

HEWLETT-PACKARD

HP-28C Benutzerhandbuch (Einführung)



HP-28C

Benutzerhandbuch (Einführung)



1. Ausgabe November 1986
Bestellnummer 00028-90008

Hinweis

Änderungen der in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen sind vorbehalten.

Hewlett-Packard übernimmt weder ausdrücklich noch stillschweigend irgendwelche Haftung für die in diesem Handbuch dargestellten Programme und Beispiele—weder für deren Funktionsfähigkeit noch deren Eignung für irgendeine spezielle Anwendung. Hewlett-Packard haftet nicht für direkte oder indirekte Schäden im Zusammenhang mit oder als Folge der Lieferung, Benutzung oder Leistung der Programme. (Dies gilt nicht, soweit gesetzlich zwingend gehaftet wird.)

Hewlett-Packard übernimmt keine Verantwortung für den Gebrauch oder die Zuverlässigkeit von HP Software unter Verwendung von Geräten, welche nicht von Hewlett-Packard geliefert wurden.

Diese Dokumentation enthält urheberrechtlich geschützte Informationen. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, bleiben vorbehalten. Kein Teil der Dokumentation darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne vorherige schriftliche Zustimmung von Hewlett-Packard reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 1986 Hewlett-Packard GmbH

© 1986 Hewlett-Packard Company

Portable Computer Division
1000 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, U.S.A.

Druckgeschichte

1. Ausgabe

November 1986

Fertigungsnr. 00018-90009

Vorwort

Mit Ihrem HP-28C können Sie auf einfache Weise die komplexesten Probleme lösen, einschließlich solcher Aufgabenstellungen, die Sie seither nicht mit einem Taschenrechner bearbeiten konnten. Der HP-28C kombiniert leistungsstarke numerische Rechenweise mit einer neuen Dimension—*symbolische Rechenweise*. Sie formulieren zuerst ein Problem symbolisch, lassen sich danach die symbolische Lösung anzeigen, aus welcher das globale Verhalten des Problems ersichtlich ist, und erhalten numerische Ergebnisse über die symbolische Lösung.

Der HP-28C enthält folgende Leistungsmerkmale:

- **Algebraische Manipulation.** Sie können in einem Ausdruck Terme erweitern, zusammenfassen oder neuordnen sowie eine Gleichung symbolisch nach einer Variablen auflösen.
- **Höhere Mathematik.** Sie können Differentiale, bestimmte und unbestimmte Integrale berechnen.
- **Numerische Lösungen.** Unter Verwendung einer speziellen Lösungsroutine können Sie eine Gleichung oder einen Ausdruck nach jeder beliebigen Variablen auflösen. Ebenso ist die Lösung eines linearen Gleichungssystems möglich. Durch verschiedene Datentypen lassen sich komplexe Zahlen, Vektoren und Matrizen so einfach wie reelle Zahlen verwenden.
- **Abbildungen.** Ausdrücke, Gleichungen und statistische Daten lassen sich graphisch darstellen.
- **Konvertierung von Einheiten.** Sie können zwischen jeder äquivalenten Kombination der eingebauten 120 Einheiten eine Umrechnung vornehmen.
- **Statistik.** Sie können statistische Operationen mit einer oder zwei Variablen sowie Wahrscheinlichkeitsberechnungen ausführen.
- **Zahlensysteme.** Es lassen sich Berechnungen im dualen, oktalen, dezimalen und hexadezimalen Zahlensystem durchführen; weiterhin sind Bitmanipulationen möglich.
- **Direkte Eingabe für algebraische Ausdrücke und UPN-Logik für interaktive Berechnungen.**

Das *HP-28C Benutzerhandbuch* macht Sie mit Ihrem Rechner vertraut und führt Sie durch mehrere Anwendungsbeispiele.

Das *HP-28C Referenzhandbuch* gibt Ihnen spezifische Informationen über Befehle und die Arbeitsweise des Rechners. Die ersten zwei Kapitel erläutern die Grundlagen sowie die gebräuchlichsten Operationen. Das dritte Kapitel stellt ein Verzeichnis der Menüs dar und beschreibt das Anwendungskonzept und die Befehle der einzelnen Menüs.

Es wird empfohlen, daß Sie sich zuerst durch die Beispiele im Benutzerhandbuch arbeiten, um mit dem Rechner und seinen Funktionen vertraut zu werden. Wenn Sie näheres über einen bestimmten Befehl wissen möchten, können Sie dazu das Referenzhandbuch zu Hilfe nehmen. Nachdem Sie über den Gebrauch der Befehle Bescheid wissen und ein tieferes Verständnis über die Betriebsweise des Rechners erhalten möchten, können Sie die theoretischen Diskussionen im Referenzhandbuch durchlesen.

Durch die erwähnten Handbücher erfahren Sie, wie Ihr HP-28C zur Lösung mathematischer Aufgabenstellungen eingesetzt werden kann; sie lehren jedoch nicht Mathematik. Es wird angenommen, daß Sie bereits mit den relevanten mathematischen Prinzipien vertraut sind. Um z.B. die Fähigkeiten des HP-28C im Bereich der höheren Mathematik effizient nutzen zu können, sollten Sie die elementaren Gesetze über Differential- und Integralrechnung kennen.

Auf der anderen Seite ist damit nicht gemeint, daß Sie über sämtliche Mathematikgebiete innerhalb des HP-28C Bescheid wissen müssen, um die für Sie interessanten Teile anzuwenden. Wenn Sie z.B. die Statistik-Operationen des HP-28C anwenden möchten, müssen Sie nicht die Integralrechnung verstanden haben.

Inhaltsverzeichnis

- 11** **Verwenden dieses Handbuchs**
 - 11** Kapitelübersicht
 - 13** Weitere Informationen
-

- 1** **15** **Bedienungsgrundlagen des HP-28C**
 - 15** Öffnen und Schließen des Gehäuses
 - 16** Aufsuchen des Batteriefachs und der
 Druckeransteuerung
 - 17** Ein- und Ausschalten des Rechners
 - 18** Löschen des gesamten Speicherbereichs (Memory
 Reset)
 - 19** Einstellen des Anzeigekontrasts
 - 19** Die ersten Schritte
 - 19** Eine einfache Berechnung
 - 23** Wichtigste Fähigkeiten und Konzepte
-

- 2** **31** **Arithmetische Operationen**
- 33** Eingeben und Anzeigen von Zahlen
- 34** Wählen des Dezimalzeichens
- 35** Wählen des Zahlen-Anzeigeformats
- 37** Eingabe von Zahlen mit Exponenten
- 39** Einwertige Funktionen
- 40** Zweiwertige Funktionen
- 41** Addition und Subtraktion
- 41** Multiplikation und Division
- 42** Potenzieren und Radizieren
- 43** Prozentrechnung
- 44** Austauschen der Inhalte von Ebene 1 und 2
- 45** Löschen von Objekten im Stack
- 45** Kettenrechnungen
- 47** Wenn die falsche Funktion ausgeführt wurde

3	49	Verwenden von Variablen
	49	Erzeugen einer Variablen: STO
	50	Auswerten einer Variablen
	52	Ändern des Variableninhalts
	53	Löschen einer Variablen: PURGE
	54	Namen mit und ohne Anführungszeichen

4	55	Wiederholen einer Berechnung
	55	Erzeugen eines Ausdrucks
	59	Wiederholen einer Berechnung über den Löser

5	61	Weitere numerische Funktionen
	61	Trigonometrische Funktionen
	61	Wählen des Winkelmodus
	63	Verwenden von π
	64	Konvertieren zwischen Winkeleinheiten
	67	Logarithmische, exponentielle und hyperbolische Funktionen
	68	Andere reellwertige Funktionen
	69	Verwenden von komplexen Zahlen
	70	Konvertieren zwischen Polar- und Rechteckskordinaten

6	75	Näheres zur Befehlszeile
	75	Eingabemodi
	76	Unmittelbarer Eingabemodus
	76	Algebraischer Eingabemodus
	78	Alpha-Eingabemodus
	79	Zusammenfassung von Funktions-, Befehls- und Operationstasten
	80	Editieren von Objekten
	80	Zurückrufen von Objekten in die Befehlszeile
	82	Bewegen des Cursors
	83	Wählen des Einfügens- oder Ersetzungsmodus
	83	Aufheben von EDIT
	84	Editieren einer Variablen

7	85	Einzelheiten zum Stack
	86	Der Befehlskatalog
	89	Zurücksichern der zuletzt verwendeten Argumente
	90	Ansehen von Stack-Objekten
	91	Kopieren von Stack-Objekten
94	Neuordnen der Stack-Objekte	

8	97	Programme
	97	Erzeugen von Programmen
	104	Programme, die Unterprogramme aufrufen
	106	Programme und Ausdrücke im Vergleich

9	109	Graphische Darstellung von Ausdrücken
	112	Ändern des Abbildungsmaßstabs
	114	Verschieben der Abbildung
	116	Neudefinieren der Zeichenbereichsgrenzen

10	119	Der Löser
	120	Auffinden einer Nullstelle für einen Ausdruck
	123	Auffinden eines Minimums
	128	Finanzmathematische Berechnungen

11	133	Symbolische Lösungen
	133	Lösen eines quadratischen Ausdrucks
	135	Isolieren einer Variablen
	137	Erweitern und Zusammenfassen
	140	Verwenden von FORM

12	147	Höhere Mathematik
	147	Differenzieren von Ausdrücken
	148	Schrittweises Differenzieren
	150	Vollständiges Differenzieren
	151	Integrieren von Ausdrücken
	152	Symbolische Integration von Polynomen
	153	Numerische Integration von Ausdrücken

13	157	Vektoren und Matrizen
	157	Vektoren
	158	Eintippen der Vektorelemente
	159	Multiplizieren eines Vektors mit einer Zahl
	159	Addieren und Subtrahieren von Vektoren
	160	Berechnen des Kreuzprodukts
	161	Berechnen des Skalarprodukts
	161	Matrizen
	162	Eintippen der Matrixelemente
	163	Anzeigen einer großen Matrix
	163	Invertieren einer Matrix
	164	Bestimmen der Determinante
	164	Multiplizieren zweier Felder
	164	Multiplizieren zweier Matrizen
	167	Multiplizieren einer Matrix mit einem Vektor
	168	Lösen eines linearen Gleichungssystems

14	171	Statistische Funktionen
	172	Eingeben von Daten
	173	Editieren von Daten
	175	Statistische Funktionen für Einzelwerte
	176	Berechnen des Mittelwerts
	176	Berechnen der Standardabweichung
	177	Berechnen der Varianz
	177	Statistische Funktionen für gepaarte Stichprobenwerte
	178	Festlegen eines Spaltenpaares
	178	Berechnen des Korrelationskoeffizienten
	179	Berechnen der Kovarianz
	179	Berechnen der linearen Regression
	180	Auffinden von Vorhersagewerten

15	181	Binäre Arithmetik
	181	Wählen der Wortlänge
	182	Wählen des Zahlensystems
	182	Eingeben von Binärwerten
	184	Rechnen mit Binärwerten

16	187	Konvertieren von Einheiten
	187	Der UNITS-Katalog
	189	Konvertieren von Einheiten
	192	Konvertieren von Einheiten-Strings
	194	Überprüfen der verwendeten Einheiten

17	195	Druckfunktionen
	195	Drucken eines Protokolls
	196	Drucken von Ebene 1
	197	Drucken des Stackinhalts
	198	Drucken einer Variablen

Anhänge und Index

- 199** **Anhang A: Kundenunterstützung, Gewährleistung und Service**
- 199** Antworten auf allgemeine Fragen
- 204** Feststellen der Reparaturbedürftigkeit
- 207** Einjährige Gewährleistungsfrist
- 209** Im Reparaturfall

- 213** **Anhang B: Allgemeine Informationen zur Hardware**
- 213** Batterien
- 216** Pflege des Rechners
- 216** Umgebungsbedingungen
- 216** Sicherheitsbestimmungen

- 219** **Anhang C: Menü-Tabellen**

- 241** **Anhang D: Tastenverzeichnis**

- 247** **Sachindex**

Verwenden dieses Handbuchs

Wenn Sie die Zeit und Neigung haben, dieses Handbuch von der ersten bis zur letzten Seite durchzulesen und dabei alle Beispiele durchzuarbeiten, so wünscht Ihnen Hewlett-Packard viel Spaß dabei. Sollten Sie zeitlichen Restriktionen unterliegen, dann wird empfohlen, daß Sie zuerst die Kapitel 1 bis 5 durchlesen, um mit dieser neuen Generation von Taschenrechnern vertraut zu werden. Nach dem Abschluß der ersten 5 Kapitel können Sie, sofern Sie ein Thema in einem späteren Kapitel interessiert, dazwischen liegende Kapitel überspringen und die Beispiele des betreffenden Kapitels durcharbeiten.

Jedes Kapitel enthält Beispiele, die stufenweise die Anwendung des Rechners demonstrieren. Der erste Schritt in jedem Kapitel besteht in "Schritt 0". Über diesen Schritt wird der Rechner so eingestellt, daß er mit den Abbildungen des folgenden Beispiels übereinstimmt.

Kapitelübersicht

Kapitel 1, "Bedienungsgrundlagen des HP-28C", gibt Ihnen eine grobe Vorstellung des HP-28C, wobei einige der besonderen Leistungsmerkmale des Rechners hervorgehoben werden. In diesem Kapitel erfahren Sie die notwendige Hintergrundinformation, die zum Gebrauch des Rechners notwendig ist.

Kapitel 2, 3 und 4 zeigen Ihnen, wie Sie mit dem HP-28C Berechnungen durchführen, einschließlich eines einfachen Wegs—ohne Programmierung—zur Wiederholung von Rechenschritten. Kapitel 2, "Arithmetische Operationen", zeigt Ihnen die Ausführung einfacher arithmetischer Operationen. Kapitel 3, "Verwenden von Variablen", behandelt das Speichern einer Zahl in einer Variablen und die Bezugnahme auf diese Zahl über den Variablennamen. Kapitel 4, "Wiederholung einer Berechnung", beschreibt die Eingabe einer Aufgabenstellung, unter Verwendung von Variablen anstatt von Zahlenwerten, und die Wiederholung der Berechnung mit verschiedenen Variablenwerten.

Kapitel 5, "Weitere numerische Funktionen", beschreibt trigonometrische, logarithmische, exponentielle und hyperbolische Funktionen. Außerdem behandelt dieses Kapitel das Arbeiten mit komplexen Zahlen auf dem HP-28C.

Kapitel 6 und 7 bieten Ihnen nähere Informationen über die Anwendungsmöglichkeiten des Rechners, mit denen Sie bereits Bekanntschaft gemacht haben. Kapitel 6, "Näheres zur Befehlszeile", enthält detaillierte Informationen über die Eingabe von Daten und die vorhandenen Editiermöglichkeiten. Kapitel 7, "Einzelheiten zum Stack", beschreibt weitere Befehle zur Modifikation der eingegebenen Daten.

Kapitel 8, "Programme," zeigt Ihnen, wie Sie den HP-28C programmieren können und stellt einen Vergleich zwischen Programmen und Ausdrücken auf.

Die Kapitel 9 bis 16 erläutern die im HP-28C eingebauten Applikationen. Kapitel 9, "Graphische Darstellung von Ausdrücken", zeichnet die Kurve eines Ausdrucks und schätzt eine Nullstelle sowie ein Minimum für den Ausdruck. In Kapitel 10, "Der Löser", ist eine Lösungsroutine ("Löser") beschrieben, über welche Sie genauere Werte für die in Kapitel 9 geschätzte Nullstelle sowie das Minimum berechnen können. In Kapitel 11, "Symbolische Lösungen", ist die Vorgehensweise zum Lösen einer quadratischen Gleichung und zum Isolieren von Variablen innerhalb einer Gleichung beschrieben. Kapitel 12, "Höhere Mathematik", zeigt die Differentiation eines Ausdrucks und die Berechnung bestimmter und unbestimmter Integrale. Kapitel 13, "Vektoren und Matrizen", enthält Beispiele zum Arbeiten mit Feldern, einschließlich dem Lösen linearer Gleichungssysteme. Kapitel 14, "Statistische Funktionen", enthält Statistik-Berechnungen unter Verwendung einer oder zweier Statistik-Variablen. Kapitel 15, "Binäre Arithmetik", führt arithmetische Berechnungen mit Binärwerten durch. Dies umfaßt Konvertierungen zwischen Zahlensystemen sowie Bit- und Byte-Manipulationen. Kapitel 16, "Konvertieren von Einheiten", beschreibt die Umrechnung von Zahlenwerten in verschiedene (konforme) Einheiten.

Kapitel 17, "Druckfunktionen", zeigt Ihnen, wie Sie Ihren HP-28C in Verbindung mit dem Drucker HP 82240A einsetzen.

Weitere Informationen

Beim Ausführen der in diesem Handbuch enthaltenen Beispiele können Fragen zu den demonstrierten bzw. erwähnten Fähigkeiten des Rechners auftreten. Beide Handbücher, dieses und das Referenzhandbuch, enthalten zusätzliche Informationen.

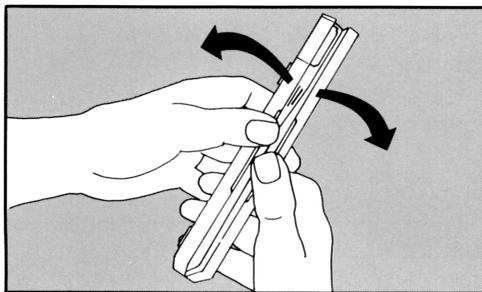
- Wenn Sie Probleme mit der Arbeitsweise des Rechners haben, können Sie unter "Antworten auf allgemeine Fragen" auf Seite 199 nachsehen.
- Eine kurze Beschreibung über die Funktionsweise jeder Taste finden Sie in Anhang D, "Tastenverzeichnis", auf Seite 241.
- Eine kurze Beschreibung der Befehle innerhalb der einzelnen Menüs finden Sie in Anhang C, "Menü-Tabellen", auf Seite 219.
- Detaillierte Informationen über ein Menü sind über das Referenzhandbuch erhältlich. Alle Menüs (sowie einige andere Themen) erscheinen in alphabetischer Reihenfolge in Kapitel 3, dem Schlüsselwortverzeichnis. Der Inhalt dieses Verzeichnisses ist auf der Rückseite des Referenzhandbuchs aufgelistet.
- Detaillierte Informationen über einen bestimmten Befehl finden Sie im "Verzeichnis der Operationen" am Ende des Referenzhandbuchs. Es gibt dort eine Referenz zu einem Eintrag im Schlüsselwortverzeichnis (gewöhnlich ein Menü) und eine Seitenangabe für den speziellen Befehl.

Bedienungsgrundlagen des HP-28C

Dieses Kapitel gibt Ihnen einen Überblick des HP-28C. Zuerst werden die äußeren Besonderheiten des Rechners beschrieben. Im Anschluß daran demonstriert ein einfaches Beispiel die prinzipielle Arbeitsweise und das Konzept des Rechners. Am Ende werden anhand einer Abbildung die wichtigsten Fähigkeiten des Tastenfelds und der Anzeige hervorgehoben, wobei eine Diskussion der erwähnten Fähigkeiten folgt.

Öffnen und Schließen des Gehäuses

Das Gehäuse des Rechners läßt sich wie ein Buch aufklappen und schließen. Um es zu öffnen, halten Sie die Scharnierseite von sich weg und ziehen die zwei Seiten mit Hilfe der Daumen auseinander.



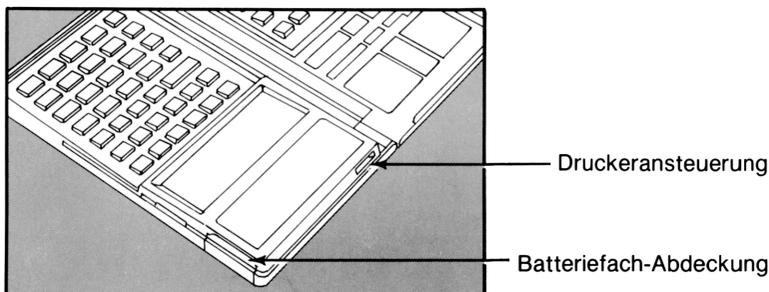
Um das Rechnergehäuse zu schließen, klappen Sie die zwei Seitenteile zusammen. Sie können das Einrasten des Verschlusses durch ein leises "Klicken" erkennen.

Sie können die linke Seite des Rechners vollständig umklappen, bis sie an der Rückseite des rechten Tastenfelds anliegt. Dies ist sehr praktisch, wenn Sie unterwegs sind, den Rechner in einer Hand halten und mit der anderen Hand die erforderlichen Tasten drücken wollen, oder wenn Sie schlicht Platz auf Ihrem Schreibtisch einsparen möchten.



Aufsuchen des Batteriefachs und der Druckeransteuerung

Beachten Sie—bei aufgeklapptem Rechner—die Stelle des Batteriefachs und der Druckeransteuerung.



Der HP-28C wird mit 3 Alkali-Batterien (Typ N) betrieben. Sollten die beigegefügte Batterien nicht bereits im Rechner eingesetzt sein, so folgen Sie den Anleitungen, die auf Seite 213 beginnen.

Wenn Sie den HP-28C zusammen mit einem Drucker betreiben, überträgt der Rechner die Information über ein Infrarotsignal an den Drucker. Das Signal wird von einem Infrarotsender des Rechners ausgegeben und von dem entsprechendem Empfänger des Druckers aufgenommen. Druckoperationen sind in Kapitel 17 beschrieben.

Ein- und Ausschalten des Rechners

Drücken Sie **[ON]**, um den Rechner einzuschalten. Da der HP-28C einen *Permanentspeicher* besitzt, bleiben die von Ihnen gespeicherten Daten, einschließlich der zuletzt angezeigten Informationen, auch nach dem Ausschalten erhalten.

Wenn der Rechner eingeschaltet ist, wirkt die Taste **[ON]** als ATTN (*attention*) Taste, wie in heller Schrift unterhalb der Taste angedeutet. ATTN ist gleichbedeutend zu "Grundstellung", d.h. das Drücken bewirkt das Löschen jedes eingetippten Textes und das Abbrechen von Programmen.

Drücken Sie **[OFF]**, um den Rechner auszuschalten. ("Drücken Sie **[OFF]**" bedeutet "zuerst Drücken der Umschalttaste **[]**, und danach Drücken der Taste, über welcher OFF steht".)

Um den Batteriesatz zu schonen, schaltet sich der HP-28C etwa 10 Minuten nach dem letzten Tastendruck automatisch ab. Drücken Sie einfach **[ON]**, um ihn wieder einzuschalten.

Löschen des gesamten Speicherbereichs (Memory Reset)

Sie können den Rechner in seinen ursprünglichen Status zurücksetzen, indem Sie ein "Memory Reset" durchführen. Alle gespeicherten Informationen gehen dabei verloren. Jeder Modus, der von Ihnen geändert wurde (Anzeigeformat für Zahlen, Dezimalzeichen, Winkelmodus, usw.) wird auf seine *Voreinstellung* zurückgesetzt.

Um den Speicher zurückzusetzen:

1. Drücken Sie **[ON]** und halten Sie die Taste gedrückt.
2. Drücken Sie **[INS]** (in der oberen linken Ecke des rechten Tastenfelds) und halten Sie die Taste gedrückt.
3. Drücken Sie **[▶]** (in der oberen rechten Ecke des rechten Tastenfelds) und geben Sie die Taste wieder frei.
4. Geben Sie **[INS]** frei.
5. Geben Sie **[ON]** frei.

Der Rechner gibt ein Akustiksignal aus und in der Anzeige erscheint die Meldung **Memory Lost**. Diese Meldung wird durch einen nachfolgenden Tastendruck wieder gelöscht.

Wenn Sie den Vorgang zum Löschen des gesamten Speicherbereichs begonnen haben, Ihre Absicht sich inzwischen jedoch geändert hat, *halten Sie weiterhin [ON] gedrückt*, während Sie **[DEL]** (neben der Taste **[INS]**) drücken; lassen Sie anschließend **[ON]** los. Das Drücken von **[DEL]** hebt die Anweisung zum Zurücksetzen wieder auf.

Einstellen des Anzeigekontrasts

Um die verschiedenen Lichtverhältnisse oder Blickwinkel individuell abstimmen zu können, läßt sich der Anzeigekontrast variieren.

Um den Kontrast einzustellen:

1. Drücken Sie und halten Sie die Taste gedrückt.
2. Drücken Sie (evtl. mehrmals), um den Kontrast dunkler einzustellen, oder drücken Sie (evtl. mehrmals), um den Kontrast heller einzustellen.
3. Geben Sie frei.

Die ersten Schritte

Dieser Abschnitt gibt Ihnen eine Übersicht über die Arbeitsweise des Rechners. Es wird ein einfaches Rechenbeispiel ausgeführt, dem eine Darstellung der wichtigsten Fähigkeiten und Konzepte des Rechners folgt.

Eine einfache Berechnung

Führen Sie als erstes Beispiel die folgende Berechnung durch:

$$(15 + 23) \times \sin 30^\circ$$

Die grundsätzlichen Schritte sind identisch mit der Verwendung von Bleistift und Papier. Zuerst wird die Summe von $15 + 23$ berechnet, was zu einem Zwischenergebnis führt. Danach berechnen Sie den Sinus von 30° , was ein weiteres Zwischenergebnis erzeugt. Schließlich werden die Zwischenergebnisse zu einem Endergebnis zusammengefaßt.

Wenn Ihnen während dem Eintippen ein Fehler unterläuft, drücken Sie **↵** (am rechten Rand des rechten Tastenfelds), um die soeben eingetippte Ziffer wieder zu löschen.

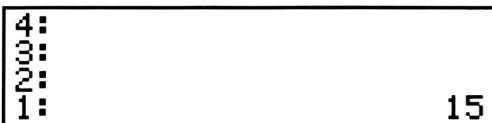
- 0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Setzen Sie, unter Verwendung der Schritte auf Seite 18, den Speicher zurück.
 - b. Drücken Sie **ON**, um die Meldung in der Anzeige zu löschen. In der Anzeige wird der *Stack* angezeigt, welcher Ihren Arbeitsbereich darstellt. Im Moment ist der Stack leer.



- 1. Berechnen Sie $15 + 23$.
 - a. Drücken Sie **1** **5**, um die Zahl 15 in die *Befehlszeile* einzugeben. Beachten Sie, daß sich die Stackebenen nach oben verschoben haben, um Platz für die Befehlszeile zu schaffen. Es werden dadurch nur 3 Stackebenen angezeigt.



- b. Drücken Sie **ENTER**, um 15 in den Stack einzugeben. Die Zahl erscheint in der *Stackebene 1*, was durch 1 : am linken Anzeigerand angedeutet wird. Beachten Sie, daß die Befehlszeile verschwunden ist, so daß wieder 4 Stackebenen angezeigt werden.



- c. Drücken Sie $\boxed{2}$ $\boxed{3}$, um die Zahl 23 in die Befehlszeile einzutippen.

```
3:
2:
1:      15
23
```

- d. Drücken Sie $\boxed{\text{ENTER}}$, um 23 in Ebene 1 einzugeben. Die Zahl 15, welche seither in Ebene 1 war, wird automatisch in Ebene 2 geschoben.

```
4:
3:
2:      15
1:      23
```

(In der Praxis brauchen Sie $\boxed{\text{ENTER}}$ nicht ein zweites Mal zu drücken; der Schritt ist hier mit eingeschlossen, um Ihnen die Funktionsweise des Stacks zu demonstrieren.)

- e. Drücken Sie $\boxed{+}$, um 15 und 23 zu addieren. Die Zahlen 15 und 23 werden vom Stack genommen und deren Summe, 38, wird nun in Ebene 1 zurückgegeben.

```
4:
3:
2:
1:      38
```

Lassen Sie dieses Zwischenergebnis im Stack, während Sie das zweite Zwischenergebnis berechnen.

2. Berechnen Sie $\sin 30^\circ$.

- a. Drücken Sie **TRIG**, um das Trigonometrie-Menü aufzurufen. In der Grundzeile der Anzeige erscheinen nun sechs Befehle des TRIG-Menüs. Die sechs Menüfelder (**SIN** bis **ATAN**) definieren die Belegung für die Menütasten (die sechs unbeschrifteten Tasten unmittelbar unterhalb der Anzeige).



- b. Drücken Sie **3** **0**, um die Zahl 30 in die Befehlszeile einzugeben.



- c. Drücken Sie **ENTER**, um den Wert aus der Befehlszeile (30) in Ebene 1 zu übernehmen. Das seitherige Ergebnis, $15 + 23 = 38$, wird in Ebene 2 geschoben.



- d. Drücken Sie **SIN**, um $\sin 30^\circ$ zu berechnen. Die Zahl 30 wird vom Stack genommen und dafür wird ihr Sinuswert, .5, in Ebene 1 zurückgegeben. Das erste Zwischenergebnis bleibt in Ebene 2.



- Drücken Sie $\boxed{\times}$, um $38 \times .5$ zu berechnen. Die Zahlen 38 und .5 werden dabei vom Stack genommen und deren Produkt wird in Ebene 1 des Stacks zurückgegeben.



Damit ist der gesamte Rechenvorgang abgeschlossen:

$$(15 + 23) \times \sin 30^\circ = 19.$$

Als Zusammenfassung hier nun ein allgemeines Modell der soeben durchgeführten Berechnung:

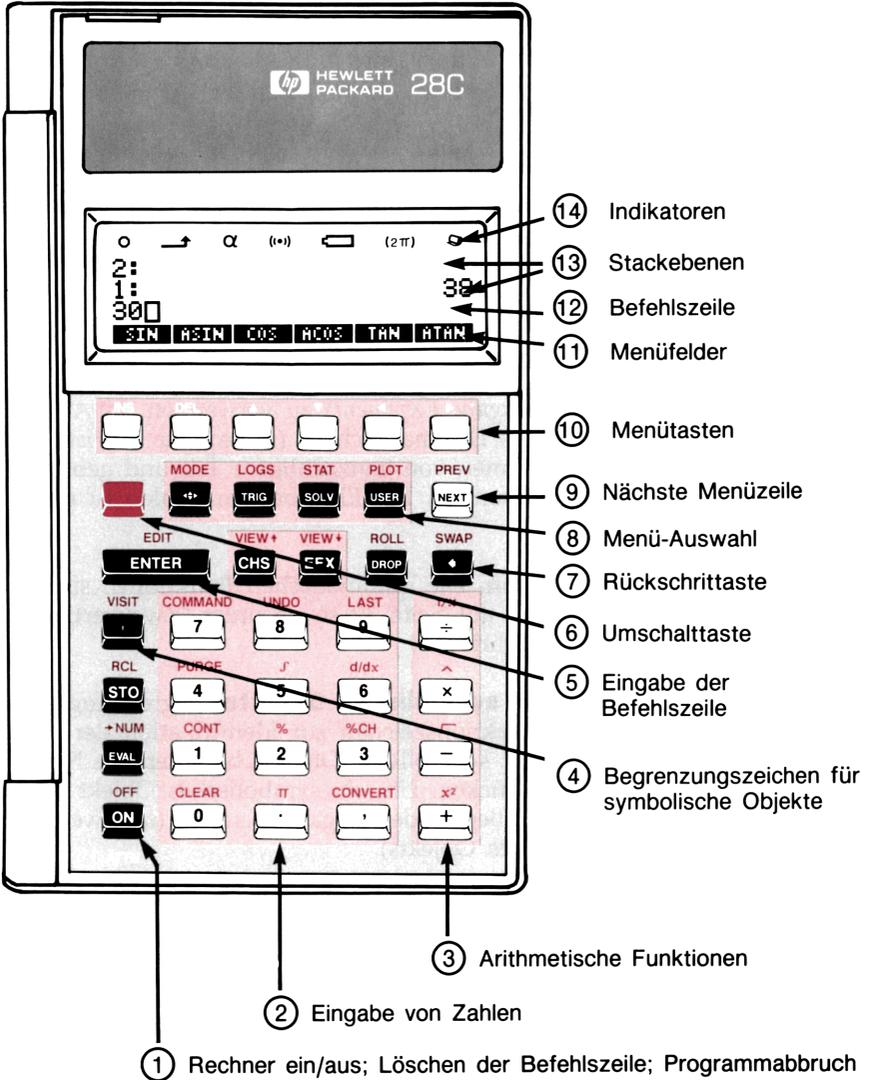
- Tippen Sie eine Zahl in die *Befehlszeile* ein.
- Drücken Sie $\boxed{\text{ENTER}}$, um die eingetippte Zahl in den *Stack* einzugeben.
- Wenn sich die entsprechende(n) Zahl(en) im Stack befindet, drücken Sie die Taste zur Ausführung des gewünschten Befehls. (Wenn der Befehl nicht direkt auf oder über der Taste aufgedruckt ist, wählen Sie das *Menü*, das den Befehl enthält, und drücken anschließend die unterhalb dem *Menüfeld* liegende *Menütaste*.)

Die oben demonstrierte Durchführung einer Berechnung (Eingabe der Zahlen in den Stack und anschließende Ausführung der mathematischen Operation) wird mit UPN (*Umgekehrte Polnische Notation*) oder Stack-Logik bezeichnet. Fast alle Befehle des HP-28C, nicht nur Rechenbefehle, verwenden Stack-Logik. Die für einen Befehl erforderlichen Eingaben—als *Argumente* bezeichnet—müssen sich im Stack befinden, bevor der Befehl ausgeführt wird.

Sie können Berechnungen auch in der Form ausführen, indem Sie einen Ausdruck in algebraischem Format, wie er in konventioneller Schreibweise auf Papier erscheint, eingeben. Im nächsten Kapitel werden Sie die gleiche Berechnung unter Verwendung eines algebraischen Ausdrucks durchführen.

Wichtigste Fähigkeiten und Konzepte

Die Abbildungen auf Seite 24 und 25 zeigen das Tastenfeld und die Anzeige, wobei die wichtigsten Fähigkeiten aufgeführt sind. Die Nummern in der nachfolgenden Beschreibung beziehen sich auf die Nummern in den Abbildungen.



1. Rechner ein/aus, Löschen der Befehlszeile, Programmabbruch. Drücken Sie ON, um den Rechner einzuschalten; das Ausschalten erfolgt durch die Tastenfolge OFF. (OFF steht oberhalb der Taste ON. "Drücken Sie OFF" bedeutet, Betätigen der Taste , welche Element 6 in der Abbildung entspricht, und danach Drücken von ON.)

Wenn der Rechner eingeschaltet ist, fungiert die Taste ON auch als ATTN (ATTentioN) Taste—eine Art "Grundstellung", wobei die Befehlszeile gelöscht und ein eventuell gerade laufendes Programm abgebrochen wird. (ATTN steht unterhalb der Taste ON.)

2. Eingabe von Zahlen. Um Zahlenwerte einzutippen, sind die Zifferntasten 0 bis 9, CHS (CHange Sign bzw. Vorzeichenwechsel) und EEX (Enter EXponent bzw. Eingabe EXponent) zu verwenden. In Abhängigkeit von Ihrer Wahl des Dezimalzeichens (siehe Seite 34) ist entweder . oder , zum Trennen von ganzzahligem Teil und gebrochenem Teil der Zahl zu verwenden. Die Eingabe von Zahlen ist auf Seite 33 erläutert.

3. Arithmetische Funktionen. Die arithmetischen Funktionen sind unter "Einwertige Funktionen" auf Seite 39 sowie unter "Zweiwertige Funktionen" auf Seite 40 beschrieben.

4. Begrenzungszeichen für symbolische Objekte. Begrenzungszeichen sind spezielle Interpunktionszeichen zur Identifikation der unterschiedlichen Objekttypen; symbolische Objekte bestehen aus Namen und algebraischen Ausdrücken. Um ein symbolisches Objekt einzugeben, drücken Sie ' zu Beginn der Eingabeoperation (und wenn erforderlich, auch am Ende des Objekts).

Reelle Zahlen erfordern keine Begrenzungszeichen. Eine Übersicht aller Begrenzungszeichen finden Sie auf dem linken Tastenfeld. (Sehen Sie dazu auch Element 15, "Objekttypen und -Formate", und Element 18, "Objekt-Begrenzungszeichen".)

5. Eingabe der Befehlszeile. Drücken Sie ENTER, um den Inhalt der Befehlszeile zu verarbeiten bzw. in den Stack einzugeben.

6. Umschalttaste. Drücken Sie die rot dargestellte Umschalttaste , um den in gleicher Farbe abgedruckten Befehl oberhalb einer Taste auszuführen.

7. Rückschritttaste. Drücken Sie ◀, wenn Sie das zuletzt eingetippte Zeichen wieder löschen möchten.

8. Menü-Auswahl. Benutzen Sie die Menüwahl-Tasten, um den Menütasten entsprechende Befehle zuzuweisen. Wenn Sie z.B. trigonometrische Berechnungen durchführen und deshalb das TRIG-Menü aufrufen möchten, drücken Sie **[TRIG]**. Zum Aufrufen eines anderen Menüs ist die gewünschte Menüwahl-Taste zu drücken.

Werden keine Menüfelder angezeigt, dann ist das *Cursor-Menü* aktiviert. Die Operationen innerhalb des Cursor-Menüs (**[INS]** bis **[▶]**) sind in weißer Schrift über den Menütasten aufgedruckt. Erscheinen die Menüfelder in der Anzeige, so können Sie durch Drücken von **[◀▶]** das Cursor-Menü aufrufen. Sie erhalten das zuvor angezeigte Menü nach erneutem Drücken von **[◀▶]**.

Es gibt weitere Menüwahl-Tasten auf dem linken Tastenfeld (siehe Element 16). Eine alphabetische Auflistung aller verfügbaren Menüs, einschließlich einer kurzen Beschreibung der Befehle innerhalb jedes Menüs, finden Sie in Anhang C, "Menü-Tabellen".

9. Nächste Menüzeile. Drücken Sie **[NEXT]**, um die nächste Zeile des momentanen Menüs anzuzeigen (ein Menü kann bis zu vier Zeilen, jede mit bis zu sechs Befehlen, enthalten). Drücken Sie **[PREV]** zur Anzeige der vorangehenden Menüzeile.

10. Menütasten. Die Funktion der Menütasten wird durch die zugehörigen Menüfelder definiert. Sind keine Menüfelder angezeigt, so führen diese Tasten die Operationen des Cursor-Menüs aus, die in weißer Beschriftung über den Tasten angebracht sind.

11. Menüfelder. Die Menüfelder zeigen die momentane Definitionen der Menütasten an.

12. Befehlszeile. Die von Ihnen eingetippten Daten erscheinen zunächst in der Befehlszeile.

13. Stackebenen. Im Stack werden diejenigen Objekte angezeigt, mit welchen Sie momentan arbeiten. Jede der nummerierten Stackebenen (Ebene 1, Ebene 2, usw.) enthält ein Objekt.

Die von Ihnen eingetippten Zahlenwerte zur Ausführung des Rechenbeispiels stellen einen Objekttyp dar. Sehen Sie dazu auch Element 15, "Objekttypen und -Formate".

14. Indikatoren. Indikatoren am oberen Ende der Anzeige weisen auf den Winkelmodus, den Eingabemodus und andere Statusinformationen hin.

Indikator	Bedeutung
○	Die Ausführung eines Programms wurde unterbrochen.
↶↷	Die Umschalttaste wurde gedrückt.
α	Der Alpha-Eingabemodus wurde aktiviert.
((●))	Der HP-28C ist am Arbeiten ("busy")—das heißt, es ist keine Eingabe über das Tastenfeld möglich.
🔋	Schwache Batterie.
(2π)	Als Winkelmodus wurde Bogenmaß gewählt.
🖨️	Der HP-28C sendet Daten an den Drucker.

15. Objekttypen und -Formate. Diese Tabelle zeigt die erforderlichen Begrenzungszeichen hinsichtlich der 10 grundsätzlichen Arten von Objekten. Jedes der individuellen Elemente, mit welchen Sie auf Ihrem Rechner arbeiten, wird als "Objekt" bezeichnet. Die 10 Grundtypen lassen sich in drei Klassen einteilen: *Daten*-Objekte, welche feste Werte besitzen; *Namen*-Objekte, welche auf andere Objekte Bezug nehmen können; *Prozedur*-Objekte, die Befehle enthalten können. Bei den 10 Objekttypen handelt es sich um:

- Reelle Zahlen, wie z.B. 5 oder -4.3×10^{15} .
- Komplexe Zahlen, welche aus einem Datenpaar von reellen Zahlen bestehen und die eine komplexe Zahl der Form $x + iy$ oder den Punkt einer Ebene darstellen.
- Binärwerte, die aus vorzeichenlosen ganzen Zahlen bestehen und sich auf das duale, oktale, dezimale oder hexadezimale Zahlensystem beziehen.
- Strings, die beliebige Zeichensequenzen enthalten können.
- Vektoren, welche aus eindimensionalen Feldern bestehen und im Bereich der linearen Algebra verwendet werden.
- Matrizen, welche aus zweidimensionalen Feldern bestehen und im Bereich der linearen Algebra verwendet werden.
- Listen, die beliebige Sequenzen von Objekten enthalten können.

- Namen, die Ihnen erlauben, andere Objekte zu benennen und zu speichern; außerdem wird Ihnen mit diesen die Durchführung symbolischer Berechnungen ermöglicht.
- Programme, welche Ihnen das Erzeugen Ihrer eigenen Befehle ermöglichen.
- Algebraische Objekte, die mathematische Ausdrücke und Gleichungen darstellen.

16. Menü-Auswahl (umgeschaltet). Verwenden Sie die Menüwahl-Tasten, um den Menütasten die entsprechenden Befehle zuzuweisen. Drücken Sie z.B.  **ARRAY** zur Auswahl des ARRAY-Menüs. Sie können jedes beliebige andere Menü durch Drücken der jeweiligen Menüwahl-Taste aufrufen.

Es gibt weitere Menüwahl-Tasten auf dem rechten Tastenfeld (siehe Element 8).

17. Auflistung der Befehle und Einheiten. Drücken Sie  **CATALOG**, um eine Auflistung aller im HP-28C enthaltenen Befehle und deren benötigten Argumente (Seite 86) zu erhalten. Drücken Sie  **UNITS**, wenn Sie sich die bei der Umrechnung von Einheiten zulässigen Einheiten (Seite 187) anzeigen lassen möchten.

18. Objekt-Begrenzungszeichen. Diese Symbole identifizieren die unterschiedlichen Objekttypen. (Sehen Sie dazu Element 15, "Objekttypen und -Formate", weiter oben.) So kennzeichnet z.B.  Binärwerte, während  und  zur Identifikation von Programmen dienen.

Reelle Zahlen erfordern keine Begrenzungszeichen. Symbolische Objekte (Namen und algebraische Objekte) erfordern das Zeichen , welches sich auf dem rechten Tastenfeld befindet (siehe Element 4).

19. Kleinschreibung. Drücken Sie , um Ihre Alphazeichen in Kleinschreibweise eingeben zu können. Dieser Modus bleibt erhalten, bis Sie entweder erneut  drücken,  zur Verarbeitung der Befehlszeile drücken oder  betätigen, um den Inhalt der Befehlszeile zu löschen.

20. Alpha-Eingabemodus. Drücken Sie , um Befehle in der Befehlszeile anzusammeln, anstatt sie sofort auszuführen. Der Alpha-Eingabemodus bleibt so lange aktiviert, bis Sie entweder erneut  drücken,  zur Verarbeitung der Befehlszeile drücken oder  betätigen, um den Inhalt der Befehlszeile zu löschen.

2

Arithmetische Operationen

Zur Durchführung arithmetischer Operationen stehen Ihnen auf dem HP-28C zwei Wege zur Verfügung. Sie können dazu entweder den Stack verwenden, wie Sie es im vorangehenden Beispiel getan haben, oder Sie können einen *Ausdruck* eingeben, der die zu lösende Aufgabenstellung enthält. Im vorigen Beispiel berechneten Sie die Aufgabe:

$$(15 + 23) \times \sin 30^\circ$$

Hier ist beschrieben, wie Sie die gleiche Aufgabe unter Verwendung eines Ausdrucks lösen.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie  **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  **TRIG**, um das TRIG-Menü aufzurufen. Die Anzeige sollte danach wie folgt aussehen:



1. Übernehmen Sie den Ausdruck in den Stack.
 - a. Drücken Sie , um mit dem Eintippen des Ausdrucks zu beginnen. Der Cursor ändert seine Erscheinungsform, um den *algebraischen Eingabemodus* anzudeuten.



- b. Drücken Sie $($ 1 5 $+$ 2 3 $)$, um den ersten Teil des Ausdrucks einzugeben. Aufgrund des algebraischen Eingabemodus bewirkt das Drücken von $+$ das Schreiben des $+$ Zeichens in die Befehlszeile, anstatt der Ausführung des Befehls.

```

2:
1:
'| (15+23) |
| SIN | ASIN | COS | ACOS | TAN | ATAN |

```

- c. Drücken Sie \times SIN . Da Sie sich immer noch im algebraischen Eingabemodus befinden, erscheint nach Drücken von \times das $*$ Zeichen und durch Betätigen von SIN der Ausdruck SIN in der Befehlszeile, ohne daß die Befehle ausgeführt wurden.

```

2:
1:
'| (15+23)*SIN |
| SIN | ASIN | COS | ACOS | TAN | ATAN |

```

- d. Drücken Sie 3 0 ENTER , um die Eingabe des Ausdrucks zu beenden und in den Stack zu übernehmen. Dabei wird die schließende Klammer $)$ und das Begrenzungszeichen $'$ zum Abschluß des Ausdrucks automatisch für Sie eingegeben.

```

3:
2:
1:      '| (15+23)*SIN(30) |'
| SIN | ASIN | COS | ACOS | TAN | ATAN |

```

- Drücken Sie **▢** (EVAL), um den Ausdruck auszuwerten. Nach der Berechnung des Ausdrucks wird dieser vom Stack genommen und als Ergebnis wird 19 in die Stackebene 1 zurückgegeben.



Damit ist die Berechnung des Beispiels abgeschlossen.

$$(15 + 23) \times \sin 30^\circ = 19.$$

Um eine Aufgabenstellung zu lösen, die bereits in Form eines algebraischen Ausdrucks vorliegt (wie er z.B. in mathematischer Literatur vorkommt), kann es vorteilhafter sein, diesen Ausdruck einzutippen und anschließend auszuwerten. Alternativ dazu liegen Vorteile bei der Berechnung über den Stack darin, daß Zwischenergebnisse angezeigt werden und eine fortlaufende Lösungsentwicklung möglich ist. In beiden Fällen erhalten Sie das gleiche Endergebnis.

Die Beziehung zwischen Berechnungen im Stack und Ausdrücken wird in Kapitel 4, "Wiederholen einer Berechnung", erläutert. Kapitel 4 zeigt Ihnen, wie Sie Berechnungen im Stack durchführen und unter Verwendung von Variablen algebraische Ausdrücke erzeugen.

Eingeben und Anzeigen von Zahlen

Es gibt bestimmte Modi, die sich auf das Anzeigeformat von Zahlen auswirken. Um Ihnen die Auswahlmöglichkeiten zu demonstrieren, ist die Zahl $\frac{2}{3}$ im Stack zu speichern.

- Drücken Sie **▢** (ENTER), um die Zahl 2 in Stackebene 1 einzugeben.



2. Drücken Sie $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$, um die Zahl 3 in Ebene 1 zu übernehmen. Der seitherige Inhalt von Ebene 1 wird dabei in Ebene 2 geschoben.



3. Drücken Sie $\boxed{\div}$. Die Zahl in Ebene 2 wird durch die Zahl in Ebene 1 dividiert und das Ergebnis, $\frac{2}{3}$, wird in Ebene 1 zurückgegeben.



Dieses Ergebnis ist die dezimale Näherung an $\frac{2}{3}$, wie sie per Voreinstellung für Dezimalzeichen und Zahlen-Anzeigeformat angezeigt wird. Sehen Sie sich nun die weiteren Auswahlmöglichkeiten an.

Wählen des Dezimalzeichens

Sie können wählen, ob Sie einen Punkt oder ein Komma als *momentanes Dezimalzeichen* benutzen möchten. Diese Wahl ist entscheidend hinsichtlich der Eingabe von Zahlen und deren Erscheinungsform in der Anzeige.

4. Drücken Sie $\boxed{\text{MODE}}$, um das MODE-Menü aufzurufen. Es wird die erste Zeile dieses Menüs angezeigt.



- Drücken Sie zweimal **[NEXT]**, um die dritte Zeile des MODE-Menüs angezeigt zu erhalten. Es gibt zwei Menüfelder zur Auswahl des Dezimalzeichens, **[RDX.]** und **[RDX,]**. Die Darstellung in dunklen Buchstaben auf hellem Hintergrund zeigt an, daß dies die momentane Einstellung für das Dezimalzeichen ist.
- Drücken Sie **[RDX,]**, um das Komma als Dezimalzeichen zu spezifizieren. Sämtliche als Dezimalzeichen verwendete Punkte (*Dezimalpunkte*) werden durch ein Komma ersetzt und das Feld für "RDX." erscheint nun mit hellen Buchstaben und dunklem Hintergrund.

```

3:
2:                                     19
1:                                     ,6666666666667
[+ML] [-ML] [RDX.] [RDX,] [FRMD]

```

- Drücken Sie **[RDX.]**, um wieder den Dezimalpunkt zu spezifizieren. (Natürlich können Sie diesen Schritt auch unterlassen, um bei dieser Gelegenheit auf die in Europa verwendete Form des Dezimalzeichens umzuschalten. Die Eingabe- und Abbildungsbeispiele in diesem Handbuch gehen allerdings davon aus, daß der Dezimalpunkt spezifiziert ist.)

```

3:
2:                                     19
1:                                     .6666666666667
[+ML] [-ML] [RDX.] [RDX.] [FRMD]

```

Wählen des Zahlen-Anzeigeformats

Sie können wählen, wieviel Dezimalstellen angezeigt werden sollen.

- Drücken Sie **[NEXT]**, um zur ersten Menüzeile des MODE-Menüs zurückzukehren. (Bei der Anzeige der letzten Zeile bewirkt das Drücken von **[NEXT]** den Rücksprung zur ersten Zeile.)

```

3:
2:                                     19
1:                                     .6666666666667
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RAD]

```

Es gibt vier grundsätzliche Wahlmöglichkeiten für das Zahlen-Anzeigeformat: STD (*Standard*), FIX (*FIXed*), SCI (*SCientific/wissenschaftlich*) und ENG (*ENGineering/technisch*). Das Feld für STD erscheint mit dunklen Zeichen auf hellem Hintergrund, wodurch gekennzeichnet ist, daß STD die momentane Einstellung ist. (STD ist die Voreinstellung.) In diesem Format hängt die Anzahl der Dezimalstellen vom Betrag der Zahl ab. Bei einer ganzen Zahl erscheinen keine Nachkommastellen; für das oben abgebildete Beispiel wird die maximale Anzahl von 12 Stellen verwendet.

Die anderen Anzeigeformate zeigen eine vorgegebene Anzahl von Dezimalstellen—von 1 bis 11—unabhängig vom momentan angezeigten Zahlenwert. Nachstehend werden alle anderen Formate mit zwei Nachkommastellen demonstriert. Dabei wird nur der Wert in der Anzeige gerundet—die interne Darstellung der Zahlen bleibt gleich.

9. Drücken Sie **2** **FIX** (*FIXed*), um ein "festes" Format mit jeweils zwei Nachkommastellen zu spezifizieren.

3:	
2:	19.00
1:	0.67
<input checked="" type="checkbox"/> STD <input type="checkbox"/> FIX <input type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> DEG <input type="checkbox"/> RAD	

10. Drücken Sie **2** **SCI** (*SCientific*), um den Zahlenwert in der Form von *Mantisse* und *Exponent* darzustellen. Der Betrag der Zahl ergibt sich als Produkt der Mantisse und der Basis 10, die mit dem angezeigten Exponenten potenziert wird. Die Mantisse liegt immer im Bereich zwischen 1 und 9.9999999999. In diesem Fall wurde sie auf zwei Nachkommastellen gerundet.

3:	
2:	1.90E1
1:	6.67E-1
<input type="checkbox"/> STD <input type="checkbox"/> FIX <input checked="" type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> DEG <input type="checkbox"/> RAD	

11. Drücken Sie $\boxed{2}$ $\boxed{\text{ENG}}$ (*ENGineering*), um die Zahl als Mantisse und Exponent anzuzeigen. Dies ist analog zum SCI-Anzeigeformat, wobei jedoch die Mantisse so ausgerichtet wird, daß sich der Exponent immer als Mehrfaches von drei ergibt.



12. Drücken Sie $\boxed{\text{STD}}$ (*STandard*), um zum normalen Zahlen-Anzeigeformat zurückzukehren.



Eingabe von Zahlen mit Exponenten

Es lassen sich relativ große und kleine Zahlenwerte eingeben, indem das wissenschaftliche Anzeigeformat (*Mantisse* und *Exponent*) verwendet wird. Der Betrag der Zahl ergibt sich dabei als Produkt der Mantisse und der Basis 10, die mit dem Exponenten zur Potenz erhoben wurde.

Tippen Sie z.B. die Zahl -4.2×10^{-12} ein.

1. Drücken Sie $\boxed{4}$ $\boxed{\text{.}}$ $\boxed{2}$ zur Darstellung der Mantisse.



(Wenn Ihnen ein Fehler unterlaufen ist, können Sie $\boxed{\text{C}}$ drücken, um die falschen Zeichen zu löschen und danach die richtigen einzutippen.)

2. Drücken Sie **[CHS]** (*CHange Sign*) zum Vorzeichenwechsel der Mantisse.

```
2:                               19
1:                               .6666666666667
-4.2□
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

(Das erneute Drücken von **[CHS]** würde das Vorzeichen der Mantisse wieder umkehren.)

3. Drücken Sie **[EEX]** (*Enter EXponent*), um den Exponenten einzugeben. Es erscheint ein E in der Befehlszeile.

```
2:                               19
1:                               .6666666666667
-4.2E□
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

(Wenn Sie aus Versehen **[EEX]** gedrückt haben, können Sie das E durch Drücken von **[◀]** wieder löschen.)

4. Tippen Sie **[1]** **[2]** für den Exponenten.

```
2:                               19
1:                               .6666666666667
-4.2E12□
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

5. Drücken Sie **[CHS]**, um den Exponenten mit einem negativen Vorzeichen zu versehen.

```
2:                               19
1:                               .6666666666667
-4.2E-12□
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

6. Drücken Sie **[ENTER]**, um die Zahl in den Stack zu übernehmen.

```
3: 19
2: .6666666666667
1: -4.2E-12
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Einwertige Funktionen

Funktionen, welche sich auf eine einzelne Zahl bzw. Variable beziehen—z.B. das Negieren oder das Quadrieren einer Zahl—werden als einwertige Funktionen bezeichnet. Sie wirken immer auf die Zahl in Ebene 1. Es gibt vier einwertige Funktionen auf dem Tastenfeld:

- Drücken Sie **[CHS]** zum Vorzeichenwechsel einer Zahl.
- Drücken Sie **[1/x]** zur Berechnung des Kehrwerts einer Zahl.
- Drücken Sie **[√]**, um die Quadratwurzel zu berechnen.
- Drücken Sie **[x²]** zum Quadrieren einer Zahl.

Wenn Sie eine Zahl übertippen möchten, ist es nicht notwendig, vor der Ausführung der einwertigen Funktion noch die Taste **[ENTER]** zu drücken—das Betätigen der Funktionstaste bewirkt eine automatische Ausführung von ENTER. Zum Beispiel könnten Sie $\frac{1}{8}$ wie folgt berechnen:

1. Drücken Sie **[8]**.

```
2: .6666666666667
1: -4.2E-12
8
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

2. Drücken Sie , um die dezimale Form von $\frac{1}{8}$ in Ebene 1 zurückzugeben.



The image shows a calculator display with a stack of three values: 3, 2, and 1. The values are .6666666666667, -4.2E-12, and .125 respectively. Below the stack, the function keys STD, 1/x, SCI, ENG, DEG, and RAD are visible.

Ob Sie nun  drücken oder durch Betätigen von  die ENTER-Operation automatisch ausführen lassen—die Anweisung zur Ausführung von einwertigen Funktionen lautet: Speichern Sie die Zahl im Stack und führen Sie danach die Funktion aus.

Zweiwertige Funktionen

Funktionen, die sich auf zwei Zahlen beziehen—wie z.B. Addition oder Multiplikation—werden als zweiwertige Funktionen bezeichnet. Sie alle wirken auf die Zahlen in den Stackebenen 1 und 2.

Wenn Sie 2 durch 3 dividieren wollen, geben Sie beide Zahlenwerte zuerst in den Stack ein und drücken anschließend . Praktisch ist nach dem Eintippen der zweiten Zahl nicht nochmals  zu drücken, um diese in den Stack zu übernehmen, da durch Drücken von  automatisch die zweite ENTER-Operation für Sie ausgeführt wird. Ob Sie nun  drücken oder durch Betätigen von  die ENTER-Operation automatisch ausführen lassen—die Anweisung zur Ausführung von zweiwertigen Funktionen lautet: Speichern Sie die Zahlen im Stack und führen Sie danach die Funktion aus. In den nachfolgenden Beispielen soll die Ausführung von ENTER durch die jeweilige Funktion erfolgen.

Addition und Subtraktion

Es soll $36 + 17$ berechnet werden:

1. Drücken Sie $\boxed{3} \boxed{6} \boxed{\text{ENTER}}$, um 36 in Ebene 1 zu übernehmen.
2. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{7} \boxed{+}$, um das Ergebnis (53) in Ebene 1 zurückzugeben.

The calculator display shows the following values and indicators:
3: -4.2E-12
2: .125
1: 53
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RND]

Bei der Addition spielt die Reihenfolge der Zahlen keine Rolle, da die Addition eine kommutative Funktion ist. Für die Subtraktion ist die Reihenfolge der Zahlen jedoch von Bedeutung.

Es soll $91 - 27$ berechnet werden:

3. Drücken Sie $\boxed{9} \boxed{1} \boxed{\text{ENTER}}$, um 91 in Ebene 1 einzugeben.
4. Drücken Sie $\boxed{2} \boxed{7} \boxed{-}$, um das Ergebnis (64) in Ebene 1 zurückzugeben.

The calculator display shows the following values and indicators:
3: .125
2: 53
1: 64
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RND]

Multiplikation und Division

Es soll 13×6 berechnet werden:

5. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{3} \boxed{\text{ENTER}}$ zur Eingabe von 13 in Ebene 1.

6. Drücken Sie $\boxed{6} \boxed{\times}$, um das Resultat (78) in Ebene 1 zurückzugeben.

3:	53
2:	64
1:	78
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RAD]	

Bei der Multiplikation spielt die Reihenfolge der Zahlen keine Rolle, da diese eine kommutative Funktion ist. Für die Division ist die Reihenfolge der Zahlen jedoch von Bedeutung.

Es soll $182/14$ berechnet werden:

7. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{8} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}}$ zum Eingeben von 182 in Ebene 1.
8. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{4} \boxed{+}$, um das Resultat (13) in Ebene 1 zurückzugeben.

3:	64
2:	78
1:	13
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RAD]	

Potenzieren und Radizieren

Die Reihenfolge der Zahlenwerte ist für beide Funktionen von Bedeutung.

Es soll 5^3 berechnet werden:

9. Drücken Sie $\boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$ zur Eingabe von 5 in Ebene 1.
10. Drücken Sie $\boxed{3} \boxed{\text{^}}$, um das Resultat (125) in Ebene 1 zurückzugeben.

3:	78
2:	13
1:	125
[STD] [FIX] [SCI] [ENG] [DEG] [RAD]	

Es soll $\sqrt[4]{2401}$ berechnet werden:

- Drücken Sie $\boxed{2} \boxed{4} \boxed{0} \boxed{1} \boxed{\text{ENTER}}$ zur Eingabe von 2401 in Ebene 1.
- Drücken Sie $\boxed{4} \boxed{\frac{1}{x}}$ zur Eingabe von $\frac{1}{4}$ in Ebene 1. Die Zahl 2401 wurde in Ebene 2 verschoben.

```
3: 125
2: 2401
1: .25
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

- Drücken Sie $\boxed{\uparrow}$, um das Resultat (7) in Ebene 1 zurückzugeben.

```
3: 13
2: 125
1: 7
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Prozentrechnung

Es läßt sich ein vorgegebener prozentualer Anteil einer Zahl sowie die Differenz zweier Zahlen als Prozentsatz, bezogen auf die erste Zahl, berechnen.

Die Reihenfolge der Zahlenwerte ist bei der einfachen Prozentrechnung ohne Bedeutung; bei der Berechnung der prozentualen Änderung spielt sie jedoch eine Rolle.

Es soll 40% von 85 berechnet werden:

- Drücken Sie $\boxed{8} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$ zur Eingabe von 85 in Ebene 1.
- Drücken Sie $\boxed{4} \boxed{0} \boxed{\%}$, um das Resultat (34) in Ebene 1 zurückzugeben.

```
3: 125
2: 7
1: 34
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Um die prozentuale Änderung von 60 auf 75 zu berechnen:

16. Drücken Sie $\boxed{6} \boxed{0} \boxed{\text{ENTER}}$, wodurch 60 in Ebene 1 kommt.
17. Drücken Sie $\boxed{7} \boxed{5} \boxed{\%CH}$ (*percent CHange*), um das Ergebnis von 25 in den Stack (Ebene 1) zurückzugeben. Das positive Ergebnis bedeutet, daß 75 um 25% größer ist als 60.

```
3: 7
2: 34
1: 25
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Austauschen der Inhalte von Ebene 2 und 1

Für alle Funktionen, wo die Reihenfolge der Zahlen von Bedeutung ist—wie z.B. Subtraktion, Division, Potenzen, Wurzeln und prozentuale Änderung—können Sie die Reihenfolge der Zahlen durch Drücken von $\boxed{\text{SWAP}}$ ändern. Wenn Sie zum Beispiel momentan 25 in Ebene 1 gespeichert haben und Sie möchten $30 - 25$ berechnen.

18. Drücken Sie $\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{ENTER}}$, um 30 in den Stack einzugeben.
19. Drücken Sie $\boxed{\text{SWAP}}$, um die Reihenfolge der Zahlen im Stack zu ändern.

```
3: 34
2: 30
1: 25
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

20. Drücken Sie $\boxed{-}$, womit Sie das Ergebnis (5) in Ebene 1 erhalten.

```
3: 7
2: 34
1: 5
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Löschen von Objekten im Stack

Wenn Sie alle vorangehenden Beispiele durchgearbeitet haben, dann befindet sich inzwischen eine beträchtliche Anzahl von Zahlen-Objekten im Stack. Dieser wächst nämlich bei jeder Objekt-Eingabe, wobei die Objekte so lange im Stack verbleiben, bis sie durch eine Operation vom Stack genommen oder von Ihnen gelöscht werden.

21. Drücken Sie **[DROP]** zum Löschen des Objekts in Ebene 1. Die Objekte in höheren Ebenen werden dabei um eine Ebene nach unten verschoben.

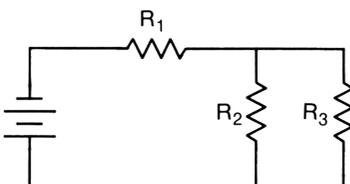
```
3: 125
2: 7
1: 34
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

22. Drücken Sie **[CLEAR]**, um alle Objekte im Stack zu löschen.

```
3:
2:
1:
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

Kettenrechnungen

Bei der Ausführung von komplexeren Berechnungen dient der Stack zur temporären Speicherung von Zwischenresultaten. Die temporäre Speicherform ergibt sich dabei ganz automatisch. Nehmen Sie z.B. an, Sie haben einen Kurs in Elektrotechnik 1 begonnen und möchten den Gesamtwiderstand des nachfolgenden Schaltkreises berechnen:



Die allgemeine Lösung dieser Aufgabenstellung läßt sich über die Formel

$$R_{ges} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

berechnen. Wenn R_1 , R_2 und R_3 jeweils einen Widerstand von 8, 6, und 3 Ohm haben, ist folgender konkreter Ausdruck zu lösen:

$$R_{ges} = 8 + \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}}$$

Gehen Sie zur Berechnung wie folgt vor:

1. Drücken Sie **8** **[ENTER]** zur Eingabe von 8 in Ebene 1. Lassen Sie die Zahl 8 bis zur endgültigen Addition mit dem Rest des Ausdrucks gespeichert.
2. Drücken Sie **6** **[1/x]** zur Eingabe von $\frac{1}{6}$ in den Stack. Die Zahl 8 wurde dadurch in Ebene 2 angehoben.

```

3:
2:      8
1:      .1666666666667
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
    
```

3. Drücken Sie **3** **[1/x]**, um $\frac{1}{3}$ in den Stack einzugeben. Die Zahl 8 wurde hierdurch in Ebene 3 angehoben.

```

3:      8
2:      .1666666666667
1:      .3333333333333
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
    
```

4. Drücken Sie **[+]**, um die Kehrwerte von 6 und 3 zu addieren. Die Zahl 8 wird dadurch nach unten in Ebene 2 verschoben.

```
3:
2:
1:
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

0.5

5. Drücken Sie **[1/x]**, um den Kehrwert der Summe zu berechnen. Die Zahl 8 befindet sich noch immer in Ebene 2.

```
3:
2:
1:
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

8

6. Drücken Sie **[+]**, wodurch 8 und der Kehrwert addiert werden. Das Endergebnis (10 Ohm) erscheint in Ebene 1.

```
3:
2:
1:
[ STD ] [ FIX ] [ SCI ] [ ENG ] [ DEG ] [ RAD ]
```

10

Wenn die falsche Funktion ausgeführt wurde

Der HP-28C enthält Rücksicherungsmöglichkeiten, welche Ihnen beim "Zurückgehen" nach dem versehentlichen Ausführen einer Funktion behilflich sind. Die nachfolgenden Schritte kehren die Auswirkung einer Funktion—ob ein- oder zweiwertig—wieder um.

1. Drücken Sie **[UNDO]**, um den vorangehenden (d.h. den vor der Funktionsausführung) Stackinhalt zurückzuspeichern.
2. Wenn beim Auftreten des Fehlers eine Zahl in der Befehlszeile enthalten war, können Sie durch Drücken von **[COMMAND]** den vorhergehenden Inhalt der Befehlszeile zurücksichern.
3. Setzen Sie nun Ihre Berechnung fort.

Verwenden von Variablen

Sie können eine Zahl (oder jedes andere Objekt) dadurch speichern, indem Sie eine Variable erzeugen. Eine Variable stellt die Kombination eines Namen-Objekts und eines beliebigen anderen Objekts dar. Das Namen-Objekt definiert in diesem Fall den Namen der Variablen, und das zweite Objekt bestimmt den Variableninhalt. Über den Variablennamen können Sie dann auf deren Inhalt Bezug nehmen.

Variablen werden im *Benutzerspeicher*, ein vom Stack unabhängiger Speicherbereich des Rechners, gespeichert. Der primäre Zweck des Stacks liegt in der temporären Speicherung von Objekten (z.B. Zwischenergebnisse). Der Benutzerspeicher ist zur langfristigen Speicherung von Variablen gedacht, wie z.B. Zahlenwerte oder Ausdrücke, welche Sie wiederholt für Ihre Arbeit verwenden.

Dieses Kapitel beschreibt, wie sich numerische Variablen anwenden lassen, wobei jedoch Variablen für jeden Objekttyp verwendbar sind. So hat z.B. ein Programm keinen internen Namen. Sie benennen das Programm, indem Sie es in einer Variablen speichern; Sie können nun das Programm über den Variablennamen aufrufen und starten. Beziehen Sie sich für Details auf Kapitel 8, "Programme".

Erzeugen einer Variablen: STO

Nehmen Sie an, Sie würden wiederholt ein Volumen berechnen und dazu die Umrechnungszahl 133 verwenden. Erzeugen Sie deshalb eine Variable mit dem Namen VOL (für "Volumen") wie folgt:

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie CLEAR, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Wird ein Menü angezeigt, so drücken Sie ↕, um das Cursor-Menü aufzurufen.

1. Drücken Sie `1` `3` `3` `ENTER` zur Eingabe der Zahl in Ebene 1.

```
4:
3:
2:
1: 133
```

2. Drücken Sie `↑` `V` `O` `L` `ENTER`, um den Namen 'VOL' in Ebene 1 einzugeben. Beachten Sie, daß das abschließende Begrenzungszeichen ' automatisch für Sie eingefügt wird. Die Zahl 133 wird in Ebene 2 angehoben.

```
4:
3:
2: 133
1: 'VOL'
```

3. Drücken Sie `STO` (*STOre*). Die Zahl und der zugehörige Name wurden vom Stack genommen, wobei die Variable mit dem Namen "VOL" und dem Inhalt 133 erzeugt wurde.

Auswerten einer Variablen

Das Auswerten einer Variablen bedeutet, durch die Verwendung des Variablennamens auf deren Inhalt zuzugreifen. Wenn in der Variablen eine Zahl gespeichert wird, bewirkt das Auswerten der Variablen das Zurückspeichern dieser Zahl in den Stack.

(Allgemein ausgedrückt bewirkt die Auswertung einer Variablen, die ein Daten-Objekt oder ein algebraisches Objekt enthält, das Zurückspeichern ihres Inhalts in den Stack. Enthält die Variable einen Namen oder ein Programm, dann verursacht die Auswertung der Variablen das Auswerten des Namens oder des Programms.)

Nachdem Sie nun die Variable VOL erzeugt haben, sollten Sie diese auswerten.

- Drücken Sie `[USER]`, um das USER-Menü aufzurufen. Das linke Menüfeld heißt `VOL`, der Name der Variablen, die Sie zuvor erzeugt haben. Das USER-Menü zeigt die Namen aller im Benutzerspeicher abgelegten Variablen.

```
3:
2:
1:
VOL
```

- Drücken Sie `VOL`, um den Inhalt von VOL in den Stack zurückzugeben.

```
3:
2:
1: 133
VOL
```

Sie können VOL auch dadurch auswerten, indem Sie den Namen *ohne Begrenzungszeichen* eintippen.

- Drücken Sie `[V] [O] [L] [ENTER]`, um eine weitere Kopie des Variableninhalts im Stack zu speichern.

```
3:
2: 133
1: 133
VOL
```

- Drücken Sie `[DROP] [DROP]`, wodurch der Stackinhalt gelöscht wird.

Ändern des Variableninhalts

Ändern Sie nun den Inhalt der Variablen VOL in 151.

8. Drücken Sie dazu **[1]** **[5]** **[1]** **[ENTER]**, um den neuen Inhalt in Ebene 1 einzugeben.
9. Tippen Sie den Namen der Variablen ein.
 - a. Drücken Sie **[]**, um mit der Eingabe des Namens beginnen zu können. Der Cursor nimmt eine andere Form an, um den algebraischen Eingabemodus anzuzeigen.

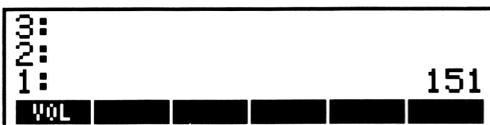
Am Anfang von Kapitel 2 haben Sie erfahren, daß im algebraischen Eingabemodus durch Drücken einer Funktionstaste, wie z.B. **[+]**, die Funktion nicht ausgeführt, sondern das Zeichen + in die Befehlszeile geschrieben wurde. Ähnlich verhält es sich beim Drücken einer USER-Menütaste—die Variable wird nicht ausgewertet, sondern es wird deren Name in die Befehlszeile geschrieben.
 - b. Drücken Sie **[VOL]**, um den Variablennamen in die Befehlszeile zu schreiben.



10. Drücken Sie **[STO]** zur Änderung des Inhalts von VOL in 151. Wie die arithmetischen Funktionen, so führt auch der Befehl STO automatisch ENTER aus. Die Zahl und der Variablenname werden vom Stack genommen.

Werten Sie nun VOL erneut aus, um den neuen Inhalt zu erhalten.

11. Drücken Sie **[VOL]**, um die Zahl 151 in den Stack zu übernehmen.



Löschen einer Variablen: PURGE

Wenn die Variable VOL nicht mehr benötigt wird, sollte sie im Benutzerspeicher gelöscht werden.

12. Drücken Sie ' VOL , um den Variablennamen in die Befehlszeile zu schreiben. (Das Begrenzungszeichen ' ist erforderlich, damit die Variable nicht ausgewertet wird.)

```
2:
1:                               151
'VOL
VOL
```

13. Drücken Sie PURGE zum Löschen von VOL im Benutzerspeicher. Ihr zugehöriges Menüfeld im USER-Menü wird entfernt und es erscheinen die permanenten Menüfelder des USER-Menüs.

Das USER-Menü enthält eine permanente Zeile von Befehlen, zusätzlich zu den vom Benutzer erzeugten Variablen. Diese Zeile mit Befehlen stellt immer die letzte Menüzeile dar: Existiert irgendeine Variable im Benutzerspeicher, so bewirkt das Drücken von USER eine Zeile mit Variablennamen; sofern mehr als sechs Variable existieren, bewirkt das Betätigen von NEXT eine weitere Menüzeile mit Variablennamen, usw. Nachdem alle Variablennamen angezeigt wurden, verursacht das Drücken von NEXT die Anzeige der permanenten Menüzeile mit ihren entsprechenden Befehlen.

Dieser Paragraph beschreibt die Anwendung des Befehls CLUSR (*Clear User*) im USER-Menü. Sämtliche Befehle des USER-Menüs sind kurz im Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Für eine vollständige Beschreibung sollten Sie sich auf "USER" im Referenzhandbuch beziehen.

14. Drücken Sie CLUSR , um CLUSR in die Befehlszeile zu schreiben. Da dieser Befehl sehr drastisch wirkt und seine Auswirkung nicht wieder rückgängig gemacht werden kann (gelöscht ist gelöscht), erfolgt nach dem Drücken von CLUSR *niemals* die sofortige Ausführung des Befehls.

```
2:
1:                               151
CLUSR
ORDER CLUSR MEM
```

15. Drücken Sie **[ENTER]**, um den Befehl CLUSR auszuführen. Dadurch werden alle Variablen im Benutzerspeicher gelöscht. (Wenn Sie Ihre Absicht geändert haben und nicht mehr alle Variablen löschen möchten, dann drücken Sie **[ON]**, um CLUSR wieder aus der Befehlszeile zu löschen.)

Namen mit und ohne Anführungszeichen

In den obigen Beispielen haben Sie Variablennamen auf zwei verschiedene Weisen benutzt—mit Anführungszeichen und ohne. Von besonderer Bedeutung sind die Zeichen **[]**: Sie unterscheiden den *Namen* einer Variablen von ihrem *Inhalt*. Nachfolgend finden Sie eine Zusammenstellung der Unterschiede zwischen Namen mit und ohne Anführungszeichen:

Ein in Anführungszeichen gesetzter Name stellt ein Objekt dar. Es wird in den Stack übernommen und kann als Argument für einen Befehl dienen. So haben Sie z.B. einen Namen in Anführungszeichen als Argument für **[STO]** und **[PURGE]** benutzt, um die Variable VOL zu erzeugen, um ihren Inhalt zu verändern und um sie zu löschen.

Ein nicht in Anführungszeichen auftretender Name ist wie ein Befehl, die Variable mit dem vorliegenden Namen auszuwerten. Der nicht in Anführungszeichen stehende Name kommt nicht in den Stack—statt dessen wird das in der Variablen gespeicherte Objekt in den Stack übernommen. (Wenn es sich bei diesem Objekt um einen Namen oder ein Programm handelt, so wird dieses auch ausgewertet.)

Wenn Sie einen Namen ohne Anführungszeichen eintippen, welcher nicht mit einer Variablen in Verbindung steht, so wird dieser in Anführungszeichen gestellt und in den Stack übernommen.

4

Wiederholen einer Berechnung

Am Beginn von Kapitel 2 führten Sie eine Berechnung aus, indem Sie einen Ausdruck eingegeben und anschließend ausgewertet haben. In Kapitel 3 erzeugten Sie eine Variable mit numerischem Inhalt dadurch, daß Sie eine Zahl unter Bezug auf einen Namen im Benutzerspeicher abgelegt haben. Dieses Kapitel soll Ihnen aufzeigen, wie Sie einen Ausdruck erzeugen, der verschiedene Variablen enthält.

Ein Ausdruck, der Variablen enthält, erleichtert die wiederholte Ausführung einer Berechnung. Bei jeder Ausführung kommt der momentane Variableninhalt zur Anwendung. Die Berechnung unter Verwendung anderer Werte erreichen Sie einfach dadurch, indem Sie den Inhalt einer oder mehrerer Variablen modifizieren.

In diesem Kapitel wird zuerst erläutert, wie ein Ausdruck durch Berechnungen im Stack—unter Verwendung von Variablen als symbolische Argumente—erzeugt werden kann. Danach wird Ihnen ein universeller Lösungsprozeß des HP-28C vorgestellt—der Löser. Das Anwenden des Löser stellt einen einfachen Weg dar, Variableninhalte zu speichern und algebraische Ausdrücke auszuwerten.

Dieser Lösungsprozeß besitzt außerdem hochentwickelte Fähigkeiten zur Lösung von Gleichungssystemen und zum Auffinden der Nullstellen oder der Extrempunkte eines Ausdrucks. Alle diese Eigenschaften sind in Kapitel 10 des Referenzhandbuchs, "Der Löser", beschrieben.

Erzeugen eines Ausdrucks

Es wird hier nochmals auf die Berechnung des Gesamtwiderstands (unter "Kettenrechnungen", Kapitel 2) Bezug genommen. Allerdings sollen hier nun anstatt der numerischen Werte Variable verwendet werden.

Erinnern Sie sich, daß die Formel zur Berechnung des Gesamtwiderstands folgende Form hat:

$$R_{ges} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Um einen Ausdruck für diese Gleichung zu erzeugen:

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Wird ein Menü angezeigt, so drücken Sie **↔**, um das Cursor-Menü aufzurufen.
1. Drücken Sie **' R 1 ENTER** zur Eingabe des Namens 'R1' in den Stack. Beachten Sie, daß das abschließende ' nicht explizit eingetippt werden muß, da dies beim Weglassen automatisch erfolgt. Lassen Sie R1 im Stack, bis der Inhalt von R1 zum Ergebnis der nachfolgenden Rechenschritte addiert wird.

```
4:
3:
2:
1: 'R1'
```

2. Speichern Sie den Kehrwert von R2 im Stack.
 - a. Drücken Sie **' R 2 ENTER** zur Eingabe des Namens 'R2' in den Stack.
 - b. Drücken Sie **1/x**, um den Kehrwert von R2 zu berechnen.

```
4:
3:
2: 'R1'
1: 'INV(R2)'
```

3. Übernehmen Sie den Kehrwert von R3 in den Stack.
- Drücken Sie \boxed{R} $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ zur Eingabe des Namens 'R3' in den Stack.
 - Drücken Sie $\boxed{1/x}$, um den Kehrwert von R3 zu berechnen.

```

4:
3:
2:      'R1'
1:      'INV(R3)'
```

4. Drücken Sie $\boxed{+}$, um die Kehrwerte von R2 und R3 zu addieren.

```

4:
3:
2:      'R1'
1:      'INV(R2)+INV(R3)'
```

5. Drücken Sie $\boxed{1/x}$, um den Kehrwert der Summe zu bilden.

```

3:
2:      'R1'
1:      'INV(INV(R2)+INV(R3))'
```

6. Drücken Sie $\boxed{+}$ zur Addition von R1 und der zuvor berechneten Kehrwertsumme. Der resultierende Ausdruck stellt R_{ges} dar.

```

3:
2:
1:      'R1+INV(INV(R2)+INV(R3))'
```

Sie hätten diesen Ausdruck auch direkt, unter Verwendung von Klammern an den erforderlichen Stellen, eingeben können. Jeder Ausdruck ist äquivalent zu einer Berechnung im Stack, womit Ihnen die Wahl überlassen bleibt, welche Methode Ihnen angenehmer erscheint.

Da Sie diesen Ausdruck erneut in Kapitel 10, "Der Löser", verwenden werden, sollten Sie nun eine Variable RGES, in welcher der Ausdruck gespeichert wird, erzeugen. (Denken Sie daran, daß Sie jeden Objekttyp—nicht nur numerische Daten—in einer Variablen speichern können.)

- Drücken Sie **[ENTER]**, um eine Kopie des Ausdrucks zu erzeugen. (Wenn momentan keine Befehlszeile vorhanden ist, bewirkt das Drücken von **[ENTER]** die Ausführung des Befehls DUP (*DUPlizieren*)).

```
3:
2: 'R1+INV(INV(R2)+INV...
1: 'R1+INV(INV(R2)+INV(
  R3))'
```

- Drücken Sie **[R][G][E][S]**, um den Variablennamen in die Befehlszeile zu schreiben.

```
2: 'R1+INV(INV(R2)+INV...
1: 'R1+INV(INV(R2)+INV(
  R3))'
'RGES'
```

- Drücken Sie **[STO]** zum Erzeugen der Variablen RGES. Der Ausdruck und der Name werden dabei im Stack gelöscht.

```
3:
2:
1: 'R1+INV(INV(R2)+INV(
  R3))'
```

Wiederholen einer Berechnung über den Löser

10. Drücken Sie **SOLV**, um das SOLVE-Menü aufzurufen. In diesem Abschnitt werden die Befehle **STEQ** (STore EQ) und **SOLVR** (der Löser) beschrieben. Jeder der Befehle im SOLVE-Menü ist kurz unter Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Detaillierte Erläuterungen darüber finden Sie unter "SOLVE" im Referenzhandbuch.



```
2:
1: 'R1+INV(INV(R2)+INV(R3))'
  STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW
```

11. Drücken Sie **STEQ** (STore EQ bzw. *speichere Gleichung*), um den Ausdruck als *momentane Gleichung* zu speichern—dabei handelt es sich um eine normale Variable mit dem speziellen Namen EQ. Der Speichervorgang ist hier derselbe, als wenn Sie eine gewöhnliche Variable mit dem Namen EQ durch Drücken von **EQ** erzeugt hätten.



```
3:
2:
1:
  STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW
```

12. Drücken Sie **SOLVR** zum Aufrufen des Löser-Menüs. Die Variablen aus der momentanen Gleichung werden innerhalb dieses Menüs angezeigt. (Wenn die Gleichung mehr als sechs Variable enthält, können Sie sich durch Drücken von **NEXT** die weiteren Menüzeilen anzeigen lassen.)



```
3:
2:
1:
  R1  R2  R3  EXPR=  _  _
```

- 13.** Weisen Sie den Variablen R1, R2 und R3 entsprechende Werte zu.
- Drücken Sie **8** **R1**, um die Zahl 8 in der Variablen R1 zu speichern. (Im Löser-Menü ist das Drücken von **R1** äquivalent zum Speichern von 'R1' im Stack und dem Drücken von **STO**.) Die oberste Anzeigezeile enthält hierbei den Variablennamen und deren Wert.



- Drücken Sie **6** **R2**, um die Zahl 6 in der Variablen R2 zu speichern.
 - Drücken Sie **3** **R3**, um die Zahl 3 in der Variablen R3 zu speichern.
- 14.** Drücken Sie **EXPR=** zur Auswertung der Gleichung EQ. Als Resultat wird der Wert 10 in Ebene 1 zurückgegeben; gleichzeitig erscheint das Resultat auch noch in inverser Darstellung in der obersten Anzeigezeile.



- 15.** Weisen Sie nun einer Variablen einen unterschiedlichen Inhalt zu und führen Sie die Berechnung erneut aus. Welcher Gesamtwiderstand würde sich z.B. ergeben, wenn R3 den Wert 12 annehmen würde?
- Drücken Sie **1** **2** **R3**, um die Zahl 12 in der Variablen R3 zu speichern.
 - Drücken Sie **EXPR=** zur Auswertung des Ausdrucks EQ. Der neue Wert (12) wird in Ebene 1 zurückgegeben, außerdem erscheint das Resultat in inverser Darstellung in der obersten Anzeigezeile.



Weitere numerische Funktionen

In diesem Kapitel werden die Menüs TRIG, LOGS, REAL und COMPLEX vorgestellt. Das TRIG-Menü enthält trigonometrische Funktionen und Befehle, die sich auf Winkelmessung beziehen. Das LOGS-Menü faßt logarithmische, exponentielle und hyperbolische Funktionen zusammen.

Die meisten Funktionen im TRIG- und LOGS-Menü gelten für reelle und komplexe Zahlen. Das REAL-Menü enthält weitere Befehle, hauptsächlich für reelle Zahlen. Im COMPLEX-Menü sind Befehle zusammengefaßt, die sich primär auf komplexe Zahlen und Koordinaten des zweidimensionalen Raums beziehen.

Ziel dieses Kapitels ist es, Ihnen die Anwendung eines oder mehrerer Befehle aus jedem Menü aufzuzeigen. Alle Befehle dieser Menüs sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Für ausführliche Informationen sollten Sie sich auf die Beschreibung unter "TRIG", "LOGS", "REAL" und "COMPLEX" im Referenzhandbuch beziehen.

Trigonometrische Funktionen

Dieser Abschnitt zeigt Ihnen, wie Sie den Winkelmodus spezifizieren, Berechnungen mit π durchführen und wie Sie Winkleinheiten konvertieren können.

Wählen des Winkelmodus

Der Rechner kann Argumente und Ergebnisse für Winkel in Grad ($1/360$ eines Kreises) oder im Bogenmaß (Radiant) ($1/2\pi$ eines Kreises) interpretieren. Die Voreinstellung für den Winkelmodus beträgt Grad. Um die Beispiele in diesem Abschnitt durchzuführen, müssen Sie das Bogenmaß als Winkelmodus spezifizieren.

0. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen. Damit wird der Rechner für das folgende Beispiel eingestellt.
1. Drücken Sie **MODE** zum Aufrufen des MODE-Menüs. Alle Befehle im MODE-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen" dargestellt.



Die 2 rechten Menüfelder, **DEG** (*DEGrees*) und **RAD** (*RADians*), stellen die Auswahl für den Winkelmodus dar. Beachten Sie, daß **DEG** in dunklen Buchstaben auf hellem Hintergrund erscheint, was die momentane Einstellung für den Winkelmodus kennzeichnet.

2. Drücken Sie **RAD**, um das Bogenmaß zu spezifizieren. Der Bogenmaß-Indikator (2π) erscheint in der Anzeige und die Erscheinungsweise des Menüfelds ändert sich. (Die meisten Abbildungen in diesem Handbuch enthalten nicht die eventuell angezeigten Indikatoren der Rechneranzeige. Um den Indikator (2π) aufzufinden, sollten Sie in der Abbildung auf Seite 25 nachsehen.)



3. Drücken Sie **TRIG**, um das TRIG-Menü aufzurufen.



Bei diesen Funktionen handelt es sich um einwertige Funktionen, d.h. sie beziehen sich nur auf eine Zahl (in Ebene 1). Bei reellen Zahlen steuert der Winkelmodus, wie SIN, COS und TAN ihre Argumente interpretieren, und wie ASIN (*Arcussinus*), ACOS (*Arcuscosinus*) und ATAN (*Arcustangens*) ihre Ergebnisse ausdrücken.

Sie werden die SIN Funktion bei der nachfolgenden Diskussion von π verwenden.

Verwenden von π

Die transzendente Zahl π kann im HP-28C nicht exakt durch eine reelle Zahl dargestellt werden. Im allgemeinen erzielt man jedoch hinreichend genaue Resultate durch die 12-stellige Näherung 3.14159265359.

Der HP-28C bietet außerdem eine symbolische Konstante π an, welche π exakt repräsentiert. Die Funktionen SIN, COS und TAN erkennen im Bogenmaß-Modus die symbolische Konstante π und liefern ein genaues Ergebnis. Die Funktionen SIN und COS beachten auch den Ausdruck $\pi/2$.

Bei anderen Funktionen erzeugt die Konstante π einen Ausdruck, der π enthält. Wenn Sie ein numerisches Resultat erzwingen, verwendet der Rechner die 12-stellige Näherung.

Um den Unterschied zwischen 3.14159265359 und π zu demonstrieren, ist der Sinus von beiden zu berechnen.

4. Berechnen Sie den Sinus von 3.14159265359.

- a. Drücken Sie \blacksquare π \square ENTER zur Eingabe von ' π ' in Ebene 1. Obwohl dieses Objekt wie ein Name aussieht, so stellt es doch einen Ausdruck mit einem einzigen Term dar—die symbolische Konstante π .



- b. Drücken Sie \blacksquare \rightarrow NUM (to NUMber), um ein reellwertiges Resultat zu erhalten. Dabei wird die 12-stellige Näherung an π (3.14159265359) in Ebene 1 zurückgegeben.



- c. Drücken Sie **SIN** zur Berechnung des Sinus von der Näherung an π . Das Resultat ($-2.06761537357 \times 10^{-13}$) ist nicht genau 0, da das Argument (3.14159265359) nicht genau π darstellt.

```

3:
2:
1:  -2.06761537357E-13
[SIN] [ASIN] [COS] [ACOS] [TAN] [ATAN]

```

5. Drücken Sie **π SIN**, um den Sinus von π zu berechnen. Die SIN Funktion erkennt die symbolische Konstante π und gibt das exakte Ergebnis (0) zurück.

```

3:
2:  -2.06761537357E-13
1:  0
[SIN] [ASIN] [COS] [ACOS] [TAN] [ATAN]

```

6. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.

Konvertieren zwischen Winkleinheiten

Das TRIG-Menü enthält Befehle, mit welchen die Umrechnung von Winkel zwischen verschiedenen Einheiten durchgeführt werden kann. Die Befehle befinden sich in der dritten Zeile des TRIG-Menüs. Beachten Sie kurz die Menüfelder der zweiten Zeile, bevor Sie zur dritten Menüzeile übergehen.

7. Drücken Sie **NEXT**, um die zweite Zeile des TRIG-Menüs aufzurufen.

```

3:
2:
1:
[P<R] [R<P] [R<C] [C<R] [ARG]

```

Diese Befehle beschäftigen sich mit komplexen Zahlen und sind ebenfalls im COMPLEX-Menü enthalten. Komplexe Zahlen werden unter dem Abschnitt "Verwenden von komplexen Zahlen" auf Seite 69 eingeführt. Die Funktionen $P \rightarrow R$ und $R \rightarrow P$, welche Koordinaten des zweidimensionalen Raums zwischen Rechtecks- und Polarnotation konvertieren, sind unter dem Abschnitt "Konvertieren von Polar- und Rechteckskoordinaten" auf Seite 70 erläutert.

8. Drücken Sie **NEXT** zum Aufrufen der dritten Menüzeile des TRIG-Menüs.



Die Befehle $HMS \rightarrow$ und $D \rightarrow R$ dienen zur Konvertierung einer Winkelgröße, die in Grad, Minuten und Sekunden ausgedrückt ist, in einen Winkel, der im Bogenmaß dargestellt ist.

Die vier HMS (*Hours-Minutes-Seconds*) Befehle erlauben Ihnen die Berechnungen mit Zahlen, deren dezimaler Anteil in Minuten und Sekunden ausgedrückt ist. Diese Zahlen müssen in einem speziellen Format— HMS -Format genannt—vorliegen:

$$h.MMSSs$$

Hierbei stellt h (*Hours*) die Stunden (oder Grad) dar, MM repräsentiert die Minuten, SS stellt die Sekunden dar und s repräsentiert den dezimalen Anteil der Sekunden. MM und SS sind zweistellige Werte, während h und s jeweils für eine beliebige Stellenanzahl stehen.

Die Befehle $\rightarrow HMS$ (*dezimal-in-HMS*) und $HMS \rightarrow$ (*HMS-in-dezimal*) konvertieren eine reelle Zahl zwischen dem normalen dezimalen Format in das spezielle HMS -Format. Die Befehle $HMS +$ (*HMS plus*) und $HMS -$ (*HMS minus*) addieren bzw. subtrahieren Zahlen im HMS -Format, wobei das Resultat wieder im HMS -Format dargestellt wird.

Als Beispiel soll der Winkel $141^\circ 26' 15''$ in das dezimale Format konvertiert werden:

- 9. Geben Sie die Zahl im HMS-Format ein.
 - a. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{4} \boxed{1} \boxed{\cdot}$ zum Eintippen des Grad-Wertes.
 - b. Drücken Sie $\boxed{2} \boxed{6}$, um die Minuten einzutippen.
 - c. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{5}$ zum Eintippen der Sekunden.
- 10. Drücken Sie $\boxed{\text{HMS} \rightarrow}$, um die Zahl vom HMS-Format in dezimale Graddarstellung zu konvertieren.



Die anderen zwei Funktionen dieser Menüzeile, D \rightarrow R (*Degrees-in-Radians*) und R \rightarrow D (*Radians-in-Degrees*) konvertieren eine reelle Zahl zwischen der Darstellungsform Grad oder Bogenmaß.

- 11. Drücken Sie $\boxed{\text{D} \rightarrow \text{R}}$, um die Zahl in Ebene 1 (Grad) im Bogenmaß darzustellen.



Unter Zusammenfassung aller Schritte haben Sie nun berechnet:

$$141^\circ 26' 15'' = 141.4375^\circ = 2.46855006079 \text{ Radianten}$$

Logarithmische, exponentielle und hyperbolische Funktionen

Das LOGS-Menü faßt logarithmische und exponentielle Funktionen (natürliche und dekadische) sowie hyperbolische Funktionen zusammen. Eine detaillierte Beschreibung dieser Funktionen finden Sie unter "LOGS" im Referenzhandbuch.

12. Drücken Sie  **LOGS** zum Aufrufen der ersten Zeile des LOGS-Menüs.



Die Funktionen LOG (*dekadischer LOGarithmus*) und ALOG (*dekadischer AntiLOGarithmus*) berechnen den Logarithmus und die Exponentialfunktion zur Basis 10. Die Funktionen LN (*Logarithmus Naturalis*) und EXP (*natürliche EXPonentialfunktion*) berechnen den Logarithmus und die Exponentialfunktion zur Basis e . (e ist eine transzendente Zahl mit dem Näherungswert 2.71828182846.)

Die Funktion LN P1 (*LN Plus 1*) berechnet für ein Argument x den Ausdruck $\ln(x + 1)$, und die Funktion EXP M1 (*EXP Minus 1*) berechnet $(\exp x) - 1$. Dies ist bei Argumenten nahe 0 von Bedeutung, da diese Funktionen eine bessere Genauigkeit liefern als die korrespondierende Reihenfolge von Einzelfunktionen. (Ein Beispiel zur Anwendung von LN P1 erscheint im Abschnitt "Finanzmathematische Berechnungen" auf Seite 128.)

13. Drücken Sie  **NEXT**, um die zweite Zeile des LOGS-Menüs anzuzeigen.



Diese Zeile enthält die hyperbolischen Funktionen und deren Umkehrungen: SINH (*SINus Hyperbolicus*) und ASINH (*inverser SINus Hyperbolicus*), COSH (*COSinus Hyperbolicus*) und ACOSH (*inverser COSinus Hyperbolicus*), TANH (*TANgens Hyperbolicus*) und ATANH (*inverser TANgens Hyperbolicus*). Die Funktionen sind von der natürlichen Exponentialfunktion e^x abgeleitet. Da es sich um einwertige Funktionen handelt, werden als Argumente die Werte in Ebene 1 verwendet.

Andere reellwertige Funktionen

Im REAL-Menü sind Funktionen enthalten, die sich im wesentlichen auf reelle Zahlen anwenden lassen.

14. Drücken Sie  **REAL** zum Aufrufen des REAL-Menüs.



In diesem Abschnitt sind die Befehle der ersten Zeile beschrieben. Alle Befehle im REAL-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen" dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "REAL" im Referenzhandbuch.

Die Funktion NEG (*NEGieren*) gibt für ein Argument x den Ausdruck $-x$ zurück. FACT (*FACTorial*) gibt $n!$ für eine positive ganze Zahl n zurück; für eine gebrochene Zahl x wird die Gamma-Funktion $\Gamma(x + 1)$ angewendet. Der Befehl RAND (*RANDom number*) gibt eine Zufallszahl zurück, die sich aufgrund eines von RDZ (*RanDomiZe*) spezifizierten Anfangswerts berechnet.

Die Funktionen MAXR (*MAXimum Real*) und MINR (*MINimum Real*) geben die symbolischen Konstanten für die größte und kleinste positive reelle Zahl, die im HP-28C darstellbar ist, zurück. (Hinweise zum Erhalten eines numerischen Werts für eine symbolische Konstante finden Sie unter "Verwenden von π " auf Seite 63.)

Der folgende Abschnitt zeigt Ihnen die Anwendung der Funktion NEG. Zur einfacheren Handhabung können Sie NEG durch Drücken von  (*CHange Sign*) ausführen, wenn keine Befehlszeile vorhanden ist. Um den Befehl NEG in die Befehlszeile einzugeben—z.B. beim Eintippen eines Programms—drücken Sie  oder   .

Verwenden von komplexen Zahlen

Der HP-28C schließt einen Objekttyp mit ein, der komplexe Zahlen darstellt. So wird z.B. die komplexe Zahl $z = 3 + 4i$ durch das Objekt $\langle 3, 4 \rangle$ repräsentiert. Da jede komplexe Zahl aus einem einzelnen Objekt besteht, können Sie mit komplexen Zahlen genauso einfach Berechnungen durchführen, wie mit reellen Zahlen.

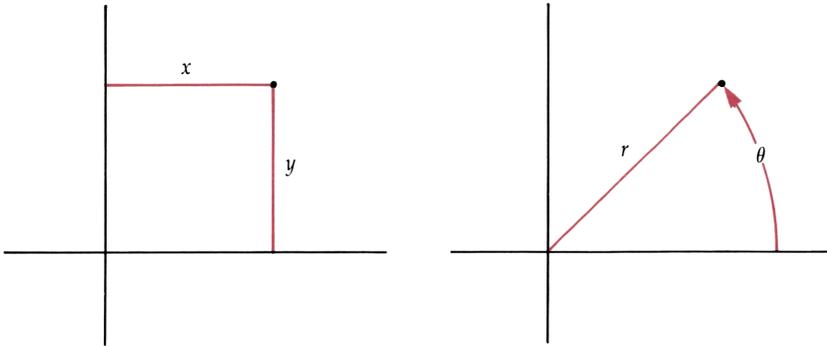
Die meisten reellwertigen Funktionen bearbeiten auch komplexe Zahlen. So können Sie z.B. komplexe Zahlen genau wie reelle Zahlen addieren—geben Sie die Zahlen in den Stack ein und drücken Sie $\boxed{+}$.

Bei bestimmten Funktionen kann ein reellwertiges Argument zu einem komplexen Ergebnis führen. Ziehen Sie z.B. die zweite Wurzel der negativen reellen Zahl -4 , und Sie erhalten als Resultat die komplexe Zahl $0 + 2i$, die als $\langle 0, 2 \rangle$ angezeigt wird.

Der HP-28C verwendet außerdem komplexe Zahlen-Objekte zur Darstellung von Koordinatenpaaren. Im nachfolgenden Abschnitt erfahren Sie, wie Konvertierungen zwischen Rechteckskoordinaten und Polarkoordinaten ablaufen.

Konvertieren zwischen Polar- und Rechteckskordinaten

Ein Punkt in einer Ebene kann durch zwei verschiedene Koordinatensysteme bestimmt werden. Die nachstehende Abbildung zeigt einen Punkt, der in Rechtecksnotation (x, y) und in Polarnotation (r, θ) dargestellt ist.



In diesem Abschnitt werden Sie einen Punkt mit den Rechteckskordinaten (x_1, y_1) um 10° gegen den Uhrzeigersinn rotieren, wobei das Ergebnis (x_2, y_2) wieder in Rechteckskordinaten auszudrücken ist. Die grundlegenden Schritte sind:

- Konvertieren von (x_1, y_1) in (r_1, θ_1) .
- Addieren von (r_1, θ_1) und $(0, 10)$, um (r_2, θ_2) zu berechnen.
- Konvertieren von (r_2, θ_2) in (x_2, y_2) .

Bevor Sie mit der Ausführung beginnen, ist Grad als Winkelmodus (um θ in Grad auszudrücken) und FIX 2 als Zahlen-Anzeigeformat (um die komplexen Zahlen einfacher lesen zu können) zu spezifizieren.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie **MODE** **DEG**, um als Winkelmodus Grad zu spezifizieren.
 - c. Drücken Sie **2** **FIX** zur Wahl eines Zahlen-Anzeigeformats mit zwei Nachkommastellen.

Beginnen Sie nun mit den Rechenschritten, wobei $(x_1, y_1) = (18.1, 44.2)$ sei. Verwenden Sie das COMPLEX-Menü zur Eingabe von $(18.1, 44.2)$.

1. Drücken Sie CMPLX zur Wahl des COMPLEX-Menüs.



Alle Befehle im COMPLEX-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "COMPLEX" im Referenzhandbuch.

Der Befehl $R \rightarrow C$ (*Real-in-Complex*) konvertiert zwei reelle Zahlen x und y in eine komplexe Zahl (x, y) ; $C \rightarrow R$ (*Complex-in-Real*) bewirkt die Umkehrung. Bei einem komplexen Argument (x, y) gibt der Befehl RE (*Real part*) den reellen Anteil x zurück; IM (*Imaginary part*) zeigt den Imaginärteil y . $CONJ$ (*CONJugate*) ergibt $(x, -y)$, und $SIGN$ gibt den Einheitsvektor in der Richtung von (x, y) zurück.

2. Geben Sie (x_1, y_1) in den Stack ein.

- a. Drücken Sie 1 8 . 1 ENTER, um x_1 in den Stack zu übernehmen.
- b. Drücken Sie 4 4 . 2 ENTER zur Eingabe von y_1 in den Stack.



- c. Drücken Sie R+C, um x_1 und y_1 in die Form (x_1, y_1) zu konvertieren.



Sie können auch gleich zu Beginn eine komplexe Zahl eingeben, wie es in Schritt 5 dargestellt ist.

- Drücken Sie **[NEXT]**, um die zweite Zeile des COMPLEX-Menüs aufzurufen.



Die Funktionen R→P (*Rechtecks-in-Polarnotation*) und P→R (*Polar-in-Rechtecksnotation*) konvertieren eine komplexe Zahl von Rechtecksnotation (x, y) in Polarnotation (r, θ) bzw. umgekehrt. Bei einem komplexen Argument (x, y) berechnet die Funktion ABS (*ABSolute value*) den Betrag r ; die Funktion NEG gibt $(-x, -y)$ und die Funktion ARG gibt den Winkel θ zurück.

- Drücken Sie **[R→P]**, um (x_1, y_1) in (r_1, θ_1) umzuwandeln. Der Winkel θ wird in Grad interpretiert, da Sie den entsprechenden Winkelmodus spezifiziert haben.



- Drücken Sie **[0] [0] [,] [1] [0] [ENTER]** zur Eingabe von $(0, 10)$ in den Stack. Die schließende Klammer \rangle wird automatisch für Sie hinzugefügt.



6. Drücken Sie $\boxed{+}$, um (r_2, θ_2) zu berechnen.



7. Drücken Sie $\boxed{P \rightarrow R}$ zur Konvertierung von (r_2, θ_2) in (x_2, y_2) .



Dies schließt die Berechnung der Aufgabenstellung ab. Ein Punkt mit den Rechteckskoordinaten $(18.1, 44.2)$ besitzt nach einer Drehung von 10° gegen den Uhrzeigersinn die neuen Rechteckskoordinaten $(10.15, 46.67)$.

Näheres zur Befehlszeile

Dieses Kapitel beschreibt die Funktionsweise der Befehlszeile und zeigt Ihnen, wie Sie Text in der Befehlszeile editieren können. Weitere Informationen zur Befehlszeile finden Sie in Kapitel 2, "Grundlegende Operationen", im Referenzhandbuch.

Eingabemodi

Der HP-28C verfügt über drei unterschiedliche Eingabemodi, wobei jeder für das Eintippen eines bestimmten Objekttyps optimiert wurde.

- *Unmittelbarer Eingabemodus*, welcher die Voreinstellung ist, erlaubt Ihnen das Eintippen von Daten-Objekten und deren unmittelbare Anwendung.
- *Algebraischer Eingabemodus* macht es Ihnen leicht, algebraische Objekte (Ausdrücke und Gleichungen) einzutippen und sie anschließend auszuwerten.
- *Alpha-Eingabemodus* wird zum Eintippen von Programmen verwendet.

Der nachfolgende Abschnitt demonstriert die Eingabemodi, indem eine Berechnung dreimal wiederholt wird, jedesmal in einem anderen Eingabemodus.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen zu spezifizieren.
 - c. Drücken Sie , um das Cursor-Menü aufzurufen.

Unmittelbarer Eingabemodus

Dies ist der Eingabemodus, mit welchem Sie bereits vertraut sind. Das folgende Beispiel soll Ihnen zeigen, daß Sie mehr als nur eine Zahl in die Befehlszeile eingeben können.

1. Drücken Sie , um die Zahlen 1 und 2 in die Befehlszeile einzutippen.

```
3:
2:
1:
1 2
```

2. Drücken Sie zur Addition der zwei Zahlen. Im unmittelbaren Eingabemodus bewirkt das Betätigen von automatisch die Ausführung von ENTER (wodurch beide Zahlen in den Stack übernommen werden) und die Ausführung der + Funktion.

```
4:
3:
2:
1: 3
```

Algebraischer Eingabemodus

Sie haben diesen Eingabemodus bereits kennengelernt, als Sie einen Ausdruck (Seite 31) oder einen Namen (Seite 49) eingetippt haben.

3. Drücken Sie , um mit dem Eintippen des Ausdrucks zu beginnen. Der Cursor ändert seine Erscheinungsform, um den algebraischen Eingabemodus anzudeuten.

```
3:
2:
1:
1 E 3
```

4. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{+} \boxed{2}$, um diesen Ausdruck in die Befehlszeile zu schreiben. Im algebraischen Eingabemodus bewirkt das Drücken von $\boxed{+}$ das Schreiben des Operators $+$ in die Befehlszeile, anstatt die Ausführung von ENTER und der $+$ Funktion.

```
3:
2:
1: 1+2 3
```

5. Drücken Sie $\boxed{\text{EVAL}}$ zur Auswertung des Ausdrucks. Im algebraischen Eingabemodus bewirkt das Drücken von $\boxed{\text{EVAL}}$ die Ausführung von ENTER (übernehmen des Ausdrucks in den Stack) und die anschließende Ausführung des EVAL Befehls.

```
4:
3:
2: 3
1: 3
```

Warum wurde durch Drücken von $\boxed{\text{EVAL}}$ die Ausführung veranlaßt, während dies beim Drücken von $\boxed{+}$ nicht der Fall war? Der Grund liegt darin, daß $\boxed{+}$ eine *Funktion* und $\boxed{\text{EVAL}}$ ein *Befehl* ist.

- Funktionen sind mathematische Operationen. Sie sind in algebraischen Objekten (Ausdrücke und Gleichungen) zugelassen, wodurch im algebraischen Eingabemodus deren Namen in die Befehlszeile geschrieben werden. Weitere Beispiele für Funktionen sind SIN, LN, NEG oder R→P.
- Befehle sind generell Stack- und Benutzerspeicher-Operationen. Sie sind in algebraischen Objekten nicht zugelassen, weshalb sie im algebraischen Eingabemodus genauso wie im unmittelbaren Eingabemodus ausgeführt werden. Weitere Beispiele für Befehle sind DROP, SWAP, STO und PURGE.

Als nächstes lernen Sie einen Eingabemodus kennen, unter welchem Funktionen *und* Befehle ihre Namen in die Befehlszeile schreiben.

Alpha-Eingabemodus

Dieser Eingabemodus wird automatisch gewählt, wenn Sie mit dem Eintippen eines Programms beginnen. Das nachfolgende Beispiel benutzt zur Wahl des Alpha-Eingabemodus jedoch α (*Alpha-Eingabe*), anstatt eines Programms.

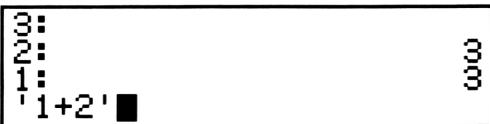
6. Drücken Sie α , um mit dem Eintippen des Ausdrucks zu beginnen. Der Cursor ändert seine Form, um anzuzeigen, daß der algebraische Eingabemodus gewählt wurde.



7. Drücken Sie α , um den Alpha-Eingabemodus zu spezifizieren. Der Cursor ändert seine Form erneut, um die Wahl des Alpha-Eingabemodus anzuzeigen. Zusätzlich zu dieser besonderen Cursorform erscheint der α Indikator am oberen Rand der Anzeige. (In den meisten Abbildungen dieses Handbuchs werden die Indikatoren nicht angezeigt. Sehen Sie auf Seite 25 nach, um die Position der verschiedenen Indikatoren aufzufinden.)



8. Drücken Sie 1 $+$ 2 α zum Eintippen des Ausdrucks in die Befehlszeile. Da es sich bei diesem Ausdruck nicht um das letzte Objekt in der Befehlszeile handelt, müssen Sie das abschließende ' auch eintippen.



9. Drücken Sie **◻** **◻**, um die Zeichen EVAL in die Befehlszeile zu übernehmen. Da EVAL einen Befehl darstellt, werden automatisch Leerzeichen vor und nach dem Befehlsnamen eingefügt.

```
3:
2:
1:
'1+2' EVAL █
```

10. Indem Sie **◻** drücken, wird der Inhalt der Befehlszeile verarbeitet. Der Alpha-Indikator **α** verschwindet wieder.

```
4:
3:
2:
1:
```

Warum verursachte das Drücken von **◻** die Verarbeitung, während dies durch Drücken von **+** und **◻** nicht erfolgte? Der Grund liegt darin, daß **◻** keine Funktion bzw. keinen Befehl darstellt.

Operationen, die sich weder als Funktion noch als Befehl klassifizieren lassen, werden einfach als "Operationen" bezeichnet. Ihre Ausführung erfolgt in jedem Eingabemodus, womit diese auch nicht programmierbar sind. Weitere Beispiele für Operationen sind **◻**, **◻** und die Menüwahl-Tasten.

Zusammenfassung von Funktions-, Befehls- und Operationstasten

Um präzise zu sein, so wirkt sich der Eingabemodus nur auf die Tasten aus, welche speziell durch eine Funktion, einen Befehl oder eine Operation identifiziert werden. Sie können z.B. den Befehl **◻** **◻** **◻** in einem beliebigen Eingabemodus eintippen, da die Regeln für Eingabemodi sich nur auf die Taste **◻** beziehen.

Nachstehend eine Zusammenfassung:

- Funktionstasten werden nur im unmittelbaren Eingabemodus ausgeführt.
- Befehlstasten werden im unmittelbaren oder im algebraischen Eingabemodus ausgeführt.
- Operationen werden unabhängig vom Eingabemodus ausgeführt.

Editieren von Objekten

Als nächste Aufgabe sollten Sie ein Objekt in der Befehlszeile editieren. In Kapitel 4 haben Sie einen Ausdruck zur Berechnung des Gesamtwiderstands in einem Schaltkreis erzeugt und in einer Variablen mit dem Namen RGES gespeichert. Erzeugen Sie nun einen neuen Ausdruck, der ähnlich zu RGES ist, aber noch einen vierten Widerstand berücksichtigt. Sie sollten deshalb eine Kopie von RGES in den Stack zurückrufen, von dort diese Kopie in die Befehlszeile übernehmen und diese dann modifizieren, um den neuen Ausdruck zu erhalten. Der Ausdruck in der Variablen RGES bleibt in seiner ursprünglichen Form erhalten.

0. Drücken Sie  **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen und den Rechner so einzustellen, daß die Anzeige mit den Abbildungen im Handbuch übereinstimmt.

Zurückrufen von Objekten in die Befehlszeile

1. Rufen Sie den in der Variablen RGES gespeicherten Ausdruck in den Stack zurück.
 - a. Drücken Sie  **USER** zum Aufrufen des USER-Menüs.



- b. Drücken Sie **RGES**, um den in RGES gespeicherten Ausdruck in Stackebene 1 zurückzurufen.

```

2:
1: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
  R3))'
  R3  R2  R1  EQ  RGES

```

2. Drücken Sie **EDIT**, um eine Kopie in der Befehlszeile zu erhalten.

```

1: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
  R3))'
  R1+INV(INV(R2))+INV(
  R3))'

```

Der Ausdruck in Ebene 1 erscheint dabei in inverser Darstellung, um Sie darauf hinzuweisen, daß er durch den neuen Inhalt der Befehlszeile ersetzt wird. Außerdem wird der **α** Indikator angezeigt, um auf den aktivierten Alpha-Eingabemodus hinzuweisen.

Modifizieren Sie den Ausdruck nun so, daß er der folgenden Formel entspricht:

$$R_{ges} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

Bewegen des Cursors

3. Bewegen Sie den Cursor an die gewünschte Position.

Die Operationen zum Verschieben des Cursors sind über das Cursor-Menü zugänglich—die Bezeichnungen in weiß, direkt über den Menütasten. Das Cursor-Menü ist immer dann aktiv, wenn die Befehlszeile sichtbar ist und kein anderes Menü angezeigt wird. (Sie können das Cursor-Menü ein- und ausschalten, indem Sie $\left[\leftrightarrow \right]$ drücken. Das Drücken von $\left[\text{EDIT} \right]$ aktiviert automatisch das Cursor-Menü.)

- a. Drücken Sie $\left[\downarrow \right]$, um den Cursor in die untere Reihe der Befehlszeile zu bewegen.

```
IP: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3))'
'R1+INV(INV(R2))+INV(
3))'
```

- b. Drücken Sie dreimal $\left[\rightarrow \right]$, um den Cursor gerade hinter den Term für R3 zu stellen.

```
IP: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3))'
'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3))'
```

Zur andauernden Cursorbewegung in die entsprechende Richtung können Sie $\left[\uparrow \right]$, $\left[\downarrow \right]$, $\left[\leftarrow \right]$ oder $\left[\rightarrow \right]$ gedrückt halten; oder Sie drücken $\left[\leftarrow \right]$, $\left[\downarrow \right]$, $\left[\leftarrow \right]$ oder $\left[\rightarrow \right]$, um den Cursor an das Ende der angedeuteten Richtung zu stellen.

Wählen des Einfügens- oder Ersetzungsmodus

4. Drücken Sie **[INS]**, wenn Sie den Einfügensmodus spezifizieren möchten. Die Form des Cursors ändert sich dabei in einen Pfeil, womit angedeutet werden soll, daß an der linken Seite des Cursors ein Zeichen eingefügt wird.

(Wenn Sie **[INS]** ein zweites Mal drücken, kommen Sie wieder zum Ersetzungsmodus zurück—in diesem Modus wird das alte Zeichen an der Cursorposition durch das neu eingetippte Zeichen überschrieben.)

5. Drücken Sie **[+]** **[1/x]** **[()]** **[R]** **[4]**, um den Term für R4 einzutippen.

```
1: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3)!'
'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3)+ INV (R4)'
```

6. Betätigen Sie **[ENTER]**, wodurch der Ausdruck in Ebene 1 durch den modifizierten Ausdruck der Befehlszeile ersetzt wird.

```
2:
1: 'R1+INV(INV(R2))+INV(
R3)+INV(R4))'
R3 R2 R1 EQ RGES
```

Aufheben von EDIT

Wenn Sie Ihre Absicht ändern und das Objekt in Ebene 1 nicht mehr editieren möchten—wenn das Original beibehalten werden soll—dann drücken Sie nicht **[ENTER]**. Statt dessen ist **[ON]** zu drücken, womit die EDIT-Funktion aufgehoben wird. Die Befehlszeile wird gelöscht und das ursprüngliche Objekt bleibt in Ebene 1 erhalten. Es mag gelegentlich vorkommen, daß Ihnen beim Editieren eines Objekts zuviele Fehler unterlaufen, so daß es vorteilhafter ist, EDIT aufzuheben und nochmals von vorne zu beginnen.

Editieren einer Variablen

Im vorangehenden Beispiel haben Sie eine modifizierte Version des Ausdrucks von RGE\$ erzeugt, wobei der Inhalt von RGE\$ jedoch nicht verändert wurde. Sie können aber auch RGE\$ ändern, indem Sie **■** **VISIT** anstatt von **■** **EDIT** wie folgt verwenden:

1. Drücken Sie **■** **R** **G** **E** **S** **■** **VISIT**, um den Inhalt von RGE\$ in die Befehlszeile zu rufen.
2. Editieren Sie den Ausdruck.
3. Drücken Sie **ENTER**, um den seitherigen Inhalt der Variablen RGE\$ durch den Ausdruck in der Befehlszeile zu ersetzen. (Wenn Sie das Editieren abbrechen möchten, drücken Sie **ON** anstatt **ENTER**.)

Einzelheiten zum Stack

Nachdem Sie inzwischen den Stack für eine Vielzahl von Operationen bereits benutzt haben, erfolgt an dieser Stelle eine Zusammenstellung seiner grundlegenden Eigenschaften:

- Der Stack enthält eine Folge von Objekten, wobei jedes Objekt eine nummerierte Stackebene belegt.
- Die Objekte, welche Sie in die Befehlszeile eintippen, werden durch Drücken von **ENTER** in den Stack eingegeben. Jedes Objekt wird dabei in Ebene 1 übernommen, was ein Verschieben des seitherigen Stackinhalts nach oben zur Folge hat. Das zuerst in die Befehlszeile eingetippte Objekt wird als erstes in den Stack übernommen.
- Der Stack kann eine beliebige Anzahl von Objekten speichern (die einzige Einschränkung liegt im verfügbaren Speicherplatz).
- Die meisten Befehle nehmen ihre Argumente vom Stack und geben ihre Resultate in den Stack zurück.

In diesem Kapitel wird zuerst **CATALOG** diskutiert. Durch diesen Befehl können Sie sich die Argumente anzeigen lassen, welche für die jeweiligen Befehle im Stack vorhanden sein müssen. Im Anschluß daran ist **LAST** beschrieben, womit die Kopien der Argumente des zuletzt benutzten Befehls zurückgesichert werden können. Außerdem finden Sie Informationen über **VIEW+** und **VIEW+**: Damit läßt sich das "Anzeigefenster" verschieben und Sie können sich den gesamten Stackinhalt ansehen.

Als nächstes sind die Befehle zum Kopieren und Neuordnen des Stackinhalts beschrieben. Diese Abschnitte zeigen Ihnen auf, wie Sie einige der im STACK-Menü verfügbaren Befehle anwenden können. Alle Befehle im STACK-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "STACK" im Referenzhandbuch.

Der Befehlskatalog

Der HP-28C enthält einen Katalog, in welchem alle Befehle in alphabetischer Reihenfolge gelistet sind. Für jeden Befehl wird dabei seine Anwendung—d.h. die vom Befehl benötigten Argumente—angezeigt. Im nachstehenden Beispiel wird die Verwendung von STO und + überprüft.

Eine vollständige Beschreibung des Katalogs finden Sie unter "CATALOG" im Referenzhandbuch. Für Informationen über einen gelisteten Befehl sollten Sie sich auf "Verzeichnis der Operationen" am Ende des Referenzhandbuchs beziehen.

1. Drücken Sie **[CATALOG]**, um die Auflistung der einzelnen Befehle zu starten. Als erster Befehl wird ABORT angezeigt.



Die normale Arbeitsweise wird während der Kataloganzeige unterbrochen. Mit Hilfe der Menütasten **[NEXT]**, **[PREV]** und **[SCAN]** können Sie den Katalog durchsehen. Mit der Operation **[USE]** läßt sich die Anwendungsweise, d.h. welche Argumente von dem Befehl benötigt werden, anzeigen. Über die Operationen **[FETCH]** und **[QUIT]** wird die Anzeige des Katalogs abgeschlossen und zur normalen Arbeitsweise des Rechners zurückgekehrt.

2. Drücken Sie **[S]**, um den Katalogzeiger auf den Eintrag SAME zu stellen. Durch das Drücken einer beliebigen Buchstabentaste wird der erste Befehl, dessen Name mit dem entsprechenden Buchstaben beginnt, angezeigt.



- Drücken Sie **SCAN** , um ein automatisches “Durchblättern” der alphabetisch gelisteten Katalogeinträge zu starten. Das Menüfeld für **SCAN** ändert seine Benennung nach **STOP** . Nachdem der Befehlsname STO in der Anzeige erscheint, drücken Sie **STOP** , um das Durchsehen des Katalogs zu beenden.
- Sollten Sie **STOP** nicht rechtzeitig gedrückt haben und die Auflistung ist deshalb erst nach dem Eintrag von STO abgebrochen worden, so drücken Sie wiederholt **PREV** , bis der Befehl STO in der Anzeige erscheint. (Das wiederholte Ausführen von **NEXT** oder **PREV** kann auch durch das Niederhalten der Menütasten erreicht werden.)

```

STO
NEXT PREV SCAN USE FETCH QUIT

```

- Drücken Sie **USE** , um die Anwendung von STO anzuzeigen. Die USAGE-Anzeige (*Anwendung*) zeigt Ihnen, daß STO ein beliebiges Objekt aus der Ebene 2 und einen Namen aus Ebene 1 nimmt.

```

USAGE: STO
2: Any Object
1: Name
      QUIT

```

- Durch Drücken von **QUIT** kehren Sie zur Hauptanzeige des Katalogs zurück.

```

STO
NEXT PREV SCAN USE FETCH QUIT

```

7. Drücken Sie `#`, um den Katalogzeiger auf den Eintrag `+` zu stellen. (Das Drücken einer nicht alphabetischen Taste auf dem linken Tastenfeld, deren Zeichen nicht den Anfang eines Befehls bzw. einer Funktion bildet, bewirkt die Anzeige für die Funktion `+`, der erste nicht alphabetische Katalogeintrag.)



8. Drücken Sie `USE`, um die Anwendung für `+` anzuzeigen. Aus der Anzeige ist ersichtlich, daß `+` eine reelle Zahl aus Ebene 2 und 1 nimmt.



Bei Funktionen wie z.B. `+`, die mehr als nur eine Kombination von Argumenten zulassen, können Sie die Menütasten `NEXT` oder `PREV` drücken, um weitere Anwendungsoptionen anzeigen zu lassen.

9. Drücken Sie nun 14 mal `NEXT`, um sämtliche Anwendungsmöglichkeiten von `+` anzuzeigen. Die 14. mögliche Kombination von Argumenten besteht aus einem symbolischen Objekt (algebraisches Objekt oder ein Name) und einem anderen symbolischen Objekt.



10. Drücken Sie `QUIT`, um zur Hauptanzeige des Katalogs zurückzukehren.



11. Drücken Sie **QUIT**, um die Kataloganzeige zu beenden und zur normalen Arbeitsweise des Rechners zurückzukehren. Alternativ dazu können Sie den Katalog auch durch Betätigen von **FETCH** abschließen, wodurch zusätzlich der Name des zuletzt angezeigten Befehls in die Befehlszeile geschrieben wird.

Zurücksichern der zuletzt verwendeten Argumente

Immer wenn ein Befehl Argumente vom Stack nimmt, wird eine Kopie seiner Argumente gesichert. (Genau genommen werden die durch den vorangehenden Befehl gesicherten Argumente überschrieben.) Sie können sich deshalb die Argumente des zuletzt benutzten Befehls durch Drücken von **LAST** zurückrufen. Diese Einrichtung ist sehr hilfreich, wenn Sie z.B. eine Zahl in zwei aufeinander folgenden Berechnungen verwenden möchten.

Als Beispiel soll $(\ln x)/x$ für $x = 5.2$ berechnet werden.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
- a. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie **MODE** **STD** zum Einstellen des Standard-Anzeigeformats.
 - c. Drücken Sie **⇄**, um das Cursor-Menü aufzurufen.
1. Tippen Sie **5** **.** **2**, um 5.2 in die Befehlszeile zu schreiben.

```
3:
2:
1:
5.2
```

2. Drücken Sie **LOGS** **LN** zur Berechnung von $\ln 5.2$.

```
3:
2:
1: 1.64865862559
LOG  ALOG  LN  EXP  LNFI  EXPM
```

3. Drücken Sie **[LAST]**, um den Wert 5.2 in die Ebene 1 zurückzurufen.

```

3:
2:      1.64865862559
1:      5.2
LOG  RLOG LN  EXP LNPL EXPM

```

4. Drücken Sie **[÷]** zur Division von $(\ln 5.2)/5.2$.

```

3:
2:
1:      .31704973569
LOG  RLOG LN  EXP LNPL EXPM

```

Ansehen von Stack-Objekten

Sie können den Inhalt des Stacks durch Ausführen von **[VIEW↑]** und **[VIEW↓]** durchsehen, ohne daß Sie irgendein Objekt verschieben müssen. Das Ansehen hat keinerlei Auswirkungen auf den Stackinhalt oder die Wirkungsweise von Befehlen.

Um die Auswirkung der Befehle im restlichen Teil dieses Abschnitts zu beobachten, sollten Sie den Stack löschen und einige Namen eingetippen.

0. Drücken Sie **[CLEAR]**, um den Stackinhalt zu löschen.
1. Drücken Sie **[↔]**, um das Cursor-Menü aufzurufen.
2. Drücken Sie **[A] [ENTER] [B] [ENTER] [C] [ENTER] [D] [ENTER] [E] [ENTER] [F] [ENTER]**, wodurch Sie sechs Namen in den Stack eingegeben haben.

```

4:
3:
2:
1:      'C'
      'D'
      'E'
      'F'

```


6. Erstellen Sie eine Kopie des Objekts in Ebene 1 und löschen Sie es anschließend im Stack.
- a. Drücken Sie **DUP** (*dupliziere*), um eine Kopie des Objekts von Ebene 1 zu erhalten.

```

3:
2:
1:
|E|
|F|
|F|
|F|
|DUP OVER DUP2 DROP2 ROT LIST+

```

(Wenn keine Befehlszeile vorhanden ist, können Sie DUP durch Drücken von **ENTER** ausführen. Um DUP in die Befehlszeile einzugeben—z. B. beim Eintippen eines Programms—drücken Sie **DUP** oder **D U P**.)

- b. Drücken Sie **DROP**, um die Kopie nach unten zu schieben—was dem Löschen des Objekts gleich kommt.

```

3:
2:
1:
|D|
|E|
|F|
|F|
|DUP OVER DUP2 DROP2 ROT LIST+

```

7. Erstellen Sie eine Kopie des Objekts in Ebene 2 und löschen Sie es anschließend im Stack.
- a. Drücken Sie **OVER**, um eine Kopie des Objekts von Ebene 2 zu erhalten.

```

3:
2:
1:
|E|
|E|
|F|
|E|
|DUP OVER DUP2 DROP2 ROT LIST+

```

- b. Drücken Sie **DROP**, um die Kopie nach unten zu schieben—was dem Löschen des Objekts gleich kommt.

```

3:
2:
1:
|D|
|E|
|F|
|E|
|DUP OVER DUP2 DROP2 ROT LIST+

```

8. Erzeugen Sie eine Kopie des Objekts in Ebene 3 und löschen Sie es anschließend im Stack.

- a. Drücken Sie `NEXT` zum Aufrufen der zweiten Zeile des STACK-Menüs.

```
3:      'D'  
2:      'E'  
1:      'F'  
ROLLO PICK DUPN DROPN DEPTH →LIST
```

- b. Drücken Sie `3 PICK`, womit Sie eine Kopie des Objekts von Ebene 3 erhalten.

```
3:      'E'  
2:      'F'  
1:      'D'  
ROLLO PICK DUPN DROPN DEPTH →LIST
```

Dieser Befehl erfordert eine Zahl zum Spezifizieren einer Stackebene. Beachten Sie, daß `1 PICK` äquivalent mit `DUP` und `2 PICK` äquivalent mit `OVER` ist.

- c. Drücken Sie `DROP` zum Verschieben der Objekte im Stack um eine Ebene nach unten, wodurch das Objekt in Ebene 1 gelöscht wird.

```
3:      'D'  
2:      'E'  
1:      'F'  
ROLLO PICK DUPN DROPN DEPTH →LIST
```

9. Erzeugen Sie eine Kopie der Objekte aus Ebene 1 und 2.
- Drücken Sie `NEXT`, um zur ersten Menüzeile des STACK-Menüs zurückzukehren.
 - Drücken Sie `DUP2` zum Erstellen einer Kopie der Objekte aus Ebene 1 und 2.

```

3:
2:
1:
|F|
|E|
|E|
|F|
|DUP| |OVER| |DUP2| |DROP2| |ROT| |LIST+|

```

- Drücken Sie `DROP2`, um die zwei zuvor erzeugten Kopien im Stack wieder zu löschen.

```

3:
2:
1:
|D|
|E|
|E|
|F|
|DUP| |OVER| |DUP2| |DROP2| |ROT| |LIST+|

```

Neuordnen der Stack-Objekte

Im allgemeinen lassen sich Objekte im Stack durch das Rotieren eines Blocks von Objekten neu anordnen. Die Rotation erfolgt dabei in eine von zwei möglichen Richtungen. Unter der ersten Option wird das Objekt in Ebene 1 in die höchste Ebene des Blocks verschoben, wobei die restlichen Objekte des Blocks um eine Ebene nach unten geschoben werden. Unter der zweiten Richtungsmöglichkeit wird das Objekt aus der höchsten Blockebene in Ebene 1 geschoben, während die verbleibenden Objekte des Blocks um eine Ebene angehoben werden.

Mit Hilfe der nachstehenden Befehle können Sie Blöcke, die bis zu vier Stackebenen umfassen, rotieren lassen.

10. Rotieren Sie die Objekte in Ebene 1 und 2.

- a. Drücken Sie  **SWAP**, um die Objekte in Ebene 1 und 2 zu vertauschen.

```
3: |D|
2: |E|
1: |E|
DUP OVER DUP2 DROPE ROT LIST+
```

- b. Drücken Sie erneut  **SWAP** zum Erzeugen der ursprünglichen Reihenfolge.

```
3: |D|
2: |E|
1: |E|
DUP OVER DUP2 DROPE ROT LIST+
```

11. Rotieren Sie die Objekte in Ebene 1, 2 und 3.

- a. Drücken Sie  **ROT**, um das Objekt aus Ebene 3 in Ebene 1 zu verschieben.

```
3: |E|
2: |F|
1: |D|
DUP OVER DUP2 DROPE ROT LIST+
```

- b. Drücken Sie zweimal  **ROT**, um wieder die ursprüngliche Reihenfolge zu erhalten.

```
3: |D|
2: |E|
1: |E|
DUP OVER DUP2 DROPE ROT LIST+
```

12. Rotieren Sie die Objekte in den Ebenen 1, 2, 3 und 4.

- a. Drücken Sie `[4]` `[ROLL]`, um das Objekt aus Ebene 4 in Ebene 1 zu verschieben.

```

3:      'E'
2:      'E'
1:      'C'
DUP OVER DUF2 DROF2 ROT LIST+

```

Beachten Sie, daß `[1]` `[ROLL]` keine Veränderung bewirkt, `[2]` `[ROLL]` äquivalent mit `[SWAP]` und `[3]` `[ROLL]` äquivalent mit `ROT` ist.

- b. Drücken Sie `[NEXT]` zum Aufrufen der zweiten Menüzeile des STACK-Menüs.
- c. Durch Drücken von `[4]` `[ROLLD]` erhalten Sie wieder die ursprüngliche Reihenfolge angezeigt.

```

3:      'D'
2:      'E'
1:      'E'
ROLLO PICK DUFN DROFN DEPTH →LIST

```

Programme

Dieses Kapitel soll Ihnen aufzeigen, wie einfache Programme entwickelt und angewendet werden können. Für allgemeine Informationen über Programme sollten Sie sich auf "Programme" im Referenzhandbuch beziehen; spezifische Informationen über die primär in Programmen verwendeten Befehle finden Sie unter "PROGRAM BRANCH", "PROGRAM CONTROL" und "PROGRAM TEST" im Referenzhandbuch.

Weiterhin wird innerhalb dieses Kapitels ein Vergleich zwischen Programmen und Ausdrücken angestellt. Die Beschreibung basiert auf den in Kapitel 4 verwendeten Ausdrücken.

Erzeugen von Programmen

Ein Programm besteht aus einer Folge von Objekten und Befehlen, die in einem einzelnen Objekt enthalten sind. Zur Auswertung werden die Objekte in den Stack übernommen und die Befehle werden ausgeführt.

In Kapitel 6 haben Sie den Alpha-Eingabemodus kennengelernt, in welchem das Drücken einer Befehlstaste—anstatt den Befehl auszuführen—den Befehlsnamen in die Befehlszeile schreibt. Nur wenn Sie am Ende Ihrer Operationen `[ENTER]` gedrückt hatten, wurden die Befehle ausgeführt. Näher betrachtet ist ein Programm eigentlich ein Objekt, welches eine ganze Befehlszeile enthält. Das Auswerten des Programms hat den gleichen Effekt wie das Zurückrufen seines Inhalts in die Befehlszeile und das Drücken von `[ENTER]`.

Programme können sehr effektiv eingesetzt werden, wenn sie in einer Variablen gespeichert sind. Der nicht in Anführungszeichen stehende Name einer Programmvariablen wirkt wie ein Befehl. Sie können ein Programm ablaufen lassen (d.h. auswerten), indem Sie eine Taste im USER-Menü drücken oder das Programm als Unterprogramm aufrufen, indem Sie seinen Namen in einem anderen Programm einsetzen.

In diesem Abschnitt erfahren Sie, wie Sie eine Kreisfläche über drei verschiedene Verfahren berechnen können, wobei der dritte Weg die Verwendung eines Programms vorsieht. Dabei ist zunächst das Programm in einer Variablen KREIS zu speichern; später wird KREIS innerhalb eines weiteren Programms als Unterprogramm verwendet, um das Volumen eines Zylinders zu berechnen.

- 0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit der Abbildung übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie CLEAR, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie MODE STD, um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen einzustellen.
 - c. Drücken Sie ↔ zum Aufrufen des Cursor-Menüs.
- 1. Berechnen Sie für $r = 3$ den Ausdruck πr^2 , wobei ENTER zur Eingabe der Objekte in den Stack zu benutzen ist.
 - a. Drücken Sie 3 ENTER, um 3 in den Stack einzugeben.

```

4:
3:
2:
1:                                     3
```

- b. Drücken Sie x² zur Berechnung von r^2 .

```

4:
3:
2:
1:                                     9
```

- c. Drücken Sie π ENTER, um π in den Stack zu übernehmen.

```

4:
3:
2:
1:                                     'π' 9
```

- d. Drücken Sie \boxed{x} , um das Produkt von πr^2 zu berechnen.

```

4:
3:
2:
1:                               '9*π'

```

- e. Durch Drücken von $\boxed{\rightarrow\text{NUM}}$ konvertieren Sie den symbolischen Ausdruck in einen numerischen Wert.

```

4:
3:
2:
1:                               28.2743338823

```

2. Wiederholen Sie die Berechnung, indem Sie zur Eingabe von 3 in den Stack $\boxed{\text{ENTER}}$ drücken und über den Alpha-Eingabemodus die Befehle zunächst ansammeln.

- a. Drücken Sie $\boxed{3} \boxed{\text{ENTER}}$, um 3 in den Stack einzugeben.

```

4:
3:
2:                               28.2743338823
1:                               3

```

- b. Drücken Sie $\boxed{\alpha}$, um den Alpha-Eingabemodus zu wählen. Danach erscheint der α Indikator am oberen Rand der Anzeige. (In den meisten Abbildungen dieses Handbuchs werden die Indikatoren nicht angezeigt. Sehen Sie auf Seite 25 nach, um die Position der verschiedenen Indikatoren aufzufinden.)

- c. Drücken Sie $\boxed{x^2}$, um SQ (Square) in die Befehlszeile zu schreiben. Die Form des Cursors kennzeichnet dabei den spezifizierten Alpha-Eingabemodus.

```

3:
2:                               28.2743338823
1:                               3
SQ █

```

- d. Durch Drücken von   können Sie π in die Befehlszeile schreiben.

```

3:
2:          28.2743338823
1:          3
SQ  $\pi$  █

```

- e. Drücken Sie , um nach π ein Leerzeichen einzufügen.

```

3:
2:          28.2743338823
1:          3
SQ  $\pi$  █

```

- f. Drücken Sie , um * in die Befehlszeile zu schreiben.

```

3:
2:          28.2743338823
1:          3
SQ  $\pi$  * █

```

- g. Durch Drücken von   können Sie →NUM in die Befehlszeile schreiben.

```

3:
2:          28.2743338823
1:          3
SQ  $\pi$  * →NUM █

```

- h. Drücken Sie nun , um die in der Befehlszeile enthaltenen Befehle auszuwerten.

```

4:
3:
2:          28.2743338823
1:          28.2743338823

```

Die Ausführung aller Befehle durch einen einzelnen Tastendruck führt zum gleichen Resultat wie deren einzelne Ausführung, wobei allerdings die Zwischenergebnisse nicht angezeigt werden.

3. Wiederholen Sie die Berechnung, indem Sie durch Drücken von **ENTER** die Zahl 3 in den Stack eingeben und danach ein Programm entwickeln, welches die zur Flächenberechnung notwendigen Befehle enthält.

- a. Drücken Sie **3** **ENTER** zur Eingabe von 3 in den Stack.

```

4:
3:      28.2743338823
2:      28.2743338823
1:      3
  
```

- b. Durch Drücken von **α** können Sie mit dem Eintippen des Programms beginnen. Die Form des Cursors hat sich geändert, um den Alpha-Eingabemodus anzudeuten; außerdem erscheint der **α** Indikator am oberen Rand der Anzeige. (Das Drücken von **α** wählt automatisch den Alpha-Eingabemodus, genauso wie durch Drücken von **□** der algebraische Eingabemodus automatisch gewählt wird.)

```

3:      28.2743338823
2:      28.2743338823
1:      3
α █
  
```

- c. Drücken Sie **x²** **π** **SPACE** **x** **→NUM**, um die Befehlsfolge **SQ π * →NUM** in die Befehlszeile zu schreiben.

```

3:      28.2743338823
2:      28.2743338823
1:      3
α SQ π * →NUM █
  
```

- d. Drücken Sie **ENTER** um das Programm in Ebene 1 zu übernehmen. Das abschließende Zeichen » wird automatisch für Sie hinzugefügt.

```

4:          28.2743338823
3:          28.2743338823
2:          3
1:          « SQ π * →NUM »

```

- e. Drücken Sie **EVAL** zur Auswertung des Programms. Das Auswerten eines Programms ist gleichwertig mit dem Sammeln der Befehle in der Befehlszeile und deren anschließenden Auswertung durch einen einzelnen Tastendruck.

```

4:
3:          28.2743338823
2:          28.2743338823
1:          28.2743338823

```

- f. Drücken Sie **CLEAR**, um den Stack zu löschen.
4. Speichern Sie das Programm in einer Variablen mit dem Namen KREIS.
- a. Drücken Sie **COMMAND**, um wieder den vorherigen Inhalt der Befehlszeile zu erhalten.

```

3:
2:
1:
☒ SQ π * →NUM

```

- b. Drücken Sie **ENTER**, um das Programm in den Stack einzugeben.

```

4:
3:
2:
1:          « SQ π * →NUM »

```

- c. Drücken Sie $\boxed{\text{K}}$ $\boxed{\text{R}}$ $\boxed{\text{E}}$ $\boxed{\text{I}}$ $\boxed{\text{S}}$ zur Eingabe des Namens in die Befehlszeile.

```

3:
2:
1:      « SQ π * →NUM »
'KREIS

```

- d. Durch Drücken von $\boxed{\text{STO}}$ können Sie nun die Programmvariable KREIS erzeugen; das Programm und der Name werden dadurch vom Stack genommen.

```

4:
3:
2:
1:

```

5. Berechnen Sie mit $r = 3$ den Ausdruck πr^2 und verwenden Sie dabei das USER-Menü zum Starten von KREIS.

- a. Drücken Sie $\boxed{\text{USER}}$, um das USER-Menü aufzurufen. Die Programmvariable KREIS erscheint dabei am linken Rand der ersten Menüzeile, da sie der zuletzt erzeugten Variablen entspricht. (Ihre Anzeige weicht von der Abbildung im Handbuch ab, wenn Sie zwischenzeitlich noch andere Variable erzeugt haben.)

```

3:
2:
1:
KREIS R3 R2 R1 EQ RGE5

```

- b. Drücken Sie $\boxed{3}$ $\boxed{\text{KREIS}}$, um die Aufgabe $\pi \times 3^2$ zu lösen.

```

3:
2:
1:      28.2743338823
KREIS R3 R2 R1 EQ RGE5

```

- c. Drücken Sie $\boxed{\text{DROP}}$, um den Stackinhalt zu löschen.

Programme, die Unterprogramme aufrufen

Sie können nun den Namen KREIS wie einen Befehl innerhalb von anderen Programmen verwenden. So könnten Sie z.B. ein Programm mit dem Namen ZYL erzeugen, welches das Volumen eines Zylinders berechnet. Zur Berechnung der Grundfläche des Zylinders verwendet ZYL das Programm KREIS, wobei man vom *Aufrufen* des Unterprogramms (in diesem Beispiel KREIS) spricht.

Bevor Sie das Programm ZYL entwerfen, sollten Sie zuerst das Zylindervolumen Schritt für Schritt unter Verwendung des Stacks berechnen.

6. Berechnen Sie für $r = 3$ und $h = 4$ den Ausdruck $\pi r^2 h$, wobei das USER-Menü zum Starten des Programms KREIS zu verwenden ist.
 - a. Drücken Sie $\boxed{3}$ $\boxed{\text{KREIS}}$, um das Produkt $\pi \times 3^2$ zu berechnen.
 - b. Drücken Sie $\boxed{4}$ $\boxed{\times}$ zur Berechnung von $\pi \times 3^2 \times 4$.

```
3:
2:
1:          113.097335529
KREIS R3  R2  R1  EQ  RGES
```

7. Entwickeln Sie nun das Programm, welches r und h vom Stack abrufen und das Resultat für $\pi r^2 h$ in den Stack zurückgibt. (Nehmen Sie an, daß r in Ebene 2 und h in Ebene 1 gespeichert ist.)
 - a. Nach dem Drücken von $\boxed{\alpha}$ können Sie mit dem Eintippen des Programms beginnen. Die Form des Cursors ändert sich, um anzuzeigen, daß der Alpha-Eingabemodus aktiviert wurde; zusätzlich erscheint der α Indikator am oberen Rand der Anzeige.
 - b. Drücken Sie $\boxed{\text{SWAP}}$, um SWAP in die Befehlszeile zu schreiben. Die Ausführung von SWAP schiebt r in Ebene 1.

```
2:
1:          113.097335529
 $\alpha$  SWAP █
KREIS R3  R2  R1  EQ  RGES
```

- c. Drücken Sie `KREIS`, um den Namen KREIS in die Befehlszeile zu schreiben. Bei der Ausführung von KREIS wird das Resultat πr^2 zurückgegeben.

```

2:
1:          113.097335529
* SWAP KREIS █
KREIS R3 R2 R1 EQ RGE3

```

- d. Durch Drücken von `[x]` schreiben Sie * in die Befehlszeile. Bei der Ausführung von * wird das Resultat für $\pi r^2 h$ zurückgegeben.

```

2:
1:          113.097335529
* SWAP KREIS * █
KREIS R3 R2 R1 EQ RGE3

```

- e. Drücken Sie `[ENTER]` zur Eingabe des Programms in Ebene 1. Das abschließende * wird automatisch für Sie eingefügt.

```

3:
2:          113.097335529
1:          * SWAP KREIS * *
KREIS R3 R2 R1 EQ RGE3

```

8. Drücken Sie `[Z] [Y] [L] [STO]`, um das Programm in einer Variablen mit dem Namen ZYL zu speichern. Das Menüfeld für ZYL wird mit in das USER-Menü aufgenommen.

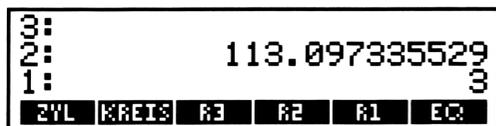
```

3:
2:
1:          113.097335529
ZYL KREIS R3 R2 R1 EQ

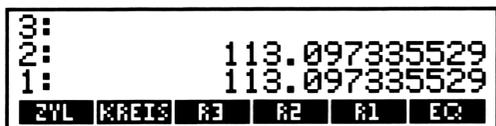
```

9. Berechnen Sie für $r = 3$ und $h = 4$ den Ausdruck $\pi r^2 h$, wobei das USER-Menü zum Starten des Programms ZYL zu verwenden ist.

a. Drücken Sie $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$, um 3 in den Stack einzugeben.



b. Drücken Sie $\boxed{4}$ $\boxed{\text{ZYL}}$ zur Berechnung von $\pi r^2 h$.



Programme und Ausdrücke im Vergleich

Programme und Ausdrücke werden als *Prozedur-Objekte* bezeichnet. Eine Prozedur enthält eine Ansammlung von Befehlen, die bei der Auswertung der Prozedur ausgeführt werden.

Ein Ausdruck repräsentiert eine mathematische Berechnung in einer Form, die ähnlich zur allgemeinen mathematischen Notation ist. Er enthält eine oder mehrere Funktionen sowie deren Argumente, welche aus Zahlen, Variablen oder Teilausdrücken bestehen können. Bei der Auswertung eines Ausdrucks nimmt dieser keine Argumente vom Stack und gibt nur *ein* Resultat in den Stack zurück. Jeder Ausdruck ist auf eine Art ähnlich zu einem Programm—es gilt jedoch nicht der umgekehrte Schluß.

In Kapitel 4 haben Sie einen Ausdruck `RGES` erzeugt, indem Sie für die Argumente einer Berechnung Variable anstatt Zahlen verwendet haben. In diesem Sinn können Sie einen Ausdruck als das symbolische Ergebnis einer Berechnung betrachten.

Gleichzeitig sind Ausdrücke Programmen ähnlich. Wenn Sie einen Ausdruck auswerten, werden die Funktionen innerhalb des Ausdrucks ausgeführt. In Kapitel 4 haben Sie den Löser zur Zuweisung von Zahlenwerten für die Variablen in `RGES` verwendet; die Auswertung von `RGES` erfolgte durch das Drücken von $\boxed{\text{EXPR=}}$.

Es gibt zwei wesentliche Unterschiede zwischen Programmen und Ausdrücken. Der erste Unterschied bezieht sich darauf, welche Arten von Befehlen in ihnen enthalten sein können. Programme erlauben jede Art von Befehlen, einschließlich Stack-Befehle wie `SWAP` oder `DROP`, und Befehle, die auf den Benutzerspeicher einwirken, wie z.B. `STO` und `PURGE`. Ausdrücke lassen die zwei soeben aufgeführten Befehlstypen nicht zu. Die für Ausdrücke zulässigen Befehle, wie z.B. `+` und `SIN`, werden als *Funktionen* bezeichnet.

Der zweite wesentliche Unterschied betrifft Programme und Ausdrücke, welche in Variablen gespeichert werden. Nehmen Sie z.B. an, das `USER`-Menü würde ein Programm mit dem Namen `ZYL` und einen Ausdruck mit dem Namen `RGES` anzeigen. Im unmittelbaren Eingabemodus verursacht das Drücken von `ZYL` die Auswertung des Programms `ZYL`. Das Betätigen von `RGES` verursacht nicht die Auswertung von `RGES`—statt dessen wird der Ausdruck in Ebene 1 zurückgegeben.

Ihr Rechner “verzögert” das Auswerten von Ausdrücken, wodurch Ihnen deren Verwendung als symbolische Argumente ermöglicht wird. Als Sie z.B. den Ausdruck `RGES` erzeugt haben, sind zuerst die Namen eingegeben worden, die danach als symbolische Argumente zum Erzeugen von Ausdrücken verwendet wurden. Schließlich haben Sie dann diese Ausdrücke zu komplexeren Ausdrücken kombiniert.

Wenn Sie einen Ausdruck auswerten möchten, müssen Sie einen expliziten Befehl ausführen. So haben Sie z.B. in Kapitel 2 `EVAL` gedrückt, um den Ausdruck in Ebene 1 auszuwerten, während Sie in Kapitel 4 die Menütaste `EXPR=` zur Auswertung der Gleichung drückten.

Beziehen Sie sich auf “`ALGEBRA`” im Referenzhandbuch, um eine detailliertere Erklärung über algebraische Objekte zu erhalten.

Graphische Darstellung von Ausdrücken

Dieses Kapitel macht Sie mit dem Abbilden eines Ausdrucks auf dem HP-28C vertraut. Die graphische Darstellung kann Ihnen dabei helfen, das Verhalten eines Ausdrucks zu verstehen. Weiterhin wird Ihnen dadurch wesentlich erleichtert, erste Näherungen für die Nullstellen oder Maxima- und Minima-Werte eines Ausdrucks zu schätzen. Im nächsten Kapitel, "Der Löser", erfahren Sie, wie Sie mit Hilfe der eingebauten Routine "Löser" über diese Näherungen genaue Zahlenwerte erhalten können.

Im vorliegenden Kapitel erfahren Sie, in welcher Weise einige der im PLOT-Menü enthaltenen Befehle zu verwenden sind. Alle Befehle des PLOT-Menüs sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "PLOT" im Referenzhandbuch.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um Radiant als Winkelmodus einzustellen.
 - c. Drücken Sie  , um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen einzustellen.
 - d. Drücken Sie  zum Aufrufen des Cursor-Menüs.

1. Für die graphische Darstellung eines Ausdrucks wird die Variable PPAR zum Speichern einer Liste mit Abbildungsparametern verwendet. Löschen Sie eine eventuell bestehende Variable PPAR, um sicherzustellen, daß für die nächste Abbildung die Standardwerte zur Anwendung kommen.

- a. Drücken Sie  **PLOT** zum Aufrufen des PLOT-Menüs.

```

3:
2:
1:
STEP  RCEG  PMIN  PMAX  INDEF  DRAW

```

- b. Drücken Sie **NEXT**, um die zweite Zeile des PLOT-Menüs anzuzeigen.

```

3:
2:
1:
PPAR  RES  AXES  CENTR  *W  *H

```

- c. Durch Drücken von  **PPAR**  **PURGE** ist jede bereits existierende Variable PPAR zu löschen.

Als erstes Beispiel soll der Graph von $\sin x$ abgebildet werden.

2. Übernehmen Sie den Ausdruck in Ebene 1.

- a. Durch Drücken von **TRIG** ist das TRIG-Menü aufzurufen.
- b. Drücken Sie  **SIN**  **X** **ENTER**, um den Ausdruck in Ebene 1 einzugeben.

```

3:
2:
1:                               'SIN(X) '
SIN  ASIN  COS  ACOS  TAN  ATAN

```

3. Speichern Sie den Ausdruck als *momentane Gleichung*—eine normale Variable mit dem speziellen Namen EQ.
 - a. Drücken Sie PLOT zum Aufrufen des PLOT-Menüs.

```

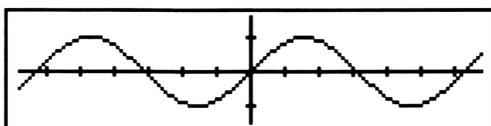
3:
2:
1:          'SIN(X)'
STEQ RCEQ FMIN FMAX INDEF DRAW
```

- b. Durch Drücken von STEQ ist der Ausdruck in der Variablen EQ zu speichern. Das Drücken von STEQ ist gleichwertig mit dem Drücken von ' E Q STO.
 (Der Löser verwendet ebenfalls die Variable EQ. In Kapitel 4 haben Sie eine Kopie des Ausdrucks RGES in EQ gespeichert. Durch das Drücken von STEQ im vorangehenden Schritt ist die Kopie von RGES durch den Ausdruck 'SIN(X)' überschrieben worden.)

```

3:
2:
1:
STEQ RCEQ FMIN FMAX INDEF DRAW
```

4. Drücken Sie DRAW. Der Rechner zeigt Ihnen nun den Graphen der spezifizierten Funktion an.



- Die horizontale Achse stellt die unabhängige Variable dar (x im vorliegenden Beispiel), und die vertikale Achse entspricht der abhängigen Variable (dem Betrag des Ausdrucks $\sin x$). Die Strichmarken auf beiden Achsen kennzeichnen Intervalle mit der Länge 1.
5. Warten Sie, bis der (●) Indikator am oberen Anzeigerand wieder erlischt. Dies zeigt an, daß der Zeichenvorgang abgeschlossen ist.
 6. Drücken Sie ON, um wieder die normale Anzeige des Stacks zu erhalten.

Ändern des Abbildungsmaßstabs

Allgemein ist anzumerken, daß durch die graphische Darstellung eines Ausdrucks nicht unbedingt sofort die gewünschten Resultate erzielt werden. Wenn Sie einen unbekanntes Ausdruck abbilden, kann eine neue Definition des Abbildungsbereichs—durch die Abbildungsparameter festgelegt—erforderlich sein, um die relevanten Eigenschaften des Ausdrucks deutlicher zu machen.

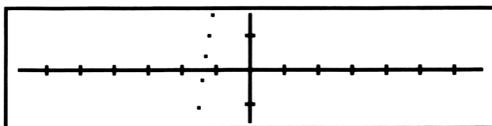
Haben Sie bereits eine genaue Vorstellung des Abbildungsbereichs, welchen Sie darstellen möchten, so können Sie die Abbildungsparameter in PPAR direkt ändern. Manchmal müssen Sie aber auch etwas experimentieren, um den gewünschten Abbildungsbereich herauszufinden.

Als 2. Beispiel soll der Ausdruck $x^3 - x^2 - x + 3$ abgebildet werden.

7. Drücken Sie \square \square X \square \square ^ \square 3 \square \square - \square X \square \square ^ \square 2 \square \square - \square X \square \square + \square 3 \square ENTER zur Eingabe des Ausdrucks in Ebene 1.



8. Durch Betätigen von \square STEG speichern Sie den Ausdruck als momentane Gleichung.
9. Drücken Sie \square DRAW. Der Rechner zeichnet nun den Graphen.



Die Abszisse entspricht den Werten der unabhängigen Variablen x , und die Ordinate stellt die Werte für $x^3 - x^2 - x + 3$ dar.

Die Abbildung zeigt Ihnen eine Nullstelle des Ausdrucks—ein Wert für X , an welchem der Wert des Ausdrucks gleich Null ist. Das nächste Kapitel zeigt, wie über den Löser ein genauer Zahlenwert für diese Nullstelle gefunden werden kann.

Um mehr von dem Graphen abzubilden, ist die Skalierung der Ordinate zu erweitern.

10. Warten Sie auf das Erlöschen des ((●)) Indikators, was das Ende des Abbildungsvorgangs bedeutet.
11. Drücken Sie **[ON]** zum Aufrufen der normalen Stackanzeige.
12. Erweitern Sie die Höhe um den Faktor 2.
 - a. Drücken Sie **[NEXT]** zur Anzeige der 2. Zeile des PLOT-Menüs.



- b. Drücken Sie **[2]** ***H** (mal Höhe), um die vertikale Skala zu verdoppeln.
13. Stellen Sie den Graphen erneut dar, diesmal unter Verwendung der neuen Abbildungsparameter.
 - a. Drücken Sie **[PREV]**. Die erste Zeile des PLOT-Menüs wird wieder angezeigt.



- b. Drücken Sie **[DRAW]**. Der neue Graph sieht wie folgt aus:



Die Strichmarken auf der Abszisse zeigen noch immer ein Intervall der Länge 1 an, die Markierungen auf der Ordinate entsprechen jedoch einem Intervall der Länge 2.

Verschieben Sie nun den Graphen, indem Sie den interessanten Teil in das Zentrum der Anzeige verlegen.

Verschieben der Abbildung

Während die Abbildung immer noch angezeigt wird, drücken Sie zuerst viermal \blacktriangleright , und anschließend \blacktriangle viermal. Sie können nun ein Fadenkreuz in der Abbildung erkennen.



Mit Hilfe dieses kleinen Kreuzes können Sie jeden Punkt in der Anzeige *digitalisieren*, womit die Koordinaten des jeweiligen Punktes (in Abhängigkeit zum momentanen Abbildungsmaßstab) in den Stack zurückgegeben werden. Hier soll nun der Punkt für den neuen Koordinatenursprung der nächsten Abbildung gewählt werden, womit gleichzeitig eine Neueinstellung der Abbildungsparameter verbunden ist.

14. Bewegen Sie das Fadenkreuz an die ungefähre Position, wie Sie aus nachstehender Abbildung ersichtlich ist. Verwenden Sie für diese Verschiebe-Operation die Tasten \blacktriangle , \blacktriangledown , \blacktriangleleft und \blacktriangleright .



15. Drücken Sie $\boxed{\text{INS}}$, um den Punkt zu digitalisieren.
16. Drücken Sie $\boxed{\text{ON}}$, um wieder die normale Stackanzeige zu erhalten. Dabei erscheinen die Koordinaten des digitalisierten Punktes—in Darstellungsform einer komplexen Zahl—in Ebene 1 des Stacks. (Ihre Koordinaten können leicht von den Werten im Handbuch abweichen.)

17. Definieren Sie nun den neuen Koordinatenursprung.

- a. Drücken Sie **NEXT**, um die zweite Zeile des PLOT-Menüs aufzurufen.



- b. Drücken Sie **CENTR**. Dadurch werden die Koordinaten der Stackebene 1 abgerufen und zur Justierung der Abbildungsparameter verwendet. Im Gegensatz zu ***H** hat der Befehl **CENTR** keine Auswirkung auf den Abbildungsmaßstab.

18. Versuchen Sie nun eine neue Abbildung zu erzeugen.

- a. Durch Betätigen von **PREV** erhalten Sie wieder die erste Zeile des PLOT-Menüs angezeigt.



- b. Drücken Sie **DRAW**.

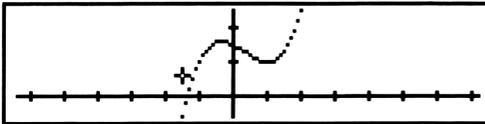


Vergrößern Sie nun einen interessanten Teil des abgebildeten Graphen. Sie könnten erneut ***H** verwenden, bei diesem Schritt jedoch einen *gebrochenen* Skalierungsfaktor. (So würde z.B. ein Faktor von .5 den vertikalen Maßstab wieder auf seinen ursprünglichen Wert vergrößern.) Es gibt aber auch ein flexibleres Verfahren, um eine Abbildung zu vergrößern.

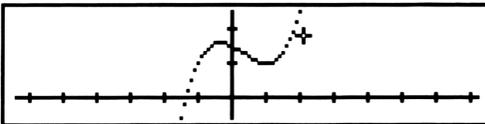
Neudefinieren der Zeichenbereichsgrenzen

Über die nachfolgenden Schritte werden diesmal zwei Punkte digitalisiert, einer für die untere linke Ecke sowie einer für die obere rechte Ecke der neuen Abbildung. Mit diesen Punkten soll das lokale Maximum und Minimum des Graphen vergrößert dargestellt werden.

19. Digitalisieren Sie den gewünschten unteren linken Eckpunkt.
- a. Bewegen Sie das Fadenkreuz ungefähr an die Position, wie sie in der nachfolgenden Abbildung zu erkennen ist. Verwenden Sie zum Verschieben des Cursors die Tasten \uparrow , \downarrow , \leftarrow und \rightarrow .



- b. Drücken Sie INS , um den Punkt zu digitalisieren.
20. Digitalisieren Sie den gewünschten oberen rechten Eckpunkt.
- a. Bewegen Sie das Fadenkreuz ungefähr an die Position, wie sie in der nachfolgenden Abbildung zu erkennen ist.



- b. Drücken Sie INS , um den Punkt zu digitalisieren.
21. Durch Drücken von ON erhalten Sie wieder die normale Stackanzeige. Die Koordinaten des unteren linken Eckpunkts (in komplexer Darstellungsform) befinden sich in Ebene 2, die Koordinaten des oberen rechten Eckpunkts sind in Ebene 1. (Die angezeigten Werte auf Ihrem HP-28C können leicht von den nachstehenden Werten abweichen.)

```
3:
2:          (-1.5, 1.2)
1:          (2.1, 3.6)
STEQ REEQ FMIN FMAX INDEF DRAW
```

22. Drücken Sie **P MAX** (*Plot MAXima*), um den seitherigen oberen rechten Eckpunkt des Abbildungsbereichs neu zu definieren. Die Koordinaten werden vom Stack genommen und als Abbildungsparameter für P MAX verwendet.
23. Drücken Sie **P MIN** (*Plot MINima*), um den seitherigen unteren linken Eckpunkt der Abbildung neu zu definieren.
24. Durch Betätigen von **DRAW** erhalten Sie die neue Abbildung des Graphen.



Da Sie die Höhe und die Breite der Abbildung verändert haben, hat sich der Maßstab für Abszisse und Ordinate geändert.

Die Abbildung macht zwei *Extremstellen* des Graphen deutlich—ein lokales Maximum und ein lokales Minimum. Im nächsten Kapitel werden Sie erfahren, wie mit Hilfe des Löser z.B. ein genauer Wert für das Minimum ermittelt werden kann. Um eine Wiederholung aller Schritte zum Erzeugen der momentanen Abbildungsparameter zu vermeiden, ist der momentane Inhalt von PPAR in einer anderen Variablen zu speichern. Wenn im nächsten Kapitel die vorliegende graphische Darstellung wieder erzeugt werden soll, müssen Sie lediglich die alten Werte für PPAR zurückspeichern.

25. Drücken Sie **ON**, um wieder den Stackinhalt anzuzeigen.
26. Übernehmen Sie den momentanen Inhalt von PPAR in Ebene 1.
 - a. Drücken Sie **NEXT** zur Anzeige der zweiten Zeile des PLOT-Menüs.
 - b. Drücken Sie **PPAR**, um die Liste mit den momentanen Abbildungsparametern in Ebene 1 zurückzugeben. Für mehr Informationen über die Abbildungsparameter und für Details über das Erzeugen einer graphischen Darstellung im allgemeinen sollten Sie unter "PLOT" im Referenzhandbuch nachsehen.

```

1: { (-1.5,1.2)
    (2.1,3.6) X 1 (0,0)
  }
PPAR RES AXES CENTR #W #H

```

27. Erzeugen Sie die Variable PPAR1, in welcher die momentanen Abbildungsparameter gespeichert werden.

a. Drücken Sie \square PPAR \square 1.



b. Drücken Sie \square STO zum Erzeugen von PPAR1.

Sie sind nun soweit vorbereitet, um unter Verwendung des Löser einen genauen Zahlenwert für eine Nullstelle und ein lokales Minimum bzw. Maximum des Ausdrucks auffinden zu können.

Der Löser

In diesem Kapitel ist das Auffinden einer Nullstelle und eines Extrempunktes für den im vorangehenden Kapitel abgebildeten Ausdruck beschrieben. Sie werden dazu einige Resultate aus Kapitel 9 benötigen und sollten deshalb die relevanten Schritte in Kapitel 9 durchführen, falls Sie dies nicht bereits getan haben.

Eine vollständige Beschreibung des Lösers finden Sie unter "SOLVE" im Referenzhandbuch.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um Radiant als Winkelmodus zu spezifizieren. Es erscheint der (2π) Indikator am oberen Rand der Anzeige.
 - c. Drücken Sie   zum Wählen von 2 Nachkommastellen für das Zahlen-Anzeigeformat.

Auffinden einer Nullstelle für einen Ausdruck

Im nachfolgenden Beispiel wird angenommen, daß der Ausdruck $x^3 - x^2 - x + 3$ noch immer als momentane Gleichung in EQ gespeichert ist und daß die Variable PPAR1, wie im vorangehenden Kapitel beschrieben, erzeugt wurde. Sie werden die graphische Abbildung nochmals erstellen und dabei eine Anfangsnäherung für eine Nullstelle digitalisieren, deren Koordinaten dann vom Löser zum Auffinden einer genauen Nullstelle verwendet werden.

1. Zeichnen Sie den Ausdruck $x^3 - x^2 - x + 3$ nochmals, wobei die Standard-Abbildungsparameter für PPAR zu verwenden sind.

Löschen Sie dazu zuerst die existierende Variable PPAR, um sicherzustellen, daß für die nächste Abbildung keine alten Werte von PPAR zur Anwendung kommen.

- a. Drücken Sie  zum Aufrufen des PLOT-Menüs.



- b. Drücken Sie , um die zweite Zeile des PLOT-Menüs anzuzeigen.



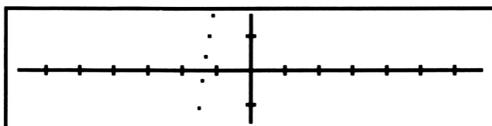
- c. Drücken Sie  , um eventuell bereits bestehende Abbildungsparameter von PPAR zu löschen.

Zeichnen Sie nun den Graphen für den gespeicherten Ausdruck.

- d. Durch Drücken von  kehren Sie zur ersten Zeile des PLOT-Menüs zurück.



- e. Drücken Sie **DRAW**. Der Rechner bildet darauf hin den Graphen ab.

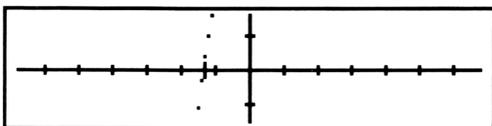


- f. Warten Sie, bis der (●) Indikator erlischt, wodurch der Abschluß des Zeichenvorgangs angezeigt wird.

Der Graph zeigt einen Schnittpunkt mit der Abszisse. Diese *Nullstelle* kennzeichnet eine Stelle des Graphen, an welcher sich für den X-Wert der Wert des Ausdrucks zu Null ergibt.

2. Digitalisieren Sie eine Anfangsnäherung für diesen Punkt bzw. Nullstelle.

- a. Bewegen Sie das Fadenkreuz an die ungefähre Schnittstelle des Graphen mit der horizontalen Achse. (Benutzen Sie **▲**, **▼**, **◀** und **▶**, um das Fadenkreuz zu verschieben.)

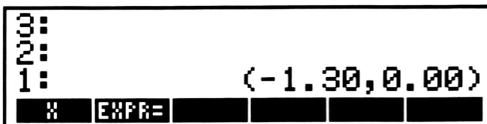


- b. Drücken Sie **INS**, wodurch der Punkt digitalisiert wird. Dieser Punkt dient als Näherungswert zum Auffinden einer exakten Nullstelle für den Ausdruck. (Für den Fall, daß mehrere Nullstellen existieren, bestimmt die Näherung die von Ihnen gewünschte Nullstelle.)
- c. Drücken Sie **ON**, um die normale Stackanzeige zurückzurufen. Die Koordinaten des digitalisierten Punktes erscheinen in komplexer Darstellung in Ebene 1. (Ihre Koordinaten können von den im Handbuch dargestellten Daten leicht abweichen.)

3. Verwenden Sie den Löser, um einen genaueren Wert der Nullstelle zu ermitteln.
- a. Durch Betätigen von **SOLV** ist das SOLVE-Menü aufzurufen.



- b. Drücken Sie **SOLVR**. Das Löser-Menü zeigt alle Variablen an, die in der momentanen Gleichung enthalten sind (im vorliegenden Beispiel handelt es sich nur um X).



- c. Drücken Sie **X**. Die Koordinaten des digitalisierten Punktes in Ebene 1 werden in der Variablen X als Näherungswert für eine Nullstelle gespeichert.



(Obwohl der digitalisierte Punkt zwei Koordinatenwerte enthält, benutzt der Löser nur die erste Koordinate als Anfangsnäherung.)

- d. Drücken Sie  , um den Ausdruck nach X zu lösen. Nach der Meldung, daß der Lösungsprozeß am Arbeiten ist, wird das Resultat in Ebene 1 zurückgegeben.



Die Meldung *Sign Reversal* (*Vorzeichenwechsel*) deutet an, daß der Löser eine ungefähre Nullstelle (bis zu 12 Stellen genau) gefunden hat. Wenn der Löser eine exakte Lösung ermittelt hat, wird die Meldung *Zero* (*Null*) angezeigt. Diese Hinweise beim Auffinden einer Nullstelle werden *qualifizierende Meldungen* genannt und sind ausführlich unter "SOLVE" im Referenzhandbuch beschrieben.

- e. Drücken Sie , um zur Stackanzeige zurückzukehren.

Auffinden eines Minimums

Die nächsten Schritte dienen zum Auffinden eines lokalen Minimums für einen Ausdruck. Sie werden dazu den Graphen des Ausdrucks (unter Verwendung der in PPAR1 gespeicherten Abbildungsparameter) zeichnen, danach drei Punkte digitalisieren, die als Näherungswerte für das Minimum dienen, und zum Abschluß mit Hilfe des Löser ein genaueres Minimum bestimmen.

4. Zeichnen Sie den Ausdruck, indem Sie die in PPAR1 gespeicherten Abbildungsparameter verwenden.

Rufen Sie dazu zuerst die in PPAR1 gespeicherten Parameter in die Variable PPAR zurück.

- a. Drücken Sie  zur Anzeige des USER-Menüs. Wenn PPAR1 nicht in der ersten Zeile des USER-Menüs angezeigt wird, können Sie sich durch Betätigen von  weitere Menüzeilen mit Variablen anzeigen lassen.

- b. Drücken Sie **PPAR1**, um die Liste der Abbildungsparameter in Ebene 1 zu übernehmen.

```

1: { (-1.50,1.20)
      (2.10,3.60) X 1.00
      (0.00,0.00) }
% PPAR PPAR1 ZVL KREIS RE

```

- c. Drücken Sie **PPAR**. (Wenn PPAR in dieser Menüzeile nicht enthalten ist, können Sie sich durch Drücken von **NEXT** weitere Variablen anzeigen lassen.)
- d. Durch Betätigen von **STO** sind die Abbildungsparameter von PPAR1 in PPAR zu speichern.

Erstellen Sie nun die Abbildung des Graphen.

- e. Drücken Sie **PLOT**, um das PLOT-Menü aufzurufen.

```

3:
2:
1: -1.36
STEC RECD PMIN PMAK INDEF DRAW

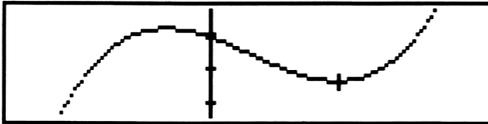
```

- f. Drücken Sie **DRAW**. Der Rechner bildet daraufhin den Graphen des Ausdrucks in der Anzeige ab.

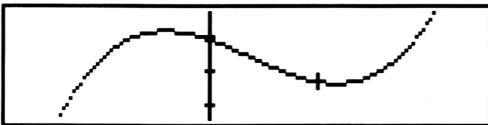


- g. Warten Sie, bis der ((•)) Indikator wieder erlischt, was die Fertigstellung der Abbildung bedeutet.

5. Digitalisieren Sie drei Punkte, die als Näherungswerte für ein Minimum benutzt werden sollen.
- a. Bewegen Sie das Fadenkreuz an die ungefähre Stelle des lokalen Minimums.



- b. Drücken Sie **INS**, um diesen Punkt zu digitalisieren.
- c. Verschieben Sie das Fadenkreuz etwas nach links vom Minimum.



- d. Drücken Sie **INS**, um diesen Punkt zu digitalisieren.
- e. Bewegen Sie das Fadenkreuz etwas nach rechts vom Minimum.



- f. Drücken Sie **INS**, um diesen Punkt zu digitalisieren.

- b. Drücken Sie **SOLVR**. Das Löser-Menü zeigt alle in der momentanen Gleichung verwendeten Variablen an (im vorliegenden Beispiel nur X).

```

1: ( (1.01,1.97)
    (0.86,2.05)
    (1.15,2.05) )
X  EXPR=

```

- c. Betätigen Sie **X**. Die Liste mit den Koordinatenpaaren wird vom Stack genommen und als Anfangsnäherung in der Variablen X gespeichert.
- d. Drücken Sie **X**, um nach X zu lösen. Über eine Meldung wird darauf hingewiesen, daß der Löser beim Aufsuchen einer Lösung für X ist. Nach Abschluß dieses Berechnungsschritts wird das Resultat 1.00 in Ebene 1 zurückgegeben.

```

X: 1.00
Extremum
1: 1.00
X  EXPR=

```

Die Meldung **Extremum** zeigt an, daß der Löser einen Extrempunkt (im vorliegenden Fall ein Minimum) für den gespeicherten Ausdruck gefunden hat.

- e. Drücken Sie **ON**, um zur normalen Stackanzeige zurückzukehren.

Finanzmathematische Berechnungen

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Anwendungsmöglichkeiten des Löser für finanzmathematische Aufgabenstellungen. Wenn n die Anzahl der Zahlungsperioden, i den Zinssatz pro Zahlungsperiode (in Prozent), pmt (*PayMenT*) den periodischen Zahlungsbetrag, pv (*Present Value*) den Barwert und fv (*Future Value*) den Endwert darstellt, ergibt sich nachfolgende mathematische Beziehung:

$$(1 - sppv) \times pmt \times (100/i) + pv = -fv \times sppv$$

wobei

$$\begin{aligned} sppv \text{ (Single Payment Present Value)} &= (1 + i/100)^{-n} \\ &= \exp(-n \times \ln(1 + i/100)). \end{aligned}$$

Für die Gleichung wird vorausgesetzt, daß die Zahlungen zum Ende jeder Zahlungsperiode (=Verzinsungsperiode) erfolgen.

Zuerst ist der Ausdruck für $sppv$ (*Barwert-Funktion für Einmalzahlung*) einzutippen und in einer Variablen SPPV zu speichern. Im nächsten Schritt tippen Sie die Gleichung ein und speichern sie in der Variablen TVM (*Time Value of Money*). Nachdem Sie TVM als momentane Gleichung spezifiziert haben, können Sie mit Hilfe des Löser jede der fünf Variablen n , i , pmt , pv oder fv lösen, sofern die Werte für die vier anderen bekannt sind.

- 0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie CLEAR, um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie MODE 2 FIX, um zwei Nachkommastellen für das Anzeigeformat von Zahlen einzustellen.
- 1. Tippen Sie den Ausdruck für $sppv$ ein.
 - a. Drücken Sie □, um mit der Eingabe beginnen zu können.
 - b. Durch Betätigen von LOGS ist das LOGS-Menü aufzurufen.



- c. Drücken Sie EXP [-] N [x] LNPI [I] [+] 1 0 0 [ENTER] zur Eingabe des Ausdrucks in den Stack. Dieser Ausdruck berechnet $\ln(1 + i/100)$ mit einer größeren Genauigkeit, da zur Berechnung die Funktion LNPI verwendet wird.

```

2:
1: 'EXP(-N*LNPI(I/100))
LOG  ALOG  LN  EXP  LNPI  EXPM

```

2. Drücken Sie ['] [S] [P] [P] [V] [STO] , um die Variable SPPV zu erzeugen.
3. Tippen Sie die Gleichung für TVM ein.
- a. Drücken Sie ['] [1] [1] [-] , um mit dem Eintippen der Gleichung zu beginnen.

```

2:
1:
' (1-
LOG  ALOG  LN  EXP  LNPI  EXPM

```

- b. Betätigen Sie [USER] zum Aufrufen des USER-Menüs. Der Variablenname SPPV erscheint als linkes Menüfeld der ersten Zeile, da es sich um die zuletzt erzeugte Variable handelt.

```

2:
1:
' (1-
SPPV  N  PPAR  PPAR1  ZYL  KREIS

```

- c. Drücken Sie SPPV [D] [x] [P] [M] [T] [x] 1 0 0 [+] [I] [+] [P] [V] [=] [-] [F] [V] [x] SPPV [ENTER] , um den Ausdruck in Ebene 1 einzugeben.

```

2:
1: '(1-SPPV)*PMT*100/I+
PV=-FV*SPPV'
SPPV  N  PPAR  PPAR1  ZYL  KREIS

```

4. Drücken Sie \square \square \square \square \square \square , um die Variable TVM anzulegen. Das USER-Menü zeigt daraufhin den entsprechenden Namen als Menüfeld an.

```

3:
2:
1:
TVM SPPV N PPAR PPAR1 ZYL

```

5. Bestimmen Sie TVM als momentane Gleichung.
- a. Drücken Sie \square \square zum Rückrufen von TVM in den Stack.

```

2:
1: '(1-SPPV)*PMT*100/I+
PV=-FV*SPPV'
TVM SPPV N PPAR PPAR1 ZYL

```

- b. Drücken Sie \square \square , um das SOLVE-Menü aufzurufen.

```

2:
1: '(1-SPPV)*PMT*100/I+
PV=-FV*SPPV'
STEQ REEQ SOLVR ISOL QWAO SHOW

```

- c. Durch Betätigen von \square \square ist der Ausdruck in der Variablen EQ zu speichern.
6. Drücken Sie \square \square zur Anzeige des Löser-Menüs. Alle Variablen von TVM und SPPV erscheinen in diesem Menü. (Die Variablen von SPPV werden angezeigt, da die momentane Gleichung—TVM—den Ausdruck SPPV enthält.)

```

3:
2:
1:
N I PMT FV FV LEFT=

```

7. Berechnen Sie nun PV (*Present Value bzw. Barwert*) unter Verwendung der Werte $N = 30 \times 12$, $I = 11.5/12$, $PMT = -630$ und $FV = 0$. (Der Betrag für PMT (*PayMenT bzw. periodische Zahlung*) hat ein negatives Vorzeichen, da es sich um einen abfließenden Betrag handelt, während zufließende Beträge mit einem positiven Vorzeichen versehen werden.)

- a. Drücken Sie $\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{\times} \boxed{\text{N}}$, um den Wert der Variablen N zuzuweisen.

N: 360.00					
2:					
1:					
N	I	PMT	FV	FV	LEFT=

- b. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{1} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{+} \boxed{\text{I}}$, um den Wert der Variablen I zuzuweisen.

I: 0.96					
2:					
1:					
N	I	PMT	FV	FV	LEFT=

- c. Drücken Sie $\boxed{6} \boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{CHS}} \boxed{\text{PMT}}$, um den Wert der Variablen PMT zuzuweisen.

PMT: -630.00					
2:					
1:					
N	I	PMT	FV	FV	LEFT=

- d. Drücken Sie $\boxed{0} \boxed{\text{FV}}$, um den Wert der Variablen FV zuzuweisen.

FV: 0.00					
2:					
1:					
N	I	PMT	FV	FV	LEFT=

- e. Drücken Sie  **PV**, um den Ausdruck für PV zu lösen. Der Rechner zeigt an, daß er die Gleichung für die Variable PV löst und gibt anschließend den Wert 63,617.64 als Lösung an.



```
PV: 63617.64
Zero
1: 63617.64
N I PMT PV FV LEFT=
```

Die Meldung **Zero** bedeutet, daß das ermittelte Ergebnis eine exakte Lösung für die Gleichung darstellt.

Symbolische Lösungen

In diesem Kapitel werden zwei Verfahren zum Auffinden von symbolischen Lösungen erläutert. Ein einfacher Weg zur Lösung einer quadratischen Gleichung besteht in der Berechnung des linearen Ausdrucks, welcher beide Nullstellen darstellt. Daneben gibt es jedoch noch eine vielseitigere Methode, welche die symbolische Lösung für eine Variable in allgemeineren Gleichungen liefert.

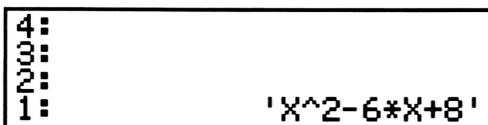
Jedes Verfahren läßt sich auf algebraische Ausdrücke sowie auf Gleichungen anwenden. Die *Lösung* eines Ausdrucks $f(x)$ ist das selbe wie die *Nullstelle* der Gleichung $f(x) = 0$, und die *Nullstelle* der Gleichung $f(x) = g(x)$ ist äquivalent zur *Lösung* des Ausdrucks $f(x) - g(x)$.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen zu spezifizieren.
 - c. Drücken Sie  zur Anzeige des Cursor-Menüs.

Lösen eines quadratischen Ausdrucks

Sie können beide Lösungen eines quadratischen Ausdrucks ermitteln, ohne daß der entsprechende Graph gezeichnet oder Näherungen gemacht werden müssen. Im folgenden Beispiel wird der Ausdruck $x^2 - 6x + 8$ gelöst.

1. Drücken Sie           , um den Ausdruck in Stackebene 1 zu übernehmen.



4:
3:
2:
1: 'X^2-6*X+8'

2. Drücken Sie **SOLV** zum Aufrufen des SOLVE-Menüs.

```

3:
2:
1:      'X^2-6*X+8'
STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW

```

3. Drücken Sie **' X ENTER** zur Eingabe von X in den Stack, wodurch festgelegt wird, für welche Variable der Ausdruck gelöst wird.
4. Drücken Sie **QUAD** (*QUAD*ratisch). Dadurch wird ein Ausdruck, welcher beide Lösungen darstellt, in Ebene 1 zurückgegeben.

```

3:
2:
1:      '(6+s1*2)/2'
STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW

```

Die Variable s1 steht stellvertretend für ein beliebiges Vorzeichen, entweder +1 oder -1. Unter Verwendung der möglichen Werte für s1 steht der angezeigte Ausdruck als Lösung für den quadratischen Ausdruck.

5. Drücken Sie **STEQ**, um den Ausdruck als momentane Gleichung zu speichern.
6. Drücken Sie **SOLVR** zur Anzeige des SOLVR-Menüs. s1 ist als einzige Variable in der momentanen Gleichung enthalten.

```

3:
2:
1:
s1 EXPR=

```

7. Drücken Sie **1 s1**, um für s1 ein positives Vorzeichen zu spezifizieren.

```

s1: 1
2:
1:
s1 EXPR=

```

8. Drücken Sie **EXPR=**, wodurch die erste der zwei Lösungen in Ebene 1 angezeigt wird.



9. Drücken Sie **1** **CHS** **s1**, um für s1 ein negatives Vorzeichen zu spezifizieren.



10. Durch Drücken von **EXPR=** erhalten Sie die zweite Lösung für den quadratischen Ausdruck in Ebene 1 angezeigt.



Damit haben Sie als Lösung für den quadratischen Ausdruck $x^2 - 6x + 8$ die Werte $x = 4$ und $x = 2$ ermittelt.

11. Drücken Sie **□** **S1** **PURGE** zum Löschen der Variable s1. (Sonst wird bei der nächsten Ausführung von QUAD die Variable s1 durch ihren Wert ersetzt und würde dadurch nicht mehr in dem Ausdruck für die Lösung erscheinen.)

Isolieren einer Variablen

Mit Hilfe Ihres HP-28C können Sie eine einzelne Variable in einer Gleichung isolieren, wodurch Sie einen Ausdruck erhalten, der die symbolische Lösung für die betreffende Gleichung darstellt. Das heißt, wenn z.B. x die zu lösende Variable der Gleichung ist und neben x noch die Variablen a , b und c in der Gleichung enthalten sind, dann wird durch das Isolieren von x ein Ausdruck mit a , b und c erzeugt, der die Gleichung erfüllt, wenn x den Wert des Ausdrucks annimmt.

Als erstes Beispiel soll x in folgender Gleichung isoliert werden

$$a(x + 3) - b = c.$$

Dieses Beispiel ist relativ einfach, da die Variable x nur einmal vorkommt. In später folgenden Beispielen wird demonstriert, wie Sie eine Gleichung modifizieren können, um ein mehrfaches Vorkommen von x auf ein einzelnes Erscheinen von x zu reduzieren.

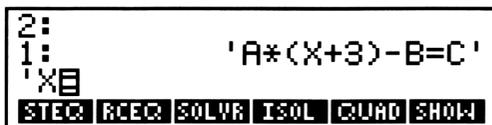
0. Drücken Sie CLEAR, um den Stackinhalt zu löschen.
1. Drücken Sie SOLV zum Aufrufen des SOLVE-Menüs.



2. Durch Drücken von [] A x (X + 3) - B = C [ENTER] ist die Gleichung in den Stack einzugeben.



3. Drücken Sie [] X, um die Variable zu spezifizieren, welche Sie isolieren möchten.



4. Drücken Sie **ISOL** zum Isolieren von x .

```

3:
2:
1: '(C+B)/A-3'
STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW

```

Der Ausdruck, welcher nun in Ebene 1 angezeigt wird, stellt eine symbolische Lösung der Gleichung für x dar—d.h. die Gleichung

$$a(x + 3) - b = c$$

ist dann erfüllt, wenn $x = (c + b)/a - 3$.

Erweitern und Zusammenfassen

Wenn x mehrmals in der Gleichung vorkommt, so müssen Sie die Gleichung in der Weise modifizieren, daß Sie das Erscheinen von x auf ein einziges Vorkommen reduzieren. Im nächsten Beispiel wird gezeigt, wie Sie x in der Gleichung

$$2(a + x) = 3(b - x) + c$$

isolieren können. Der Lösungsweg dazu liegt im Erweitern der Gleichung, anschließender Subtraktion eines x -Terms von beiden Seiten, Zusammenfassen der Gleichung, um den x -Term auf einer Seite zu löschen und auf der anderen Seite einen einzelnen x -Term zu schaffen.

5. Drücken Sie **2** **x** **(** **A** **+** **x** **)** **=** **3** **x** **(** **B** **-** **x** **)** **+** **C** **ENTER** zur Eingabe der Gleichung in den Stack.

```

3:
2:
1: '2*(A+X)=3*(B-X)+C'
STEQ REEQ SOLVR ISOL QUAD SHOW

```

6. Drücken Sie **ALGEBRA** zur Anzeige des ALGEBRA-Menüs.

```

3:
2: '(C+B)/A-3'
1: '2*(A+X)=3*(B-X)+C'
COLCT EXPAN SIZE FORM ODSUB ENSUB

```

Sie werden in diesem Beispiel die Befehle **EXPAN** (*EXPANd bzw. erweitern*) und **COLCT** (*COLLeCT bzw. zusammenfassen*) zum Modifizieren der Gleichung verwenden. Im nächsten Beispiel wird die Gleichung bzw. deren Terme unter Verwendung von **FORM** (*algebraischen Ausdruck formen*) neu angeordnet. Alle Befehle im ALGEBRA-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "ALGEBRA" im Referenzhandbuch. Zusätzlich wird FORM, ein außergewöhnlich leistungsvoller algebraischer Editor, in dem Abschnitt "ALGEBRA (FORM)" des Referenzhandbuchs erläutert.

7. Drücken Sie **EXPAN** zum Erweitern beider Seiten der Gleichung.

```

3:      '(C+B)/A-3'
2:
1:      '2*A+2*X=3*B-3*X+C'
COLCT EXPAN SIZE FORM OBSUB ENSUB

```

8. Subtrahieren Sie den x -Term ($2x$) auf der linken Seite der Gleichung von beiden Seiten der Gleichung.

- a. Drücken Sie **' [2] [x] [X] [ENTER]**, um den x -Term der linken Seite in den Stack einzugeben.

```

3:      '(C+B)/A-3'
2:      '2*A+2*X=3*B-3*X+C'
1:      '2*X'
COLCT EXPAN SIZE FORM OBSUB ENSUB

```

- b. Drücken Sie **[−]**, wodurch der Term $2x$ von beiden Seiten der Gleichung subtrahiert wird.

```

2:      '(C+B)/A-3'
1:      '2*A+2*X-2*X=3*B-3*X
      +C-2*X'
COLCT EXPAN SIZE FORM OBSUB ENSUB

```

9. Drücken Sie **COLCT**, um die Terme der Gleichung zusammenzufassen; dabei heben sich die x -Terme auf der linken Seite gegenseitig auf.

```

3:
2:          '(C+B)/A-3'
1:          '2*A=3*B+C-5*X'
COLCT EXPAN SIZE FORM DEGREE ERASE

```

10. Isolieren Sie x in der Gleichung.

- a. Drücken Sie **NEXT** zur Anzeige der zweiten Zeile des ALGEBRA-Menüs. Der Befehl ISOL erscheint in diesem Menü, ebenso wie im SOLVE-Menü.

```

3:
2:          '(C+B)/A-3'
1:          '2*A=3*B+C-5*X'
TAYLR ISOL QUAD SHOW DEGREE ERASE

```

- b. Drücken Sie **[X] ISOL** zum Isolieren von x .

```

3:
2:          '(C+B)/A-3'
1:          '(3*B+C-2*A)/5'
TAYLR ISOL QUAD SHOW DEGREE ERASE

```

Damit wird ein Ausdruck in Ebene 1 zurückgegeben, der eine symbolische Lösung der Gleichung für x darstellt—das bedeutet, die Gleichung

$$2(a + x) = 3(b - x) + c$$

ist dann erfüllt, wenn $x = (3b + c - 2a)/5$.

Verwenden von FORM

Wenn x an mehreren Stellen in der Gleichung vorkommt und ein x dabei in Verbindung mit einem symbolischen Koeffizienten steht, dann faßt der Befehl COLCT die Koeffizienten nicht zusammen. Im nächsten Anwendungsbeispiel soll x in der Gleichung

$$a(x + b) + 2x = c$$

isoliert werden, wobei x an mehreren Stellen vorkommt und in Verbindung mit dem symbolischen Koeffizienten a verwendet wird. In diesem Fall ist wie folgt vorzugehen: Erweitern Sie die Gleichung, verwenden Sie FORM zum Zusammenfassen der Koeffizienten von x , und isolieren Sie danach x .

11. Drücken Sie $\boxed{[]} \boxed{A} \boxed{X} \boxed{[(]} \boxed{X} \boxed{+} \boxed{B} \boxed{[)]} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{X} \boxed{X} \boxed{=} \boxed{C} \boxed{ENTER}$ zur Eingabe der Gleichung in den Stack.

```
3: '(C+B)/A-3'  
2: '(3*B+C-2*A)/5'  
1: 'A*(X+B)+2*X=C'  
TAYLR ISOL QUAD SHOW OBTET EXET
```

12. Erweitern Sie die Gleichung.

- a. Drücken Sie \boxed{NEXT} , um wieder die erste Zeile des ALGEBRA-Menüs angezeigt zu erhalten.

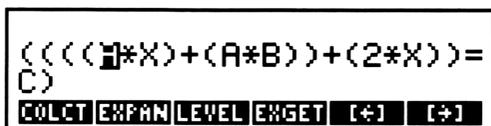
```
3: '(C+B)/A-3'  
2: '(3*B+C-2*A)/5'  
1: 'A*(X+B)+2*X=C'  
COLCT EXPAN SIZE FORM OBTET EXET
```

- b. Drücken Sie \boxed{EXPAN} , um die Gleichung zu erweitern.

```
3: '(C+B)/A-3'  
2: '(3*B+C-2*A)/5'  
1: 'A*X+A*B+2*X=C'  
COLCT EXPAN SIZE FORM OBTET EXET
```

Verwenden Sie nun FORM, um die Koeffizienten von x zusammenzufassen.

- 13.** Drücken Sie **FORM** zum Starten der FORM-Operation. Während der Ausführung von FORM ist die normale Betriebsweise des Rechners unterbrochen. Die FORM-Anzeige zeigt die Gleichung, wobei die Teilausdrücke durch Klammern voneinander getrennt sind. Mit Hilfe von FORM sind nun diese Teilausdrücke innerhalb der Gleichung zu modifizieren.



Das Ziel ist, die Terme $(A*X)$ und $(2*X)$ zu einem einzelnen Term $((A+2)*X)$ zu kombinieren. Dazu sind die drei Schritte erforderlich, welche nachstehend angezeigt sind. Die momentane Form der Gleichung ist:

$$(ax + ab) + 2x = c$$

Im ersten Schritt werden ax und ab kommutiert, was zu der Form führt:

$$(ab + ax) + 2x = c$$

Im zweiten Schritt werden ax und $2x$ assoziiert, was zu der Form führt:

$$ab + (ax + 2x) = c$$

Im dritten Schritt werden ax und $2x$ zusammengeführt, was zu Form führt:

$$ab + (a + 2) x = c$$

14. Kommutieren Sie ax und ab .

- a. Drücken Sie dreimal $\left[\leftarrow \right]$, um den Cursor über das Zeichen $+$ zu bewegen. Die Position des Cursors bestimmt den Teilausdruck, auf welchen die Operation angewendet werden soll. In diesem Beispiel ist auf den Teilausdruck $((A*X)+(A*B))$ das Kommutativgesetz der Addition anzuwenden.

```

(((A*X)+(A*B))+(2*X))=
C)
COLCT EXPAN LEVEL ERGET [←] [←]

```

- b. Drücken Sie $\left[\text{NEXT} \right]$ zur Anzeige der ersten Zeile der Manipulationsmöglichkeiten bezüglich $+$. (Die Möglichkeiten, welche nach dem Drücken von $\left[\text{NEXT} \right]$ angezeigt werden, hängen davon ab, welche Funktion oder Variable durch den Cursor ausgewählt wurde.)

```

(((A*X)+(A*B))+(2*X))=
C)
-() ←→ ←M M→ ←A A→

```

- c. Drücken Sie $\left[\leftarrow \leftarrow \right]$, um die Argumente von $+$ zu kommutieren.

```

(((A*B)+(A*X))+(2*X))=
C)
-() ←→ ←M M→ ←A A→

```

- d. Drücken Sie $\left[\text{ENTER} \right]$, um zum Hauptmenü von FORM zurückzukehren.

```

(((A*B)+(A*X))+(2*X))=
C)
COLCT EXPAN LEVEL ERGET [←] [←]

```

15. Assoziieren Sie ax und $2x$.

- a. Drücken Sie viermal $\boxed{[+]}$, um den Cursor über den zweiten $+$ Operator zu stellen. An dieser Stelle ist der Teilausdruck $((A*B)+(A*X))+(2*X)$ zu modifizieren, um die Terme $(A*X)$ und $(2*X)$ zu einem einzelnen Teilausdruck zu assoziieren.

Calculator screen showing the expression $((A*B)+(A*X))+(2*X)$ with the cursor on the second $+$ operator. The menu bar shows $\boxed{\text{COLCT}}$, $\boxed{\text{EXPAN}}$, $\boxed{\text{LEVEL}}$, $\boxed{\text{ERGET}}$, $\boxed{[+]}$, and $\boxed{[+]}$.

- b. Drücken Sie $\boxed{\text{NEXT}}$ zur Anzeige der ersten Zeile der Manipulationsmöglichkeiten für $+$. (Dies sind dieselben wie vorher, da der Cursor wieder über einen additiven Teilausdruck bewegt wurde.)

Calculator screen showing the expression $((A*B)+(A*X))+(2*X)$ with the cursor on the second $+$ operator. The menu bar shows $\boxed{-0}$, $\boxed{\leftarrow}$, $\boxed{\leftarrow}$, $\boxed{M+}$, $\boxed{\leftarrow}$, and $\boxed{\rightarrow}$.

- c. Drücken Sie $\boxed{A-}$ (*Assoziieren nach rechts*), um die Terme $(A*X)$ und $(2*X)$ in den Teilausdruck $((A*X)+(2*X))$ umzuwandeln.

Calculator screen showing the expression $((A*B)+(A*X)+(2*X))$ with the cursor on the second $+$ operator. The menu bar shows $\boxed{-0}$, $\boxed{\leftarrow}$, $\boxed{\leftarrow}$, $\boxed{M+}$, $\boxed{\leftarrow}$, and $\boxed{\rightarrow}$.

- d. Drücken Sie $\boxed{\text{ENTER}}$, um zum Hauptmenü von FORM zurückzukehren.

Calculator screen showing the expression $((A*B)+(A*X)+(2*X))$ with the cursor on the second $+$ operator. The menu bar shows $\boxed{\text{COLCT}}$, $\boxed{\text{EXPAN}}$, $\boxed{\text{LEVEL}}$, $\boxed{\text{ERGET}}$, $\boxed{[+]}$, and $\boxed{[+]}$.

16. Führen Sie in diesem Schritt ax und $2x$ zusammen.

- a. Drücken Sie viermal $\left[\leftarrow \right]$, um den Cursor über das zweite $+$ zu bewegen. Es ist hier der Teilausdruck $((A*X)+(2*X))$ zu bearbeiten, um die Koeffizienten von X zu kombinieren.

$$((A*B)+((A*X)+(2*X)))=C$$

COLLECT EXPAN LEVEL EWGET [←] [→]

- b. Durch Drücken von $\left[\text{NEXT} \right]$ ist die erste Zeile der Manipulationsmöglichkeiten für $+$ anzuzeigen.

$$((A*B)+((A*X)+(2*X)))=C$$

-O ↔ ←M M→ ←N N→

- c. Drücken Sie $\left[\text{M} \rightarrow \right]$ (*merge right*), um die Koeffizienten von X zusammenzuführen. Dadurch wird das ursprüngliche Ziel erreicht: Zusammenführen der Terme $(A*X)$ und $(2*X)$ zu einem einzigen Term $((A+2)*X)$.

$$((A*B)+((A+2)*X))=C$$

1/O ↔ ←D D→ ←N N→

17. Drücken Sie **ON** zum Beenden der FORM-Operationen; die modifizierte Gleichung wird dabei in den Stack übernommen.

```

3:      '(C+B)/A-3'
2:      '(3*B+C-2*A)/5'
1:      'A*B+(A+2)*X=C'
COLCT  EXPAN  SIZE  FORM  OBJSUB  EXSUB

```

18. Nachdem Sie nun das Erscheinen von x auf eins reduziert haben, können Sie x relativ einfach isolieren.

- a. Drücken Sie **NEXT** zur Anzeige der zweiten Zeile des ALGEBRA-Menüs.

```

3:      '(C+B)/A-3'
2:      '(3*B+C-2*A)/5'
1:      'A*B+(A+2)*X=C'
TAYLR  ISOL  QUAD  SHOW  OBJGET  EXGET

```

- b. Drücken Sie **[] [X] ISOL**, wodurch x in der Gleichung isoliert wird.

```

3:      '(C+B)/A-3'
2:      '(3*B+C-2*A)/5'
1:      '(C-A*B)/(A+2)'
TAYLR  ISOL  QUAD  SHOW  OBJGET  EXGET

```

Der in Stackebene 1 angezeigte Ausdruck stellt eine symbolische Lösung der Gleichung für x dar—das bedeutet, die Gleichung

$$a(x + b) + 2x = c$$

ist dann erfüllt, wenn $x = (c - ab)/(a + 2)$.

Höhere Mathematik

Unter Verwendung Ihres HP-28C können Sie viele Ausdrücke auf einfache Weise differenzieren und integrieren. Für ein Polynom läßt sich die Ableitung sowie das unbestimmte Integral bestimmen. Ausdrücke, welche nur arithmetische, trigonometrische, logarithmische, exponentielle und hyperbolische Funktionen enthalten, lassen sich problemlos differenzieren, und für beliebige Ausdrücke kann das bestimmte Integral berechnet werden.

Dieses Kapitel enthält einfache Beispiele zum Auffinden von Ableitungen, unbestimmten und bestimmten Integralen. Weitere Informationen dazu finden Sie unter "Höhere Mathematik" im Referenzhandbuch.

- 0.** Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a.** Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b.** Drücken Sie   zur Wahl des Bogenmaß als Winkelmodus. Es wird der (2π) Indikator angezeigt.
 - c.** Drücken Sie , um das Standard-Anzeigeformat zu spezifizieren.
 - d.** Drücken Sie  zum Aufrufen des Cursor-Menüs.
 - e.** Drücken Sie  , um die Variable X zu löschen (falls sie existiert).

Differenzieren von Ausdrücken

Sie können einen Ausdruck Schritt-für-Schritt differenzieren und dabei beobachten, wie der Rechner die verschiedenen Regeln zur Differentiation von Ausdrücken anwendet. Ein Ausdruck kann aber auch über einen einzigen Schritt differenziert werden. Das Endresultat ist bei beiden Vorgehensweisen identisch. Sie werden als nächstes einen Ausdruck zweimal differenzieren, zuerst Schritt-für-Schritt, und anschließend über eine einzige Operation.

Schrittweises Differenzieren

Um die Differentiation in mehreren Schritten durchzuführen, tippen Sie die Ableitung als Ausdruck ein. Nehmen Sie an, es soll folgender Ausdruck differenziert werden:

$$\frac{d}{dx} \tan(x^2 + 1)$$

1. Tippen Sie die Ableitung ein.
 - a. Drücken Sie \square \square \square \square \square \square . Die Befehlszeile enthält danach die Zeichenfolge:



Dieser Teil des Ausdrucks zeigt an, daß nach der Variablen X abgeleitet werden soll.

- b. Drücken Sie \square \square . Die Befehlszeile hat nun folgenden Inhalt:



- c. Drücken Sie \square \square \square \square \square . In der Befehlszeile werden folgende Zeichen angezeigt:



- d. Drücken Sie **[ENTER]**, um den Ausdruck in Ebene 1 einzugeben.
2. Durch Drücken von **[EVAL]** erhalten Sie die Anzeige:

```

2:
1: '(1+SQ(TAN(X^2+1))) *
   dX(X^2+1)'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

Aus dem Resultat ist die Anwendung der Kettenregel ersichtlich:

$$\frac{d}{dx} \tan(x^2 + 1) = \frac{d}{d(x^2 + 1)} \tan(x^2 + 1) \times \frac{d}{dx} (x^2 + 1)$$

Die Ableitung von \tan wurde ausgewertet. Im nächsten Schritt ist die Ableitung von $x^2 + 1$ auszuwerten.

3. Drücken Sie **[EVAL]**, wodurch folgendes angezeigt wird:

```

2:
1: '(1+SQ(TAN(X^2+1))) *
   dX(X^2)'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

Aus dem Resultat ist die Ableitung einer Summe ersichtlich:

$$\frac{d}{dx} (x^2 + 1) = \frac{d}{dx} x^2 + \frac{d}{dx} 1$$

Die Ableitung von 1 ist 0, womit dieser Term verschwindet. Im folgenden Schritt ist die Ableitung von x^2 auszuwerten.

4. Drücken Sie **EQN**. Sie erhalten folgende Anzeige:

```

2:
1: '(1+SQ(TAN(X^2+1))) *
   (2*X)'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

Das Ergebnis reflektiert die Anwendung der Kettenregel:

$$\frac{d}{dx} x^2 = \frac{d}{dx} x^2 \times \frac{d}{dx} x$$

Damit wurde die Ableitung von x^2 berechnet. Was noch verbleibt, ist die Ableitung von x selbst.

5. Drücken Sie **EQN**. In der Anzeige erscheint folgender Ausdruck:

```

2:
1: '(1+SQ(TAN(X^2+1))) *
   (2*X)'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

Hiermit haben Sie nun den Ausdruck vollständig abgeleitet.

Vollständiges Differenzieren

Um einen Ausdruck über einen einzigen Schritt zu differenzieren, ist die Differentiation als Stackoperation durchzuführen. Nehmen Sie nochmals an, Sie möchten folgende Ableitung bestimmen:

$$\frac{d}{dx} \tan(x^2 + 1)$$

1. Drücken Sie \square \square TAN \square X \square \square \square 2 \square + \square 1 \square ENTER. Der Ausdruck erscheint danach in Ebene 1.

```

3:
2: '(1+SQ(TAN(X^2+1)))...'
1: 'TAN(X^2+1)''
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

2. Drücken Sie \square \square X \square ENTER. Der Name zeigt an, daß der Ausdruck nach X abgeleitet werden soll. Die Differentiationsvariable wird also in Ebene 1 gespeichert, während sich der zu differenzierende Ausdruck in Ebene 2 befindet.

```

3: '(1+SQ(TAN(X^2+1)))...'
2: 'TAN(X^2+1)''
1: 'X'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

3. Drücken Sie \square \square d/dx. Die vollständige Ableitung wird in Ebene 1 zurückgegeben.

```

2: '(1+SQ(TAN(X^2+1)))...'
1: '(1+SQ(TAN(X^2+1))) *
(2*X)''
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN

```

Integrieren von Ausdrücken

Ihr HP-28C berechnet das unbestimmte Integral eines Ausdrucks unter Anwendung von *symbolischer Integration*, welche als Ergebnis wieder einen Ausdruck zurückgibt. Über dieses Verfahren erhalten Sie jedoch nur für Polynome genaue Ergebnisse. (Für andere Ausdrücke verwendet der HP-28C eine Näherung über eine Taylorreihe für den ursprünglichen Ausdruck. Detailliertere Informationen finden Sie unter "Höhere Mathematik" im Referenzhandbuch.) Das nachfolgende Beispiel demonstriert Ihnen die Anwendung der symbolischen Integration.

Im Gegensatz zum o.a. erfolgt die Berechnung bestimmter Integrale durch *numerische Integration*, welche ein numerisches Resultat erzeugt. Dieses Verfahren läßt sich auf jeden Ausdruck anwenden, der sich im mathematischen Sinn "normal" verhält. Das zweite Beispiel unten beschreibt die numerische Integration.

Symbolische Integration von Polynomen

Dieses Beispiel zeigt die symbolische Integration des Polynoms

$$8x^3 + 9x^2 + 2x + 5.$$

0. Drücken Sie **CLEAR** zum Löschen des Stackinhalts.
1. Drücken Sie **' 8 X X ^ 3 + 9 X X ^ 2 + 2 X + 5 '**. Die Befehlszeile enthält danach diese Zeichen:

```

2:
1:
'8*X^3+9*X^2+2*X+5'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN
    
```

2. Drücken Sie **ENTER**, um den Ausdruck in Ebene 1 einzugeben.
3. Drücken Sie **' X ' ENTER**. Der Name zeigt an, daß Sie den Ausdruck über x integrieren. Die Integrationsvariable ist in Ebene 1, während der zu integrierende Ausdruck in Ebene 2 gespeichert ist.

```

3:
2: '8*X^3+9*X^2+2*X+5'
1: 'X'
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN
    
```

4. Drücken Sie **3 ENTER**. Diese Zahl spezifiziert die Integration eines Polynoms dritten Grades. Der Grad des Polynoms befindet sich in Ebene 1, die Integrationsvariable in Ebene 2 und der Ausdruck ist in Ebene 3 gespeichert.

```

3: '8*X^3+9*X^2+2*X+5'
2: 'X'
1: 3
SIN ASIN COS ACOS TAN ATAN
    
```

5. Drücken Sie   , um mit der Integration zu beginnen. Warten Sie, bis der ((●)) Indikator wieder erlischt, wodurch der Abschluß der Integration angezeigt wird. Das Integral wird in Ebene 1 zurückgegeben.

```

2:
1: 5*X+X^2+3*X^3+2*X^4
SIN  ASIN  COS  ACOS  TAN  ATAN

```

Numerische Integration von Ausdrücken

In diesem Beispiel werden Sie einen numerischen Wert für das Integral berechnen.

$$\int_0^1 \exp(x^3 + 2x^2 - x + 4) dx$$

0. Drücken Sie   , um den Stackinhalt zu löschen.
1. Tippen Sie den Ausdruck ein.
- a. Drücken Sie   zur Anzeige des LOGS-Menüs.

```

3:
2:
1:
LOG  ALOG  LN  EXP  LNFI  EXPFI

```

- b. Drücken Sie   . Die Befehlszeile enthält danach diese Zeichen:

```

2:
1:
EXP<E
LOG  ALOG  LN  EXP  LNFI  EXPFI

```

- c. Drücken Sie \boxed{X} $\boxed{\text{red}}$ $\boxed{\wedge}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\times}$ \boxed{X} $\boxed{\text{red}}$ $\boxed{\wedge}$ $\boxed{2}$ $\boxed{-}$ \boxed{X} $\boxed{+}$ $\boxed{4}$. Die Befehlszeile hat nun folgenden Inhalt:

```
2:
1:
'EXP(X^3+2*X^2-X+4)
LOG ALOG LN EXP LNPI EXPM
```

- d. Drücken Sie $\boxed{\text{ENTER}}$. Damit wurde der Inhalt der Befehlszeile in Ebene 1 eingegeben.
2. Tippen Sie die Integrationsvariable und die Integrationsgrenzen ein. Sie können dies in Form einer Liste durchführen. (Dies stellt einen typischen Anwendungsfall für eine Liste dar—das Zusammenfassen mehrerer Objekte, womit diese als ein einziges Objekt behandelt werden können.)
- a. Drücken Sie $\boxed{\{}$. Die geschweifte Klammer kennzeichnet den Beginn einer Liste, die im vorliegenden Fall die Integrationsvariable und -grenzen enthalten wird.
- b. Durch Betätigen von \boxed{X} $\boxed{\text{SPACE}}$ wird die Integrationsvariable als erstes Objekt in die Liste eingetragen.

```
2:
1: 'EXP(X^3+2*X^2-X+4)'
{X
LOG ALOG LN EXP LNPI EXPM
```

- c. Drücken Sie $\boxed{0}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ zur Eingabe der Integrationsgrenzen als zweites und drittes Objekt in die Liste.

```
2:
1: 'EXP(X^3+2*X^2-X+4)'
{X 0 1
LOG ALOG LN EXP LNPI EXPM
```

- d. Drücken Sie **[ENTER]**. Die Liste befindet sich nun in Ebene 1 und der Ausdruck wurde in Ebene 2 angehoben.

```

3:
2: 'EXP(X^3+2*X^2-X+4) '
1:      { X 0 1 }
LOG  ALOG  LN  EXP  LNPL  EXPM

```

3. Tippen Sie die von Ihnen gewünschte Genauigkeit für die Durchführung der Integration ein.

Enthält der Ausdruck Konstanten, die aus empirischen Daten abgeleitet wurden, so spezifizieren Sie die Genauigkeit dieser Konstanten. Handelt es sich z.B. um Konstanten mit bis zu drei Dezimalstellen, so geben Sie .001 an.

Bei diesem Beispiel werden keine empirischen Konstanten verwendet, womit Sie eine 12-stellige Genauigkeit festlegen könnten. Da der iterative Rechenprozeß für eine numerische Integration mit zunehmender Genauigkeit eine längere Rechenzeit beansprucht, sollten Sie hier eine Genauigkeit von .00001 vorsehen.

- a. Drücken Sie **[EEX]** **[CHS]** **[5]**. In der Befehlszeile erscheint:

```

2: 'EXP(X^3+2*X^2-X+4) '
1:      { X 0 1 }
1E-50
LOG  ALOG  LN  EXP  LNPL  EXPM

```

- b. Drücken Sie **[ENTER]**. Damit wurde der für die Genauigkeit spezifizierte Wert in Ebene 1 eingegeben, die Integrationsvariable sowie die Integrationsgrenzen wurden in Ebene 2 angehoben, und der Ausdruck wurde in Ebene 3 geschoben.

```

3: 'EXP(X^3+2*X^2-X+4) '
2:      { X 0 1 }
1:      .00001
LOG  ALOG  LN  EXP  LNPL  EXPM

```

4. Drücken Sie \int . Während der Rechner das bestimmte Integral berechnet (bzw. die bestmögliche Näherung), erscheint der (\bullet) Indikator am oberen Rand der Anzeige. Der Näherungswert für das Integral wird in Ebene 2 zurückgegeben, während in Ebene 1 der zugehörige Fehlerbereich angezeigt wird.

3:	
2:	103.117678153
1:	1.03086911923E-3
LOG ALOG LN EXP LNPI EXPPI	

Der Betrag für das Integral liegt bei $103.118 \pm .001$. Beachten Sie, daß der angegebene Fehlerbereich das angenäherte Produkt von dem Näherungswert für das Integral und der spezifizierten Genauigkeit darstellt.

Vektoren und Matrizen

In der linearen Algebra kommen zwei Arten von Feldern zur Anwendung: *Vektoren*, welche eindimensionale Felder darstellen, und *Matrizen*, die zweidimensionale Felder darstellen. Ihr HP-28C ermöglicht Ihnen die Eingabe von Vektoren und Matrizen als individuelle Objekte, die auch als *Feld-Objekte* bezeichnet werden. Sie können mit diesen Berechnungen genau so einfach wie mit gewöhnlichen Zahlen durchführen.

Dieses Kapitel zeigt die grundlegenden Anwendungen mit reellen Feldern—Vektoren und Matrizen, deren Elemente aus reellen Zahlen bestehen. Sie können aber genauso Berechnungen mit Feldern durchführen, deren Elemente aus komplexen Zahlen bestehen.

Alle Befehle im ARRAY-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "ARRAY" im Referenzhandbuch.

0. Stellen Sie Ihren Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen zu spezifizieren.
 - c. Drücken Sie , um das Cursor-Menü aufzurufen.

Vektoren

In diesem Abschnitt erfahren Sie, wie Sie auf Ihrem HP-28C einfache Vektorarithmetik anwenden und das Kreuz- sowie das Skalarprodukt bilden können.

Eintippen der Vektorelemente

1. Drücken Sie `[1]`, um mit der Eingabe der Vektorelemente beginnen zu können.
2. Drücken Sie `[2]` zur Eingabe des ersten Elements. Die Befehlszeile hat folgenden Inhalt:

```
3:  
2:  
1:  
[2]
```

3. Drücken Sie `[SPACE]` `[3]`, um das zweite Element einzugeben.
4. Drücken Sie `[SPACE]` `[4]` zur Eingabe des dritten Elements. Die Befehlszeile enthält nun die Zeichen:

```
3:  
2:  
1:  
[2 3 4]
```

5. Betätigen Sie `[ENTER]`. Damit haben Sie den Vektor in Ebene 1 gespeichert.

```
4:  
3:  
2:  
1:           [ 2 3 4 ]
```

Multiplizieren eines Vektors mit einer Zahl

Multiplizieren Sie den Vektor in Ebene 1 mit der Zahl 15. (Die Reihenfolge der Argumente ist bei dieser Multiplikation ohne Bedeutung, genauso wie bei der Multiplikation zweier gewöhnlicher Zahlen.)

6. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{5} \boxed{\times}$. Das Resultat wird in Ebene 1 zurückgegeben.

```
4:
3:
2:
1:      [ 30 45 60 ]
```

Addieren und Subtrahieren von Vektoren

Sie können Vektoren addieren und subtrahieren, wie Sie es von Zahlen her gewöhnt sind. Es wird lediglich vorausgesetzt, daß die Vektoren die gleiche Anzahl an Elementen besitzen. Bei der Subtraktion ist die Reihenfolge der Argumente entscheidend, genauso wie bei der Subtraktion zweier gewöhnlicher Zahlen.

Im folgenden Beispiel ist der Vektor $[-10\ 20\ 30]$ von dem Vektor in Ebene 1 zu subtrahieren.

7. Drücken Sie $\boxed{1} \boxed{1} \boxed{0} \boxed{\text{CHS}} \boxed{\text{SPACE}} \boxed{2} \boxed{0} \boxed{\text{SPACE}} \boxed{3} \boxed{0}$. Die Befehlszeile hat danach diesen Inhalt:

```
3:
2:
1:      [ 30 45 60 ]
[-10 20 30]
```

8. Drücken Sie $\boxed{-}$. Das Ergebnis wird in Ebene 1 zurückgegeben.

```
4:
3:
2:
1:      [ 40 25 30 ]
```

Berechnen des Kreuzprodukts

Bilden Sie das Kreuzprodukt des Vektors aus Ebene 1 mit dem Vektor $[2 \ -2 \ 1]$. (Das Kreuzprodukt ist nur für dreielementige Vektoren definiert.)

9. Drücken Sie $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{CHS}}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$. Die Befehlszeile hat folgenden Inhalt:

```
3:
2:
1: [ 40 25 30 ]
[2 -2 1]
```

10. Führen Sie den Befehl CROSS aus.

- a. Drücken Sie $\boxed{\text{ARRAY}}$ zum Aufrufen des ARRAY-Menüs.

```
2:
1: [ 40 25 30 ]
[2 -2 1]
ARRAY ARRAY PUT GET PUTI GETI
```

- b. Drücken Sie zweimal $\boxed{\text{NEXT}}$, um die dritte Menüzeile anzuzeigen.

```
2:
1: [ 40 25 30 ]
[2 -2 1]
CROSS DOT DET ABS ANRM CNRM
```

- c. Drücken Sie $\boxed{\text{CROSS}}$, um das Kreuzprodukt zu bilden, welches anschließend in Ebene 1 angezeigt wird.

```
3:
2:
1: [ 85 20 -130 ]
CROSS DOT DET ABS ANRM CNRM
```

Berechnen des Skalarprodukts

Bilden Sie das Skalarprodukt von dem Vektor aus Ebene 1 (Resultat des vorherigen Beispiels) und dem Vektor [5 7 2]. (Beide Vektoren müssen dieselbe Anzahl Elemente besitzen.)

11. Drücken Sie `[1][5][SPACE][7][SPACE][2]`. In der Befehlszeile steht nun:

```
2:
1:      [ 85 20 -130 ]
[5 7 2]
CROSS DOT DET ABS ANRM ENRM
```

12. Drücken Sie `DOT` zur Berechnung des Skalarprodukts, welches in Ebene 1 angezeigt wird.

```
3:
2:
1:      305
CROSS DOT DET ABS ANRM ENRM
```

13. Drücken Sie `DROP`, um den Stackinhalt zu löschen.

Matrizen

Dieser Abschnitt zeigt Ihnen, wie Sie eine Matrix invertieren und wie Sie die Determinante einer Matrix finden können. Beide Rechenalgorithmen beschränken sich auf eine *quadratische* Matrix—Anzahl der Zeilen und Reihen sind gleich.

Die Berechnungen, welche Sie mit Vektoren durchgeführt haben, lassen sich—mit Ausnahme des Kreuz- und Skalarprodukts—ebenso auf Matrizen anwenden. Sie können eine Matrix und eine Zahl auf die gleiche Weise multiplizieren, wie Sie den Vektor mit der Zahl multipliziert haben. Weiterhin ist die Addition und Subtraktion zweier Matrizen möglich, vorausgesetzt, beide Matrizen haben die gleiche Dimension.

Eintippen der Matrixelemente

Es soll folgende Matrix eingegeben werden:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 3 \\ 1 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

1. Drücken Sie $\left[\left[\right. \right]$, um mit dem Eintippen der Matrix beginnen zu können.
2. Drücken Sie $\left[\left[\right. \right] \left[1 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[2 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[3 \right]$, um die erste Zeile der Matrix einzutippen. Die Befehlszeile enthält nun die Zeichen:

```
2:  
1:  
[[1 2 3]  
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

3. Drücken Sie $\left[\left[\right. \right] \left[1 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[3 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[3 \right]$, um die zweite Zeile der Matrix einzutippen. Die Befehlszeile hat nun folgenden Inhalt:

```
2:  
1:  
[[1 2 3[1 3 3]  
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

4. Drücken Sie $\left[\left[\right. \right] \left[1 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[2 \right] \left[\text{SPACE} \right] \left[4 \right]$ zur Eingabe der dritten Matrixzeile. Für die Befehlszeile ergibt sich damit der Inhalt:

```
2:  
1:  
[[1 2 3[1 3 3[1 2 4]  
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

5. Drücken Sie **ENTER**, um die Matrix in Ebene 1 einzugeben.

```
1: [[ 1 2 3 ]
     [ 1 3 3 ]
     [ 1 2 4 ] ]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

Anzeigen einer großen Matrix

Wenn eine Matrix aus sehr vielen Elementen (oder aus vielen gebrochenen Elementen) besteht, dann wird unter Umständen nur ein Teil der Matrix angezeigt. Um sämtliche Elemente der Matrix anzuzeigen, müssen Sie **EDIT** (wenn sich die Matrix in Ebene 1 befindet) oder **VISIT** drücken, um die Matrix in die Befehlszeile zurückzuführen. Danach können Sie sich unter Verwendung des Cursor-Menüs jeden Teil der Matrix anzeigen lassen. Beziehen Sie sich für detaillierte Informationen dazu auf den Abschnitt "Editieren von Objekten" auf Seite 80.

Invertieren einer Matrix

Da es sich bei der Matrix in Ebene 1 um eine quadratische Matrix handelt, können Sie die Inverse einer Matrix bilden.

6. Drücken Sie **1/x**. Die invertierte Matrix erscheint danach in Ebene 1.

```
1: [[ 6 -2 -3 ]
     [-1 1 0 ]
     [-1 0 1 ] ]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

Bestimmen der Determinante

Da es sich in Ebene 1 um eine quadratische Matrix handelt, können Sie die Determinante dieser Matrix bestimmen.

7. Drücken Sie **DET**. Die Determinante wird danach in Ebene 1 angezeigt.



8. Drücken Sie **DROP**, um den Stackinhalt zu löschen.

Multiplizieren zweier Felder

Mit Hilfe der **[x]** Funktion können Sie auf einfache Weise zwei Matrizen oder eine Matrix mit einem Vektor multiplizieren. (Verwenden Sie **CROSS** oder **DOT**, um zwei Vektoren, wie oben beschrieben, zu multiplizieren.)

Multiplizieren zweier Matrizen

Bei der Multiplikation zweier Matrizen ist die Reihenfolge der Argumente von Bedeutung. Die Anzahl *Spalten* der Matrix in Ebene 2 muß mit der Anzahl *Zeilen* der Matrix in Ebene 1 übereinstimmen. So können Sie z.B. das Produkt der beiden folgenden Matrizen berechnen:

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 & 4 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Um dieses Matrizenprodukt zu berechnen:

1. Geben Sie die erste Matrix ein.

- Drücken Sie $\boxed{1}$, um mit dem Eintippen der ersten Matrix zu beginnen.
- Drücken Sie $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{2}$ zur Eingabe der ersten Zeile. Die Befehlszeile enthält danach folgende Daten:

```
2:
1:
[[2 2]
CROSS DOT DET ABS RNRAM CNRAM
```

- Drücken Sie $\boxed{1}$ $\boxed{4}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ zur Eingabe der zweiten Zeile. In der Befehlszeile steht:

```
2:
1:
[[2 2[4 1]
CROSS DOT DET ABS RNRAM CNRAM
```

- Drücken Sie $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{3}$, um die dritte Zeile einzutippen. In der Befehlszeile Ihres HP-28C finden Sie nun:

```
2:
1:
[[2 2[4 1[2 3]
CROSS DOT DET ABS RNRAM CNRAM
```

- Drücken Sie $\boxed{\text{ENTER}}$. Damit wird die erste Matrix in Ebene 1 übernommen.

```
1: [[ 2 2 ]
    [ 4 1 ]
    [ 2 3 ]]
CROSS DOT DET ABS RNRAM CNRAM
```

2. Tippen Sie nun die zweite Matrix ein.

- a. Drücken Sie $\boxed{[}$, um mit der Eingabe der zweiten Matrix zu beginnen.
- b. Drücken Sie $\boxed{[}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{4}$ zum Eintippen der ersten Zeile. Die Befehlszeile enthält danach folgende Daten:

```
1: [[ 2 2 ]
    [ 4 1 ]
    [[2 2 1 4]
CROSS DOT DET ABS RMRM CNRM
```

- c. Drücken Sie $\boxed{[}$ $\boxed{3}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{4}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{2}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ $\boxed{\text{ENTER}}$. Damit wurde die zweite Matrix in Ebene 1 übernommen, während die erste Matrix in Ebene 2 angehoben wurde.

```
2: [[ 2 2 ] [ 4 1 ] ...
1: [[ 2 2 1 4 ]
    [ 3 4 2 1 ]]
CROSS DOT DET ABS RMRM CNRM
```

3. Drücken Sie $\boxed{\times}$. Das Produkt der beiden Matrizen wird in Ebene 1 angezeigt.

```
1: [[ 10 12 6 10 ]
    [ 11 12 6 17 ]
    [ 13 16 8 11 ]]
CROSS DOT DET ABS RMRM CNRM
```

Multiplizieren einer Matrix mit einem Vektor

Bei der Multiplikation einer Matrix mit einem Vektor ist die Reihenfolge der Argumente von Bedeutung. Die Matrix muß sich dabei in Ebene 2 und der Vektor in Ebene 1 befinden. Die Anzahl *Spalten* der Matrix muß der Anzahl *Elemente* des Vektors entsprechen.

Um die Matrix, welche sich momentan in Ebene 1 befindet, mit dem Vektor [3 1 1 2] zu multiplizieren:

4. Tippen Sie den Vektor ein.
 - a. Drücken Sie \square , um mit dem Eintippen des Vektors beginnen zu können.
 - b. Drücken Sie $\square 3 \square \text{SPACE} \square 1 \square \text{SPACE} \square 1 \square \text{SPACE} \square 2 \square$. Die Befehlszeile zeigt daraufhin folgenden Inhalt:

```
1: [[ 10 12 6 10 ]
    [ 11 12 6 17 ]
 [3 1 1 2]
CROSS DOT DET ABS ANRM CNRM
```

5. Nach dem Drücken von $\square \times \square$ wird das Produkt der Matrix und des Vektors in Ebene 1 zurückgegeben.

```
3:
2:
1: [ 68 85 85 ]
CROSS DOT DET ABS ANRM CNRM
```

6. Drücken Sie $\square \text{DROP} \square$, um die Daten in Stackebene 1 zu löschen.

Lösen eines linearen Gleichungssystems

Um ein System von n linearen Gleichungen mit n Variablen zu lösen, ist ein n -elementiger *Konstantenvektor*, eine $n \times n$ *Koeffizientenmatrix* und die Funktion $\boxed{+}$ anzuwenden. Der Konstantenvektor enthält die konstanten Werte der Gleichung, während die Koeffizientenmatrix die Koeffizienten der Variablen enthält.

Das nächste Beispiel zeigt, wie ein System von 3 linearen Gleichungen mit 3 unabhängigen Variablen gelöst werden kann. Nehmen Sie an, es würden diese Gleichungen vorliegen:

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

1. Tippen Sie den Konstantenvektor ein.

- Drücken Sie $\boxed{1}$, um mit dem Eintippen der Vektorelemente beginnen zu können.
- Drücken Sie $\boxed{1}$ $\boxed{3}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ $\boxed{\text{CHS}}$ $\boxed{\text{SPACE}}$ $\boxed{1}$ $\boxed{3}$. Die Befehlszeile enthält nun diese Daten:



```
2:
1:
[13 -1 13]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

- Durch Drücken von $\boxed{\text{ENTER}}$ ist der Konstantenvektor in Ebene 1 einzugeben.



```
3:
2:
1: [ 13 -1 13 ]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

2. Tippen Sie die Koeffizientenmatrix ein.

- a. Drücken Sie \square , um mit dem Eintippen der Matrixelemente beginnen zu können.
- b. Drücken Sie \square \square \square \square \square \square \square , womit die erste Zeile in die Befehlszeile eingegeben wird. Der Inhalt der Befehlszeile ergibt sich somit als:

```

2:
1:          [ 13 -1 13 ]
[[3 1 2]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
  
```

- c. Durch Drücken von \square \square \square \square \square \square \square \square geben Sie die zweite Matrixzeile ein. Die Befehlszeile enthält danach folgende Daten:

```

2:
1:          [ 13 -1 13 ]
[[3 1 2[1 1 -8]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
  
```

- d. Drücken Sie \square \square \square \square \square \square \square zum Eintippen der dritten Matrixzeile in die Befehlszeile, deren Inhalt sich nun wie folgt ergibt:

```

2:
1:          [ 13 -1 13 ]
[[3 1 2[1 1 -8[-1 2 5]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
  
```

3. Drücken Sie $\boxed{+}$. Damit wird der Lösungsvektor berechnet und in Ebene 1 angezeigt.

```
3:
2:
1:          [ 2 5 1 ]
CROSS DOT DET ABS RNRM CNRM
```

Die Elemente des Lösungsvektors stellen die Werte für die Variablen dar, welche den Gleichungen genügen. Dies ist der Fall für:

$$x = 2, \quad y = 5, \quad z = 1$$

Zum Lösen von Gleichungssystemen, in welchen die Anzahl der Variablen ungleich der Anzahl von linearen Gleichungen ist, beziehen Sie sich auf den Abschnitt "ARRAY" im Referenzhandbuch.

Statistische Funktionen

In diesem Kapitel wird zunächst erläutert, wie statistische Daten eingegeben werden. Anschließende Beispiele demonstrieren die Berechnungen mit einzelnen und gepaarten Stichprobenwerten unter Verwendung der Befehle im STAT-Menü. Alle Befehle in diesem Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", dargestellt. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "STAT" im Referenzhandbuch.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie   , um zwei Nachkommastellen als Anzeigeformat zu spezifizieren.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Änderungen bezüglich des Verbraucherpreis-Index (VPI), des Erzeugerpreis-Index (EPI) und der Arbeitslosenrate (AL), wobei alle Werte in Prozent dargestellt sind und sich auf die USA für die Jahre 1975 bis 1979 beziehen. Geben Sie diese Daten ein, um anschließend statistische Auswertungen anstellen zu können.

Daten für Statistik-Beispiel

Jahr	VPI	EPI	AL
1975	9.1	9.2	8.5
1976	5.8	4.6	7.7
1977	6.5	6.1	7.0
1978	7.6	7.8	6.0
1979	11.5	19.3	5.8

Eingeben von Daten

Statistische Daten werden in einer Statistikmatrix mit dem Namen Σ DAT gespeichert—eine gewöhnliche Matrix mit einem speziellen Namen. Jede Zeile der Matrix enthält einen Datenpunkt, der im vorliegenden Beispiel die Jahreswerte von VPI, EPI und AL beinhaltet.

1. Drücken Sie  **STAT** zur Anzeige des STAT-Menüs.

```
3:
2:
1:

```

2. Drücken Sie , um evtl. zuvor gespeicherte Statistikdaten zu löschen. (Eine bestehende Variable Σ DAT wird dadurch gelöscht.)
3. Drücken Sie            , um die Daten für das Jahr 1975 einzutippen. Die Befehlszeile enthält danach die folgenden Zeichen:

```
2:
1:

[9.1 9.2 8.5]
```

4. Drücken Sie , wodurch der Datenpunkt Σ DAT hinzugefügt wird. (Da Sie in Schritt 2 die Variable Σ DAT gelöscht haben, wird sie durch diesen Schritt automatisch wieder erzeugt.) Die Elemente des Datenpunkts für 1975 bilden die erste Zeile der Matrix Σ DAT.
5. Drücken Sie             , wodurch der Datenpunkt für 1976 der Matrix Σ DAT hinzugefügt wird. Diese Werte bilden die zweite Zeile der Statistikmatrix.
6. Drücken Sie           . Hierdurch werden die Daten für 1977 der Matrix Σ DAT hinzugefügt und stellen damit die dritte Zeile der Statistikmatrix dar.

Editieren von Daten

Wenn Ihnen während dem Eintippen von Daten ein Fehler unterläuft und Sie dies noch vor dem Drücken von $\Sigma+$ bemerken, so können Sie einfach den Fehler noch in der Befehlszeile korrigieren. Nehmen Sie aber einmal an, Sie hätten den Eingabefehler bereits bei den Daten für 1976 gemacht. Um in dieser Situation Abhilfe zu schaffen, können Sie den fehlerhaften Datenpunkt (d.h. die jeweilige Zeile der Statistikmatrix) in den Stack zurückrufen, danach die Werte richtig stellen und nun wieder in die Matrix Σ DAT zurückspeichern.

7. Drücken Sie $\Sigma-$. Dadurch wird die letzte Zeile von Σ DAT (der Datenpunkt für 1977) aus der Statistikmatrix gelöscht und in den Stack zurückgegeben.

```
3:
2:
1: [ 6.50 6.10 7.00 ]
 $\Sigma+$   $\Sigma-$   $\mathbf{NE}$   $\mathbf{CLE}$   $\mathbf{STO\Sigma}$   $\mathbf{RCLE}$ 
```

8. Drücken Sie ein zweites Mal $\Sigma-$, wodurch der Datenpunkt für 1976 in Σ DAT gelöscht und in den Stack zurückgegeben wird.

```
3:
2: [ 6.50 6.10 7.00 ]
1: [ 5.80 4.60 7.70 ]
 $\Sigma+$   $\Sigma-$   $\mathbf{NE}$   $\mathbf{CLE}$   $\mathbf{STO\Sigma}$   $\mathbf{RCLE}$ 
```

9. Sollte Ihnen für diese Datenpunkte ein Fehler unterlaufen sein, so drücken Sie **EDIT**, um die Elemente des Punktes in die Befehlszeile zu übernehmen. Korrigieren Sie die Daten und drücken Sie anschließend **ENTER**, um die richtigen Daten in den Stack zurückzugeben. (Wenn Sie nicht mehr genau wissen, wie Sie Daten in der Befehlszeile editieren können, beziehen Sie sich auf den Abschnitt "Editieren von Objekten" auf Seite 80.)
10. Drücken Sie **Σ+**. Die korrigierten Werte des Datenpunktes für 1976 werden dadurch der Statistikmatrix Σ DAT hinzugefügt und stellen in dieser wieder die zweite Zeile dar.

```

3:
2:
1: [ 6.50 6.10 7.00 ]
Σ+  Σ-  NE  CLE  STO  RCL

```

11. Drücken Sie erneut **Σ+**. Der Datenpunkt für 1977 wird damit wieder Σ DAT hinzugefügt und bildet in dieser die dritte Matrixzeile.

```

3:
2:
1:
Σ+  Σ-  NE  CLE  STO  RCL

```

Geben Sie nun die restlichen Daten ein.

12. Drücken Sie **[1] [7] [.] [6] [SPACE] [7] [.] [8] [SPACE] [6] **Σ+**** zum Hinzufügen der Daten für 1978.
13. Durch Drücken von **[1] [1] [1] [.] [5] [SPACE] [1] [9] [.] [3] [SPACE] [5] [.] [8] **Σ+**** ist der Datenpunkt für 1979 in der Statistikmatrix zu speichern.

Überprüfen Sie, ob alle fünf Datenpunkte eingegeben wurden.

14. Drücken Sie $\boxed{N\Sigma}$ zur Anzeige der Anzahl Datenpunkte innerhalb der Matrix Σ DAT.



15. Drücken Sie \boxed{DROP} , um den Stackinhalt zu löschen.

Statistische Funktionen für Einzelwerte

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie Sie für die Daten des vorangegangenen Beispiels den Mittelwert, die Standardabweichung und die Varianz berechnen können. Die Daten für VPI sind in der ersten Spalte von Σ DAT gespeichert, die Werte für EPI in der zweiten Spalte und die Daten für AL in der dritten Spalte.

1. Drücken Sie \boxed{NEXT} zur Anzeige der zweiten Zeile des STAT-Menüs.



In den Menüfeldern erscheinen die Befehle zum Berechnen des Mittelwerts (*MEAN*), der Standardabweichung (*Standard DEVIation*) und der Varianz.

Berechnen des Mittelwerts

2. Drücken Sie `MEAN`. In der Stackebene 1 erscheint ein Vektor mit den Mittelwerten für VPI, EPI und AL.

```
3:
2:
1: [ 8.10 9.40 7.00 ]
TOT MEAN SDEV VAR MAXE MINE
```

Der Mittelwert für VPI beträgt 8.1, für EPI liegt er bei 9.4, und für AL beträgt er 7.

Berechnen der Standardabweichung

3. Drücken Sie `SDEV`. Dadurch wird die Standardabweichung für die Daten von VPI, EPI und AL berechnet; der Ergebnisvektor erscheint in Stackebene 1.

```
3:
2: [ 8.10 9.40 7.00 ]
1: [ 2.27 5.80 1.14 ]
TOT MEAN SDEV VAR MAXE MINE
```

Die Standardabweichung (einer Stichprobe) für VPI beträgt 2.27, für EPI liegt sie bei 5.8, und für AL beträgt sie 1.14.

Berechnen der Varianz

- Drücken Sie `VAR`. Es wird ein Vektor in Stackebene 1 zurückgegeben, dessen Elemente die Varianz (einer Stichprobe) für VPI, EPI und AL darstellen.

```
3: [ 8.10 9.40 7.00 ]
2: [ 2.27 5.80 1.14 ]
1: [ 5.17 33.64 1.30 ]
TOT MEAN SDV VAR MAXZ MINZ
```

Die Varianz ergibt sich somit für VPI zu 5.17, für EPI zu 33.64, und für AL zu 1.3.

- Drücken Sie `CLEAR` zum Löschen des Stackinhalts.

Statistische Funktionen für gepaarte Stichprobenwerte

Sie erfahren in diesem Abschnitt, wie Sie die Korrelation und die Kovarianz für die Werte aus dem vorangehenden Beispiel auffinden können. Anhand einer linearen Regression wird anschließend aufgezeigt, wie Werte für EPI durch Werte von VPI vorhergesagt werden können.

- Drücken Sie `NEXT` zum Aufrufen der dritten Zeile des STAT-Menüs.

```
3:
2:
1:
CORR CORR COV LR PREDV
```

In diesem Menü finden Sie die Befehle für die Korrelation (*CORRelation*), Kovarianz (*COVariance*), lineare Regression und für einen Vorhersagewert (*PREDicted Value*).

Festlegen eines Spaltenpaares

Vor der Durchführung von Statistikberechnungen mit gepaarten Stichprobenwerten sind die Spalten der Matrix Σ DAT zu spezifizieren, welche die abhängigen und unabhängigen Daten enthalten. Im vorliegenden Beispiel sollen Werte für EPI, basierend auf den Werten von VPI, vorhergesagt werden, womit VPI (in Spalte 1) als unabhängige und EPI (in Spalte 2) als abhängige Spalte zu definieren ist.

2. Drücken Sie `1` `SPACE` `2` `COLS`. Die Zahlen 1 und 2 werden in einer Liste mit dem Namen Σ PAR gespeichert; diese Liste stellt eine gewöhnliche Liste dar, deren besonderer Name die Verknüpfung zu statistischen Funktionen andeuten soll. Die Befehle, welche statistische Berechnungen mit gepaarten Stichprobenwerten ausführen, beziehen sich auf die Variable Σ PAR.

Wenn Sie keine Spalten für die unabhängigen und abhängigen Daten spezifizieren, verwendet der Rechner die Standardwerte 1 und 2 als Parameterwerte für die Matrixspalten. In diesem Beispiel wäre die explizite Spezifikation der Spalten also nicht nötig gewesen; Sie sollten jedoch an die Ausführung von `COLS` denken, wenn Ihre relevanten Daten sich nicht in den Spalten 1 und 2 befinden.

Berechnen des Korrelationskoeffizienten

3. Drücken Sie `CORR`. Dies bewirkt die Berechnung der Korrelation zwischen den Daten von VPI und EPI. Der ermittelte Korrelationskoeffizient wird in Ebene 1 zurückgegeben.

```
3:
2:
1:                                0.96
CORR CORR COV LR PREDV
```

Berechnen der Kovarianz

4. Drücken Sie `COV`. Dies bewirkt die Berechnung der Kovarianz für die in der Statistikmatrix gespeicherten Stichprobenwerte von VPI und EPI. Der ermittelte Wert wird in Ebene 1 angezeigt.

3:				
2:				0.96
1:				12.65
<code>COLΣ</code>	<code>CORR</code>	<code>COV</code>	<code>LR</code>	<code>PREDV</code>

Berechnen der linearen Regression

5. Drücken Sie `LR`. Ihr HP-28C ermittelt durch diesen Befehl eine Gerade, welche die beste Anpassung an die Daten von VPI und EPI darstellt. Der Schnittpunkt mit der Ordinate wird in Ebene 2 und die Steigung der Geraden wird in Ebene 1 zurückgegeben.

3:				12.65
2:				-10.43
1:				2.45
<code>COLΣ</code>	<code>CORR</code>	<code>COV</code>	<code>LR</code>	<code>PREDV</code>

Der Schnittpunkt (-10.43) und die Steigung (2.45) werden ebenfalls in der Liste Σ PAR gespeichert.

Auffinden von Vorhersagewerten

Nehmen Sie an, Sie möchten die Werte für EPI vorausschätzen, wenn für VPI die Werte 6 und 7 vorliegen.

- Drücken Sie **[6] PREDV**. Der Vorhersagewert für EPI wird danach in Ebene 1 angezeigt.

3:	-10.43
2:	2.45
1:	4.26
COLE	CORR
COV	LR
PREDV	

Der Vorhersagewert wird über die in Σ PAR gespeicherten Werte für den Ordinatenschnittpunkt und die Steigung der Regressionsgeraden ermittelt.

- Drücken Sie **[7] PREDV**. Sie erhalten nun den Vorhersagewert für EPI (unter der Annahme eines Verbraucherpreisindex von 7) in Ebene 1 angezeigt.

3:	2.45
2:	4.26
1:	6.71
COLE	CORR
COV	LR
PREDV	

Binäre Arithmetik

Sie erfahren in diesem Kapitel, wie auf dem HP-28C arithmetische Operationen auf Binärwerte angewendet werden können. Jeder Binärwert kann bis zu 64 Bits enthalten und stellt eine vorzeichenlose Binärzahl dar. Zur Vereinfachung bei der Eingabe und beim Ansehen der Ergebnisse besteht die Wahlmöglichkeit zwischen dezimaler, hexadezimaler, oktaler und dualer Zahlenbasis. Die von Ihnen getroffene Wahl beeinflusst allerdings nicht die interne Darstellung der Binärwerte, und Befehle wirken Bit-für-Bit auf die Binärwerte.

Alle Befehle im BINARY-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Eine detailliertere Beschreibung finden Sie unter "BINARY" im Referenzhandbuch.

0. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
1. Drücken Sie  zur Anzeige des BINARY-Menüs.



Wählen der Wortlänge

Die momentane Wortlänge beeinträchtigt die Länge von Binärwerten, die durch Befehle zurückgegeben werden, sowie die Anzeige von Binärwerten im Stack. Die Wortlänge liegt zwischen 1 und 64 Bits, wobei die Voreinstellung 64 Bits beträgt. Um z.B. eine Wortlänge von 16 Bits einzustellen, ist folgende Operation erforderlich:

2. Drücken Sie   . Damit haben Sie eine Wortlänge von 16 Bits spezifiziert. Wenn Sie nun einen Binärwert eintippen, dessen Darstellung mehr als 16 Bits erfordert, so werden nur die 16 niederwertigsten Bits angezeigt.

Wählen des Zahlensystems

Das gewählte Zahlensystem beeinflusst den Wert der von Ihnen eingetippten Binärwerte und die Anzeige derselben im Stack. Sie haben die Wahlmöglichkeit zwischen dem dezimalen, hexadezimalen, oktalen und dualen Zahlensystem, wobei das Dezimalsystem als Voreinstellung benutzt wird. Nehmen Sie an, Sie möchten das hexadezimale Zahlensystem wählen.

3. Drücken Sie `HEX`. Sie erhalten dadurch folgende Anzeige:



Das Menüfeld für `HEX` wird nun in dunklen Buchstaben auf hellem Hintergrund dargestellt, wodurch HEX als momentanes Zahlensystem gekennzeichnet wird.

Eingeben von Binärwerten

Es soll z.B. die Adresse $24FF_{16}$ eingegeben werden.

4. Drücken Sie `#` `2` `4` `F` `F`. Die Befehlszeile enthält danach folgende Zeichen:



Wenn Sie nicht HEX als momentanes Zahlensystem gewählt hatten, so wäre dies an dieser Stelle erforderlich. Die Wahl des momentanen Zahlensystems ist zu jeder Zeit möglich, so lange Sie noch nicht `ENTER` gedrückt haben.

5. Drücken Sie **[ENTER]**. Der Binärwert wurde damit in Ebene 1 eingegeben.

```
3:
2:
1: # 24FF
DEC [ HEX ] OCT BIN STWS RCWS
```

Sehen Sie nun nach, wie dieser Wert in einem anderen Zahlensystem dargestellt wird. Sie müssen dazu lediglich über das BINARY-Menü ein anderes Zahlensystem spezifizieren.

6. Drücken Sie **DEC**, wodurch der Binärwert, welcher zuvor in hexadezimaler Notation dargestellt war, in dezimaler Notation angezeigt wird.

```
3:
2:
1: # 9471
[ DEC ] HEX OCT BIN STWS RCWS
```

7. Drücken Sie **OCT**. Der Wert in Stackebene 1 erscheint nun als Oktalwert.

```
3:
2:
1: # 22377
DEC HEX [ OCT ] BIN STWS RCWS
```

8. Drücken Sie **BIN**, wonach der seitherige Oktalwert in binärer Darstellung angezeigt wird.

```
3:
2:
1: # 10010011111111
DEC HEX OCT [ BIN ] STWS RCWS
```

9. Drücken Sie **HEX**. Der Binärwert in Stackebene 1 erscheint nun wieder in hexadezimaler Darstellung.

```
3:
2:
1: # 24FF
DEC [ HEX ] OCT BIN STWS RCWS
```

Rechnen mit Binärwerten

Berechnen Sie die Adresse, welche um $1F0_{16}$ kleiner als die vorgegebene Adresse ist.

10. Drücken Sie **#** **1** **F** **0**. Die Befehlszeile zeigt danach folgende Daten:

```
2:
1: # 24FF
#1F0
DEC [ HEX ] OCT BIN STWS RCWS
```

11. Drücken Sie **-**. Die Differenz wird in Stackebene 1 angezeigt.

```
3:
2:
1: # 230F
DEC [ HEX ] OCT BIN STWS RCWS
```

Sie können Binärwerte und reelle Zahlen gleichzeitig in Ihren Berechnungen verwenden. Eine reelle ganze Zahl (ohne das Begrenzungszeichen # eingegeben) wird immer als Dezimalzahl interpretiert, unabhängig vom momentan gewählten Zahlensystem.

Um zum Beispiel die Adresse zu berechnen, welche um 27_{10} kleiner als die vorgegebene Adresse ist, tippen Sie einfach 27 ein und führen danach die Subtraktion aus.

- 12.** Drücken Sie . Die Differenz wird danach als Binärwert in Stackebene 1 angezeigt.



```
3:  
2:  
1: # 22F4  
DEC [HEX] OCT BIN STB BOWE
```


Konvertieren von Einheiten

Das Ziel dieses Kapitels ist die Veranschaulichung von Konvertierungen zwischen verschiedenen Einheiten. Anhand mehrerer Beispiele wird gezeigt, wie Sie den Betrag einer physikalischen Größe von einer Einheit in eine äquivalente andere Einheit konvertieren können.

0. Stellen Sie den Rechner so ein, daß er mit den Abbildungen übereinstimmt.
 - a. Drücken Sie , um den Stackinhalt zu löschen.
 - b. Drücken Sie  , um das Standardformat zur Anzeige von Zahlen zu spezifizieren.
 - c. Drücken Sie  zum Aufrufen des Cursor-Menüs.

Der UNITS-Katalog

Sämtliche im HP-28C eingebaute Einheiten sind alphabetisch in einem Katalog mit dem Namen UNITS gelistet.

1. Drücken Sie . Als erste Einheit wird "are", mit der Abkürzung "a", angezeigt. Diese Einheit wird für Flächenangaben verwendet und entspricht 100 m².



2. Drücken Sie . Dadurch wird der Katalog in alphabetischer Reihenfolge "durchgeblättert". Beachten Sie, daß sich das Menüfeld für  in  geändert hat. Wenn Sie zum Abschluß des Blättervorgangs  drücken, oder wenn der letzte Katalog-eintrag erreicht wurde, wird das Feld wieder mit  belegt.

3. Drücken Sie **[S]**. Der Katalog zeigt nun den Eintrag für "second" (Sekunde).



Aus der Eintragung wird ersichtlich, daß die richtige Abkürzung "s" lautet, der vollständige Name "second" heißt und daß der Wert 1 Sekunde beträgt.

Stellen Sie immer sicher, daß Sie die korrekte Abkürzung—wie sie im UNITS-Katalog dargestellt ist—verwenden. So erkennt der HP-28C z.B. das kleingeschriebene "g" als Gramm, das großgeschriebene "G" jedoch wird als falsche Einheit zurückgewiesen.

"Second" ist in sich selbst definiert, da es sich um eine Basiseinheit der SI-Einheiten handelt.

4. Drücken Sie **[D]**. Der Katalog enthält hierfür den Eintrag "day" (Tag).



Dieser Eintrag zeigt, daß die korrekte Abkürzung "d" lautet, die vollständige Bezeichnung "day" ist und daß der Wert 86 400 Sekunden beträgt.

Sehen Sie als nächstes nach dem Eintrag für die Einheit "foot".

5. Drücken Sie **[F]**. Der Katalog zeigt an dieser Stelle die Einheit "farad" an.

- Drücken Sie sieben mal `NEXT`. Sie erhalten danach den Eintrag für "international foot" angezeigt.

```
ft int'l foot
.3048
M
NEXT PREV SCAN      FETCH QUIT
```

(Es sind zwei Versionen von "foot" im Katalog enthalten; die nächste Einheit wäre "survey foot".) Sie können die Abkürzung für "international foot" in die Befehlszeile schreiben.

- Drücken Sie dazu `FETCH`. Es erscheint wieder die normale Anzeige und die Befehlszeile enthält folgende Daten:

```
3:
2:
1:
ft
```

Die nachfolgenden Beispiele sollen verdeutlichen, wie Sie Einheiten direkt eintippen; falls Sie es vorziehen, können Sie aber auch `UNITS` und `FETCH` verwenden.

- Drücken Sie `ON` zum Löschen der Daten in der Befehlszeile.

Konvertieren von Einheiten

Es sollen zuerst 15 °C in die entsprechenden Grad Fahrenheit umgewandelt werden.

- Drücken Sie `1` `5` `ENTER`. Der numerische Wert wird damit in Stackebene 1 übernommen.

```
4:
3:
2:
1: 15
```

2. Drücken Sie **■** **°** **C** **ENTER**. Die Abkürzung für die Einheit wird dabei in ein Namen-Objekt konvertiert und in Ebene 1 übernommen; der numerische Wert wird dadurch in Ebene 2 angehoben.

```

4:
3:
2:      15
1:      °C
  
```

3. Drücken Sie **■** **°** **F** **ENTER**. Die neue Einheit steht nun in Ebene 1, die alte Einheit in Ebene 2, und der numerische Wert befindet sich in Ebene 3.

```

4:
3:      15
2:      °C
1:      °F
  
```

4. Drücken Sie **■** **CONVERT**. Der konvertierte numerische Betrag wird in Ebene 2 zurückgegeben, während die neue Einheit in Ebene 1 verbleibt.

```

4:
3:
2:      59
1:      °F
  
```

Das Resultat zeigt, daß 15 °C nach der Konvertierung 59 °F ergeben.

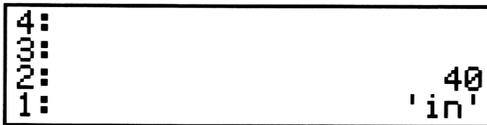
Im nächsten Beispiel sollen 40 Inches in Millimeter umgewandelt werden. Diesmal werden Sie durch Drücken von  **CONVERT** automatisch die ENTER-Funktion für Sie ausführen lassen.

5. Drücken Sie  **CLEAR** zum Löschen des Stackinhalts.
6. Drücken Sie **4** **0** **ENTER**. Der numerische Wert befindet sich nun in Ebene 1.



4:
3:
2:
1: 40

7. Drücken Sie **LC** **I** **N** **ENTER**. Der numerische Wert wird in Ebene 2 angehoben und die neue Einheit erscheint in Ebene 1.



4:
3:
2: 40
1: 'in'

Tippen Sie als nächstes **mm** für "Millimeter" ein. "Millimeter" ist nicht im UNITS-Katalog enthalten. Es handelt sich hierbei um eine Einheit mit *Vorsatz*—die Einheit **m** (für Meter), der ein **m** (für milli, oder ein Tausendstel) vorangestellt ist. Ähnlich verhält es sich mit **km** (für Kilometer) oder bei **ms**, was die Abkürzung für Millisekunden darstellt. Eine vollständige Liste mit allen zulässigen Vorsätzen finden Sie im Abschnitt "UNITS" des Referenzhandbuchs.

8. Drücken Sie **LC** **M** **M**  **CONVERT**. Der konvertierte numerische Wert wird in Ebene 2 zurückgegeben, und die neue Einheit erscheint in Ebene 1.



4:
3:
2: 1016
1: 'mm'

Das Ergebnis zeigt, daß 40 Inches äquivalent zu 1016 Millimeter sind.

Konvertieren von Einheiten-Strings

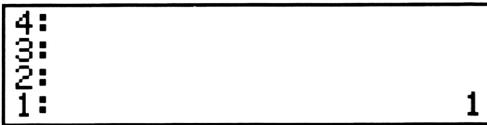
Strings stellen Objekte dar, die eine von Ihnen spezifizierte Zeichenkette enthalten. Sie können *Einheiten-Strings* dazu verwenden, um komplexere Einheiten zu definieren.

Ein Einheiten-String kann eine Einheit mit einem Exponenten enthalten (wie z.B. " m^3 "), oder das Produkt zweier Einheiten (wie z.B. " $W*s$ "), oder jede beliebige Kombination von Produkten und Potenzen.

Ein Einheiten-String kann ebenso einen Quotienten von Einheiten enthalten, wie z.B. " m/s ". Allerdings darf das Symbol $/$ nur einmal im String vorkommen. Stellen Sie sicher, daß Sie alle direkten Einheiten *vor* dem Divisionssymbol $/$ und alle inversen Einheiten *nach* dem $/$ gruppiert haben. So wird zum Beispiel "Meter pro Sekunde pro Sekunde" durch den Ausdruck " m/s^2 " dargestellt.

Im folgenden Beispiel soll 1 Meile pro Stunde in die entsprechende Anzahl Meter pro Sekunde konvertiert werden.

1. Drücken Sie  **CLEAR**, um den Stackinhalt zu löschen.
2. Drücken Sie **1**  **ENTER**. Damit wurde der numerische Wert in Ebene 1 übernommen.



A calculator display with four levels. Level 4 is empty, level 3 is empty, level 2 is empty, and level 1 shows the number 1.

3. Drücken Sie **LC** **M** **P** **H** **ENTER**. Die alte Einheit befindet sich nun in Ebene 1, während der numerische Wert in Ebene 2 angehoben wurde.



A calculator display with four levels. Level 4 is empty, level 3 is empty, level 2 shows the number 1, and level 1 shows the unit 'mph'.

4. Drücken Sie **■** **["]**, um den Einheiten-String in die Befehlszeile eintippen zu können. Beachten Sie, daß der Alpha-Indikator **α** am oberen Rand der Anzeige erscheint, wodurch die Aktivierung des Alpha-Eingabemodus angezeigt wird. Das Drücken von **■** **[CONVERT]** führt in diesem Eingabemodus nicht automatisch die ENTER-Operation aus, was zur Folge hat, daß Sie nach dem Eintippen des Einheiten-Strings explizit **[ENTER]** drücken müssen.
5. Drücken Sie **[LC]** **[M]** **[+]** **[S]** **[ENTER]**. Dadurch wurde die neue Einheit in Ebene 1 eingegeben, und die zuvor gespeicherten Daten wurden jeweils um eine Ebene angehoben.

```

4:
3:
2:      'mph'
1:      "m/s"

```

6. Drücken Sie **■** **[CONVERT]**. Das Ergebnis der Konvertierung wird nun in Ebene 2 angezeigt, während die neue Einheit in Ebene 1 erscheint.

```

4:
3:
2:      .44704
1:      "m/s"

```

Sie können erkennen, daß eine Geschwindigkeit von einer Meile pro Stunde äquivalent zu 0.44704 Meter pro Sekunde ist.

In diesem Beispiel sollen 10 Kubikmeter in US-Gallonen umgerechnet werden.

7. Drücken Sie **■** **[CLEAR]** zum Löschen des Stackinhalts.
8. Drücken Sie **[1]** **[0]** **[ENTER]**. Die Zahl 10 wurde damit in Ebene 1 eingegeben.

```

4:
3:
2:
1:      10

```

9. Drücken Sie **□** **□** **LC** **M** **□** **^** **3** **ENTER**. Die alte Einheit wurde damit in Ebene 1 übernommen und der numerische Wert wurde in Ebene 2 angehoben.

```

4:
3:
2:
1:                                10
                                "m^3"
  
```

10. Drücken Sie **LC** **G** **A** **L** **□** **CONVERT**. Das Ergebnis der Konvertierung wird in Ebene 2 angezeigt, während die neue Einheit in Ebene 1 erscheint.

```

4:
3:
2:                                2641.72052358
1:                                'gal'
  
```

Das Ergebnis zeigt, daß 10 Kubikmeter äquivalent zu 2641.72052358 US-Gallonen sind.

Überprüfen der verwendeten Einheiten

Die Verwendung von unkorrekten Einheiten kann zu unerwarteten numerischen Ergebnissen oder zu der Fehlermeldung **Inconsistent Units** (*Inkonsistente Einheiten*) führen. Sie können beide Fehlerbedingungen beheben, indem Sie im UNITS-Katalog oder im Abschnitt "UNITS" des Referenzhandbuchs nach der richtigen Notation bzw. Einheit nachsehen.

Unerwartete numerische Resultate können dann auftreten, wenn Sie eine Einheit der richtigen Dimension verwenden, deren numerischer Wert jedoch unkorrekt ist. Wenn Sie z.B. Kubikmeter in "Gallonen" umrechnen, sollten Sie beachten, daß es neben "US-Gallonen" noch 2 ähnliche Einheiten gibt, d.h. "UK-Gallonen" und "Kanadische Gallonen".

Die Fehlermeldung **Inconsistent Units** wird dann angezeigt, wenn Sie zwei Einheiten spezifiziert haben, die in ihren Dimensionen nicht übereinstimmen. Dies kann z.B. vorkommen, wenn Sie die Einheit "S" (Siemens) als Zeiteinheit verwenden möchten. Die richtige Abkürzung für eine Zeiteinheit wäre "s" (Sekunden).

Druckfunktionen

Sie lernen in diesem Kapitel einige Grundbefehle kennen, wie Sie Ihren HP-28C in Zusammenhang mit dem Drucker HP 82240A einsetzen können. Beziehen Sie sich zwecks Ausrichtung von Drucker und Rechner sowie zur Bedienung des Druckers auf die Drucker-Bedienungsanleitung.

Alle Befehle im PRINT-Menü sind kurz in Anhang C, "Menü-Tabellen", beschrieben. Eine vollständige Beschreibung finden Sie unter "PRINT" im Referenzhandbuch.

0. Drücken Sie , um den Stack zu löschen.

Drucken eines Protokolls

Um eine Art "Protokoll" Ihrer fortlaufenden Berechnungen zu erstellen, können Sie einen entsprechenden Druckmodus spezifizieren.

1. Drücken Sie , um das PRINT-Menü aufzurufen.



Die zwei rechten Menüfelder, **TRACE** und **NORM**, dienen zur Steuerung, ob der TRACE-Modus (für Protokolldruck) aktiviert ist oder nicht. Das Feld für NORM erscheint mit dunklen Buchstaben auf hellem Hintergrund, womit angezeigt wird, daß der normale Druckmodus (kein Protokoll) eingestellt ist. Dieser Modus stellt die Voreinstellung des Rechners dar.

2. Drücken Sie `TRACE`, um den TRACE-Modus (Drucken eines Protokolls) zu spezifizieren. Die Darstellung der beiden Menüfelder wird umgekehrt, was die Einstellung des Protokoll-Modus kennzeichnet.



Beachten Sie nun, was nach der Addition zweier Zahlen—z.B. 44 und 72—erfolgt.

3. Drücken Sie `4` `4` `ENTER`. Ihre Eingaben sowie das Ergebnis werden gedruckt.

```
44 ENTER  
1: 44
```

4. Drücken Sie `7` `2` `+`. Ihre Eingaben sowie das Ergebnis werden erneut gedruckt.

```
72 +  
1: 116
```

5. Drücken Sie nun `NORM`, um wieder den normalen Druckmodus einzustellen.

Drucken von Ebene 1

6. Drücken Sie `PR1`, um den Inhalt der Ebene 1 zu drucken. In diesem Beispiel erfolgt als Druckausgabe:

```
116
```

Das Objekt bleibt unverändert in Stackebene 1.

Sie können auch eine Nachricht bzw. einen Kommentar ausgeben, indem Sie den entsprechenden String in Ebene 1 eintippen und PR1 ausführen.

7. Lassen Sie den Hinweis "OK" ausdrucken.

- a. Drücken Sie **▀** **"** **○** **K** **ENTER**, um den String in Ebene 1 einzugeben. (Das Drücken von **▀** **"** bewirkt automatisch die Wahl des Alpha-Eingabemodus, wodurch das Drücken von **ENTER** zur Eingabe des Strings in den Stack erforderlich wird.)



- b. Drücken Sie **PR1** zum Drucken des Hinweises. Der Drucker druckt daraufhin:

OK

Es wird nur der Inhalt des Strings gedruckt, nicht die Begrenzungszeichen.

Drucken des Stackinhalts

8. Drücken Sie **PRST**, um alle im Stack gespeicherten Objekte auszudrucken. Im vorliegenden Beispiel gibt der Drucker folgende Daten aus:

2: 116
1: "OK"

Der Inhalt des Stacks bleibt dabei natürlich unverändert.

Drucken einer Variablen

Sie können den Inhalt einer Variablen ausdrucken, ohne daß Sie dazu die Variable selbst in den Stack zurückrufen. Um diese Möglichkeit zu veranschaulichen, speichern Sie den String "OK" in einer Variable mit dem Namen A und drucken Sie anschließend den Inhalt von A.

9. Drücken Sie `'` `A` `STO`, um die Variable A mit dem Inhalt "OK" zu erzeugen.
10. Drücken Sie `'` `A` `PRVAR`, um den Namen und den Inhalt der Variablen zu drucken.

```
A  
"OK"
```

Der Name der Variablen wird wieder vom Stack genommen, d.h. er wurde gelöscht.

A

Kundenunterstützung, Gewährleistung und Service

Über diesen Anhang erhalten Sie Informationen, die Ihnen beim Auftreten von Problemen mit Ihrem Rechner weiterhelfen sollen. Wenn Sie Verständnisschwierigkeiten in der Anwendung des Rechners haben und Sie im Inhaltsverzeichnis (Seite 5) kein entsprechendes Thema finden, beziehen Sie sich zur Lösung Ihres Problems auf den unteren Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen". Sollten Sie in diesem Abschnitt nicht die erwarteten Antworten auf Ihre Fragen finden, können Sie sich über die Adresse auf der Innenseite des Rückumschlags mit Hewlett-Packard in Verbindung setzen.

Wenn Sie vermuten, daß Ihr HP-28C nicht zuverlässig arbeitet, lesen Sie bitte den Abschnitt "Feststellen der Reparaturbedürftigkeit" auf Seite 204 durch. Sollte es sich erweisen, daß der Rechner zur Reparatur eingeschickt werden muß, beziehen Sie sich auf die Hinweise unter "Einjährige Gewährleistungsfrist" auf Seite 207 und "Im Reparaturfall" auf Seite 209.

Antworten auf allgemeine Fragen

F: *Der Rechner läßt sich nicht einschalten, wenn gedrückt wird. Was kann nicht stimmen?*

A: Dies kann an einem relativ einfachen Problem liegen, welches sofort gelöst werden kann, oder es ist eine Reparatur erforderlich. Beziehen Sie sich für konkrete Hilfe auf den Abschnitt "Feststellen der Reparaturbedürftigkeit" auf Seite 204.

F: *Wie kann überprüft werden, ob der Rechner einwandfrei funktioniert?*

A: Führen Sie den Selbsttest des Rechners durch, wie es auf Seite 206 beschrieben ist.

F: Welche Möglichkeit gibt es zum Löschen des Speicherbereichs?

A: Halten Sie die drei Tasten **ON** **INS** **▶** gedrückt, und geben Sie sie in der Reihenfolge frei, wie es unter "Löschen des gesamten Speicherbereichs (Memory Reset)" auf Seite 18 beschrieben ist.

F: Wie kann die Anzahl der angezeigten Dezimalstellen geändert werden.?

A: Beziehen Sie sich auf die Beschreibung auf Seite 35.

F: Die Zahlen in der Anzeige werden mit einem Dezimalpunkt anstatt eines Dezimalkommas angezeigt. Wie kann das Komma als Dezimaltrennzeichen vorgesehen werden?

A: Drücken Sie **MODE** **NEXT** **NEXT** **RDX**, analog der Anleitung auf Seite 34.

F: Welche Bedeutung haben die Symbole am oberen Rand der Anzeige?

A: Diese Symbole werden als *Indikatoren* bezeichnet und dienen zur Kennzeichnung eines bestimmten Rechnerstatus. Auf Seite 28 finden Sie eine Tabelle mit der Beschreibung der einzelnen Zeichen.

F: Was ist mit "Objekt" gemeint?

A: "Objekt" ist ein allgemeiner Begriff für fast alles, was von Ihnen bearbeitet wird. Zahlen, algebraische Ausdrücke, Felder, Programme, usw. werden als Objekte bezeichnet. Beziehen Sie sich auf den Abschnitt "Wichtigste Fähigkeiten und Konzepte" auf Seite 23, wenn Sie eine kurze Beschreibung der Objekttypen suchen. Eine detaillierte Erläuterung der verschiedenen Objekttypen finden Sie im Kapitel "Grundlagen" des Referenzhandbuchs.

F: Der Rechner gibt ein Akustiksignal und die Fehlermeldung **Bad Argument Type** aus. Was hat dies zu bedeuten?

A: Die Objekte im Stack sind für den gewünschten Befehl nicht zulässig. Diese Fehlersituation kann z.B. dann auftreten, wenn Sie **STO** drücken, ohne daß sich in Ebene 1 ein Objekt befindet. Verwenden Sie **CATALOG**, um die erforderlichen Argumente für einen Befehl nachzusehen. Eine Anleitung dazu finden Sie unter "Der Befehlskatalog" auf Seite 86.

F: *Der Rechner gibt ein Akustiksignal aus und zeigt die Meldung `Too Few Arguments` an. Was hat dies zu bedeuten?*

A: Es waren zu wenig Argumente im Stack gespeichert, um den von Ihnen benutzten Befehl auszuführen. Diese Situation kann sich z.B. dann ergeben, wenn nur ein Argument im Stack ist und die Funktion $\boxed{+}$ ausgeführt werden sollte. Verwenden Sie CATALOG, um die korrekte Anzahl von Argumenten für den Befehl nachzusehen. Anleitungen dazu finden Sie unter "Der Befehlskatalog" auf Seite 86.

F: *Der Rechner gibt ein Akustiksignal aus und zeigt eine zu den oberen Fehlermeldungen unterschiedliche Meldung an. Wie kann herausgefunden werden, was falsch gelaufen ist?*

A: Beziehen Sie sich auf den Anhang A, "Meldungen", im Referenzhandbuch.

F: *Wie kann π eingegeben werden?*

A: Drücken Sie $\boxed{\pi}$ $\boxed{\text{ENTER}}$, um die symbolische Konstante π in den Stack zu übernehmen. Wenn Sie die numerische Näherung für π möchten, drücken Sie anschließend $\boxed{\rightarrow\text{NUM}}$.

F: *Warum hat sich die Form des Cursors geändert?*

A: Die Erscheinungsform des Cursors gibt Auskunft über den momentanen Eingabemodus. Als Eingabemodi gibt es unmittelbaren (leerer Cursor), algebraischen (teilweise ausgefüllter Cursor) und Alpha-Eingabemodus (ausgefüllter Cursor). Die verschiedenen Modi sind auf Seite 75 unter "Eingabemodi" beschrieben. Die äußere Form des Cursors ist kennzeichnend für den Einfügungsmodus (Pfeilform) und den Ersetzungsmodus (rechteckige Form). Informationen über diese Modi finden Sie auf Seite 83.

F: *Es wurde ein Name eingetippt (oder eine USER-Menütaste gedrückt), ohne daß der Name in den Stack übernommen wurde. Warum?*

A: Sie haben den Namen ohne Anführungszeichen eingegeben, wodurch auf den Inhalt einer Variablen Bezug genommen wird. Um einen Namen in den Stack einzugeben, drücken Sie zuerst $\boxed{\text{'}}$. (Sehen Sie dazu auch unter "Namen mit und ohne Anführungszeichen" auf Seite 54 nach.)

F: Was bedeuten die drei Punkte (...) am rechten Ende einer Anzeigezeile.?

A: Die drei Punkte, als *Ellipsis* bezeichnet, zeigen an, daß das Objekt zu lang ist, um in einer Zeile angezeigt werden zu können.

F: Wie kann das Objekt vollständig angezeigt werden?

A: Benutzen Sie  **EDIT** oder  **VISIT**, um das Objekt in die Befehlszeile zurückzurufen (auf Seite 83 unter "Editieren von Objekten" beschrieben). Mit Hilfe der Cursortasten können Sie sich danach jeden Teil des Objekts anzeigen lassen. Um die Editierfunktion aufzuheben, drücken Sie  **ON**.

F: Wie kann ein anderes Menü aufgerufen werden?

A: Um eine andere Zeile des gleichen Menüs anzuzeigen, drücken Sie  **NEXT** oder  **PREV**. Um die erste Zeile eines anderen Menüs anzuzeigen, drücken Sie die Menüwahl-Taste des gewünschten Menüs.

F: Wie kann die Anzeige der Menüfelder aufgehoben werden?

A: Drücken Sie  zum Aufrufen des Cursor-Menüs, dessen Bezeichnungen in weißer Beschriftung über den Menütasten erscheinen. (Eine detaillierte Beschreibung finden Sie unter "Das Cursor-Menü: " im Referenzhandbuch.) Das erneute Drücken von  ruft das zuvor angezeigte Menü wieder in die Anzeige zurück.

F: Was ist der Unterschied zwischen STO und STORE?

A: Der STO Befehl weist einer Variablen einen bestimmten Wert zu. Im STORE-Menü sind Befehle zur Speicher-Arithmetik enthalten; diese Befehle verwenden den Inhalt einer Variablen als Argument und weisen das Ergebnis wieder der Variablen zu.

F: Was ist zu tun, wenn nicht genügend Speicherplatz zur Verfügung steht?

A: Löschen Sie alle Objekte und Variablen, welche nicht mehr von Ihnen benötigt werden. Gegebenenfalls ist auch eine oder mehrere der Optionen zur Rücksicherung des Speicherinhalts zu deaktivieren. Beziehen Sie sich auf "Rücksicherung" und "Zu kleiner Speicherbereich" im Referenzhandbuch.

F: *Wie erhält man ein numerisches Resultat, nachdem der algebraische Ausdruck unter Verwendung bereits definierter Variablen eingetippt wurde?*

A: Drücken Sie **EQV**, um den Ausdruck auszuwerten. (Wenn eine der Variablen einen weiteren Ausdruck enthält, drücken Sie **NUM** zur Wiederholung der Auswertung in ein numerisches Resultat.)

F: *Anstatt eines symbolischen Resultats hat der Rechner ein numerisches Resultat ausgegeben. Weshalb?*

A: Für eine oder mehrere Variablen wurden bereits numerische Werte zugewiesen. Löschen Sie den Inhalt dieser Variablen. (Beziehen Sie sich dazu auf "Löschen einer Variablen: **PURGE**" (auf Seite 53) und führen Sie danach die Auswertung erneut aus.)

F: *Nach der Auswertung einer Variablen (oder eines Ausdrucks) reagiert der Rechner nicht mehr auf das Drücken einer Taste (z.B. der Taste **ON**). Was ist geschehen?*

A: Sie haben wahrscheinlich eine Variable definiert, welche auf sich selbst Bezug nimmt. Dies bewirkt die Ausführung einer "Endlosschleife". Um diese Schleife abzubrechen, ist ein Systemstopp, wie nachstehend beschrieben, auszuführen:

1. Halten Sie **ON** gedrückt.
2. Drücken Sie **▲**.
3. Geben Sie **ON** wieder frei.

Definieren Sie nun die Variable um, damit die Ursache der Endlosschleife beseitigt wird.

F: *Der Rechner zeigt horizontale Linien, vertikale Linien und Indikatoren an und gibt gelegentlich ein Akustiksignal aus. Was steckt dahinter?*

A: Sie haben einen der eingebauten Selbsttests gestartet. Um den Test abzubrechen, ist ein Systemstopp durchzuführen (wie in vorheriger Frage erläutert).

F: Der Rechner arbeitet langsamer als sonst, außerdem blinkt der  Indikator. Was ist geschehen?

A: Der Rechner befindet sich im Protokoll-Druckmodus (TRACE). Drücken Sie  **PRINT**  **NORM**, um diesen Druckmodus auszuschalten.

F: Der Drucker gibt mehrere Zeilen relativ schnell aus und verlangsamt danach die Druckgeschwindigkeit. Warum?

A: Der Rechner überträgt eine bestimmte Datenmenge an den Drucker und verlangsamt danach die Übertragungsgeschwindigkeit, um sicherzustellen, daß der Drucker mit der Druckausgabe Schritt halten kann.

F: Der Drucker "verliert" Zeichen oder druckt gelegentlich das Zeichen ■. Woran kann das liegen?

A: Die Entfernung oder der Übertragungswinkel zwischen dem Rechner und dem Drucker kann zu groß sein, oder der Übertragungsweg wird behindert. Beziehen Sie sich auf die Bedienungsanleitung des Druckers, um Details über die Ausrichtung von Rechner und Drucker zu erfahren.

Wenn Sie unter diesen Fragen keine Antwort für Ihr Problem gefunden haben, so setzen Sie sich zwecks weiterer Unterstützung über die auf der Innenseite des Rückumschlags gelistete Adresse mit Hewlett-Packard in Verbindung.

Feststellen der Reparaturbedürftigkeit

Benutzen Sie nachstehende Richtlinien, um die zuverlässige Funktionsweise des Rechners zu überprüfen. Wenn der Rechner repariert werden muß, beachten Sie bitte die Abschnitte "Einjährige Gewährleistungsfrist" auf Seite 207 und "Im Reparaturfall" auf Seite 209.

Wenn nach dem Drücken von  nichts angezeigt wird:

1. Überprüfen Sie die Kontrasteinstellung.
 - a. Halten Sie  gedrückt.
 - b. Drücken Sie mehrmals .
 - c. Geben Sie  wieder frei.
 - d. Ist die Anzeige noch immer leer, drücken Sie  und wiederholen die Schritte a, b und c.
2. Tauschen Sie die Batterien aus. Eine Anleitung dazu finden Sie auf Seite 213.
3. Wenn die Schritte 1 und 2 keine Abhilfe herbeiführen, ist eine Reparatur des Rechners erforderlich. Beziehen Sie sich auf die Abschnitte "Einjährige Gewährleistungsfrist" auf Seite 207 und "Im Reparaturfall" auf Seite 209.

Wenn Daten in der Anzeige erscheinen, das Drücken von Tasten jedoch keinen Einfluß auf den Betrieb des Rechners nimmt:

1. Führen Sie einen Systemstopp durch.
 - a. Halten Sie  gedrückt.
 - b. Drücken Sie .
 - c. Geben Sie  wieder frei.
2. Führen Sie ein "Memory Reset" durch.
 - a. Halten Sie  gedrückt.
 - b. Halten Sie  und  gedrückt.
 - c. Geben Sie  und  wieder frei.
 - d. Geben Sie  wieder frei.
3. Wenn die Schritte 1 und 2 keine Abhilfe herbeiführen, ist eine Reparatur des Rechners erforderlich. Beziehen Sie sich auf die Abschnitte "Einjährige Gewährleistungsfrist" auf Seite 207 und "Im Reparaturfall" auf Seite 209.

Der Rechner-Selbsttest

Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob der Rechner einwandfrei arbeitet:

1. Wenn Sie über einen Drucker verfügen, so schalten Sie diesen ein.
2. Starten Sie den Selbsttest.
 - a. Halten Sie gedrückt.
 - b. Drücken Sie .
 - c. Geben Sie wieder frei.

Der Selbsttest wird automatisch durchlaufen. (Ist dies nicht der Fall, so haben Sie wahrscheinlich aus Versehen die Tasten gedrückt. Dies bewirkt einen weiteren Selbsttest, welcher bei der Fertigung benutzt wird und Eingaben über das Tastenfeld erwartet. Beenden Sie diesen Test, indem Sie einen Systemstopp, wie unter Schritt 4 beschrieben, durchführen. Starten Sie danach den richtigen Selbsttest.)

3. Beachten Sie die Meldung dieses Testprogramms. Zuerst erscheinen horizontale und vertikale Linien, danach eine leere Anzeige, ein beliebiges Punktmuster und am Schluß das Ergebnis des Tests.
 - Die Meldung OK-28C bedeutet, daß der Rechner den Selbsttest bestanden hat.
 - Eine Meldung wie 1 FAIL zeigt an, daß der Test nicht fehlerfrei durchlaufen wurde. Die Ziffer gibt über die Natur der Fehlerursache Auskunft und sollte bei der Einsendung des Rechners zur Reparatur mit angegeben werden.

Wenn Sie den Selbsttest durch das Drücken einer Taste unterbrochen haben, dann gibt der Rechner eine Fehlermeldung zurück, da dies eine unerlaubte Operation darstellt. *In diesem Fall bedeutet die Anzeige einer Fehlermeldung nicht, daß der Rechner fehlerhaft arbeitet.*

4. Beenden Sie den Selbsttest durch Ausführen eines Systemstopps.
 - a. Halten Sie gedrückt.
 - b. Drücken Sie .
 - c. Geben Sie wieder frei.
5. Wenn der Rechner den Test mit einer Fehlermeldung abschließt, wobei diese Meldung nicht durch eine Unterbrechung des Tests Ihrerseits verursacht wurde, dann ist eine Reparatur des Rechners erforderlich. Sehen Sie dazu den nachfolgenden Abschnitt "Einjährige Gewährleistungsfrist" und "Im Reparaturfall" auf Seite 209.

Einjährige Gewährleistungsfrist

Hewlett-Packard gewährleistet, daß der Rechner frei von Material- und Verarbeitungsfehlern ist. Die Garantiezeit beginnt ab dem Kaufdatum und beträgt ein Jahr. Während dieser Zeit verpflichtet sich Hewlett-Packard, etwaige fehlerhafte Teile kostenlos instanzzusetzen oder auszutauschen, wenn der Rechner direkt oder über einen autorisierten Vertragshändler an Hewlett-Packard eingeschickt wird. Versandkosten bis zur Auslieferung bei einem Hewlett-Packard Service-Zentrum gehen zu Ihren Lasten, unabhängig davon, ob sich das Gerät noch in der Garantiezeit befindet oder nicht. Wenn Sie den Rechner verkaufen oder verschenken, so wird die Gewährleistung automatisch auf den neuen Eigentümer übertragen und bezieht sich weiterhin auf das ursprüngliche Kaufdatum.

Weitere Hinweise

Batterien sowie durch Batterien verursachte Schäden sind von der Gewährleistung durch Hewlett-Packard nicht erfaßt. Setzen Sie sich mit dem Hersteller der Batterien zwecks einer diesbezüglichen Gewährleistung in Verbindung.

Die von Hewlett-Packard angebotene Gewährleistung gilt nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Betriebsweise entstanden sind. Der Ausschluß gilt ebenso, wenn Modifikationen oder Servicearbeiten durch nicht von Hewlett-Packard autorisierten Reparaturzentren durchgeführt wurden.

Es gibt keinen weiteren Gewährleistungsumfang. Die Einleitung der erforderlichen Reparatur- oder Ersatzleistungen ist ausschließlich dem Kunden überlassen. **Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Ersatz von Folgeschäden, können nicht geltend gemacht werden.** Dies gilt nicht, soweit gesetzlich zwingend gehaftet wird.

Änderungsverpflichtung

Geräte werden in der zum Zeitpunkt der Herstellung gültigen Version gebaut. Hewlett-Packard übernimmt keine Verpflichtung, früher verkaufte Geräte zu verändern oder an eine neue Version anzupassen.

Gewährleistungsinformation

Wenn Sie Fragen zur Gewährleistung haben, wenden Sie sich bitte

■ In den USA an:

Hewlett-Packard
Calculator Service Center
1000 NE Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330
Telefon: (503) 757-2002

■ In Europa an:

Ihren Vertragshändler oder die nächste Hewlett-Packard
Verkaufsniederlassung

■ In anderen Ländern an:

Hewlett-Packard International
3495 Deer Creek Rd.
Palo Alto, California 94304
USA
Telefon: (415) 857-1501

Hinweis: Senden Sie bitte an diese Adresse keine Geräte zur
Reparatur.

Im Reparaturfall

Hewlett-Packard unterhält in den meisten Ländern der Welt Reparaturzentren. Sie können Ihren Rechner, wenn nötig, jederzeit bei einem Hewlett-Packard Reparaturzentrum abgeben, gleichgültig, ob der Rechner sich noch in der Garantiezeit befindet oder nicht. Nach der Garantiezeit von einem Jahr werden Reparaturkosten berechnet. Rechner werden normalerweise innerhalb von 5 Arbeitstagen nach Eingang bei einem Reparaturzentrum instandgesetzt und zurückgeschickt. Dies ist ein Durchschnittswert und kann je nach Jahreszeit und Arbeitsbelastung unterschiedlich sein. Die Gesamtzeit, in der Sie auf Ihr Gerät verzichten müssen, hängt in erster Linie von der Versanddauer ab.

Reparatur in den USA

Die Adresse und die Telefonnummer des **Calculator Service Center** finden Sie auf der Innenseite des Rückumschlags.

Reparatur in Europa

Service-Niederlassungen werden in folgenden Ländern unterhalten. Nehmen Sie zuerst mit der Ihnen am geeignetsten liegenden Niederlassung Kontakt auf, *bevor* Sie Ihren Rechner an diese abschicken.

Belgien

Hewlett-Packard Belgium SA/NV
Boulevard de la Woluwe 100
Woluwelaan
B-1200 Brüssel
Telefon: (2) 762 32 00

Bundesrepublik Deutschland

Hewlett-Packard GmbH
Reparaturzentrum Frankfurt
Berner Strasse 117
D-6000 Frankfurt 56
Telefon: (069) 500001-0

Dänemark

Hewlett-Packard A/S
Datavej 52
DK-3460 Birkerød (Copenhagen)
Telefon: (02) 81 66 40

Finnland

Hewlett-Packard OY
Revontulentie 7
SF-02100 Espoo 10 (Helsinki)
Telefon: (90) 455 02 11

Frankreich

Hewlett-Packard France
Division Informatique Personnelle
S.A.V. Calculateurs de Poche
F-9147 Les Ulis Cedex
Telefon: (6) 907 78 25

Großbritannien

Hewlett-Packard Ltd
King Street Lane
GB-Winnersh, Wokingham
Berkshire RG11 5AR
Telefon: (734) 784 774

Italien

Hewlett-Packard Italiana S.P.A.
Casella postale 3645 (Milano)
Via G. Di Vittorio, 9
I-20063 Cernusco Sul Naviglio (Milan)
Telefon: (2) 90 36 91

Niederlande

Hewlett-Packard B.V.
Van Heuven Goedhartlaan 121
N-1181 KK Amstelveen (Amsterdam)
Postfach 667
Telefon: (020) 472021

Norwegen

Hewlett-Packard Norge A/S
P.O. Box 18
Oesterndalen 18
N-1345 Oesteraas (Oslo)
Telefon: (2) 17 11 80

Osteuropa

Beziehen Sie sich auf die unter Österreich angegebene Adresse

Österreich

Hewlett-Packard GmbH
Kleinrechner-Service
Wagramerstr. Liebigasse
A-1220 Wien
Telefon: (222) 23 65 11

Schweden

Hewlett-Packard Sverige AB
Skalholtsgatan 9 Kista
Box 19
S 163 93 SPÅNGA (Stockholm)
Telefon: (8) 750 20 00

Schweiz

Hewlett-Packard (Schweiz) AG
Kleinrechner-Service
Allmend 2
CH-8967 Widen
Telefon: (057) 50111

Spanien

Hewlett-Packard Espanola S.A.
Calle Jerez 3
E-Madrid 16
Telefon: (1) 458 2600

Internationaler Service

Nicht alle Hewlett-Packard Reparaturzentren bieten für alle HP Rechnermodelle den Reparaturservice an. Wenn Sie jedoch Ihren Rechner von einem Hewlett-Packard Vertragshändler gekauft haben, können Sie sicher sein, daß in dem betreffenden Land der entsprechende Service verfügbar ist.

Außerhalb des Landes, in dem Sie Ihren Rechner gekauft haben, können Sie von dem ansässigen Hewlett-Packard Reparaturzentrum erfahren, ob Ihr Rechner dort repariert werden kann. Falls nicht, senden Sie bitte den Rechner an die Adresse des Reparaturzentrums in den USA (Innenseite des Rückumschlags). Eine Liste der Reparaturzentren in anderen Ländern können Sie bei der gleichen Adresse anfordern.

Versand- und Zollgebühren sind von Ihnen zu übernehmen.

Versandanweisungen

Wenn Ihr Rechner repariert werden muß, senden Sie ihn bitte mit folgenden Unterlagen ein:

- Vollständige Absenderangabe und eine Beschreibung des Fehlers. Wenn der Verpackung Ihres Rechners eine Servicekarte beigelegt war, können Sie diese für die Angabe der entsprechenden Informationen verwenden.
- Rechnung oder anderer Kaufbeleg, wenn die einjährige Garantiezeit noch nicht abgelaufen ist.

Der Rechner und die erforderlichen Begleitinformationen sollten in der Originalverpackung oder einer adäquaten Schutzverpackung versandt werden, um Transportschäden zu vermeiden. Solche Transportschäden werden durch die einjährige Garantiezeit nicht abgedeckt; der Versand zum Reparaturzentrum erfolgt auf Ihre Gefahr, wobei Hewlett-Packard Ihnen zu einer Transportversicherung rät.

Nach Ausführung von Garantiarbeiten sendet das Reparaturzentrum den Rechner frachtfrei an Sie zurück. In den USA und einigen anderen Ländern wird der Rechner bei Reparaturen nach der Garantiezeit unter Berechnung der Versandkosten zurückgeschickt.

Servicevereinbarungen

Für Ihren Rechner gibt es eine Vereinbarung über Serviceunterstützung. Beziehen Sie sich auf die Dokumentation, welche der Versandpackung beigelegt ist. Für zusätzliche Informationen sollten Sie sich mit Ihrem HP Vertragshändler oder einer Verkaufsniederlassung in Verbindung setzen.

Reparaturkosten

Für Reparaturen nach der Garantiezeit wird eine Reparaturkostenpauschale erhoben. Diese schließt sämtliche Arbeits- und Materialkosten mit ein. In der BRD unterliegt die Pauschale der Mehrwertsteuer. Sämtliche Steuern werden auf der Rechnung getrennt ausgewiesen.

Die Reparaturkostenpauschale deckt nicht die Reparatur von Rechnern, welche durch Gewalteinwirkung oder Fehlbedienung zerstört wurden. In diesem Fall werden die Reparaturkosten individuell nach Arbeits- und Materialaufwand festgesetzt.

Gewährleistung bei Reparaturen

Für Reparaturen außerhalb der Garantiezeit leistet Hewlett-Packard eine Garantie von 90 Tagen ab Reparaturdatum bezüglich Material- und Bearbeitungsfehlern.

Allgemeine Informationen zur Hardware

Batterien

Der HP-28C wird mit drei Alkali-Batterien betrieben. Bei "typischem" Einsatz kann der Rechner mit einem neuen Batteriesatz 6 bis 12 Monate arbeiten. Die tatsächliche Zeit hängt allerdings direkt von der Anwendungsart des Rechners ab.

Verwenden Sie nur neue Batterien (Typ N), keine aufladbaren.

"Schwache Batterie" Indikator

Wenn der Rechner eine abfallende Batteriespannung erkennt (der Indikator  erscheint im oberen Teil der Anzeige), kann der HP-28C mindestens noch für 40 Stunden weiter betrieben werden. Im ausgeschalteten Zustand bleibt der Inhalt des PermanentSpeichers noch für etwa einen Monat erhalten.

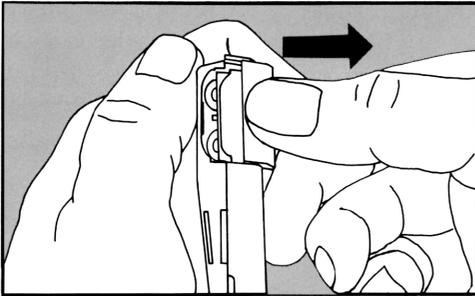
Einsetzen der Batterien

Wenn Sie den HP-28C gerade gekauft haben und die Batterien zum ersten Mal einsetzen, können Sie sich dazu beliebig viel Zeit lassen.

Wird jedoch ein verbrauchter Batteriesatz ersetzt, sollten Sie daran denken, daß zum Erhalten der im PermanentSpeicher abgelegten Daten nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung steht. Ist das Batteriefach geöffnet worden, so muß innerhalb einer Minute der neue Batteriesatz eingesetzt und das Batteriefach wieder geschlossen werden, wenn kein Datenverlust erfolgen soll. Die neuen Batterien sollten deshalb direkt greifbar sein. Außerdem muß der Rechner während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet sein.

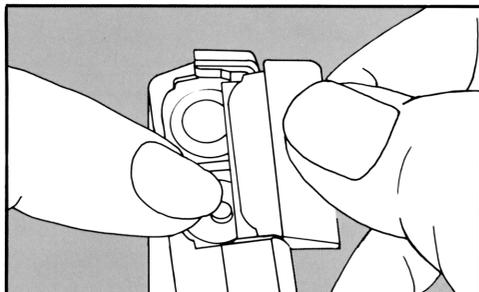
Um die Batterien einzusetzen:

1. Halten Sie die drei neuen Batterien griffbereit.
2. Öffnen Sie den Rechner, um die Batteriefach-Abdeckung entnehmen zu können. Stellen Sie hierbei sicher, daß der Rechner ausgeschaltet ist. **Drücken Sie nicht ON, bevor das Austauschen der Batterien abgeschlossen ist. Wird der Rechner vorher eingeschaltet, so kann dies die Löschung des Permanent-speichers zur Folge haben.**
3. Halten Sie den Rechner so, daß die Öffnung des Batteriefachs nach oben zeigt. Um die Abdeckung des Batteriefachs abzunehmen, schieben Sie diese in Richtung der Rechnerrückseite.

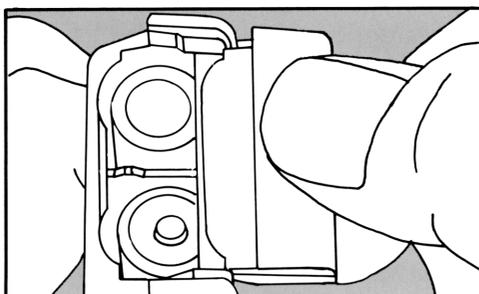


4. Drehen Sie den Rechner um, damit Sie die Batterien entnehmen können.
5. Setzen Sie die drei neuen Batterien ein. Achten Sie dabei auf deren richtige Orientierung; diese ist auf der Rückseite des Rechners abgebildet. Stellen Sie die Polarität sicher, bevor Sie die Abdeckung wieder einsetzen.

6. Drücken Sie die Batterien in das Batteriefach, indem Sie dazu die Abdeckung teilweise in die vorgesehenen Führungsnuten einschieben.



7. Nehmen Sie Ihre Finger zu Hilfe, um die Batterien vollständig in das Batteriefach zu drücken und schieben Sie dann die Abdeckung über die Batterien, bis das Fach wieder komplett verschlossen ist.



Pflege des Rechners

Um die Anzeige des Rechners zu reinigen, sollten Sie ein leicht angefeuchtetes Tuch benutzen. Vermeiden Sie jede direkte Nässe- einwirkung auf den Rechner.

Das Scharnier ist wartungsfrei und benötigt daher keine Pflege.

Umgebungsbedingungen

Im Hinblick auf die Produktzuverlässigkeit sollten Sie folgende Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrenzen für den HP-28C einhalten:

- Betriebstemperatur: 0° to 45°C
- Lagerungstemperatur: -20° to 65°C
- Luftfeuchtigkeit für Betrieb und Lagerung: 90% relative Luftfeuchtigkeit bei max. 40°C

Sicherheitsbestimmungen

Zu Ihrem Schutz wurde der HP-28C entsprechend mehreren nationalen und internationalen Sicherheitsbestimmungen getestet. Die Tests umfaßten Anforderungen gemäß elektrischer/mechanischer Sicherheit, Einhaltung von Funkschutzgrenzen sowie ergonomische Gesichtspunkte.

Funkentstörung für Deutschland

Der HP-28C wurde zusammen mit dem zugehörigen Taschendrucker von Hewlett-Packard geprüft und entspricht den Bestimmungen der Allgemeinen Verfügung FTZ 1046/84. Als Nachweis ist der Rechner mit dem VDE-Funkschutzzeichen mit Index 0871B gekennzeichnet.

Wird der Rechner zusammen mit Geräten betrieben, welche nicht von Hewlett-Packard hergestellt oder empfohlen sind, dann ist sicherzustellen, daß die gesamte Konfiguration der oben genannten Verfügung entspricht.

Menü-Tabellen

In diesem Anhang werden alle Befehle gelistet, welche in den einzelnen HP-28C-Menüs enthalten sind. Die Menüs sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, von ALGEBRA bis USER. Detaillierte Informationen über ein Menü erhalten Sie im Kapitel 3, "Schlüsselwortverzeichnis", des Referenzhandbuchs. Dort sind alle Menüs im einzelnen beschrieben, wobei die Menüs ebenfalls in alphabetischer Reihenfolge erscheinen. Wenn Sie nähere Informationen über einen bestimmten Befehl erhalten möchten, beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs. Sie finden dort einen Verweis auf eine Seite, auf welcher der Befehl ausführlich beschrieben ist.

Dieser Anhang enthält nicht die Menüs der interaktiven Operationen, welche durch CATALOG, FORM, den Löser und UNITS zur Verfügung gestellt werden.

- CATALOG ist im Abschnitt "Der Befehlskatalog" auf Seite 86 beschrieben. Details finden Sie unter "CATALOG" im Referenzhandbuch.
- FORM ist unter "Verwenden von FORM" auf Seite 140 beschrieben. Details finden Sie unter "ALGEBRA (FORM)" im Referenzhandbuch.
- Der Löser wird in Kapitel 10, "Der Löser", auf Seite 119 beschrieben. Details finden Sie unter "SOLVE" im Referenzhandbuch.
- UNITS ist unter "Der UNITS-Katalog" auf Seite 187 beschrieben. Details finden Sie unter "UNITS" im Referenzhandbuch.

Für jedes Menü innerhalb dieses Anhangs erscheinen die Befehle als Gruppe, wie sie in einer Menüzeile angezeigt werden. Durch Drücken von  erhalten Sie die nächste Zeile angezeigt, das Drücken von  bewirkt die Anzeige der vorangehenden Zeile.

ALGEBRA

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	COLCT	Terme zusammenfassen	137
	EXPAN	Ausdruck erweitern	137
	SIZE	Bestimmen der Dimension eines Objekts	*
	FORM	Algebraischen Ausdruck formen	140
	OBSUB	Objekt substituieren	*
	EXSUB	Ausdruck substituieren	*
NEXT			
Zeile 2	TAYLR	Taylorreihe	*
	ISOL	Isolieren	135
	QUAD	Quadratische Form	133
	SHOW	Variable anzeigen	*
	OBGET	Objekt aus Ausdruck holen	*
	EXGET	Teilausdruck aus Ausdruck holen	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

ARRAY

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	→ARRAY	Faßt Zahlen in einem Feld zusammen	*
	ARRAY→	Überträgt Feld-Elemente in separate Stack-Objekte	*
	PUT	Element in Feld oder Liste übernehmen	*
	GET	Element aus Feld oder Liste holen	*
	PUTI	Element übernehmen und Index erhöhen	*
	GETI	Element holen und Index erhöhen	*
NEXT			
Zeile 2	SIZE	Dimension bestimmen	*
	RDM	Redimensionieren	*
	TRN	Matrix transponieren	*
	CON	Konstantenfeld	*
	IDN	Einheitsmatrix erzeugen	*
	RSD	Residuum	*
NEXT			
Zeile 3	CROSS	Kreuzprodukt	160
	DOT	Skalarprodukt	161
	DET	Determinante	164
	ABS	Absolutbetrag	*
	RNRM	Zeilensummennorm	*
	CNRM	Spaltensummennorm	*
NEXT			
Zeile 4	R→C	Reell-in-komplex	*
	C→R	Komplex-in-reell	*
	RE	Reeller Anteil	*
	IM	Imaginärer Anteil	*
	CONJ	Konjugieren	*
	NEG	Negieren	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

BINARY

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	DEC	Dezimales Zahlensystem	183
	HEX	Hexadezimaler Zahlensystem	182
	OCT	Oktaler Zahlensystem	183
	BIN	Binärer Zahlensystem	183
	STWS	Wortlänge speichern	181
	RCWS	Wortlänge zurückrufen	*
NEXT			
Zeile 2	RL	Nach links rotieren	*
	RR	Nach rechts rotieren	*
	RLB	Linkes Byte rotieren	*
	RRB	Rechtes Byte rotieren	*
	R-B	Reell-in-Binärwert	*
	B-R	Binärwert-in-reell	*
NEXT			
Zeile 3	SL	Verschiebung nach links	*
	SR	Verschiebung nach rechts	*
	SLB	Verschieben des linken Bytes	*
	SRB	Verschieben des rechten Bytes	*
	ASR	Arithmetische Verschiebung nach rechts	*
NEXT			
Zeile 4	AND	Logisches UND	*
	OR	Logisches ODER	*
	XOR	Exklusives OR	*
	NOT	Logisches NICHT	*
NEXT			
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

COMPLEX

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	R→C	Reell-in-komplex	71
	C→R	Komplex-in-reell	71
	RE	Reeller Anteil	71
	IM	Imaginärer Anteil	71
	CONJ	Konjugieren	71
	SIGN	Ausrichtung	71
NEXT			
Zeile 2	R→P	Rechtecks-in-Polarnotation	72
	P→R	Polar-in-Rechtecksnotation	73
	ABS	Absolutbetrag	72
	NEG	Negieren	72
	ARG	Argument	72

LIST

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	-LIST	Stack-in-Liste	126
	LIST→	Liste-in-Stack	*
	PUT	Element übernehmen	*
	GET	Element holen	*
	PUTI	Element übernehmen und Index erhöhen	*
	GETI	Element holen und Index erhöhen	*
NEXT			
Zeile 2	SUB	Substring	*
	SIZE	Dimension bestimmen	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

LOGS

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	LOG	Dekadischer Logarithmus	67
	ALOG	Dekadischer Antilogarithmus	67
	LN	Natürlicher Logarithmus	67
	EXP	Exponentialfunktion	67
	LNP1	Natürlicher Logarithmus von $1 + x$	67
	EXPM	Exponentialfunktion minus 1	67
NEXT			
Zeile 2	SINH	Sinus hyperbolicus	68
	ASINH	Arcussinus hyperbolicus	68
	COSH	Cosinus hyperbolicus	68
	ACOSH	Arcuscosinus hyperbolicus	68
	TANH	Tangens hyperbolicus	68
	ATANH	Arcustangens hyperbolicus	68

MODE

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	STD	Standard-Anzeigeformat	37
	FIX	Feste Anzahl Nachkommastellen	36
	SCI	Wissenschaftliches Anzeigeformat	36
	ENG	Technisches Anzeigeformat	37
	DEG	Grad	62
	RAD	Radiant	62
NEXT			
Zeile 2	+CMD	COMMAND aktivieren	*
	-CMD	COMMAND deaktivieren	*
	+LAST	LAST aktivieren	*
	-LAST	LAST deaktivieren	*
	+UND	UNDO aktivieren	*
	-UND	UNDO deaktivieren	*
NEXT			
Zeile 3	+ML	Mehrzeilen-Anzeigeformat aktivieren	*
	-ML	Mehrzeilen-Anzeigeformat deaktivieren	*
	RDX .	“.” als Dezimalzeichen	35
	RDX ,	“,” als Dezimalzeichen	35
	PRMD	Modi drucken und anzeigen	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

PLOT

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	STEQ	Gleichung speichern	111
	RCEQ	Gleichung zurückrufen	*
	PMIN	Minimum zeichnen	117
	PMAX	Maximum zeichnen	117
	INDEP	Unabhängige Variable wählen	*
	DRAW	Zeichnen	111
NEXT			
Zeile 2	PPAR	Abbildungsparameter zurückrufen	117
	RES	Auflösung der Abbildung spezifizieren	*
	AXES	Koordinatenursprung festlegen	*
	CENTR	Zentrum einer Abbildung festlegen	115
	*W	Breite multiplizieren	*
	*H	Höhe multiplizieren	113
NEXT			
Zeile 3	STOΣ	Statistikmatrix speichern	*
	RCLΣ	Statistikmatrix zurückrufen	*
	COLΣ	Spalte der Statistikmatrix festlegen	*
	SCLΣ	Statistikmatrix skalieren	*
	DRWΣ	Statistisches Streudiagramm abbilden	*
NEXT			
Zeile 4	CLLCD	Anzeige löschen	*
	DISP	Anzeige	*
	PIXEL	Pixel	*
	DRAX	Achsen zeichnen	*
	CLMF	Meldungsflag löschen	*
	PRLCD	Anzeigeninhalt drucken	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

PRINT

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	PR1	Ebene 1 drucken	196
	PRST	Stackinhalt drucken	197
	PRVAR	Variable drucken	198
	PRLCD	Anzeige drucken	*
	TRACE	Protokoll-Druckmodus aktivieren	195
	NORM	Protokoll-Druckmodus deaktivieren	195
NEXT			
Zeile 2	PRSTC	Stack drucken (kompakt)	*
	PRUSR	Benutzervariable drucken	*
	PRMD	Modi drucken	*
	CR	Druckkopf rechts positionieren	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

PROGRAM BRANCH

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	IF	Anfang der IF Struktur	*
	IFERR	Anfang der IF ERROR Struktur	*
	THEN	Anfang der THEN Struktur	*
	ELSE	Anfang der ELSE Struktur	*
	END	Ende der Programmstruktur	*
	NEXT		
Zeile 2	START	Anfang einer bestimmten Schleife	*
	FOR	Anfang einer bestimmten Schleife	*
	NEXT	Ende einer bestimmten Schleife	*
	STEP	Ende einer bestimmten Schleife	*
	IFT	If-Then Befehl	*
	IFTE	If-Then-Else Funktion	*
	NEXT		
Zeile 3	DO	Definiert unbestimmte Schleife	*
	UNTI	Definiert unbestimmte Schleife	*
	END	Ende der Programmstruktur	*
	WHIL	Definiert unbestimmte Schleife	*
	REPEA	Definiert unbestimmte Schleife	*
	END	Ende der Programmstruktur	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

PROGRAM CONTROL

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	SST	Einzelschritt	*
	HALT	Programm unterbrechen	*
	ABORT	Programm abbrechen	*
	KILL	Abbrechen eines unterbrochenen Programms	*
	WAIT	Programmausführung unterbrechen	*
	KEY	String für Tastencode zurückgeben	*
NEXT			
Zeile 2	BEEP	Akustiksignal ausgeben	*
	CLLCD	Anzeige löschen	*
	DISP	Anzeige	*
	CLMF	Meldungsflag löschen	*
	ERRN	Fehlernummer zurückgeben	*
	ERRM	Fehlermeldung zurückgeben	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

PROGRAM TEST

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	SF	Flag setzen	*
	CF	Flag löschen	*
	FS?	Flag gesetzt?	*
	FC?	Flag gelöscht?	*
	FS?C	Flag gesetzt? Löschen	*
	FC?C	Flag gelöscht? Setzen	*
	NEXT		
Zeile 2	AND	Logisches UND	*
	OR	Logisches ODER	*
	XOR	Exklusives OR	*
	NOT	Logisches NICHT	*
	SAME	Test auf Übereinstimmung	*
	= =	Gleich	*
NEXT			
Zeile 3	STDF	Flags speichern	*
	RCLF	Flags zurückrufen	*
	TYPE	Eintippen	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

REAL

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	NEG	Negieren	69
	FACT	Fakultät (Gammafunktion)	68
	RAND	Zufallszahl	68
	RDZ	Anfangswert für Zufallsgenerator	68
	MAXR	Reelles Maximum	68
	MINR	Reelles Minimum	68
NEXT			
Zeile 2	ABS	Absolutbetrag	*
	SIGN	Vorzeichen	*
	MANT	Mantisse	*
	XPON	Exponent	*
NEXT			
Zeile 3	IP	Ganzzahliger Anteil	*
	FP	Gebrochener Anteil	*
	FLOOR	Nächste kleinere ganze Zahl	*
	CEIL	Nächste größere ganze Zahl	*
	RND	Runden	*
NEXT			
Zeile 4	MAX	Maximum	*
	MIN	Minimum	*
	MOD	Modulo	*
	%T	Prozent von Total	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

SOLVE

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	STEQ	Gleichung speichern	59
	RCEQ	Gleichung zurückrufen	*
	SOLVR	Menü für Löser-Variablen	59
	ISOL	Isolieren	135
	QUAD	Quadratische Form	133
	SHOW	Variable anzeigen	*
NEXT			
Zeile 2	ROOT	Algorithmus zum Auffinden einer Nullstelle	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

STACK

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	DUP	Duplizieren	92
	OVER	Objekt in Ebene 2 duplizieren	92
	DUP2	Zwei Objekte duplizieren	94
	DROP2	Zwei Objekte löschen	94
	ROT	Rotieren	95
	LIST→	Liste-in-Stack	*
NEXT			
Zeile 2	ROLLD	Stackinhalt nach unten verschieben	96
	PICK	Duplizieren des n -ten Objekts	93
	DUPN	n Objekte duplizieren	*
	DROPN	n Objekte löschen	*
	DEPTH	Zählt die Objekte im Stack	*
	→LIST	Stack-in-Liste	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

STAT

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1		Datenpunkt der Statistikmatrix hinzufügen	172
		Letzten Datenpunkt der Statistikmatrix löschen	173
		Anzahl der Datenpunkte von Statistikmatrix	175
		Löschen der Statistikmatrix	172
		Speichern der Statistikmatrix	*
		Zurückrufen der Statistikmatrix	*
	NEXT		
Zeile 2		Total	*
		Mittelwert	176
		Standardabweichung	176
		Varianz	177
		Maximum in Statistikmatrix	*
		Minimum in Statistikmatrix	*
	NEXT		
Zeile 3		Spalten der Statistikmatrix wählen	178
		Korrelation	178
		Kovarianz	179
		Lineare Regression	179
		Vorhersagewert	180
			
	NEXT		
Zeile 4		Rechtsseitige Chi-Quadrat Verteilung	*
		Rechtsseitige F-Verteilung	*
		Rechtsseitige Normalverteilung	*
		Rechtsseitige t-Verteilung	*
			
			

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

STORE

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	STO+	Speicherarithmetik +	*
	STO-	Speicherarithmetik -	*
	STO*	Speicherarithmetik ×	*
	STO/	Speicherarithmetik ÷	*
	SNEG	Speicherarithmetik-Negation	*
	SINV	Speicherarithmetik-Inversion	*
NEXT			
Zeile 2	SCONJ	Speicherarithmetik-Konjugation	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

STRING

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	-STR	Objekt-in-String	*
	STR-	String-in-Objekt	*
	CHR	Zeichen	*
	NUM	Rückgabe des Zeichencodes	*
	POS	Position	*
	DISP	Anzeige	*
NEXT			
Zeile 2	SUB	Substring	*
	SIZE	Dimension des Strings	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

TRIG

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	SIN	Sinus	62
	ASIN	Arcussinus	62
	COS	Cosinus	62
	ACOS	Arcuscosinus	62
	TAN	Tangens	62
	ATAN	Arcustangens	62
NEXT			
Zeile 2	P→R	Polar-in-Rechtecksnotation	65
	R→P	Rechtecks-in-Polarnotation	65
	R→C	Reell-in-komplex	*
	C→R	Komplex-in-reell	*
	ARG	Argument	*
NEXT			
Zeile 3	→HMS	Dezimal in Stunden-Minuten-Sekunden	65
	HMS→	Stunden-Minuten-Sekunden in dezimal	65
	HMS+	Stunden-Minuten-Sekunden Addition	65
	HMS-	Stunden-Minuten-Sekunden Subtraktion	65
	D→R	Grad-in-Radian	66
	R→D	Radian-in-Grad	66
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.			

USER

	Befehl	Beschreibung	Seite
Zeile 1	ORDER	Reihenfolge	*
	CLUSR	Benutzerspeicher löschen	53
	MEM	Speicherbereich	*

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

Tastenverzeichnis

Dieses Verzeichnis beschreibt die Wirkungsweise der Tasten auf dem linken und rechten Tastenfeld des Rechners. Zuerst ist ein alphabetisches Verzeichnis der Tasten auf dem linken Tastenfeld aufgeführt, dem ein Verzeichnis für das rechte Tastenfeld folgt. Am Schluß finden Sie ein Verzeichnis für die Tasten des Cursor-Menüs (die weißen Bezeichnungen über den Menütasten).

Dieses Verzeichnis schließt umgeschaltete Tasten wie z.B.  und  mit ein. Es enthält nicht die Alpha-Tasten, wie  bis  und  bis , welche immer das jeweilige Zeichen in die Befehlszeile schreiben. (Andere Alpha-Tasten schließen Begrenzungszeichen wie , Operatoren wie z.B.  und symbolische Konstanten wie  mit ein. Diese Zeichen haben eine spezielle Bedeutung für den Rechner, aber ihre Tasten sind einfache Alpha-Tasten.) Wenn Sie eine Taste finden, welche in diesem Verzeichnis nicht gelistet ist, so handelt es sich um eine Alpha-Taste.

Für jede Taste gibt es eine kurze Beschreibung ihrer Wirkungsweise und einen Seitenverweis. Wenn die Taste in diesem Handbuch nicht erwähnt wird, dann ist die Seitenzahl mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet. Beziehen Sie sich für Informationen über eine solche Taste (oder eine beliebige andere Taste) auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

Linkes Tastenfeld

Taste	Beschreibung	Seite
■ ALGEBRA	Wählt das ALGEBRA-Menü.	137
■ ARRAY	Wählt das ARRAY-Menü.	160
■ BINARY	Wählt das BINARY-Menü.	181
■ BRANCH	Wählt das PROGRAM BRANCH-Menü.	*
■ CATALOG	Ruft den Befehlskatalog auf.	86
■ CMLPX	Wählt das COMPLEX-Menü.	71
■ CTRL	Wählt das PROGRAM CONTROL-Menü.	*
LC	Schaltet zwischen Klein- und Großschreibung um.	29
■ LIST	Wählt das LIST-Menü.	126
■ PRINT	Wählt das PRINT-Menü.	195
■ REAL	Wählt das REAL-Menü.	68
■ STACK	Wählt das STACK-Menü.	91
■ STORE	Wählt das STORE-Menü.	*
■ STRING	Wählt das STRING-Menü.	*
■ TEST	Wählt das PROGRAM TEST-Menü.	*
■ UNITS	Wählt den UNITS-Katalog.	187
α	Schaltet den Alphamodus ein und aus.	78
■ α LOCK	Schaltet den Alphamodus permanent ein.	*
* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.		

Rechtes Tastenfeld

Taste	Beschreibung	Seite
ATTN (ON)	Bricht die Programmausführung ab; löscht die Befehlszeile; beendet die Anzeige für Kataloge, FORM und Abbildungen.	17
CHS	Ändert das Vorzeichen einer Zahl in der Befehlszeile oder führt den Befehl NEG aus.	38
 CLEAR	Löscht den Stack.	45
 COMMAND	Schiebt einen Eintrag vom Befehlsstack in die Befehlszeile.	47
 CONT	Setzt ein unterbrochenes Programm fort.	*
 CONVERT	Führt eine Einheitenkonvertierung durch.	189
 d/dx	Differentiation.	147
DROP	Löscht ein Objekt im Stack.	45
 EDIT	Kopiert ein Objekt aus Ebene 1 zum Editieren in die Befehlszeile.	80
EEX	Eingabe des Exponenten.	38
ENTER	Analysiert und wertet die Befehlszeile aus.	26
EVAL	Wertet ein Objekt aus.	33
 LAST	Gibt die zuletzt verwendeten Argumente zurück.	89
 LOGS	Wählt das LOGS-Menü.	67
 MODE	Wählt das MODE-Menü.	34
NEXT	Zeigt die nächste Zeile von Menüfeldern an.	27
ON (ATTN)	Schaltet den Rechner ein; bricht Programme ab; löscht den Inhalt der Befehlszeile; beendet die Anzeige von Katalogen, FORM und Abbildungen.	17
 OFF	Schaltet den Rechner aus.	17
 PLOT	Wählt das PLOT-Menü.	110
 PREV	Zeigt die vorangehende Zeile von Menüfeldern an.	27

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

Taste	Beschreibung	Seite
PURGE	Löscht eine oder mehrere Variablen.	53
RCL	Ruft den Inhalt einer Variablen (unausgewertet) zurück.	*
ROLL	Bewegt das Objekt in Ebene $n+1$ in Ebene 1.	96
SOLV	Wählt das SOLVE-Menü.	59
STAT	Wählt das STAT-Menü.	172
STO	Speichert ein Objekt in einer Variablen.	49
SWAP	Tauscht den Inhalt der Objekte in Ebene 1 und 2 aus.	44
TRIG	Wählt das TRIG-Menü.	62
UNDO	Ersetzt den Inhalt des Stacks.	47
USER	Wählt das USER-Menü.	51
VIEW↑	Bewegt das Anzeigefenster eine Zeile nach oben.	90
VIEW↓	Bewegt das Anzeigefenster eine Zeile nach unten.	90
VISIT	Kopiert ein Objekt zum Editieren in die Befehlszeile.	84
x^2	Quadriert eine Matrix oder eine Zahl.	39
$1/x$	Kehrwert.	39
+	Addiert zwei Objekte.	41
-	Subtrahiert zwei Objekte.	41
×	Multipliziert zwei Objekte.	41
÷	Dividiert zwei Objekte.	42
%	Prozent.	43
%CH	Änderung in Prozent.	44
^	Potenziert eine Zahl.	42
√	Berechnet die Quadratwurzel.	39
∫	Bestimmtes oder unbestimmtes Integral.	151
	Umschalttaste.	26
	Wählt das Cursor-Menü oder ruft das zuletzt verwendete Menü zurück.	82
	Rückschrittaste.	26
→NUM	Erzeugt ein numerisches Ergebnis.	63

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

Das Cursor-Menü

Sie finden die Bezeichnungen für das Cursor-Menü in weißer Beschriftung direkt über den Menütasten (oberste Tastenreihe auf dem rechten Tastenfeld). Das Cursor-Menü wurde aktiviert, wenn die Befehlszeile angezeigt wird und keine Menüfelder in der Anzeige erscheinen. Um bei angezeigten Menüfeldern das Cursor-Menü aufzurufen, drücken Sie . Das zuvor angezeigte Menü kann wieder aufgerufen werden, indem Sie erneut  drücken.

Taste	Beschreibung	Seite
	Schaltet zwischen Einfügungs- und Ersetzungsmodus um.	83
	Löscht alle Zeichen links des Cursors.	*
	Löscht das Zeichen an der Cursorposition.	*
	Löscht das Zeichen an der Cursorposition und alle Zeichen rechts davon.	*
	Bewegt den Cursor nach oben.	82
	Bewegt den Cursor so weit als möglich nach oben.	82
	Bewegt den Cursor nach unten.	82
	Bewegt den Cursor so weit als möglich nach unten.	82
	Bewegt den Cursor nach links.	82
	Bewegt den Cursor so weit als möglich nach links.	82
	Bewegt den Cursor nach rechts.	82
	Bewegt den Cursor soweit als möglich nach rechts.	82

* Beziehen Sie sich auf das Verzeichnis der Operationen am Ende des Referenzhandbuchs.

Sachindex

Bei Einträgen mit mehreren Seitenreferenzen stellen die **fett** gedruckten Zahlen die primäre Referenz dar.

A

- Abbildungsparameter, 110
 - für späteren Gebrauch gespeichert, 117–118
 - Löschen, 110, 120
 - Sicherstellen der Standardwerte, 110, 120
 - Zurückspeichern alter Werte, 123–124
- Abbildungszentrum, neudefinieren, 114–115
- Abhängige Statistikdaten, 178
- Abhängige Variable für graphische Darstellung, 111
- Ableitung, 147–151
- Algebraische Objekte, 24, 29
- Algebraischer Eingabemodus, 31–32, 75, **76–77**, 80
- Alpha-Eingabemodus, 24, 29, 75, **78–79**, 80, 81
- Anführungszeichen, für Namen, 51, 53, **54**
- Ansehen großer Objekte, 163
- Ansehen von Objekten im Stack, 90–91
- Anwendung von Befehlen, 86, 87–88
- Anzahl von Dezimalstellen, 35–37
- Anzeigekontrast, 19
- Anzeigen von Objekten im Stack, 90–91
- Anzeigen von Zahlen, 35–37
- Argumente
 - Anwendung für Befehle, 86, 87–88
 - Reihenfolge ändern, 44, 95
 - Rücksicherung der letzten, 89–90
- Attention, 17, 26
- Aufheben
 - Editieren, 83
 - Memory Reset, 18
- Aufklappen des Rechnergehäuses, 15
- Auflisten
 - Befehle, 24, 29, 86–89
 - Einheiten, 24, 29, 187–189
- Aufrufen eines Programms, 104–106
- Ausdrücke, 31, 55, **106**
 - Auswerten, 33, **55**, 60, 107, 203
 - Digitalisieren des Minimums, 125–126
 - Digitalisieren einer Nullstelle, 121
 - Erweitern, 138, 140
 - Extremstellen, 117, 127
 - Lösen einer Nullstelle, 120–123
 - Lösen für ein Minimum, 123–127
 - Nullstellen von, 112, 121, 133
 - Zusammenfassen, 138–139
- Austauschen der Inhalte von Ebene 1 und 2, 44, 95
- Auswerten
 - Ausdrücke, 33, **55**, 60, 107, 203
 - Namen, 50, 54
 - Programme, 50, **97**, 102, 107
 - Variable, 50–51

B

- Barwert (PV), in finanzmathematischen Berechnungen, 128, 132
- Basiseinheiten, 188
- Batterien, 16, 213–215
- Befehle, 77, 80, 107
 - Gebrauch für, 86, 87–88
 - Katalog für, 29, 86–89
- Befehlszeile, 20
 - Editieren, 20, 26, 80–84
 - Löschen, 17, 26
 - Zurücksichern des alten Inhalts, 47

- Begrenzungszeichen, 24–26, 29
- Benutzerspeicher, 49, 51, 53
- Bereich (Grenzen) für Integration, 154
- Binärwerte, 28, 181, 181–185
- Block von Objekten, rotieren, 94–96
- Buchstaben, kleingeschrieben, 29, 188

C

- Cursor, ändern der Form, 76, 78, 83, 201
- Cursor-Menü, 27, 82–83, 245

D

- Datenpunkt in Statistikmatrix, 172
- Definieren einer Variable, 49–50, 52
- Determinante einer Matrix, 164
- Dezimale Gradangaben, 66
- Dezimalzahlensystem, für
 - Binärwerte, 182–184
- Dezimalpunkt, 26, 34–35
- Dezimalstellen, 35–37
- Diagnosetest, 206
- Differentiation, 147–151
- Digitalisieren eines Punkts, 114, 121, 125
- Division
 - Felder, 168–170
 - reelle Zahlen, 42

Drucken

- Berechnungen, 195–196
- Ebene 1, 196–197
- Meldungen, 196–197
- Stackinhalt, 197
- Variableninhalt, 198
- Druckeransteuerung, 16
- Druckmodus, 195–196
- Duplizieren
 - Ebene 1, 58, 92
 - Stackobjekte, 91–94

E

- e*, 67–68
- Ebene 1
 - Drucken, 196–197
 - Duplizieren, 58, 92
 - Löschen, 45
- Eckpunkte einer Abbildung, neudefinieren, 116–117
- Editieren
 - Befehlszeile, 20, 26, 80–83
 - Objekte, 80–84
 - Statistikdaten, 173–174
 - Variable, 84
- Ein- und Ausschalten, 17, 25, 26
- Einfügungsmodus, 83
- Eingabemodus, 75
 - algebraischer, 31–32, 75, 76–77, 80
 - Alpha-, 29, 75, 78–79, 80, 81
 - unmittelbarer, 75, 76, 80
- Eingeben. *Siehe* Eintippen
- Einheiten
 - Basis-, 188
 - Liste der, 24, 29, 187–189
 - mit Vorsatz, 191
- Einheiten-Strings, 192, 192–194
- Einsetzen der Batterien, 213–215
- Einstellen des Anzeigecontrasts, 19

Eintippen
 Ausdrücke, 31–32, 55–57, 128–129
 Binärwerte, 182, 184
 Gleichungen, 129, 136, 137
 Grad-Minuten-Sekunden, 66
 komplexe Zahlen, 71–72
 Koordinatenwerte, 71–72
 Listen, 154–155
 Matizen, 162–163
 Programme, 101–102, 104–105
 reelle Zahlen, 25–26, 37–39
 Statistikdaten, 172–174
 Strings, 192–194, 197
 Stunden-Minuten-Sekunden, 66
 Vektoren, 158
 Einwertige Funktionen, 39–40
 Elektrischer Schaltkreis, Beispiel,
 45–47, 55–60, 80–84
 Ellipsis, 202
 Endwert (FV) bei finanzmathemati-
 schen Berechnungen, 128
 Entfernungsumrechnung, 191
 Ersetzungsmodus, 83
 Erweitern des Abbildungsmaßstabs,
 112–113, 115
 Erweitern eines Ausdrucks od. einer
 Gleichung, 138, 140
 Erzeugen einer Variablen, 49–50
 Erzeugerpreis-Index (EPI) Beispiel,
 171–180
 Exponent, 36, 37
 Exponentialfunktionen, 67

F

Fadenkreuz, 114
 Fehlerbereichsgrenzen für Integra-
 tion, 155–156
 Fehlerkorrektur
 Befehlszeile, 20, 26, 80–83
 Ebene 1, 80–83
 falsche Funktion, 47
 Statistikdaten, 173–174
 Variable, 84

Fehlermeldungen, 200–201
 Felder, 28, 157
 Feste Anzahl Dezimalstellen
 (Anzeigeformat), 36
 Feuchtigkeitsgrenzen, 216
 Finanzmathematische Berechnungen
 (TVM), 128–132
 Formate von Objekten, 24
 Funktionen, 77, 80, 107

G

Gehäuse, öffnen und schließen, 15
 Gewährleistung, 207–208
 Gleichung, momentane, 59, 111
 Gleichungen, 29, 135–145
 Erweitern, 138, 140
 Zusammenfassen, 138–139
 Gleichungssysteme lösen, 168–170
 Grad als Winkelmodus, 61–62
 Grad-Minuten-Sekunden, 65–66
 Graph, Extremstellen, 117, 127
 Graphische Abbildungen
 Neudefinieren der Eckpunkte,
 116–117
 Verschieben, 114–115
 Ändern des Maßstabs, 112–113,
 115
 Grundstellung, 17, 26

H

Hexadezimalen Zahlensystem, für
 Binärwerte, 182–184
 Hinzufügen
 Binärwerte, 184–185
 Matrizen, 161
 reelle Zahlen, 41
 Vektoren, 159
 Hyperbolische Funktionen, 68

I

- Indikatoren, 25, 28
- Inhalt einer Variablen, 49–52, 54
- Integration, 151–156
- Integrationsgenauigkeit, 155–156
- Integrationsgrenzen, 154
- Inversion einer Matrix, 163
- Isolieren einer Variablen, 135–145

K

- Katalog
 - Befehls-, (COMMAND), 24, 29, 86–89
 - Einheiten-, (UNITS), 24, 29, 187–189
- Kettenrechnungen, 45
- Kleinschreibung, 24, 29, 188
- Komma, als Dezimaltrennzeichen, 26, 34–35
- Kommutieren von Termen mittels FORM, 142
- Komplexe Zahlen, 24, 28, 69
 - Koordinatenumrechnung, 70–73
- Kontrast, 19
- Konvertierung von Einheiten, 187–194
- Konvertierung
 - Entfernungen, 191
 - Geschwindigkeit, 192–193
 - Koordinaten, 69–73
 - Stunden-Minuten-Sekunden (HMS), 65–66
 - Temperatur, 189–190
 - Volumen, 193–194
 - Winkelgrößen, 64–66
- Koordinaten
 - Digitalisieren, 114, 121, 125
 - Polar- und Rechtecks-, 69–73
- Kopieren
 - Ebene 1, 58, 92
 - Stackobjekte, 91–94

- Korrektur
 - Befehlszeile, 20, 26, 80–83
 - Ebene 1, 80–83
 - falsche Funktion, 47
 - statistische Daten, 173–174
 - Variable, 84
- Korrelation, 178
- Kovarianz, 179
- Kreis-Beispiel, 98–103
- Kreuzprodukt, 160

L

- Letzte Argumente, 89–90
- Lineare Regression, 179
- Listen, 24, 28, 126, 154–155
- Logarithmische Funktionen, 67
- Lokales Maximum oder Minimum, 117
- Löschen
 - Befehlszeile, 17, 26
 - Ebene 1, 45
 - Speicherbereich, 18
 - Stackinhalt, 45
 - statistische Daten, 172
 - Variableninhalt, 53–54, 110, 120, 135, 203
- Löschen einer Variable, 53–54, 110, 120, 135, 203
- Lösen
 - numerisch, 119–132
 - quadratische Gleichungen, 133–135
 - symbolisch, 133–145
 - System linearer Gleichungen, 168–170
- Löser
 - Auffinden einer Nullstelle, 120–123
 - Auffinden eines Minimums, 123–127
 - Wiederholen einer Berechnung, 59–60
- Löser-Menü, 59, 122, 127, 130
- Lösung einer Gleichung, 133
 - Abbilden, 109–118
 - numerische Lösung, 120–123
 - quadratische, 133–135
 - symbolische Lösung, 135–145

M

- Mantisse, 36, 37
- Maßstab, für Abbildungen, 111, 112–113, 115, 117
- Matrix, für Statistik, 172
- Matrizen, 24, 28, 157, 161–170
- Maximum eines Ausdrucks, 117
- Meldung, drucken, 196–197
- Meldungen
 - Fehler-, 200–201
 - qualifizierende, 123, 127
- Memory Reset, 18
- Menü, 22–25, 27, 202, 219–239
- Menü wechseln, 27, 202
- Menüfelder, 22–25, 27
- Menütasten, 22–25, 27
- Menüwahl-Taste, 24–25, 27
- Menüwechsel, 27, 202
- Menüzeilen, 24–25, 27
- Minimum, digitalisieren, 125–126
- Minimum eines Ausdrucks, 117, 123–127
- Mittelwert, 176
- Modifizieren von Objekten, 80–84
- Modus
 - algebraische Eingabe, 31–32, 75, 76–77, 80
 - Alpha-Eingabe, 29, 75, 78–79, 80, 81
 - Bogenmaß, 61–62
 - Druck-, 195–196
 - Einfügungs-, 83
 - Eingabe-, 75
 - Ersetzungs-, 83
 - feste Dezimalstellen, 36
 - Grad-, 61–62
 - normaler Druck-, 195–196
 - Protokoll-Druck-, 195–196
 - Standard-Anzeige-, 36, 37
 - technischer Anzeige-, 36–37
 - unmittelbarer Eingabe-, 75, 76, 80
 - Voreinstellungen, 18
 - Winkel-, 61–62
 - wissenschaftlicher Anzeige-, 36
 - Zahlenanzeige-, 35–37

Momentane Gleichung, 59, 111

Multiplikation

- Matrizen, 164–166
- Matrizen und Vektoren, 167
- Matrizen und Zahlen, 161
- reelle Zahlen, 41–42
- Vektoren, Kreuzprodukt, 160
- Vektoren, Skalarprodukt, 161
- Vektoren und Zahlen, 159

O

Objekt-Begrenzungszeichen, 24–26, 29

Objekt-Format, 24

Objekte

- Ansehen im Stack, 90–91
- Auswerten. *Siehe* Auswerten
- Editieren, 80–84
- in Variablen gespeicherte, 49, 49–52
- Kopieren, 58, 91–94
- Neuanordnen im Stack, 44, 94–96
- Objekttypen, 24, 28–29
 - Ausdrücke, 31, 55, 106
 - Binärwerte, 24, 28, 181, 181–185
 - Gleichungen, 29, 133, 135–145
 - komplexe Zahlen, 24, 28, 69
 - Listen, 24, 28, 126, 154–155
 - Matrizen, 24, 28, 157, 161–170, 172
 - Namen, 24, 29, 49, 54
 - Programme, 24, 29, 97, 97–107
 - reelle Zahlen, 24, 28
 - Strings, 24, 28, 192
 - Vektoren, 24, 28, 157, 158–161

Oktales Zahlensystem für Binärwerte, 182–183

Operationen, 79, 80

P

Parameter

- für Abbildung, 110, 117–118, 120, 123–124
- für Statistik, 178, 179

Perioden, bei finanzmathematischen
Berechnungen, 128, 131
Pfeiltasten, 82–83
Pi (π), 63–64
Polarkoordinaten, 69–73
Polynome
quadratische Lösung, 133–135
symbolische Integration, 151,
152–153
Potenzen, 42
Programme, 29, 97
Auswerten, 50, 97, 102, 107
in Variablen gespeichert, 97,
98–106
Protokoll-Druck, 195–196
Prozeduren, 24, 28, 106
Prozentrechnung, 43
Prozentuale Änderung, 44

Q

Quadratische Gleichung, lösen,
133–135
Qualifizierende Meldungen, 123, 127

R

Radiant Winkelmodus, 61–62
Radizieren von Zahlen, 43
Rechteckskoordinaten, 69–73
Reelle Zahlen, 24, 28
Reihenfolge von Argumenten, 44, 86,
87–88
Rotieren von Stackobjekten, 44,
94–96
Rückschrittaste, 20, 26
Rücksicherung nach Fehlern, 47
Rücksicherung von Argumenten,
89–90

S

Schließen des Gehäuses, 15
Schwache Batterien, 213–215
Selbsttest für Rechner, 206

Service, 209–212
Skalarprodukt, 161
Spalten, in Statistikmatrix, 178
Speichern, 49–50
Ausdrücke, 58, 128–130
digitalisierte Näherungen, 122, 127
momentane Gleichung, 59, 111,
130, 134
momentaner Inhalt von PPAR,
117–118
Programme, 97, 102–103, 105
Statistikparameter, 178–179
statistische Daten, 172
Verwenden des Löser-Menüs, 60,
122, 127, 131, 134–135
Stack, 20, 85
Ansehen von Objekten, 90–91
Kopieren von Objekten, 58, 91–94
Löschen, 45
Neuanordnen von Objekten, 44,
94–96
vorangehender Inhalt, 47
Standardabweichung, 176
Statistik
einzelne Stichprobenwerte,
175–177
gepaarte Statistikdaten, 177–180
Korrelation, 178
Kovarianz, 179
lineare Regression, 179
Mittelwert, 176
Standardabweichung, 176
Varianz, 177
Vorhersagewert, 180
Statistikmatrix, 172, 178
Statistikparameter, 178, 179
Statistische Daten, 172
abhängige, 178
Editieren, 173–174
Eingeben, 172–174
Löschen, 172
unabhängige, 178
Strings, 24, 28
bei Konvertierung von Einheiten,
192, 192–194
in Ausdrucken, 196–197

Stufenweise Differentiation, 148–150
Stunden-Minuten-Sekunden (HMS),
65–66
Subroutine, 97
Subtraktion
 Binärwerte, 184–185
 Matrizen, 161
 reelle Zahlen, 41
 Vektoren, 159
Symbolische Argumente, 55
Symbolische Integration, 151,
152–153
Symbolische Konstanten, 63–64, 68
Symbolische Lösungen, 133–145
Symbolische Objekte, 26, 88
Symbolisches Vorzeichen, 134–135
System linearer Gleichungen,
168–170
Systemstopp, 203

T

Technisches Anzeigeformat für Zah-
len, 36–37
Temperaturgrenzen, 216
Temperaturumrechnungen, 189–190
Trigonometrische Funktionen, 62
TVM, 128–132

U

Umgeschaltete Tasten, 25, 26
Umrechnung von Volumen, 193–194
Unabhängige Daten für
 Statistikberechnungen, 178
Unabhängige Variable für Abbil-
dung, 111
Unmittelbarer Eingabemodus, 75, 76,
80
Unzureichender Speicherbereich, 203
UPN, 23
USER-Menü, 53, 97, 107

V

Variable, 49
 Auswerten, 50–51
 Ändern des Inhalts, 52
 die ein Programm enthält, 97
 Drucken, 198
 Inhalt von, 49–52, 54
 in Ausdrücken, 55
 Isolieren, 135–145
 Löschen (entfernen), 53–54, 110,
 120, 135, 203
 Löschen (Inhalt), 53–54
Varianz, 177
Vektoren, 24, 28, 157, 158–161,
167–170
 Kreuzprodukt, 160
 Skalarprodukt, 161
Verbraucherpreis-Index (VPI) Bei-
spiel, 171–180
Verschieben einer Abbildung,
114–115
Verschieben von Stackobjekten,
94–96
Vollständige Differentiation, 150–151
Vorangehende Argumente, 89–90
Vorangehende Menüzeile, 27
Vorangehender Inhalt
 von Befehlszeile, 47
 von Stack, 47
Vorhersagewert, 180
Vorzeichen, in symbolischen Lösun-
gen, 134–135
Vorzeichenwechsel, 68–69

W

- Widerstandsberechnung in Schaltkreis,
45–47, 55–60, 80–84
- Winkel
 - in Stunden-Minuten-Sekunden,
65–66
 - Konvertieren, 64–66
- Winkelmodus, 61–62
- Wissenschaftliches Zahlen-
Anzeigeformat, 36
- Wortlänge, von Binärwerten, 181
- Wählen
 - Menü, 27, 202
 - Wortlänge, für Binärwerte, 181
 - Zahlensystem, 182–184

Z

- Zahlen
 - komplexe, 24, 69
 - reelle, 24, 28
 - Zufalls-, 68
- Zahlen-Anzeigeformat, 35–37
- Zahleneingabe, 25, 26, 37–39
- Zahlensystem, für Binärwerte,
182–184
- Zahlungen, in finanzmathematischen
Berechnungen, 128, 131
- Zeilen, in Statistikmatrix, 172
- Zins, bei finanzmathematischen
Berechnungen, 128, 131
- Zufallszahlen, 68
- Zurücksetzen des Speicherbereichs,
18
- Zusammenfassen eines Ausdrucks
od. einer Gleichung, 138–139
- Zusammenführen von Termen
mittels FORM, 144
- Zweiwertige Funktionen, 40
- Zwischenergebnisse, 45
- Zylinder-Beispiel, 104–106,

Unterstützung von Hewlett-Packard

Bezüglich Antworten auf die Anwendungsweise des Rechners: Wenn Sie Fragen zur Anwendung des Rechners haben, sollten Sie sich zuerst auf das Inhaltsverzeichnis, den Sachindex und den Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen" in Anhang A beziehen. Sollten Sie in diesem Manual keine ausreichende Beantwortung Ihrer Fragen finden, können Sie sich über die nachstehende Adresse mit Hewlett-Packard in Verbindung setzen:

Hewlett-Packard
Vertriebszentrale Deutschland
Hewlett-Packard-Straße
D-6380 Bad Homburg v.d.H.
Tel. (06172) 400-0

Im Fall einer erforderlichen Reparatur: Falls die Hinweise in Anhang A auf eine notwendige Reparatur hinweisen, können Sie den Rechner an eine der auf Seite 210 gelisteten Adressen schicken. Sollten Sie sich nicht in Europa aufhalten, kann der Rechner auch an das Calculator Service Center in den USA geschickt werden:

Hewlett-Packard
Calculator Service Center
1030 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, U.S.A.
Tel. (503) 757-2002

Inhaltsverzeichnis

Seite	11	Verwenden dieses Handbuchs
	15	1: Bedienungsgrundlagen des HP-28C
	31	2: Arithmetische Operationen
	49	3: Verwenden von Variablen
	55	4: Wiederholen einer Berechnung
	61	5: Weitere numerische Funktionen
	75	6: Näheres zur Befehlszeile
	85	7: Einzelheiten zum Stack
	97	8: Programme
	109	9: Graphische Darstellung von Ausdrücken
	119	10: Der Löser
	133	11: Symbolische Lösungen
	147	12: Höhere Mathematik
	157	13: Vektoren und Matrizen
	171	14: Statistische Funktionen
	181	15: Binäre Arithmetik
	187	16: Konvertieren von Einheiten
	195	17: Druckfunktionen
	199	A: Kundenunterstützung, Gewährleistung und Service
	213	B: Allgemeine Informationen zur Hardware
	219	C: Menü-Tabellen
	241	D: Tastenverzeichnis
	247	Sachindex



Bestellnummer
00028-90008

00028-90009 German
Printed in U.S.A. 11/86