x}(x \cos(y)) = \cos(y), \quad \frac{\partial}{\partial y}(x \cos(y)) = -x \sin(y)$$

Sie können die Ableitungsfunktionen im Rechner benutzen: DERVX, DERIV, ∂ , (ausführlich in Kapitel 11 dieses Benutzerhandbuchs beschrieben), um partielle Ableitungen zu berechnen (DERVX benutzt die CAS Standardvariable VX, normalerweise 'X'). Einige Beispiele von partiellen Ableitungen ersten Grades, sind nachfolgend aufgeführt. Die in den ersten beiden Beispielen verwendeten Funktionen sind $f(x,y) = x \cos(y)$, und $g(x,y,z) = (x^2+y^2)^{1/2} \sin(z)$.



Um im ALG-Modus die Funktionen $f(x,y)$ und $g(x,y,z)$ zu erhalten, geben Sie Folgendes ein:

$\text{DEF}(f(x,y)=x * \text{COS}(y))$

$\text{DEF}(g(x,y,z)=\sqrt{x^2+y^2} * \text{SIN}(z))$

Verwenden Sie zum Eingeben des Ableitungssymbols $\frac{\partial}{\partial}$.

Beispielsweise wird die Ableitung $\frac{\partial}{\partial x}(f(x,y))$ im ALG-Modus auf dem Bildschirm als $\partial x(f(x,y))$ $\overline{\text{ENTER}}$ eingegeben.

Mehrfachintegrale

Eine physikalische Interpretation eines doppelten Integrales einer Funktion $f(x,y)$ über den Bereich R auf der Ebene x - y ist das Volumen des festen Körpers unter der Oberfläche $f(x,y)$ über dem Bereich R . Der Bereich R kann als $R = \{a < x < b, f(x) < y < g(x)\}$ oder als $R = \{c < y < d, r(y) < x < s(y)\}$ dargestellt werden. Somit kann das doppelte Integral wie folgt geschrieben werden

$$\iint_R \phi(x,y) dA = \int_a^b \int_{f(x)}^{g(x)} \phi(x,y) dy dx = \int_c^d \int_{r(y)}^{s(y)} \phi(x,y) dy dx$$

Ein doppeltes Integral im Rechner zu berechnen ist einfach. Ein doppeltes Integral kann im EquationWriter (siehe Beispiel in Kapitel 2 der Bedienungsanleitung) wie unten gezeigt erstellt werden. Dieses doppelte Integrale kann direkt im EquationWriter durch Markieren des gesamten Ausdrucks und die Verwendung der Funktion $\overline{\text{EVAL}}$ berechnet werden. Das Ergebnis ist $3/2$.





Weitere Informationen

Details zu Methoden der multivariaten Analysis und deren Anwendungen finden Sie in Kapitel 14 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 13

Anwendungen der Vektorrechnung

In diesem Kapitel wird die Verwendung der Funktionen HESS, DIV und CURL in der Vektorrechnung erläutert.

Der del-Operator

Beim folgenden Operator, der als del- oder nabla-Operator bezeichnet wird, handelt es sich um einen auf Skalar- oder Vektorfunktionen anwendbaren Vektoroperator:

$$\nabla[] = i \cdot \frac{\partial}{\partial x}[] + j \cdot \frac{\partial}{\partial y}[] + k \cdot \frac{\partial}{\partial z}[]$$

Wenn wir den Operator auf eine Skalarfunktion anwenden, erhalten wir den Gradienten der Funktion, und wenn wir ihn auf eine Vektorfunktion anwenden, erhalten wir die Divergenz und die Rotation dieser Funktion. Durch die Kombination von Gradienten und Divergenz wird der Laplace-Operator einer Skalarfunktion erzeugt.

Gradient

Der Gradient einer Skalarfunktion $\phi(x,y,z)$ ist eine Vektorfunktion, die durch $grad\phi = \nabla\phi$ definiert ist. Mit der Funktion HESS kann der Gradient einer Funktion ermittelt werden. Als Eingabe für die Funktion werden eine Funktion von n unabhängigen Variablen $\phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ und ein Vektor der Funktionen $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ benötigt. Die Funktion gibt die Hesse-Matrix der Funktion $H = [h_{ij}] = [\partial^2\phi/\partial x_i\partial x_j]$, den Gradienten der Funktion für die n Variablen $grad f = [\partial\phi/\partial x_1, \partial\phi/\partial x_2, \dots, \partial\phi/\partial x_n]$ und die Liste der Variablen $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ zurück. Diese Funktion kann im RPN-Modus besser dargestellt werden. Im folgenden Beispiel verwenden wir die Funktion $\phi(X,Y,Z) = X^2 + XY + XZ$ und wenden die Funktion HESS im folgenden Beispiel auf dieses Skalarfeld an:

```

1: X^2+XY+XZ
   [X Y Z]
D | FXY | FYY | FXX | FY | FX

```

```

5:
4:
3:
   [2 1 1]
   [1 0 0]
   [1 0 0]
2: [2X+Y+Z X X]
1: [X Y Z]
CURL | DERIV | DERVX | DIV | FOURN | HESS

```

Der Gradient ist daher $[2X+Y+Z, X, X]$.

Alternativ können Sie die Funktion DERIV wie folgt verwenden:

```

:DERIV(X^2+X*Y+X*Z,[X Y Z])
      [2X+Y+Z X X]
EDIT | VIEW | RCL | STOP | PURGE | CLEAR
    
```

Divergenz

Die Divergenz einer Vektorfunktion $\mathbf{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\mathbf{i} + g(x,y,z)\mathbf{j} + h(x,y,z)\mathbf{k}$ erhalten wir durch das Ermitteln des skalaren Produkts des del-Operators mit der Funktion, d. h. $\text{div}F = \nabla \bullet F$. Mit der Funktion DIV kann die Divergenz eines Vektorfeldes berechnet werden. Beispielsweise wird die Divergenz für $\mathbf{F}(X,Y,Z) = [XY, X^2+Y^2+Z^2, YZ]$ im ALG-Modus wie folgt berechnet: $\text{DIV}([X*Y, X^2+Y^2+Z^2, Y*Z], [X, Y, Z])$

```

:DIV([X*Y X^2+Y^2+Z^2 Y*Z],[X
      Y+2*Y+Y
+SKIP|SKIP+ |DEL |DEL+ |DEL L |INS
    
```

Rotation

Die Rotation eines Vektorfeldes $\mathbf{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\mathbf{i} + g(x,y,z)\mathbf{j} + h(x,y,z)\mathbf{k}$ wird als Kreuzprodukt des del-Operators mit dem Vektorfeld berechnet, d. h. $\text{curl}F = \nabla \times F$. Die Rotation eines Vektorfeldes kann mit der Funktion CURL berechnet werden. Beispielsweise wird die Rotation für die Funktion $\mathbf{F}(X,Y,Z) = [XY, X^2+Y^2+Z^2, YZ]$ wie folgt berechnet: $\text{CURL}([X*Y, X^2+Y^2+Z^2, Y*Z], [X, Y, Z])$

```

:CURL([X*Y X^2+Y^2+Z^2 Y*Z],[
      [Z-2*Z 0 2*X-X]
CURL | DERIV | DERVX | DIV | FOUR | HESS
    
```

Weitere Informationen

Weitere Informationen über Anwendungen der Vektorrechnung finden Sie in Kapitel 15 der Bedienungsanleitung.

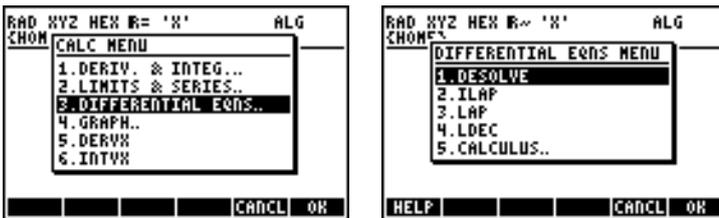
Kapitel 14

Differentialgleichungen

Dieses Kapitel zeigt Beispiele wie gewöhnliche Differentialgleichungen (ODE) über die Funktionen des Rechners gelöst werden können. Eine Differentialgleichung ist eine Gleichung, die die Ableitungen der unabhängigen Variablen einschließt. In den meisten Fällen suchen wir die abhängige Funktion, die die Differentialgleichung erfüllt.

Das Menü CALC/DIFF

Das Untermenü DIFFERENTIAL EQNS.. des Menüs CALC (\leftarrow CALC) enthält Funktionen zur Lösung von Differentialgleichungen. Dieses Menü wird unten angezeigt mit dem Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt:



Die Funktionen werden nachfolgend kurz beschrieben. Eine genauere Beschreibung finden Sie weiter unten in diesem Kapitel.

DESOLVE: Der Differentialgleichungs-Löser (SOLVER), löst, wenn möglich, Differentialgleichungen

ILAP: Inverse LAPlace-Transformation, $L^{-1}[F(s)] = f(t)$

LAP: Laplace-Transformation, $L[f(t)]=F(s)$

LDEC: linearer Differentialgleichungs-Befehl

Lösung für lineare und nichtlineare Gleichungen

Eine Gleichung, in welcher die unabhängige Variable und alle dazugehörigen Ableitungen, ersten Grades sind, wird als lineare Differentialgleichung bezeichnet. Andernfalls, wird die Gleichung als nicht-linear bezeichnet.

Die Funktion LDEC

Im Rechner steht die Funktion LDEC (Linear Differential Equation Command – linearer Differentialgleichungs-Befehl) zur Verfügung, um die allgemeine Lösung einer linearen ODE, beliebigen Grades mit konstanten Koeffizienten zu finden, ob diese nun homogen ist oder nicht. Diese Funktion benötigt von Ihnen zwei Eingaben:

- die rechte Seite der ODE
- die charakteristische Gleichung der ODE

Beide Eingaben müssen als Ausdruck der Standard- unabhängigen Variablen, der Variablen VX des CAS (normalerweise X), eingegeben werden. Die Ausgabe der Funktion ist die allgemeine Lösung der ODE. Die nachfolgenden Beispiele sind im RPN-Modus angezeigt:

Beispiel 1 – Lösen Sie die homogene ODE

$$d^3y/dx^3 - 4 \cdot (d^2y/dx^2) - 11 \cdot (dy/dx) + 30 \cdot y = 0.$$

Geben Sie ein:

`0 [ENTER] 'X^3-4*X^2-11*X+30' [ENTER] LDEC [EVAL]`

Die Lösung lautet (zusammengesetzt aus verschiedenen Ausgabefenstern des EQW):

$$\frac{(120 \cdot cC0 + 16 \cdot cC1 - 8 \cdot cC2) \cdot e^{3X} \cdot 2^X - ((30 \cdot cC0 - (5 \cdot cC1 + 5 \cdot cC2)) \cdot e^{5X} \cdot 3^X - (30 \cdot cC0 - (21 \cdot cC1 - 3 \cdot cC2)))}{120 \cdot e^{3X}}$$

wobei cC0, cC1 und cC2 Konstanten der Integration sind. Dieses Ergebnis ist äquivalent zu

$$y = K_1 \cdot e^{-3x} + K_2 \cdot e^{5x} + K_3 \cdot e^{2x}.$$

Beispiel 2 – Lösen Sie die nicht homogene ODE mit Hilfe der Funktion LDEC:

$$d^3y/dx^3 - 4 \cdot (d^2y/dx^2) - 11 \cdot (dy/dx) + 30 \cdot y = x^2.$$

Geben Sie ein:

`'X^2' [ENTER] 'X^3-4*X^2-11*X+30' [ENTER] LDEC [EVAL]`

Die Lösung lautet:

$$\frac{(27000 \cdot cC0 + 3600 \cdot cC1 - (1800 \cdot cC2 + 450)) \cdot e^{3X} \cdot 2^X - ((6750 \cdot cC0 - (1125 \cdot cC1 + 1125 \cdot cC2 + 18)) \cdot e^{5X} \cdot (900X^2 + 660X + 482)) \cdot e^{3X} - (6750 \cdot cC0 - (4725 \cdot cC1 - (675 \cdot cC2 - 50)))}{27000 \cdot e^{3X}}$$

Sie kann vereinfacht dargestellt werden als:

$$y = K_1 \cdot e^{-3x} + K_2 \cdot e^{5x} + K_3 \cdot e^{2x} + (450 \cdot x^2 + 330 \cdot x + 241) / 13500.$$

Die Funktion DESOLVE

Die Funktion DESOLVE (Differential Equation SOLVER – Differentialgleichungs-Löser) wird vom Rechner, zur Lösung bestimmter Differentialgleichungs-Typen bereitgestellt. Als Eingabe dafür benötigt die Funktion die Differentialgleichung und die unbekannte Funktion, dann wird die Lösung für die Gleichung ausgegeben, vorausgesetzt es existiert eine. Anstelle von nur einer Differentialgleichung, können Sie auch einen Vektor, der die Differentialgleichung, sowie die ursprünglichen Bedingungen enthält, als Eingabe für DESOLVE, zur Verfügung stellen. Die Funktion DESOLVE finden sie im Menü CALC/DIFF. Beispiele zu Anwendungen der Funktion DESOLVE finden Sie nachfolgend im RPN-Modus.

Beispiel 1 – Lösen Sie die ODE ersten Grades:

$$dy/dx + x^2 \cdot y(x) = 5.$$

Im Rechner geben Sie ein:

'd1y(x)+x^2*y(x)=5' **ENTER** 'y(x)' **ENTER** DESOLVE

Die ermittelte Lösung lautet:

{'y(x) = (5*INT(EXP(xt^3/3),xt,x)+cC0)*1/EXP(x^3/3)'} }, vereinfacht sieht es dann so aus:

$$y(x) = 5 \cdot \exp(-x^3 / 3) \cdot \left(\int \exp(x^3 / 3) \cdot dx + C_0 \right).$$

Die Variable ODETYPE

In der Beschriftung der Funktionstasten werden Sie eine neue Variable namens  (ODETYPE) finden. Diese Variable wird durch einen Aufruf der Funktion DESOL erzeugt und enthält einen String mit dem Typ, der für die Eingabe in DESOLVE verwendeten ODE. Drücken Sie  um den String auszugeben "1st order linear".

Beispiel 2 – Lösen Sie eine Gleichung mit Ausgangsbedingungen. Lösen Sie

$$d^2y/dt^2 + 5y = 2 \cos(t/2),$$

mit den Ausgangsbedingungen

$$y(0) = 1,2, y'(0) = -0,5.$$

Im Rechner geben Sie ein:

['d1d1y(t)+5*y(t) = 2*COS(t/2)' 'y(0) = 6/5' 'd1y(0) = -1/2']

'y(t)'

DESOLVE

Beachten Sie, dass die ursprünglichen Bedingungen in deren Exakte Ausdrücke umgewandelt wurden, 'y(0) = 6/5', anstelle von 'y(0)=1,2' und 'd1y(0) = -1/2', anstelle von, 'd1y(0) = -0,5'. Die Umwandlung in diese exakten Ausdrücke macht die Lösung leichter.

Anmerkung: Um Zahlenbrüche für Dezimalwerte zu bekommen, verwenden Sie die Funktion $\rightarrow Q$ (siehe Kapitel 5).

Drücken Sie , um das Ergebnis zu vereinfachen. Geben Sie ein, um dieses Ergebnis anzuzeigen.



d.h.

$$y(t) = -((19*\sqrt{5}*\sin(\sqrt{5}*t)-(148*\cos(\sqrt{5}*t)+80*\cos(t/2)))/190)'$$

Drücken Sie um den String "Linear w/ cst coeff" des ODE Typs für diesen Fall zu bekommen.

Laplace-Transformationen

Die Laplace-Transformation einer Funktion $f(t)$ erzeugt eine Funktion $F(s)$ im Bildbereich, die mit Hilfe algebraischer Methoden zur Lösungsfindung einer linearen Differentialgleichung, die $f(t)$ enthält, eingesetzt werden kann,. Diese Anwendung enthält drei Schritte:

1. Durch Anwendung der Laplace-Transformation wird die lineare ODE mit $f(t)$ in eine algebraische Gleichung umgewandelt.
2. Die Unbekannte $F(s)$ wird für die den Bildbereich durch algebraische Manipulation gelöst.
3. Eine inverse Laplace-Transformation wird zur Konvertierung der in Schritt 2 gefundenen Lösung der Differentialgleichung $f(t)$ verwendet.

Laplace-Transformation und Inverse im Rechner

Der Rechner stellt die beiden Funktionen LAP und ILAP zur Berechnung der Laplace-Transformation bzw. der inversen Laplace-Transformation einer Funktion $f(VX)$ zur Verfügung, wobei VX die CAS unabhängige Standardvariable (normalerweise X) darstellt. Das Ergebnis ist die

Transformation oder inverse Transformation als eine Funktion von X. Die Funktionen LAP und ILAP finden Sie im Menü CALC/DIFF. Die Beispiele werden im RPN-Modus ausgearbeitet, aber deren Umsetzung im ALG-Modus ist einfach.

Beispiel 1 – Um die Definition der Laplace-Transformation zu bekommen verwenden Sie folgende Eingabe: 'f(X)' **ENTER** LAP im RPN-Modus oder LAP(f(X)) im ALG-Modus. Die nachfolgenden Ergebnisse werden ausgegeben (links RPN und rechts ALG):

Vergleichen Sie diese Ausdrücke mit dem weiter oben in der Definition der Laplace-Transformation gegebenen, d.h.

$$L\{f(t)\} = F(s) = \int_0^{\infty} f(t) \cdot e^{-st} dt,$$

und Sie werden feststellen, dass die CAS Standardvariable X im EquationWriter die Variable s in dieser Definition ersetzt. Wenn Sie also die Funktion LAP verwenden bekommen Sie eine Funktion von X als Ergebnis, welches die Laplace-Transformation von f(X) darstellt.

Beispiel 2 – Bestimmen Sie die inverse Laplace-Transformation von $F(s) = \sin(s)$. Verwenden Sie:

$$'1/(X+1)^2' \text{ **ENTER** ILAP}$$

Das zurückgelieferte Ergebnis: 'X·e^{-X}', bedeutet, dass $L^{-1}\{1/(s+1)^2\} = x \cdot e^{-x}$.

Fouriersche Reihe

Eine komplexe Fouriersche Reihe wird durch folgenden Ausdruck definiert

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n \cdot \exp\left(\frac{2in\pi t}{T}\right),$$

wobei

$$c_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cdot \exp\left(\frac{2 \cdot i \cdot n \cdot \pi}{T} \cdot t\right) \cdot dt, \quad n = -\infty, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, \infty.$$

Funktion FOURIER

Die Funktion FOURIER stellt den Koeffizienten c_n der komplexen Form der Fourierschen-Reihe zur Verfügung, wobei die Funktion $f(t)$ und der Wert n bekannt sind. Bevor Sie die Funktion FOURIER ausführen, müssen Sie den Wert der Periode (T) einer T -periodischen Funktion in der CAS Variablen PERIOD speichern. Die Funktion FOURIER finden Sie im Untermenü DERIV innerhalb des Menüs CALC (\leftarrow CALC).

Fouriersche Reihe für eine quadratische Funktion

Bestimmen sie die Koeffizienten c_0 , c_1 , und c_2 für die Funktion $g(t) = (t-1)^2 + (t-1)$, mit dem Intervall $T = 2$.

Benutzen wir den ALG-Modus, müssen wir zuerst die Funktionen $f(t)$ und $g(t)$ definieren:

```

: DEFINE('f(t)=t^2+t')
: DEFINE('g(t)=f(t-1)')
NOVAL
NOVAL

```

Als nächstes gehen wir ins HOME Untermenü CASDIR, um den Wert der Variablen PERIOD zu ändern, d.h.

```

← (halten) UPDIR ENTER VAR  $\left[ \frac{\text{CAS}}{\text{MODE}} \right]$  ENTER 2 STO  $\left[ \frac{\text{CAS}}{\text{MODE}} \right]$  ENTER

```

```

: HOME NOVAL
: CASDIR NOVAL
: 2 PERIOD NOVAL
PRIMI|CASIN|MODUL|REALA|PERIO|VX

```

Gehen wir nun zurück ins Unterverzeichnis, in welchem wir die Funktionen f und g definiert haben und berechnen die Koeffizienten. Stellen wir CAS nun in den Complex-Modus (siehe Kapitel 2), bevor wir mit den Übungen beginnen. Die Funktion COLLECT finden wir IM dem Menü ALG (\rightarrow ALG).

```

:FOURIER(g(X),0)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

```

:FOURIER(g(X),1)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

```

:FOURIER(g(X),2)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

Somit, $c_0 = 1/3$, $c_1 = (\pi \cdot i + 2)/\pi^2$, $c_2 = (\pi \cdot i + 1)/(2\pi^2)$.

Die Fouriersche Reihe mit drei Elementen wird wie folgt geschrieben

$$g(t) \approx \text{Re}[(1/3) + (\pi \cdot i + 2)/\pi^2 \cdot \exp(i \cdot \pi \cdot t) + (\pi \cdot i + 1)/(2\pi^2) \cdot \exp(2 \cdot i \cdot \pi \cdot t)].$$

Weitere Informationen

Weitere Definitionen, Anwendungen und Beispiele zur Lösung von Differentialgleichungen mit Hilfe der Laplace-Transformation und der Fourierschen Reihe sowie Transformationen, wie auch numerische und grafische Methoden, finden Sie in Kapitel 16 der Bedienungsanleitung.

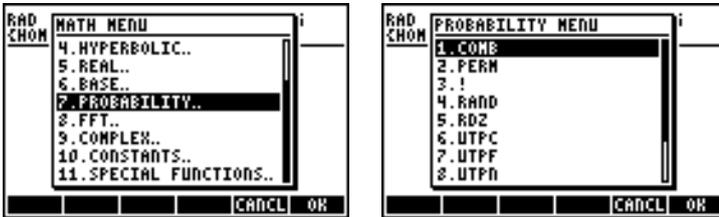
Kapitel 15

Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Dieses Kapitel enthält Beispiele für die Anwendung der im Taschenrechner vordefinierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Das Untermenü MTH/PROBABILITY.. – Teil 1

Das Untermenü MTH/PROBABILITY.. kann über die Tastenkombination \leftarrow MTH aufgerufen werden. Wenn das Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt ist, stehen im Menü PROBABILITY.. folgenden Funktionen zur Verfügung:



In diesem Abschnitt werden die Funktionen COMB, PERM, ! (Fakultät) und RAND erläutert.

Fakultäten, Kombinationen und Permutationen

Die Fakultät einer Ganzzahl wird als $n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \dots 3 \cdot 2 \cdot 1$ definiert. Per definitionem gilt $0! = 1$.

Fakultäten werden zum Berechnen der Anzahl von Permutationen und Kombinationen eines Objekts verwendet. Beispielsweise beträgt die Anzahl der Permutationen von r Objekten, die einer Gruppe von n verschiedenen Elementen entnommen werden:

$${}_n P_r = n(n-1)(n-2) \dots (n-r+1) = n! / (n-r)!$$

Die Anzahl der möglichen Kombinationen, wenn r Elemente gleichzeitig aus einer Menge mit n Objekten gezogen werden, beträgt :

$$\binom{n}{r} = \frac{n(n-1)(n-2) \dots (n-r+1)}{r!} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Mit den Funktionen COMB, PERM und ! aus dem Untermenü MTH/PROBABILITY.. können wir Kombinationen, Permutationen und Fakultäten

berechnen. Die Verwendung dieser Funktionen wird im Folgenden erläutert:

- $\text{COMB}(n,r)$: Berechnet die Anzahl der möglichen Kombinationen bei gleichzeitiger Ziehung von r Elementen aus n
- $\text{PERM}(n,r)$: Berechnet die Anzahl der Permutationen v bei gleichzeitiger Ziehung von r Elementen aus n
- $n!$: Fakultät einer positiven Ganzzahl. Wenn keine Ganzzahl verwendet wird, gibt $x!$ den Wert $\Gamma(x+1)$ zurück, wobei $\Gamma(x)$ die Gammafunktion darstellt (siehe Kapitel 3). Das Fakultätssymbol (!) kann auch mit der Tastenkombination ALPHA \rightarrow 2 eingegeben werden.

Beispiele für Anwendung dieser Funktionen:



```
: COMB(10.,6.)          210.  
: PERM(10.,6.)        151200.  
: 12.!                479001600.  
M | A | Y | t | EQ | PPAR
```

Zufallszahlen

Der Taschenrechner enthält einen Zufallszahlengenerator, der eine gleichmäßig verteilte reelle Zufallszahl zwischen 0 und 1 ausgibt. Mit der Funktion RAND im Untermenü MTH/PROBABILITY können Sie Zufallszahlen erzeugen. Der folgenden Bildschirm enthält mehrere mit RAND erzeugte Zufallszahlen (**Anmerkung**: Die mit Ihrem Taschenrechner erzeugten Zufallszahlen weichen wahrscheinlich von den abgebildeten Zahlen ab.)

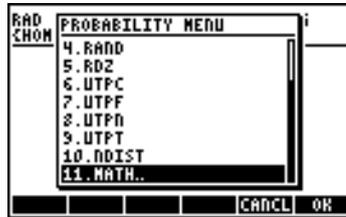


```
: RAND          .529199358633  
: RAND          4.35821814444E-2  
: RAND          .294922982088  
M | A | Y | t | EQ | PPAR
```

Weitere Informationen über Zufallszahlen im Taschenrechner finden Sie in Kapitel 17 der Bedienungsanleitung. Insbesondere wird in diesem Kapitel die Verwendung der Funktion RDZ zum Neu-Belegen von Listen mit Zufallszahlen ausführlich beschrieben.

Das Menü MTH/PROBABILITY.. – Teil 2

In diesem Abschnitt werden vier kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen erläutert, die gewöhnlich zum Lösen von Problemen im Zusammenhang mit statistischen Folgerungen verwendet werden: die Normalverteilung, die Studentsche t-Verteilung, die Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2) und die F-Verteilung. Die Funktionen des Taschenrechners zum Berechnen der Wahrscheinlichkeiten für diese Verteilungen sind NDIST, UTPN, UTPT, UTPC und UTPF. Diese Funktionen befinden sich im Menü MTH/PROBABILITY, das weiter oben in diesem Kapitel vorgestellt wurde. Um diese Funktionen anzuzeigen, rufen Sie das Menü MTH auf (\leftarrow MTH), und wählen Sie die Option PROBABILITY aus:



Die Normalverteilung

Mit den Funktionen NDIST und UTPN wird die Normalverteilung mit dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ^2 berechnet.

Um den Wert der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion von $f(x)$ für die Normalverteilung zu berechnen, verwenden Sie die Funktion $NDIST(\mu, \sigma^2, x)$. Überprüfen Sie beispielsweise, dass für die Normalverteilung gilt: $NDIST(1,0;0,5;2,0) = 0,20755374$. Die Verwendung dieser Funktion bietet sich zum Zeichnen der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion für die Normalverteilung an.

Der Taschenrechner enthält auch die Funktion UTPN, mit der der obere Bereich der Normalverteilung berechnet wird, d. h. $UTPN(\mu, \sigma^2, x) = P(X > x) = 1 - P(X < x)$, wobei $P()$ eine Wahrscheinlichkeit darstellt. Überprüfen Sie beispielsweise, dass für eine Normalverteilung mit $\mu = 1,0$, $\sigma^2 = 0,5$, $UTPN(1,0;0,5;0,75) = 0,638163$.

Die Studentsche t-Verteilung

Die Studentsche t-Verteilung oder einfach nur t-Verteilung enthält einen einzigen Parameter v , der die Freiheitsgrade angibt. Der Taschenrechner

enthält zum Berechnen der Werte des oberen Bereichs (kumulativ) der Verteilungsfunktion für die t-Verteilung die Funktion UTPT, wobei der Parameter v und der Wert von t angegeben werden müssen, d. h. $UTPT(v,t) = P(T>t) = 1-P(T<t)$. Beispielsweise ist $UTPT(5,2,5) = 2,7245...E-2$.

Die Chi-Quadrat-Verteilung

Die Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2) enthält einen einzigen Parameter v , der die Freiheitsgrade angibt. Der Taschenrechner enthält zum Berechnen der Werte des oberen Bereichs (kumulativ) der Verteilungsfunktion für die χ^2 -Verteilung die Funktion [UTPC] bereit, wobei der Wert von x und der Parameter v angegeben werden müssen. Die Definition dieser Funktion lautet daher $UTPC(v,x) = P(X>x) = 1 - P(X<x)$. Beispielsweise ist $UTPC(5, 2,5) = 0,776495...$

Die F-Verteilung

Die F-Verteilung besitzt zwei Parameter $vN =$ Zähler der Freiheitsgrade und $vD =$ Nenner der Freiheitsgrade. Der Taschenrechner enthält zum Berechnen der Werte des oberen Bereichs (kumulativ) der Verteilungsfunktion für die F-Verteilung die Funktion UTPF, wobei die Parameter vN und vD sowie der Wert von F angegeben werden müssen.

Die Definition für diese Funktion lautet daher $UTPF(vN,vD,F) = P(\mathfrak{F} >F) = 1 - P(\mathfrak{F} <F)$. Beispielsweise ist $UTPF(10,5, 2,5) = 0,1618347...$

Weitere Informationen

Weitere Informationen über Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung finden Sie in Kapitel 17 de Bedienungsanleitung.

Kapitel 16

Statistische Anwendungen

Im Rechner können folgende vorprogrammierte statistische Funktionen Merkmale über die Tastenkombination \rightarrow STAT (Taste 5) aufgerufen werden:



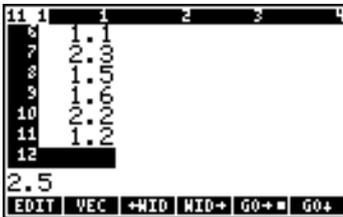
Dateneingabe

Für die Anwendungen 1, 2 und 4 aus obiger Liste müssen die Daten als Spalten einer Matrix Σ DAT eingegeben werden. Dies kann durch Eingabe der Daten in Spalten über den MatrixWriter \leftarrow MTRW geschehen. Anschließend wird die Funktion STO Σ zur Speicherung der Matrix in Σ DAT verwendet.

Tragen Sie z.B. folgende Daten mit Hilfe des MatrixWriters (siehe Kapitel 8 und 9 in diesem Handbuch) ein und speichern Sie die Daten in Σ DAT:

2,1 1,2 3,1 4,5 2,3 1,1 2,3 1,5 1,6 2,2 1,2 2,5.

Die Anzeige sieht in etwa so aus:



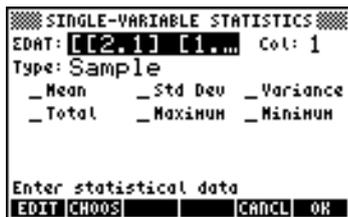
Beachten Sie, dass nun die Variable Σ DAT in der Auflistung der Funktionstasten erscheint.

Sie können statistische Daten auch einfach durch Starten einer Statistikanwendung (wie z.B. Single-var, Frequencies or Summary stats) und anschließendem Drücken von Σ DAT eingeben. Dadurch wird der Matrix Writer gestartet. Geben Sie die Daten wie

gewohnt ein. In diesem Fall werden die Daten beim Verlassen des Matrix Writers automatisch in Σ DAT gespeichert.

Berechnen von univariaten Statistiken

Nachdem Sie die Vektorenspalte in Σ DAT eingegeben haben, drücken Sie \rightarrow $\underline{\text{STAT}}$ $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$ um **1. Single-var..** auszuwählen: Sie erhalten folgende Eingabemaske:

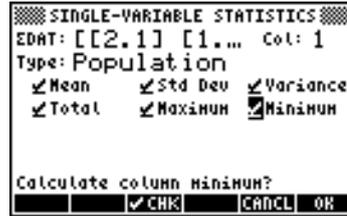
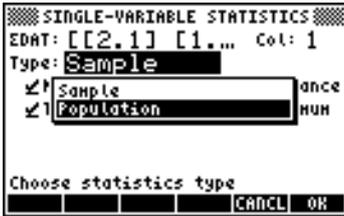


Es werden die Daten in Σ DAT angezeigt, und es wird angegeben, dass Spalte 1 ausgewählt wurde (es gibt ja nur eine Spalte in der aktuellen Σ DAT). Bewegen Sie die Pfeiltasten im Funktionsmenü und wählen Sie mit der Funktionstaste $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$ die Maßzahlen (Mittelwert, Standardabweichung, Abweichung, Gesamtzahl der Datenpunkte, Maximal- und Minimal-Werte) für Ihre Ausgabe aus, Wenn fertig, drücken Sie $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$. Die ausgewählten Werte werden im Display Ihres Rechners entsprechend beschriftet angezeigt. Zum Beispiel:



Stichprobe vs. Grundgesamtheit (Population)

Die für die oben verwendeten univariaten Statistiken vorprogrammierten Funktionen können auf eine endliche Grundgesamtheit (Population) angewandt werden, indem Sie Type: Population im Fenster SINGLE-VARIABLE STATISTICS auswählen. Der Hauptunterschied liegt in den Werten der Varianz und Standardabweichung, welche im Nenner der Abweichung, unter Verwendung von n und nicht $(n-1)$, berechnet werden. Für das obige Beispiel, benutzen wir nun die Funktionstaste $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$ um Population als Typ auszuwählen: und berechnen die Maßzahlen neu:



Ermitteln von Häufigkeitsverteilungen

Die Anwendung **2. Frequencies..** im Menü STAT, kann zur Ermittlung von Häufigkeitsverteilungen für eine Datenreihe eingesetzt werden. Die Daten müssen als Spalte von Vektoren, gespeichert in der Variablen Σ DAT, zur Verfügung stehen. Zum Starten, drücken Sie \leftarrow STAT \downarrow . Die so ausgegebene Eingabemaske enthält folgende Felder:

- Σ DAT:** die Matrix mit den gewünschten Daten.
- Col:** die Spalte Σ DAT, die untersucht wird.
- X-Min:** die minimale Klassengrenze, die in der Häufigkeitsverteilung verwendet wird (Standard = -6,5).
- Bin Count:** die Anzahl der in der Häufigkeitsverteilung verwendeten Klassen (Standard = 13).
- Bin Width:** die gleichmäßige Breite jeder Klasse in der Häufigkeitsverteilung (Standard = 1).

Wenn die Datenreihe mit n Werten: $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, die in keiner bestimmten Reihenfolge geordnet ist, kann man diese Daten in eine bestimmte Anzahl von Klassen oder Bins gruppieren, indem man die Häufigkeit der Zahlenwerte, die in die jeweilige Klasse entsprechend zählt. Die Anwendung **2. Frequencies..** aus dem Menü STAT führt diese Häufigkeitszählung durch, wobei die Werte, welche unter dem Minimum oder über dem Maximum der Klassengrenzen liegen können (d.h. die Ausreißer), von dieser Funktion verfolgt werden.

Erstellen Sie als Beispiel eine relativ große Datenreihe, sagen wir 200 Punkte, mit dem Befehl `RANM({200,1})` und speichern Sie das Ergebnis über die Funktion `STOΣ` in die Variable `ΣDAT` (siehe Beispiel oben). Als nächstes ermitteln Sie Informationen zu Einzelvariablen über \leftarrow `STAT` \leftarrow \leftarrow . Die Ergebnisse sind:

```
Variance: 31.0395728643
Total: (-85.)
Maximum: 9.
Minimum: (-9.)
ΣDAT  EPAR  CASD1
```

Diese Information zeigt an, dass unser Datenbereich zwischen -9 und 9 liegt. Um eine Häufigkeitsverteilung zu ermitteln, werden wir das Intervall (-8,8) benutzen, indem wir es in 8 Klassen, jede mit der Breite 2, teilen.

- Wählen Sie das Programm **2. Frequencies..** mit Hilfe von \leftarrow `STAT` \leftarrow \leftarrow \leftarrow . Die Daten sind bereits in `ΣDAT` geladen und die Option `Col` sollte den Wert 1 beinhalten, da wir nur eine Spalte in `ΣDAT` haben.
- Ändern Sie `X-Min` auf -8, `Bin Count` auf 8, und `Bin Width` auf 2, drücken Sie anschließend \leftarrow .

Im RPN-Modus, werden die Ergebnisse im Stack als ein Spaltenvektor in Stack-Ebene 2 und ein Zeilenvektor, bestehend aus zwei Komponenten, in Stack-Ebene 1 angezeigt. Der Vektor in Stack Ebene 1 ist die Anzahl der Ausreißer außerhalb des Intervalls, in welchem die Häufigkeitszählung durchgeführt wurde, wieder. In diesem Fall, bekommen wir die Werte [14. 8.], aus welchen wir ersehen können, dass der Vektor `ΣDAT` 14 Werte kleiner als -8 und 8 größer als 8 enthält.

- Drücken Sie \leftarrow , um den Vektor von Ausreißern aus dem Stack zu entfernen. Das verbleibende Ergebnis ist die Häufigkeitszählung der Daten.

Die Klassen für diese Häufigkeitsverteilung sind: -8 bis -6, -6 bis -4, ..., 4 bis 6 und 6 bis 8, d.h. es gibt 8 davon. Deren Häufigkeit ist in der Vektorspalte dargestellt, in diesem Fall:

23, 22, 22, 17, 26, 15, 20, 33.

Das bedeutet, es gibt 23 Werte in der Klasse [-8,-6], 22 in [-6,-4], 22 in [-4,-2], 17 in [-2,0], 26 in [0,2], 15 in [2,4], 20 in [4,6] und 33 in [6,8]. Sie können auch der Anzahl von Elementen in unserer Stichprobe, nämlich 200, entspricht.

Daten an eine Funktion $y=f(x)$

angleichen(Regression)

Das Programm **3. Fit data..**, Option 3 im Menü STAT, kann dazu verwendet werden, lineare, logarithmische, Exponential- und Potenzfunktion an Datenreihen (x,y), in der gespeicherten Matrix Σ DAT, anzulegen. Für diese Anwendung müssen in Ihrer Variablen Σ DAT mindestens 2 Spalten vorhanden sein.

Um beispielsweise eine lineare Beziehung an die Daten in der untenstehenden Tabelle anzupassen, gehen Sie wie folgt vor:

x	y
0	0.5
1	2.3
2	3.6
3	6.7
4	7.2
5	11

- Tragen Sie über den MatrixWriter zuerst zwei Spalten in Ihre Variable Σ DAT ein und speichern Sie diese mit STO Σ .
- Verwenden Sie die Tastenfolge: \rightarrow STAT \downarrow \downarrow F1 , um das Programm **3. Fit data..** aufzurufen. Die Eingabemaske wird die momentane Σ DAT anzeigen, die bereits geladen ist. Falls nötig, können Sie die Eingabemaske für die lineare Regression, auf nachfolgende Parameter ändern:



- Um die Regressionsgeraden zu erhalten, klicken Sie auf F1 . Die Ausgabe dieses Programms, nachfolgend für unsere Datenreihe angezeigt, besteht im RPN-Modus aus den folgenden drei Zeilen:
 - 3: '0,195238095238 + 2,00857242857*X'
 - 2: Correlation: 0,983781424465
 - 1: Covariance: 7,03

Ebene 3 zeigt die Form der Gleichung. Ebene 2 zeigt den Korrelationskoeffizienten der Stichprobe und Ebene 1 die Kovarianz von x - y . Definitionen zu diesen Parametern finden Sie in Kapitel 18 der Bedienungsanleitung.

Zusätzliche Informationen zur Anpassung von Daten finden Sie in Kapitel 18 der Bedienungsanleitung.

Ermitteln von zusätzlichen Summenstatistiken

Die Anwendung **4. Summary stats..** aus dem Menü STAT hilft Ihnen bei bestimmten Berechnungen von Stichprobenstatistiken. Zum Starten drücken Sie ein weiteres Mal auf  STAT, gehen Sie mit der Pfeiltaste  auf Position 4 und drücken Sie dann . Die nun angezeigte Eingabemaske enthält folgende Felder:

Σ DAT: die Matrix mit den gewünschten Daten.

X-Col, Y-Col: diese Optionen sind nur dann wichtig, wenn Sie mehr als zwei Spalten in der Matrix Σ DAT haben. Standardmäßig ist die Spalte x Spalte 1, während y Spalte 2 darstellt. Sollten Sie nur eine Spalte in der Matrix haben, ist die einzige Einstellung die einen Sinn ergibt **X-Col: 1**.

$_ \Sigma X _ _ \Sigma Y \dots$: Aus diesem Programm können Sie Summenstatistiken durch Markierung [CHK] des entsprechenden Feldes auswählen.

Viele dieser Summenstatistiken werden zur Berechnung von Statistiken von zwei Variablen (x, y) benutzt, die als Funktion $y=f(x)$ in Relation zueinander stehen können. Somit kann dieses Programm als Zusatz zu Programm **3. Fit data..** angesehen werden.

Ermitteln Sie als Beispiel alle Statistik-Daten für die im Moment in Σ DAT gespeicherten x - y -Daten.

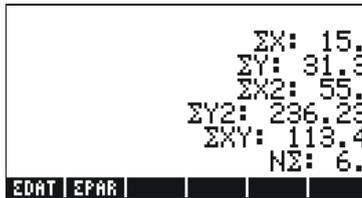
- Zum Starten der Option **summary stats...**, benutzen Sie die Tastenfolge:  STAT    

Wählen Sie die Spaltenzahlen entsprechend den x - und y -Daten, d.h. X-Col: 1 und Y-Col: 2.

Mit der Taste  wählen Sie alle Optionen für die Ausgaben, d.h. $_ \Sigma X$, $_ \Sigma Y$, usw.



- Drücken Sie , um die nachfolgenden Ergebnisse zu erhalten:



Konfidenzintervalle

Die Anwendung **6. Conf Interval** kann mit Hilfe der Tastenfolge    gestartet werden. Die Anwendung bietet folgende Optionen:



Diese Optionen können wie folgt ausgelegt werden:

1. ZINT: 1 μ .: Einfaches Konfidenzintervall für den Mittelwert der Grundgesamtheit, μ , bei bekannter Varianz der Grundgesamtheit oder, für große Stichproben, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
2. ZINT: $\mu_1 - \mu_2$.: Konfidenzintervall für die Differenz der Mittelwertes der Grundgesamtheiten, $\mu_1 - \mu_2$, entweder mit bekannten Varianz der Grundgesamtheiten oder, für große Stichproben, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
3. ZINT: 1 p.: Einfaches Konfidenzintervall für den Anteil, p, für große Stichproben mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.

4. Z-INT: $p_1 - p_2$: Konfidenzintervall für die Differenz zweier Anteile, $p_1 - p_2$, für große Stichproben, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
5. T-INT: 1μ : Konfidenzintervall für den Mittelwert der Grundgesamtheit, μ , für kleine Stichproben, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
6. T-INT: $\mu_1 - \mu_2$: Konfidenzintervall für die Differenz der Mittelwerte der Grundgesamtheit, $\mu_1 - \mu_2$, für kleine Stichproben, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.

Beispiel 1 – Ermitteln Sie das zentrale Konfidenzintervall für den Mittelwert einer Grundgesamtheit, wenn eine Stichprobe von 60 Elementen, den Mittelwert $\bar{x} = 23,3$ ergibt und die Standardabweichung $s = 5,2$ ist. Verwenden Sie $\alpha = 0,05$. Das Konfidenzniveau ist $C = 1 - \alpha = 0,95$.

Wählen Sie Fall 1 aus dem oben angezeigten Menü durch drücken Der Taste  aus. Tragen Sie die erforderlichen Werte, wie angezeigt, in die Eingabemaske ein:

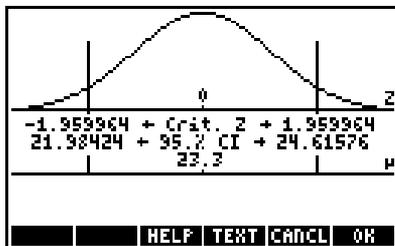


Drücken Sie  um eine Anzeige mit der Erklärung des Begriffes Konfidenzintervall, mit Hilfe von vom Rechner generierten Zufallszahlen, zu bekommen. Um die erhaltene Anzeige komplett zu sehen, scrollen Sie mit der Pfeiltaste  nach unten. Wenn Sie die Hilfe nicht mehr benötigen, drücken Sie die Taste . So gelangen Sie zur oben gezeigten Anzeige zurück.

Drücken Sie , um das Konfidenzintervall zu berechnen. Das im Rechner angezeigte Ergebnis lautet:



Um eine grafische Anzeige des Konfidenzintervalls zu bekommen, drücken Sie die Taste .



Die Grafik zeigt die Standard Normalverteilung pdf (probability density function – Funktion Wahrscheinlichkeitsdichte), die kritischen Punkte $\pm z_{\alpha/2}$, den Mittelwert (23,3) und die entsprechenden Intervallgrenzen (21.98424 und 24.61576). Um zur vorherigen Anzeige mit den Werten zurückzukehren, drücken Sie  und/oder . So verlassen Sie die Konfidenzintervall Umgebung. Die Ergebnisse werden in der Anzeige des Rechners ausgegeben.

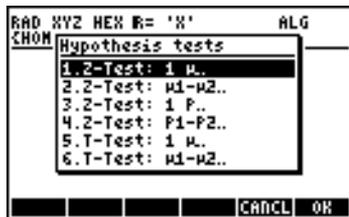
Zusätzliche Anwendungen von Konfidenzintervallen finden Sie in Kapitel 18 der Bedienungsanleitung.

Testen von Hypothesen

Eine Hypothese ist eine Aussage, die über eine Grundgesamtheit gemacht wird (so z.B. in Bezug auf den Mittelwert). Die Akzeptanz der Hypothese basiert auf einem statistischen Test auf Basis einer Stichprobe aus der Grundgesamtheit. Die nachfolgende Vorgehensweise und Entscheidungsfindung werden als Testen der Hypothese bezeichnet.

Der Taschenrechner enthält unter der Anwendung 5. *Hypoth. tests.*, auf die über  *STAT*    zugegriffen werden kann, Funktionen für Hypothesentest.

In Bezug auf die Berechnung von Konfidenzintervallen, weiter vorne behandelt, bietet dieses Programm 6 verschiedene Optionen:



Diese Optionen sind genau wie bei den Konfidenzintervallberechnungen zu interpretieren:

1. Z-Test: 1μ .: Ein-Stichproben-Überprüfung der Hypothese für den Mittelwert der Grundgesamtheit, μ , mit bekannter Varianz der Grundgesamtheit oder, für einen großen Stichprobenumfang, mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
2. Z-Test: $\mu_1 - \mu_2$.: Überprüfung der Hypothese für die Differenz der Mittelwerte der Grundgesamtheiten, $\mu_1 - \mu_2$, entweder mit bekannten Varianzen der Grundgesamtheiten oder, für große Stichproben, mit unbekanntem Varianzen der Grundgesamtheiten.
3. Z-Test: $1 p$.: Ein-Stichproben-Überprüfung der Hypothese für den Anteil, p , für große Stichproben mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
4. Z-Test: $p_1 - p_2$.: Überprüfung der Hypothese für die Differenz zweier Anteile, $p_1 - p_2$, für große Stichproben mit unbekanntem Varianzen der Grundgesamtheiten.
5. T-Test: 1μ .: Ein-Stichproben Überprüfung der Hypothese für den Mittelwert der Grundgesamtheit, μ , für kleine Stichproben mit unbekannter Varianz der Grundgesamtheit.
6. T-Test: $\mu_1 - \mu_2$.: Überprüfung der Hypothese für die Differenz der Mittelwerte der Grundgesamtheiten, $\mu_1 - \mu_2$, für kleine Stichproben mit unbekanntem Varianzen der Grundgesamtheiten.

Versuchen Sie folgendes Beispiel:

Beispiel 1 –Überprüfen Sie die Hypothese $H_0: \mu = \mu_0$ für $\mu_0 = 150$, $\sigma = 10$, $\bar{x} = 158$, $n = 50$ für $\alpha = 0,05$., gegen die alternative Hypothese, $H_1: \mu \neq \mu_0$

Um in die Berechnung des Konfidenzintervalls auf Ihrem Rechner zu starten drücken Sie die Tastenfolge \rightarrow STAT \uparrow \uparrow 00 . Um die Option 1. Z-Test: 1μ zu starten, drücken Sie 00 .

Tragen Sie nachfolgende Daten ein und drücken Sie anschließend 00 :



Sie werden dann aufgefordert, die alternative Hypothese auszuwählen:

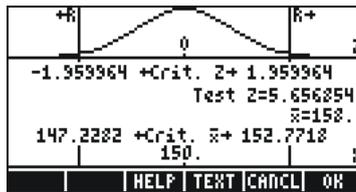


Wählen Sie $\mu \neq 150$. Drücken Sie anschließend **2nd**. Die Lösung lautet:



Wir ändern dann $H_0: \mu = 150$ auf $H_1: \mu \neq 150$. Der Testwert ist $z_0 = 5,656854$. Der P-Wert ist $1,54 \times 10^{-8}$. Die kritischen Werte von $\pm z_{\alpha/2} = \pm 1,959964$, welche dem kritischen \bar{x} -Bereich von $\{147,2 \ 152,8\}$ entsprechen.

Diese Information können Sie auch grafisch, durch Drücken der Funktionstaste **2nd**, darstellen.



Weitere Informationen

Zusätzliche Informationen zur statistischen Analyse, einschließlich der Definitionen für Konzepte und fortgeschrittene Statistikanwendungen, finden Sie in Kapitel 18 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 17

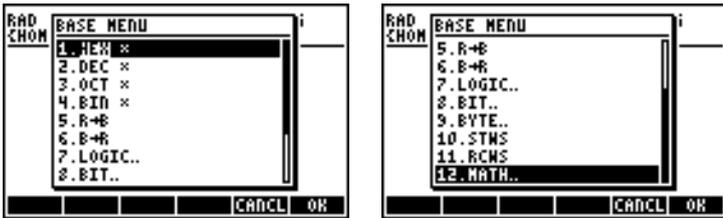
Zahlen mit unterschiedlicher Basis

Neben unserem Dezimalsystem (Basis 10, Ziffern = 0-9), können Sie u. a. im Binärsystem (Basis 2, Ziffern = 0,1), Oktalsystem (Basis 8, Ziffern = 0-7) oder Hexadezimalsystem (Basis 16, Ziffern = 0-9 und Zeichen = A-F) arbeiten. So wie die dezimale Ganzzahl $321 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$ bedeutet, bedeutet die Zahl 100110 im Binärsystem

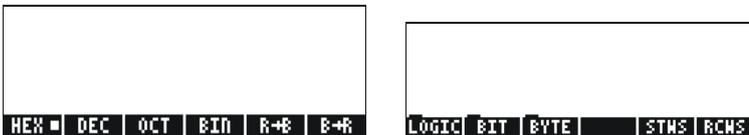
$$1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 0 = 38.$$

Das Menü BASE

Das Menü BASE kann über \rightarrow BASE (Taste 3) gestartet werden. Wenn das Systemflag 117 auf CHOOSE boxes gesetzt ist (siehe Kapitel 1 in dieser Bedienungsanleitung), sind folgende Einträge verfügbar:



Wenn das Systemflag 117 auf SOFT menus gesetzt ist, enthält das Menü BASE folgende Elemente:



In dieser Abbildung sind die Einträge LOGIC, BIT und BYTE im Menü BASE wiederum selbst Untermenüs. Diese Menüs werden in Kapitel 19 der Bedienungsanleitung ausführlich erläutert.

Schreiben nichtdezimaler Zahlen

Im Taschenrechner werden Zahlen anderer Zahlensysteme als des Dezimalsystems als binäre Ganzzahlen bezeichnet und mit dem Zeichen # (\leftarrow #) vor der Zahl eingegeben. Um die für binäre Ganzzahlen zu verwendende Basis auszuwählen, wählen Sie im Menü BASE entweder HEX (adezimal), DEC (imal), OCT (al) oder BIN (är) aus. Wenn

beispielsweise  ausgewählt wurde, werden binäre Ganzzahlen als Hexadezimalzahlen, z. B. #53, #A5B usw., dargestellt. Bei Auswahl anderer Zahlensysteme werden die Zahlen automatisch entsprechend der neuen Basis konvertiert.

Um eine Zahl in einem bestimmten System einzugeben, geben Sie vor der Zahl das Zeichen # und nach der Zahl h (hexadezimal), d (dezimal), o (oktal) bzw. b (binär) ein. Beispiele:

HEX

```

: # A2F0h          # A2F0h
: # 2BC10h        # 2BC10h
: # 125h          # 125h
HEX | DEC | OCT | BIN | R+R | B+R

```

DEC

```

: # 41712d        # 41712d
: # 179216d       # 179216d
: # 293d          # 293d
HEX | DEC | OCT | BIN | R+R | B+R

```

OCT

```

: # 121360o       # 121360o
: # 536020o       # 536020o
: # 445o          # 445o
HEX | DEC | OCT | BIN | R+R | B+R

```

BIN

```

: # 1010001011110000b
: # 1010001011110000b
:
: # 101011110000010000b
: # 101011110000010000b
: # 100100101b   # 100100101b
HEX | DEC | OCT | BIN | R+R | B+R

```

Weitere Informationen

Weitere Informationen über Zahlen mit unterschiedlichen Basen finden Sie in Kapitel 19 der Bedienungsanleitung.

Kapitel 18

Verwenden von SD-Karten

Der Taschenrechner hat eine Speicherkartenschnittstelle, in welche Sie eine SD-Flash-Karte einschieben können, um entweder die Rechenobjekte zu sichern oder um Objekte von anderen Quellen herunterzuladen. Die SD-Karte wird im Taschenrechner als Schnittstelle (Port) Nummer 3 angezeigt.

Einsetzen und Entfernen von SD-Karten

Der SD-Schacht befindet sich unter den Zahlentasten an der Unterkante des Taschenrechners. SD-Karten müssen nach unten liegend eingesetzt werden. Die meisten Karten haben auf der Oberseite eine Beschriftung. Wenn Sie den HP 50g mit der Tastatur nach oben halten, dann sollte diese Seite der Karte beim Einlegen nach unten bzw. von Ihnen weg weisen. Die Karte gleitet fast vollständig ohne Widerstand in den Schacht und muss nur am Ende etwas fester hineingeschoben werden. Bei einer vollständig eingesetzten Karte ist nur die Oberkante sichtbar.

Um eine SD-Karte zu entfernen, schalten Sie den HP 50g aus und drücken Sie vorsichtig auf die sichtbare Kante der Karte. Die Karte sollte dann ein wenig aus dem Schacht gleiten und kann anschließend leicht herausgezogen werden.

Formatieren einer SD-Karte

Die meisten SD-Karten sind bereits formatiert, wurden aber unter Umständen mit einem Dateisystem formatiert, welches mit dem des HP 50g inkompatibel ist. Der HP 50g arbeitet nur mit Karten im FAT-16 oder FAT32-Format.

Sie können eine SD-Karte auf einem PC oder im Taschenrechner formatieren. Sollten Sie die Karte im Taschenrechner formatieren (wie unten beschrieben), stellen Sie sicher, dass sich neuwertige Batterien im Rechner befinden.

Hinweis: Durch das Formatieren einer SD-Karte gehen alle darauf vorhandenen Daten verloren.

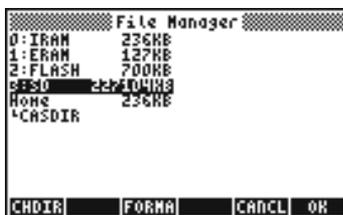
1. Setzen Sie die SD-Karte in den Kartenschacht ein (wie im vorherigen Abschnitt beschrieben).

2. Halten Sie die **ON**-Taste gedrückt und drücken Sie die **F4**-Taste. Lassen Sie die **F4**-Taste los und anschließend die **ON**-Taste. Das Systemmenü mit mehreren Optionen wird angezeigt.
3. Drücken Sie 0 für FORMAT. Der Formatierungsvorgang beginnt.
4. Wenn die Formatierung abgeschlossen ist, zeigt der HP 50g die Meldung "FORMAT FINISHED. PRESS ANY KEY TO EXIT" an. Zum Verlassen des Systemmenüs halten Sie die **ON**-Taste gedrückt und drücken Sie die **F3**-Taste und lassen Sie die **ON**-Taste anschließend los.

Die SD-Karte ist nun einsatzbereit. Sie wurde im FAT32-Format formatiert.

Zugriff auf Objekte einer SD-Karte

Das Laden eines Objekts von der SD-Karte ist ähnlich wie das Laden der Objekte von den Ports 0, 1 oder 2. Verwenden Sie hingegen die Funktion LIB (**→** LIB), wird Port 3 nicht im Menü angezeigt. Die Dateien einer SD-Karte können nur mit dem Filer, oder Dateimanager, (**←** FILES) verwaltet werden. Starten Sie den Filer, erscheint bei eingelegter SD-Karte folgende Baumstruktur:



Lange Dateinamen auf der SD-Karte werden unterstützt, aber im Format 8.3 angezeigt, also bestehend wie in DOS aus maximal 8 Zeichen und einer Erweiterung von 3 Zeichen. Der Typ jedes Objekts wird angezeigt, es sei denn, es handelt sich um ein PC-Objekt oder ein Objekt unbekanntens Typs. (In diesem Fall wird das Objekt als String angezeigt.)

Zusätzlich zum Datei-Manager können Sie die Funktionen STO und RCL zum Speichern von Objekten und Laden der Objekte von der SD-Karte, wie unten gezeigt, verwenden.

Speichern von Objekten auf der SD-Karte

Verwenden Sie zum Speichern von Objekten die Funktion STO auf folgende Weise:

- Im algebraischen Modus:
Geben Sie das Objekt ein, drücken Sie **STO▶**, geben Sie den Namen des über Port 3 zu speichernden Objekts ein (z. B. **3 VAR1**), und drücken Sie **ENTER**.
- Im RPN-Modus:
Geben Sie das Objekt ein, geben Sie den Namen des über Port 3 zu speichernden Objekts ein (z. B. **3 VAR1**), und drücken Sie **STO▶**.

Beachten Sie, dass der Name eines Objekts, welches Sie auf einer SD-Karte speichern möchten, in Port 3 des Filers im 8.3 DOS-Format angezeigt wird, falls er mehr als acht Zeichen besitzt.

Laden eines Objektes von der SD-Karte

Um ein Objekt von der SD-Karte auf den Bildschirm des Taschenrechners zu laden, verwenden Sie die Funktion RCL wie folgt:

- Im algebraischen Modus:
Drücken Sie **← RCL**, geben Sie den Namen des über Port 3 gespeicherten Objekts ein (z. B. **3 VAR1**), und drücken Sie **ENTER**.
- Im RPN-Modus:
Geben Sie den Namen des über Port 3 gespeicherten Objekts ein (z. B. **3 VAR1**), und drücken Sie **← RCL**.

Mit dem Befehl RCL können Variablen durch Angabe eines Pfades im Befehl geladen werden, z. B. im RPN-Modus: **3 (path) ENTER RCL**. Bei dem Pfad handelt es sich wie bei einem DOS-Laufwerk um eine Reihe von Verzeichnisnamen, die die Position einer Variablen in einer Verzeichnisstruktur definieren. Einige in einem Sicherungsobjekt gespeicherte Variablen können jedoch nicht durch Angabe des Pfades geladen werden. In diesem Fall muss das gesamte Sicherungsobjekt (z. B. ein Verzeichnis) geladen werden, und anschließend muss auf dem Bildschirm auf die einzelnen Variablen zugegriffen werden.

Beachten Sie, dass Sie bei langen Dateinamen den kompletten Namen des Objekts oder den abgeschnittenen 8.3-Namen angeben können, wenn Sie einen RCL-Befehl verwenden.

Löschen eines Objekts von der SD-Karte

Um ein Objekt von der SD-Karte auf dem Bildschirm zu löschen, verwenden Sie die Funktion PURGE wie folgt:

- Im algebraischen Modus:
Drücken Sie **TOOL** **FORMAT**, geben Sie den Namen des über Port 3 gespeicherten Objekts ein (z. B. **3=VAR1**), und drücken Sie **ENTER**.
- Im RPN-Modus:
Geben Sie den Namen des über Port 3 gespeicherten Objekts ein (z. B. **3=VAR1**), und drücken Sie **TOOL** **FORMAT**.

Beachten Sie, dass Sie bei langen Dateinamen den kompletten Namen des Objekts oder den abgeschnittenen 8.3-Namen angeben können, wenn Sie den PURGE-Befehl verwenden.

Löschen aller Objekte der SD-Karte (durch Formatieren)

Sie können alle Objekte einer SD-Karte löschen, indem Sie die Karte erneut formatieren. Wenn eine SD-Karte eingelegt ist, erscheint **FORMAT** als weiterer Menüpunkt im File Manager. Durch Wählen dieser Option wird die komplette Karte formatiert, wodurch alle Objekte auf der Karte gelöscht werden.

Angabe eines Verzeichnisses auf der SD-Karte

Sie können Objekte, die sich in einem Verzeichnis der SD-Karte befinden, aufrufen, auswerten und löschen. Beachten Sie, dass zum Arbeiten mit Objekten im Hauptverzeichnis der SD-Karte die **ENTER**-Taste benutzt wird. Wird allerdings mit einem Objekt in einem Unterverzeichnis gearbeitet, so muss der Name, welcher den Verzeichnispfad enthält, durch Verwendung der **ENTER** **"/"**-Taste eingeschlossen werden.

Wollen Sie zum Beispiel ein Objekt mit Namen PROG1 in ein Verzeichnis mit Namen PROGS auf der SD-Karte speichern, so drücken Sie, während das Objekt noch auf der ersten Ebene des Stacks liegt:

← **3** **→** **"/"** **ALPHA** **ALPHA** **P** **R** **O** **G** **S** **→** **÷**
P **R** **O** **G** **/** **ENTER** **STO▶**

Dadurch wird das zuvor auf dem Stack liegende Objekt im Verzeichnis PROGS der SD-Karte unter dem Namen PROG1 gespeichert. Hinweis: Falls PROGS nicht existiert, wird das Verzeichnis automatisch angelegt.

Sie können beliebig tief geschachtelte Unterverzeichnisse angeben. Um zum Beispiel auf ein Objekt in einem Unterverzeichnis von Tiefe 3 zuzugreifen, lautet die Syntax:

:3:"DIR1/DIR2/DIR3/NAME"

Beachten Sie, dass der Schrägstrich durch Drücken von    eingegeben wird.

Kapitel 19

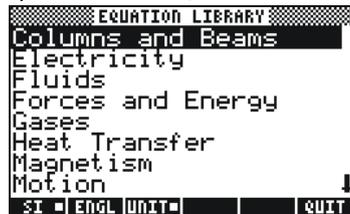
Gleichungsbibliothek

Die Gleichungsbibliothek ist eine Sammlung von Gleichungen und Befehlen, mit denen Sie einfache naturwissenschaftliche und technische Probleme lösen können. Die Bibliothek besteht aus mehr als 300 Gleichungen, die in 15 technische Themenbereiche gruppiert wurden und mehr als 100 Titel beinhalten. Jeder Titel enthält eine oder mehrere Gleichungen, die Ihnen zum Lösen dieser Art von Problem behilflich sind.

Hinweis: Die Beispiele in diesem Kapitel gehen davon aus, dass der Betriebsmodus RPN ist und dass Flag -117 gesetzt ist. (Flag -117 sollte immer dann gesetzt werden, wenn Sie den numerischen Solver zur Lösung von Gleichungen der Gleichungsbibliothek nutzen.)

Beispiel: Untersuchen Sie das Gleichungssystem zur Bewegung eines Geschosses.

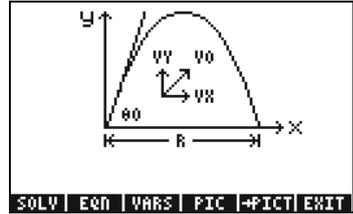
Schritt 1: Stellen Sie die Anzeige auf 2 Nachkommastellen und öffnen Sie die Gleichungsbibliothek. (Wenn  und  nicht mit kleinen Quadraten gekennzeichnet sind, drücken Sie die beiden zugehörigen Menütasten jeweils einmal.)



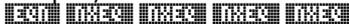
Schritt 2: Wählen Sie den Bewegung-Themenbereich und öffnen Sie den Katalog.



Schritt 3: Wählen Sie Bewegung eines Geschosses und sehen Sie sich das Diagramm an, das die Problemstellung beschreibt.



Schritt 4: Betrachten Sie die fünf Gleichungen zur Bewegung eines Geschosses. Alle fünf werden wechselweise verwendet, um nach einer fehlenden Variablen aufzulösen (siehe nächstes Beispiel).



```
5. OF 5. *
R = v0^2 / 9 * SIN(2*theta)
```

Schritt 5: Untersuchen Sie die Variablen des Gleichungssystems.



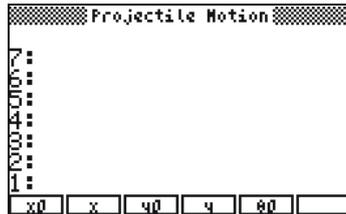
y según se necesite

```
Projectile Motion
x0: init x-position
x: final x-position
y0: init y-position
y: final y-position
theta: initial angle
v0: initial velocity
vx: x-velocity
vy: y-velocity
```

Verwenden Sie nun das Gleichungssystem, um die Frage im nächsten Beispiel zu beantworten.

Beispiel: Sie schätzen, dass ein durchschnittlicher professioneller Torwart einen Fußball 65 Meter weit (R) mit einem Winkel (θ_0) von 50 Grad schießen kann. Mit welcher Geschwindigkeit (v_0) schießt er denn Ball? Wie hoch ist der Ball nach der Hälfte der Distanz? Wie weit könnte er den Ball schießen, wenn er bei gleicher Schussgeschwindigkeit mit einem Winkel von 30 Grad schießen würde? (Ignorieren Sie den Luftwiderstand.)

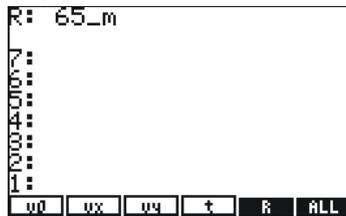
Schritt 1: Beginnen Sie mit der Lösung.



Schritt 2: Geben Sie die bekannten Werte ein und drücken Sie die Menütasten der entsprechenden Variablen. (Sie können annehmen, dass x_0 und y_0 Null sind.) Beachten Sie, dass die Menübezeichnungen schwarz werden, wenn Sie die Werte speichern. (Sie müssen **NXT** drücken, um die anfangs angezeigten Variablen zu sehen.)

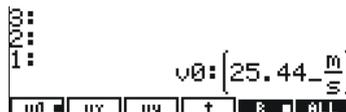
0 x_0 0 y_0 50 g_0

NXT 65 R



Schritt 3: Lösen Sie nach der Geschwindigkeit, v_0 , auf. (Sie lösen nach einer Variablen auf, indem Sie **↶** und dann die Menütaste der Variablen drücken.)

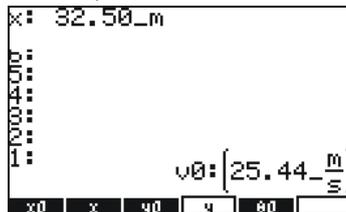
↶ v_0



Schritt 4: Rufen Sie die Entfernung, R , auf, teilen Sie sie durch 2, um die halbe Distanz zu ermitteln, und geben Sie sie als x-Koordinate ein. Beachten Sie, dass Drücken der Menütaste einer Variablen mit rechter Umschalttaste den Wert der Variablen auf den Stack legt. (Das kleine Rechteck neben dem R in der Menübezeichnung zeigt an, dass sie in der letzten Berechnung verwendet wurde.)

↷ R

2 \div **NXT** **NXT** x_0



Schritt 5: Lösen Sie nach der Höhe, y , auf. Beachten Sie, dass der Rechner Werte für andere Variablen findet, wenn er sie braucht (angezeigt durch das kleine Quadrat), in der Reihenfolge in der er nach der angegebenen Variablen auflöst.

1: y:(19.37_m)
 x0 x y0 y 00

Schritt 6: Geben Sie den neuen Wert für den Winkel an (30 Grad), speichern Sie die zuvor berechnete Anfangsgeschwindigkeit (v_0) und lösen Sie dann nach R auf.

30 

 L 

1: R:(57.16_m)
 00 vx vy t R RLL

Referenz

Für weitere Details zur Gleichungsbibliothek, lesen Sie Kapitel 27 im Handbuch des Taschenrechners.

Beschränkte Garantie

Grafiktaschenrechner HP 50g, Garantiezeitraum: 12 Monate

1. HP garantiert Ihnen, dem Endbenutzer, dass HP Hardware, Zubehör und Verbrauchsmaterialien frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind. Diese Garantie beginnt mit dem Kaufdatum und gilt für den oben angegebenen Zeitraum. Wenn HP innerhalb des Garantiezeitraums über einen derartigen Mangel informiert wird, übernimmt HP nach eigenem Ermessen entweder die Reparatur des nachweislich fehlerhaften Produkts oder tauscht dieses aus. Als Austauschprodukte können neue oder im Hinblick auf die Leistung neuwertige Produkte eingesetzt werden.
2. Bei ordnungsgemäßer Installation und Verwendung der HP Software übernimmt HP ab dem Kaufdatum und für den oben angegebenen Zeitraum die Garantie, dass keine Material- oder Verarbeitungsfehler bestehen, die dazu führen, dass die Programmieranweisungen nicht ausgeführt werden können. Wenn HP innerhalb des Garantiezeitraums über einen derartigen Mangel informiert wird, ersetzt HP die fehlerhafte Software, die die Programmieranweisungen nicht ausführt.
3. HP übernimmt keine Garantie für einen störungs- oder fehlerfreien Betrieb von HP Produkten. Sollte HP innerhalb eines angemessenen Zeitraums nicht in der Lage sein, ein Produkt gemäß den Garantiebestimmungen zu reparieren oder auszutauschen, sind Sie bei sofortiger Rücksendung des Produkts berechtigt, den Kaufpreis zurückzuerlangen.
4. HP Produkte können aus recyceltem Material hergestellte Teile enthalten, deren Leistung Teilen aus neuem Material entspricht oder die unbeabsichtigt verwendet wurden.
5. Die Garantie gilt nicht für Mängel, die auf Folgendes zurückzuführen sind: (a) unsachgemäße oder ungeeignete Wartung oder Kalibrierung; (b) Verwendung von Software, Schnittstellen, Teilen oder Verbrauchsmaterialien, die nicht von HP zur Verfügung gestellt wurden; (c) unbefugte Änderung oder falsche Verwendung; (d) Betrieb außerhalb des Rahmens der für das Produkt veröffentlichten technischen Daten für den Betrieb; oder (e) unsachgemäße Vorbereitung oder Wartung des Standorts.
6. SOWEIT GEMÄSS ÖRTLICHEM RECHT ZULÄSSIG, STELLEN DIE OBEN GENANNTEN GARANTIEANSPRÜCHE DIE ALLEINIGEN ANSPRÜCHE DAR, UND ES GELTEN KEINE WEITEREN

SCHRIFTLICHEN ODER MÜNDLICHEN GARANTIEEN ODER GEWÄHRLEISTUNGEN, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND. HP WEIST INSBESONDERE ALLE STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEEN ODER GEWÄHRLEISTUNGEN BEZÜGLICH MARKTGÄNGIGKEIT; ZUFRIEDENSTELLENDER QUALITÄT UND EIGNUNG ZU EINEM BESTIMMTEN ZWECK ZURÜCK. Einige Staaten, Länder oder Provinzen lassen eine Einschränkung des Garantiezeitraums für eine konkludente Garantie nicht zu. In diesem Fall finden die oben genannten Einschränkungen oder Ausschlüsse keine Anwendung. Aus dieser Garantie ergeben sich für Sie bestimmte Rechte. Darüber hinaus haben Sie möglicherweise weitere Rechte, die von Staat zu Staat, von Land zu Land oder von Provinz zu Provinz unterschiedlich sein können.

7. SOWEIT GEMÄSS ÖRTLICHEM RECHT ZULÄSSIG, STELLEN DIE IN DIESER GARANTIEERKLÄRUNG GENANNTEN ANSPRÜCHE IHRE ALLEINIGEN UND AUSSCHLIESSLICHEN ANSPRÜCHE DAR. MIT AUSNAHME DER VORSTEHENDEN BESTIMMUNG ÜBERNEHMEN HP UND IHRE ANBIETER IN KEINEM FALL EINE HAFTUNG FÜR EINEN DATENVERLUST ODER FÜR DIREKTE, SPEZIELLE, ZUFÄLLIG ENTSTANDENE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH ENTGANGENEM GEWINN ODER DATENVERLUST), ODER SONSTIGE SCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB DIESE VERTRAGLICH FESTGEHALTEN SIND ODER AUS EINER UNERLAUBTEN HANDLUNG ODER ANDERWEITIG ENTSTEHEN. Einige Staaten, Länder oder Provinzen lassen den Ausschluss oder die Beschränkung von zufällig entstandenen Schäden oder Folgeschäden nicht zu. In diesem Fall finden die oben genannten Einschränkungen oder Ausschlüsse keine Anwendung.
8. Die Garantien für HP Produkte und HP Dienstleistungen werden ausschließlich in den ausdrücklichen Garantieerklärungen dargelegt, die im Lieferumfang dieser Produkte und Dienstleistungen enthalten sind. HP haftet nicht für technische oder redaktionelle Fehler oder Auslassungen in diesen Dokumenten.

FÜR ENDVERBRAUCHER-KAUFABSCHLÜSSE IN AUSTRALIEN UND NEUSEELAND: SOFERN GEMÄSS GELTENDEM RECHT ZULÄSSIG, SCHLIESSEN DIE IN DIESER ERKLÄRUNG ENTHALTENEN GARANTIEBESTIMMUNGEN DIE VERBINDLICHEN, GESETZLICH FESTGELEGTE RECHTE FÜR DEN VERKAUF DIESES PRODUKTS AN SIE WEDER AUS NOCH SCHRÄNKEN SIE DIESE EIN ODER ÄNDERN DIESE, SONDERN ERWEITERN DIESE RECHTE.

Service

Europa

Land:	Telefonnummern
Österreich	+43-1-3602771203
Belgien	+32-2-7126219
Dänemark	+45-8-2332844
Osteuropäische Staaten	+420-5-41422523
Finnland	+35-89640009
Frankreich	+33-1-49939006
Deutschland	+49-69-95307103
Griechenland	+420-5-41422523
Holland	+31-2-06545301
Italien	+39-02-75419782
Norwegen	+47-63849309
Portugal	+351-229570200
Spanien	+34-915-642095
Schweden	+46-851992065
Schweiz	+41-1-4395358 (Grecia) +41-22-8278780 (Francia) +39-02-75419782 (Italia)
Türkei	+420-5-41422523
Groß Britannien	+44-207-4580161
Tschechien	+420-5-41422523
Südafrika	+27-11-2376200
Luxemburg	+32-2-7126219
andere europäische Länder	+420-5-41422523

Asia del Pacifico

Land:	Telefonnummern
Australien	+61-3-9841-5211
Singapur	+61-3-9841-5211

América Latina

Land:	Telefonnummern
Argentinien	0-810-555-5520
Brasilien	Sao Paulo 3747-7799; RDP 0-800-1577751
Mexiko	Ciudad de Méjico 5258-9922; RDP 01-800-472-6684
Venezuela	0800-4746-8368
Chile	800-360999
Kolumbien	9-800-114726
Peru	0-800-10111
Mittelamerika & Karibik	1-800-711-2884
Guatemala	1-800-999-5105
Puerto Rico	1-877-232-0589
Costa Rica	0-800-011-0524

N. Amerika

Land:	Telefonnummern
USA	1800-HP INVENT
Kanada	(905)206-4663 or 800-HP INVENT

ROTC = Rest des Landes

Unter <http://www.hp.com> finden Sie die neuesten Service- und Support-Informationen.

Regulatory information

Federal Communications Commission Notice

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and the receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio or television technician for help.

Modifications

The FCC requires the user to be notified that any changes or modifications made to this device that are not expressly approved by Hewlett-Packard Company may void the user's authority to operate the equipment.

Cables

Connections to this device must be made with shielded cables with metallic RFI/EMI connector hoods to maintain compliance with FCC rules and regulations.

Declaration of Conformity for Products Marked with FCC Logo, United States Only

This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

For questions regarding your product, contact:

Hewlett-Packard Company
P. O. Box 692000, Mail Stop 530113
Houston, Texas 77269-2000

Or, call
1-800-474-6836

For questions regarding this FCC declaration, contact:
Hewlett-Packard Company
P. O. Box 692000, Mail Stop 510101
Houston, Texas 77269-2000

Or, call
1-281-514-3333

To identify this product, refer to the part, series, or model number found on the product.

Canadian Notice

This Class B digital apparatus meets all requirements of the Canadian Interference-Causing Equipment Regulations.

Avis Canadien

Cet appareil numérique de la classe B respecte toutes les exigences du Règlement sur le matériel brouilleur du Canada.

European Union Regulatory Notice

This product complies with the following EU Directives:

- Low Voltage Directive 73/23/EEC
- EMC Directive 89/336/EEC

Compliance with these directives implies conformity to applicable harmonized European standards (European Norms) which are listed on the EU Declaration of Conformity issued by Hewlett-Packard for this product or product family.

This compliance is indicated by the following conformity marking placed on the product:

This compliance is indicated by the following conformity marking placed on the product:

 <p>This marking is valid for non-Telecom products and EU harmonized Telecom products (e.g. Bluetooth).</p>	 <p>This marking is valid for EU non-harmonized Telecom products. *Notified body number (used only if applicable - refer to the product label)</p>
--	---

Japanese Notice

この装置は、情報処理装置等電波障害自主規制協議会（VCCI）の基準に基づくクラス B 情報技術装置です。この装置は、家庭環境で使用することを目的としていますが、この装置がラジオやテレビジョン受信機に近接して使用されると、受信障害を引き起こすことがあります。

取扱説明書に従って正しい取り扱いをしてください。

Korean Notice

B급 기기 (가정용 정보통신기기)

이 기기는 가정용으로 전자파적합등록을 한 기기로서
주거지역에서는 물론 모든지역에서 사용할 수 있습니다.

Entsorgung von Altgeräten aus privaten Haushalten in der EU



Das Symbol auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass das Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden darf. Benutzer sind verpflichtet, die Altgeräte an einer Rücknahmestelle für Elektro- und Elektronik-Altgeräte abzugeben. Die getrennte Sammlung und ordnungsgemäße Entsorgung Ihrer Altgeräte trägt zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen bei und garantiert eine Wiederverwertung, die die Gesundheit des Menschen und die Umwelt schützt. Informationen dazu, wo Sie Rücknahmestellen für Ihre Altgeräte finden, erhalten Sie bei Ihrer Stadtverwaltung, den örtlichen Müllentsorgungsbetrieben oder im Geschäft, in dem Sie das Gerät erworben haben.