

hp 33s wissenschaftlicher Taschenrechner

Benutzeranleitung



i n v e n t

2. Ausgabe

HP Artikel-Nr. F2216-90002

Hinweis

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

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

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

© Copyright 1988, 1990-1991, 2003 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Die Vervielfältigung, Adaptierung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist, wenn sie nicht durch die Urheberrechtsgesetze zulässig sind, ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von Hewlett-Packard untersagt.

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

Druckgeschichte

2. Ausgabe

November 2004

Inhalt

Teil 1. Allgemeine Bedienung

1. Erste Schritte

Wichtige vorbereitende Maßnahmen	1-1
Den Taschenrechner Ein- und Ausschalten	1-1
Den Anzeigenkontrast anpassen	1-1
Besonderheiten der Tastatur und des Displays	1-2
Umschalttasten	1-2
Alpha-Tasten	1-3
Cursortasten	1-3
Silberfarbene Tasten	1-4
Rücksetzen und Löschen	1-4
Mit Menüs arbeiten	1-7
Menüs verlassen	1-9
Die Tasten RPN und ALG	1-10
Das Display und die Indikatoren	1-11
Zahlen eingeben	1-14
Zahlen mit einem negativen Vorzeichen versehen	1-14
Zehnerexponenten	1-14
Wissenswertes zur Zifferneingabe	1-15
Zahlenbereich und ÜBERLAUF	1-16
Arithmetische Berechnungen	1-16
Einstellige Funktionen	1-16
Zweistellige Funktionen	1-17
Das Anzeigeformat einstellen	1-18

Punkte und Kommas in Zahlen	1–18
Anzahl der Dezimalstellen	1–19
Zahlen mit 12-stelliger Genauigkeit anzeigen	1–21
Brüche	1–22
Brüche eingeben	1–22
Brüche anzeigen	1–23
Meldungen	1–24
Der Speicher des Taschenrechners	1–24
Verfügbaren Speicher überprüfen	1–24
Den Speicher löschen	1–25

2. RPN: Der automatische Stack-Speicher

Was ist der Stack?	2–1
X- und Y-Register werden im Display angezeigt	2–2
Das X-Register löschen	2–2
Den Stack betrachten	2–2
Die X- und Y-Register im Stack austauschen	2–3
Arithmetik – So funktioniert der Stack	2–4
So funktioniert die Taste ENTER	2–5
So funktioniert die Taste CLEAR x	2–6
Das LAST X-Register	2–7
Fehler mit Hilfe von LAST X beheben	2–8
Zahlen mit Hilfe von LAST X erneut verwenden	2–9
Kettenberechnungen im RPN-Modus	2–10
Berechnungen von den Klammern aus beginnen	2–10
Übungen	2–12
Reihenfolge der Berechnung	2–13
Weitere Übungen	2–14

3. Daten in Variablen speichern

Zahlen speichern und abrufen.....	3–2
Eine Variable anzeigen, ohne sie abzurufen	3–3
Variablen im VAR-Katalog betrachten.....	3–3
Variablen löschen	3–4
Arithmetik mit gespeicherten Variablen.....	3–4
Speicherarithmetik	3–4
Recall-Arithmetik.....	3–5
x mit einer beliebigen Variable austauschen.....	3–7
Die Variable "i"	3–7

4. Funktionen auf reellen Zahlen

Exponential- und Logarithmusfunktionen	4–1
Quotient und Rest der Division	4–2
Potenzfunktionen.....	4–2
Trigonometrie	4–4
π eingeben.....	4–4
Den Winkelmodus einstellen	4–4
Trigonometrische Funktionen.....	4–5
Hyperbolische Funktionen	4–6
Prozentfunktionen.....	4–6
Physikalische Konstanten	4–8
Konvertierungsfunktionen.....	4–10
Koordinatenkonvertierungen	4–10
Zeitkonvertierungen.....	4–12
Winkelkonvertierung	4–13
Einheitenkonvertierungen	4–14
Wahrscheinlichkeitsfunktionen.....	4–15

Fakultät	4-15
Gamma.....	4-15
Wahrscheinlichkeit	4-15
Teile von Zahlen.....	4-17
Namen von Funktionen	4-18

5. Brüche

Brüche eingeben	5-1
Brüche im Display	5-2
Anzeigeregeln	5-2
Genauigkeitsanzeige.....	5-3
Längere Brüche.....	5-4
Die Darstellung von Brüchen ändern.....	5-5
Die maximale Größe des Nenners festlegen	5-5
Ein Bruchformat auswählen.....	5-5
Beispiele für die Bruchdarstellung	5-7
Brüche runden	5-8
Brüche in Gleichungen	5-9
Brüche in Programmen	5-9

6. Gleichungen eingeben und berechnen

So können Sie Gleichungen verwenden	6-1
Zusammenfassung der Gleichungsoperationen.....	6-4
Gleichungen in die Gleichungsliste eingeben.....	6-5
Variablen in Gleichungen.....	6-5
Zahlen in Gleichungen.....	6-6
Funktionen in Gleichungen	6-6
Klammern in Gleichungen	6-7
Gleichungen anzeigen und auswählen	6-8

Gleichungen bearbeiten und löschen	6–9
Gleichungstypen	6–10
Gleichungen auswerten	6–11
ENTER für die Auswertung verwenden	6–12
XEQ für die Auswertung verwenden	6–13
Auf Eingabeaufforderungen reagieren	6–14
Die Syntax von Gleichungen	6–15
Operatorenpriorität	6–15
Gleichungsfunktionen	6–16
Syntaxfehler	6–19
Gleichungen überprüfen	6–20
7. Gleichungen lösen	
Eine Gleichung lösen	7–2
SOLVE verstehen und steuern	7–6
Das Ergebnis prüfen	7–7
Eine SOLVE-Berechnung unterbrechen	7–8
Anfangsschätzungen für SOLVE wählen	7–8
Weitere Informationen	7–12
8. Gleichungen integrieren	
Gleichungen integrieren (\int FN)	8–2
Genauigkeit der Integration	8–6
Die Genauigkeit angeben	8–6
Die Genauigkeit interpretieren	8–6
Weitere Informationen	8–9
9. Operationen mit komplexen Zahlen	
Komplexe Zahlen im Stack	9–2
Komplexe Operationen	9–3

Komplexe Zahlen in polarer Form verwenden 9–6

10. Basiskonvertierungen und Arithmetik

Arithmetik in den Basen 2, 8 und 16..... 10–3

Die Darstellung von Zahlen 10–4

 Negative Zahlen..... 10–5

 Zahlenbereich 10–5

 Fenster für lange Binärzahlen..... 10–6

11. Statistische Operationen

Statistische Daten eingeben 11–1

 Daten mit einer Variable eingeben (univariat)..... 11–2

 Daten mit zwei Variablen eingeben (bivariat) 11–2

 Fehler bei der Dateneingabe korrigieren..... 11–2

Statistische Berechnungen 11–4

 Mittelwert 11–4

 Stichprobenstandardabweichung 11–6

 Grundgesamtheitsstandardabweichung 11–7

 Lineare Regression 11–7

Einschränkungen bei der Genauigkeit von Daten 11–10

Summationswerte und die Statistikregister 11–11

 Summationsstatistiken 11–11

 Die Statistikregister im Speicher des Taschenrechners.... 11–12

 Auf die Statistikregister zugreifen..... 11–12

Teil 2. Programmieren

12. Einfaches Programmieren

Ein Programm entwerfen..... 12–3

Einen Modus auswählen	12-3
Programmgrenzen (LBL und RTN)	12-3
RPN, ALG und Gleichungen in Programmen verwenden ..	12-4
Datenein- und ausgabe	12-4
Ein Programm eingeben.....	12-5
Tasten zum Löschen	12-6
Funktionsnamen in Programmen.....	12-7
Ein Programm ausführen	12-9
Ein Programm ausführen (XEQ).....	12-9
Ein Programm testen	12-10
Daten eingeben und anzeigen.....	12-11
INPUT für die Dateneingabe verwenden	12-12
VIEW für das Anzeigen von Daten verwenden.....	12-14
Gleichungen zum Anzeigen von Meldungen verwenden	12-15
Informationen ohne Unterbrechungen anzeigen.....	12-17
Ein Programm stoppen oder unterbrechen.....	12-18
Einen Stopp oder eine Pause programmieren (STOP, PSE)..	12-18
Ein laufendes Programm unterbrechen	12-18
Fehler-Stopps	12-18
Ein Programm bearbeiten.....	12-19
Programmspeicher	12-20
Den Programmspeicher anzeigen.....	12-20
Speichernutzung.....	12-21
Der Programmkatalog (MEM).....	12-21
Ein oder mehrere Programme löschen.....	12-22
Die Prüfsumme	12-22
Nicht programmierbare Funktionen.....	12-23
Programmieren mit BASE	12-23

Einen Basismodus in einem Programm auswählen	12-24
In Programmzeilen eingegebene Zahlen	12-24
Polynomausdrücke und Horner-Methode.....	12-25

13. Programmiertechniken

Routinen in Programmen.....	13-1
Aufrufen von Unterroutinen (XEQ, RTN)	13-2
Verschachtelte Unterroutinen	13-3
Verzweigung (GTO).....	13-5
Eine programmierte GTO-Anweisung.....	13-5
GTO über die Tastatur verwenden	13-6
Bedingte Anweisungen.....	13-6
Vergleichstests (x?y, x?0)	13-7
Flags.....	13-9
Schleifen	13-18
Bedingte Schleifen (GTO)	13-18
Schleifen mit Zählern (DSE, ISG).....	13-19
Indirekte Adressierung von Variablen und Labeln.....	13-22
Die Variable "i"	13-22
Die indirekte Adresse, (i)	13-23
Programmsteuerung mit (i)	13-24
Gleichungen mit (i).....	13-26

14. Programme lösen und integrieren

Programme lösen	14-1
SOLVE in einem Programm verwenden	14-7
Ein Programm integrieren.....	14-8
Integration in einem Programm verwenden.....	14-10
Einschränkungen beim Lösen und Integrieren	14-12

15. Mathematische Programme

Vektoroperationen.....	15-1
Lösungen von simultanen Gleichungssystemen	15-12
Nullstellen-Finder für Polynome.....	15-21
Koordinaten-Umwandlung	15-34

16. Statistik-Programme

Kurvenanpassung	16-1
Normalverteilungen und deren Inverse	16-12
Gruppierte Standardabweichung.....	16-19

17. Verschiedene Programme und Gleichungen

Zeitwert des Geldes	17-1
Primzahlgenerator.....	17-6

Teil 3. Anhänge und Hinweise

A. Support, Batterien und Service

Rechner-Support (Technische Unterstützung)	A-1
Antworten auf allgemeine Fragen	A-1
Umgebungsbedingungen	A-2
Batteriewechsel.....	A-3
Testen der Rechner-Funktionalität	A-4
Der Selbsttest	A-6
Garantie	A-7
Service.....	A-9
Regulierungsinformationen	A-11

B. Benutzerspeicher und der Stack

Rechnerspeicher verwalten	B-1
---------------------------------	-----

Rücksetzen des Rechners	B-3
Speicher löschen	B-3
Der Status von Stack Lift	B-5
Deaktivierende Operationen	B-5
Neutrale Operationen	B-5
Der Status von LAST X-Register.....	B-6

C. ALG: Zusammenfassung

Über ALG.....	C-1
Zweistellige Arithmetik im ALG-Modus	C-2
Einfache Arithmetik	C-2
Potenzfunktionen.....	C-3
Prozentberechnungen	C-3
Permutation und Kombination.....	C-4
Quotient und Rest einer Division	C-4
Berechnungen mit Klammern	C-5
Kettenberechnungen	C-6
Stack betrachten.....	C-7
Koordinatenumrechnungen	C-7
Eine Gleichung integrieren.....	C-9
Operationen mit komplexen Zahlen.....	C-9
Arithmetik in den Basen 2, 8 und 16.....	C-12
Eingabe statistischer Zwei-Variablen-Daten	C-13

D. Mehr über SOLVE

Wie SOLVE eine Nullstelle findet	D-1
Ergebnisse interpretieren	D-3
Wenn SOLVE keine Nullstelle finden kann.....	D-9
Rundungsfehler	D-14

UnterlaufD-15

E. Mehr zur Integration

Wie das Integral berechnet wird E-1

Bedingungen, die zu falschen Ergebnissen führen können E-2

Bedingungen, welche die Rechenzeit verlängern..... E-7

F. Meldungen

G. Operations-Index

Index

Teil 1

Allgemeine Bedienung

Erste Schritte



Achten Sie auf dieses Symbol am Seitenrand. Es kennzeichnet Beispiele oder Tastenanschläge, die im RPN-Modus gezeigt werden, im ALG-Modus aber anders ausgeführt werden müssen.

Anhang C erläutert, wie Sie Ihren Taschenrechner im ALG-Modus verwenden.

Wichtige vorbereitende Maßnahmen

Den Taschenrechner Ein- und Ausschalten

Drücken Sie zum Einschalten des Taschenrechners die Taste . Unterhalb der Taste ist ON abgebildet.

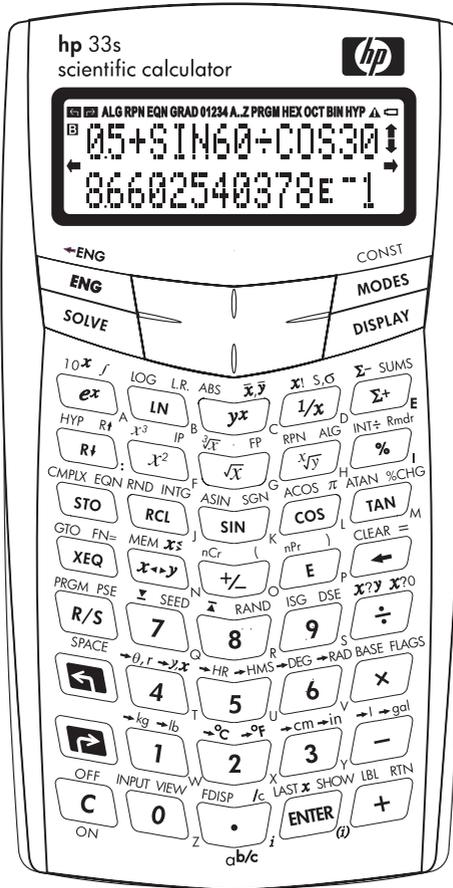
Drücken Sie zum Ausschalten des Taschenrechners  . d. h. drücken Sie die Umschalttaste  und anschließend  (oberhalb der Taste ist OFF in violetter Farbe aufgedruckt). Da der Taschenrechner über *Dauerspeicher* verfügt, hat Ausschalten keine Auswirkungen auf die gespeicherten Daten.

Aus energiespartetechnischen Gründen schaltet sich der Taschenrechner nach 10 Minuten Inaktivität selbst aus. Wenn Sie im Display die Anzeige für niedrigen Spannungszustand sehen (), ersetzen Sie die Batterien so bald wie möglich. Weitere Informationen finden Sie in Anhang A.

Den Anzeigenkontrast anpassen

Der Anzeigenkontrast ist abhängig von den Lichtverhältnissen, dem Blickwinkel und der Kontrasteinstellung. Um den Kontrast zu erhöhen oder zu reduzieren, halten Sie die Taste  gedrückt und drücken Sie  oder .

Besonderheiten der Tastatur und des Displays

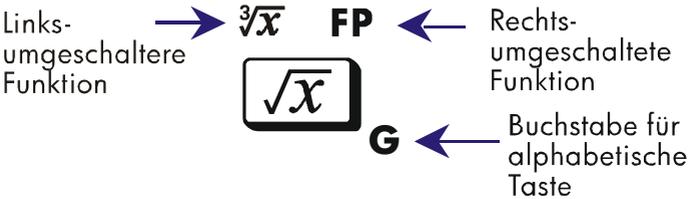


Umschalttasten

Jede Taste hat drei Funktionen: die auf der Oberfläche angegebene, eine links-umgeschaltete (grün) und eine rechts-umgeschaltete Funktion (violett). Die Bezeichnungen der *Umschalt*funktionen sind ober- und unterhalb der Taste in grün und violett aufgedruckt. Drücken Sie die entsprechende Umschalttaste (☞ oder ☜), bevor Sie die Taste für die gewünschte Funktion betätigen. Um den Taschenrechner beispielsweise auszuschalten, drücken Sie kurz die Umschalttaste ☜ und anschließend ☐.

Durch Drücken von  oder  wird der entsprechende *Indikator*  oder  oben im Display angezeigt. Dieser Indikator wird angezeigt, bis Sie die nächste Taste drücken. Um die Funktion einer Umschalttaste abzubrechen (und ihren Indikator zu deaktivieren), drücken Sie dieselbe Umschalttaste erneut.

Alpha-Tasten

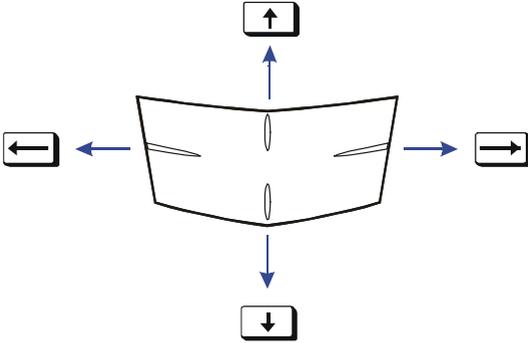


Die meisten Tasten sind mit einer Bezeichnung versehen (siehe Abb.). Wenn Sie einen Buchstaben eingeben müssen (z. B. eine Variable oder ein Programm-Label), wird der Indikator **A..Z** im Display angezeigt, der darauf hinweist, dass die Alpha-Tasten "aktiviert" sind.

Weitere Informationen zu Variablen finden Sie in Kapitel 3, Näheres zu Labeln finden Sie in Kapitel 12.

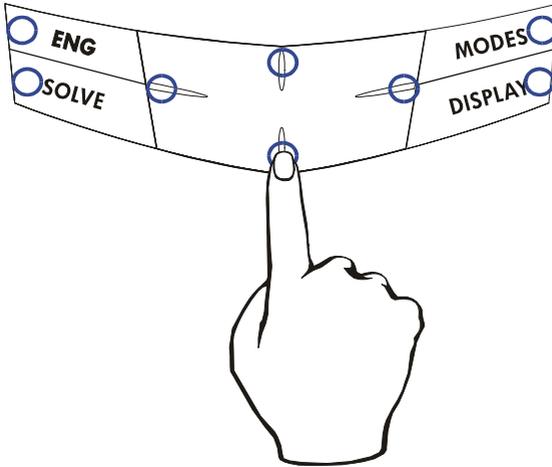
Cursortasten

Beachten Sie, dass die Cursortaste selbst nicht mit Pfeilen versehen ist. Um die Erklärungen in diesem Handbuch so verständlich wie möglich zu gestalten, verwenden wir bestimmte Cursortasten wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



Silberfarbene Tasten

Diese acht silberfarbenen Tasten haben besondere Druckpunkte, die in der nachstehenden Abbildung blau gekennzeichnet sind.



Wenn Sie diese Tasten benutzen, achten Sie bitte darauf, jeweils an der richtigen Stelle zu drücken, um die gewünschte Funktion auszulösen.

Rücksetzen und Löschen

Eine der ersten Funktionen, die Sie kennen müssen, ist das *Löschen*: wie Sie Zahlen korrigieren, das Display löschen und von neuem beginnen.

Tasten zum Löschen

Taste	Beschreibung
	<p><i>Rücktaste.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Tastatureingabe-Modus: löscht das Zeichen links von "_" (dem Zifferneingabe-Cursor) oder verlässt das aktuelle Menü. (Weitere Informationen zu Menüs finden Sie unter "Mit Menüs arbeiten" auf Seite 1-7.) Wenn die Zahl vollständig ist (kein Cursor), kann die <i>gesamte</i> Zahl mit  gelöscht werden. ■ Gleichungseingabe-Modus: Löscht das Zeichen links von "■" (dem Cursor für die Gleichungseingabe). Wenn eine <i>Zahleneingabe</i> in der Gleichung vollständig ist, kann die <i>gesamte</i> Zahl mit  gelöscht werden. Wenn die Zahl nicht vollständig ist, löscht  das Zeichen links von "_" (dem Cursor für die Zahleneingabe). "_" wechselt zurück zu "■", wenn eine Zahleneingabe abgeschlossen ist. <p> löscht zudem Fehlermeldungen und die aktuelle Programmzeile während der Programmeingabe.</p>
	<p><i>Löschen oder Abbrechen.</i></p> <p>Setzt die angezeigte Zahl auf Null zurück oder <i>bricht</i> die aktuelle Situation <i>ab</i> (z. B. ein Menü, eine Meldung, eine Aufforderung, einen Katalog oder den Gleichungseingabe- oder Programmeingabemodus).</p>

Tasten zum Löschen (Fortsetzung)

Taste	Beschreibung
 CLEAR	<p>Das Menü <i>CLEAR</i>{X} {VARS} {ALL} {Σ}) enthält Optionen zum Löschen von x (die Zahl im X-Register), aller Variablen, des gesamten Speichers oder aller statistischen Daten.</p> <p>Wenn Sie {ALL} wählen, wird ein neues Menü (CLR ALL? {Y} {N}) angezeigt, so dass Sie Ihre Entscheidung bestätigen können, bevor Sie den Speicherinhalt löschen.</p> <p>Während der Programmeingabe wird {ALL} durch {PGM} ersetzt. Wenn Sie {PGM} wählen, wird ein neues Menü (CLR PGMs? {Y} {N}) angezeigt, so dass Sie Ihre Entscheidung bestätigen können, bevor Sie alle Programme löschen.</p> <p>Während der Gleichungseingabe (über die Tastatur oder die Befehlszeile) wird das Menü CLR EQN? {Y} {N} angezeigt, so dass Sie Ihre Entscheidung bestätigen können, bevor Sie die Gleichung löschen.</p> <p>Wenn eine vollständige Gleichung angezeigt wird, so wird die Gleichung ohne Bestätigung gelöscht.</p>

Mit Menüs arbeiten

Der HP 33s ist leistungsfähiger, als es die Tastatur vermuten lässt. Das liegt daran, dass 14 der Tasten *Menütasten* sind. Es gibt insgesamt 14 Menüs, die weitere Funktionen oder weitere Optionen für zusätzliche Funktionen zur Verfügung stellen.

HP 33s Menüs

Name des Menüs	Beschreibung des Menüs	Kapitel
	Numerische Funktionen	
L.R.	$\hat{x} \hat{y} r m b$ Lineare Regression: Kurvenanpassung und lineare Schätzung.	11
\bar{x}, \bar{y}	$\bar{x} \bar{y} \bar{x}w$ Arithmetischer Mittelwert statistischer x - und y -Werte; gewichteter Mittelwert statistischer x -Werte.	11
s, σ	$sx sy \sigma x \sigma y$ Stichprobenstandardabweichung, Populationsstandardabweichung.	11
CONST	Funktionen für die Verwendung von 40 physikalischen Konstanten – siehe "Physikalische Konstanten" auf Seite 4–8.	4
SUMS	$n \Sigma x \Sigma y \Sigma x^2 \Sigma y^2 \Sigma xy$ Summationen statistischer Daten.	11
BASE	DEC HEX OCT BIN Basiskonvertierungen (dezimal, hexadezimal, oktal und binär).	11
	Programmieranweisungen	
FLAGS	SF CF FS? Funktionen zum Setzen, Löschen und Testen von Flags.	13
$x?y$	$\neq \leq < > \geq =$ Vergleichstests der X- und Y-Register.	13
$x?0$	$\neq \leq < > \geq =$ Vergleichstests des X-Registers und Null.	13

HP 33s Menüs (Fortsetzung)

Name des Menüs	Beschreibung des Menüs	Kapitel
	Weitere Funktionen	
MEM	VAR PGM Speicherstatus (Bytes an verfügbarem Speicher); Variablenkatalog; Programmkatalog (Programm-Label).	1, 3, 12
MODES	DEG RAD GRAD . , Winkelmodi und "." oder "," Stellenschreibweise (Dezimalpunkt).	4, 1
DISPLAY	FIX SCI ENG ALL Anzeigeformate Fix (feste Dezimalstellen), wissenschaftlich (SCI), technisch (ENG) und alle (ALL).	1
R↓ R↑	X1 X2 X3 X4 Funktionen zum Anschauen des Stacks im ALG-Modus X1-, X2-, X3- und X4-Register.	C
CLEAR	Funktionen zum Löschen unterschiedlicher Speicherbereiche – siehe   in der Tabelle auf Seite 1–6.	1, 3, 6, 12

So verwenden Sie eine Menüfunktion:

1. Drücken Sie eine Menütaste (Umschalt), um ein *Menü* im Display anzuzeigen – eine Reihe von Auswahlmöglichkeiten.
2. Drücken Sie    , um das Element, das Sie auswählen möchten zu unterstreichen.
3. Drücken Sie , wenn das gewünschte Element unterstrichen ist.

Bei nummerierten Menüelementen können Sie entweder  drücken, während das Element unterstrichen ist, oder einfach die Nummer des Elements eingeben.

Die Menütasten CONST und SUMS haben weitere Menüseiten, der Indikator  (oder ) wird eingeblendet. Sie können die Cursor-Tasten verwenden oder einmal die Menütaste drücken, um zur nächsten Menüseite zu wechseln.

Das folgende Beispiel erläutert, wie Sie eine Menüfunktion verwenden:

Beispiel:

6 ÷ 7 = 0,8571428571...

✓ 6 **[ENTER]** 7 **[÷]** **[DISPLAY]**

[4] ({ALL})
 (oder **[↓]** **[→]** **[ENTER]**)

Display:

1FIX 2SCI
 3ENG 4ALL

8,5714285714E-1

Menüs helfen Ihnen bei der Ausführung zahlreicher Funktionen, indem sie Sie durch die Menüauswahlen zu den einzelnen Funktionen hinleiten. Sie müssen sich weder die Namen der im Taschenrechner integrierten Funktionen merken, noch nach den Namen auf der Tastatur suchen.

Menüs verlassen

Wann immer Sie eine Menüfunktion ausführen, wird das Menü automatisch ausgeblendet (siehe obiges Beispiel). Wenn Sie ein Menü verlassen möchten, ohne eine Funktion auszuführen, haben Sie drei Möglichkeiten:

- Drücken Sie **[←]**, um aus dem 2-stufigen Menü CLEAR oder MEM um jeweils eine Stufe hinauszugelangen. Siehe **[←]** **[CLEAR]** in der Tabelle auf Seite 1-6.
- Drücken Sie **[←]** oder **[C]**, um alle anderen Menüs zu verlassen.

Tasten:	Display:
123,5678	123,5678_
[DISPLAY]	<u>1</u> FIX 2SCI
	3ENG 4ALL
[←] oder [C]	123,5678

- Das Drücken einer anderen Menütaste ersetzt das alte durch das neue Menü.

Tasten:	Display:
123,5678	123,5678_
[DISPLAY]	<u>1</u> FIX 2SCI
	3ENG 4ALL
[←] [CLEAR]	<u>1</u> X 2VARS
	3ALL 4Σ
[C]	123,5678

Die Tasten RPN und ALG

Der Taschenrechner kann so eingestellt werden, dass er arithmetische Operationen entweder im RPN- oder im ALG-Modus ausführt (RPN=Reverse Polish Notation, deutsch: umgekehrte polnische Notation; ALG= Algebraic, deutsch: Algebraisch).

Im RPN-Modus werden die Zwischenergebnisse von Berechnungen automatisch gespeichert, daher müssen Sie keine Klammern verwenden.

Im ALG-Modus führen Sie die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division auf herkömmliche Weise aus.

So wählen Sie den RPN-Modus:

Drücken Sie  , um den Taschenrechner in den RPN-Modus zu setzen. Wenn sich der Taschenrechner im RPN-Modus befindet, ist der Indikator **RPN** aktiviert.

So wählen Sie den ALG-Modus:

Drücken Sie  , um den Taschenrechner in den ALG-Modus zu setzen. Wenn sich der Taschenrechner im ALG-Modus befindet, ist der Indikator **ALG** aktiviert.

Beispiel:

Nehmen Sie an, Sie möchten $1 + 2 = 3$ berechnen.

Im RPN-Modus geben Sie die erste Zahl ein, drücken die Taste , geben die zweite Zahl ein und drücken anschließend die arithmetische Operatortaste: .

Im ALG-Modus geben Sie die erste Zahl ein, drücken , geben die zweite Zahl ein und drücken anschließend die Taste .

RPN-Modus	ALG-Modus
1  2 	1  2 

Im ALG-Modus werden Ergebnisse und Berechnungen angezeigt. Im RPN-Modus werden nur Ergebnisse angezeigt, nicht aber die Berechnungen.

Hinweis



Für Berechnungen können Sie entweder den ALG- oder den RPN-Modus wählen. In diesem Handbuch zeigt der Indikator "✓" am Seitenrand an, dass die Beispiele oder die Tastatureingaben im RPN-Modus im ALG-Modus anders ausgeführt werden müssen. Im Anhang C wird beschrieben, wie Sie den Taschenrechner im ALG-Modus verwenden.

Das Display und die Indikatoren



Das Display beinhaltet zwei Zeilen und die *Indikatoren*.

In der ersten Zeile können bis zu 255 Zeichen angezeigt werden. Einträge mit mehr als 14 Ziffern laufen nach links. Wenn allerdings Einträge mehr als 255 Zeichen lang sind, wird ein Auslassungszeichen (· · ·) statt des 256. Zeichens angezeigt.

Während der Eingabe wird in der zweiten Zeile ein Eintrag angezeigt und nach der Berechnung das Ergebnis. Jede Berechnung wird mit bis zu 14 Stellen angezeigt, einschließlich eines E-Zeichens (Exponenten) und eines Exponentenwertes von bis zu drei Stellen.

Die in der Abbildung oben dargestellten Zeichen werden als *Indikatoren* bezeichnet. Jeder Indikator hat eine bestimmte Bedeutung, wenn er im Display angezeigt wird.

HP 33s – Indikatoren

Indikator	Bedeutung	Kapitel
B	Der Indikator "B" („Busy“ - rechnet) blinkt, während eine Operation, eine Gleichung oder ein Programm ausgeführt werden.	
▲ ▼	Im Bruch-Anzeigemodus (drücken Sie  [FDISP]) wird nur eine der beiden Hälften "▲" oder "▼" des Indikators "▲▼" aktiviert, um anzuzeigen, dass der angezeigte Zähler geringfügig kleiner oder größer als sein <i>wahrer</i> Wert ist. Wenn kein Teil von "▲▼" aktiviert ist, wird der <i>exakte</i> Wert des Bruchs angezeigt.	5
	Die linke Umschaltung ist aktiviert.	1
	Die rechte Umschaltung ist aktiviert.	1
RPN	Der RPN-Modus ist aktiviert (umgekehrte polnische Notation).	1, 2
ALG	Der Algebraische Modus ist aktiviert.	1, C
PRGM	Die Programmeingabe ist aktiviert.	12
EQN	Der Gleichungseingabe-Modus ist aktiviert oder der Taschenrechner berechnet einen Ausdruck oder eine Gleichung.	6
0 1 2 3 4	Zeigt an, welche Flags gesetzt sind (Flag 5 – 11 haben keine Indikatoren).	13
RAD oder GRAD	Bogenmaß- (RAD) oder Zentesimalgrad- (GRAD) Winkelmodus ist aktiviert. Der DEG-Modus (Standard) hat keinen Indikator.	4
HEX OCT BIN	Zeigt die aktive Zahlenbasis an. DEC (Basis 10, Standard) hat keinen Indikator.	10

HP 33s – Indikatoren (Fortsetzung)

Indikator	Bedeutung	Kapitel
	<p> oder  zeigen weitere Stellen an; das bedeutet, dass weitere Ziffern links und rechts außerhalb des Displays vorhanden sind. (Gleichungs- und Programmgebemodus nicht inbegriffen)</p> <p>Verwenden Sie  [SHOW], um den Rest einer Dezimalzahl anzuzeigen. Drücken Sie die linke oder rechte Cursortaste (, ), um den Rest einer Gleichung oder Binärzahl einzublenden.</p> <p>Beide Indikatoren können gleichzeitig im Display angezeigt werden und darauf hinweisen, dass es links <i>und</i> rechts weitere Zeichen gibt. Drücken Sie eine der angezeigten Cursortasten (, ), um die vorangehenden oder nachfolgenden Zeichen anzuzeigen.</p> <p>Wenn ein Eintrag oder eine Gleichung sich über mehr als einen Bildschirm erstreckt, können Sie  oder  gefolgt von  drücken, um vom aktuellen in den ersten Bildschirm zu wechseln. Um zum letzten Bildschirm zu wechseln, drücken Sie  oder  gefolgt von .</p> <p>In den Menüs CONST und SUMS können Sie  und  drücken, um die nächste Menüseite aufzurufen.</p>	1,6
	<p>Mit Hilfe der Tasten  und  können Sie durch eine Gleichungsliste oder durch Programmzeilen blättern.</p>	1, 6, 12
A..Z	<p>Die alphabetischen Tasten sind aktiviert.</p>	3
	<p>Achtung! Zeigt eine besondere Bedingung oder einen Fehler an!</p>	1
	<p>Die Batteriespannung ist niedrig.</p>	A

Zahlen eingeben

Sie können eine Zahleingabe, die bis zu 12 Stellen und einen 3-stelligen Exponenten bis zu ± 499 hat. Wenn Sie versuchen, eine größere Zahl einzugeben, stoppt die Zifferneingabe und der Indikator  wird kurz angezeigt.

Wenn Ihnen bei der Eingabe einer Zahl ein Fehler unterläuft, drücken Sie , um die zuletzt eingegebene Stelle zu löschen, oder drücken Sie , um die gesamte Zahl zu löschen.

Zahlen mit einem negativen Vorzeichen versehen

Die Taste  ändert das Vorzeichen einer Zahl.

- Um eine negative Zahl einzugeben, geben Sie die Zahl ein und drücken anschließend .
- Um das Vorzeichen einer bereits eingegebenen Zahl zu ändern, drücken Sie einfach . (Wenn die Zahl einen Exponenten hat, wirkt sich  nur auf die *Mantisse* aus, den *nicht*-exponierten Teil der Zahl.)

Zehnerexponenten

Exponenten im Display

Zahlen mit Zehnerexponenten (z. B. $4,2 \times 10^{-5}$) werden angezeigt, indem dem Exponenten ein E vorangestellt wird (z. B. $4,20000E-5$).

Eine Zahl, deren Größenordnung zu groß oder zu klein für das Anzeigeformat ist, wird automatisch in Exponentialform dargestellt.

Beachten Sie beispielsweise im FIX 4-Format für vier Dezimalstellen die Auswirkung der folgenden Tastatureingaben:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
,000062	0,000062_	Zeigt die eingegebene Zahl.
	0,0001	Rundet die Zahl entsprechend des Anzeigeformats auf oder ab.
,000042 	4,2000E-5	Verwendet automatisch die wissenschaftliche Notation, da anderenfalls keine signifikanten Stellen angezeigt würden.

Zehnerexponenten eingeben

Verwenden Sie die Taste **E** (*Exponent*), um mit Zehnerexponenten multiplizierte Zahlen einzugeben. Verwenden Sie als Beispiel die Planck'sche Konstante $6,6261 \times 10^{-34}$:

1. Geben Sie die *Mantisse* (den *nicht*-exponierten Teil) der Zahl ein. Wenn die Mantisse negativ ist, drücken Sie nach der Eingabe der Ziffern **+/-**.

Tasten: **Display:**

6,6261 6,6261_

2. Drücken Sie **E**. Beachten Sie, dass der Cursor hinter dem E positioniert wird.

E 6,6261E_

3. Geben Sie den Exponenten ein. (Der größtmögliche Exponent ist ± 499 .) Wenn der Exponent negativ ist, drücken Sie **+/-**, *nachdem* Sie E oder den Wert des Exponenten eingegeben haben:

34 **+/-** 6,6261E-34_

Für eine Zehnerpotenz ohne Multiplikator, z. B. 10^{34} , drücken Sie einfach **E** 34. Der Taschenrechner zeigt $1E34$ an.

Weitere Potenzfunktionen

Um einen Zehnerexponenten zu berechnen (den Antilogarithmus Basis 10), verwenden Sie **10^x**. Um das Ergebnis einer *beliebigen* zur Potenz erhobenen Zahl (Exponentiation) zu berechnen, verwenden Sie **y^x** (siehe Kapitel 4).

Wissenswertes zur Zifferneingabe

Wenn Sie eine Zahl eingeben, wird der Cursor (|) im Display angezeigt. Der Cursor zeigt Ihnen, wo die nächste Ziffer eingefügt wird und weist so darauf hin, dass die Zahl nicht vollständig ist.

Tasten: **Display:** **Beschreibung:**

123 123_ Zifferneingabe *nicht* beendet: die Zahl ist nicht vollständig.

Wenn Sie *eine Funktion ausführen*, um ein *Ergebnis* zu berechnen, wird der Cursor ausgeblendet, weil die Zahl vollständig und die Zahleneingabe abgeschlossen ist.

\sqrt{x} 11.0905 Zifferneingabe ist beendet.

Durch Drücken von **ENTER** wird die Zifferneingabe beendet. Um zwei Zahlen zu trennen, geben Sie die erste Zahl ein, drücken Sie **ENTER**, um die Zifferneingabe zu beenden und geben Sie anschließend die zweite Zahl ein.

✓ 123 **ENTER** 123.0000 Eine vollständige Zahl.
 ✓ 4 **+** 127.0000 Eine weitere vollständige Zahl.

Wenn die Zifferneingabe *nicht* abgeschlossen ist (wenn der Cursor angezeigt wird), drücken Sie **←**, um die zuletzt eingegebene Ziffer zu löschen. Wenn die Zifferneingabe abgeschlossen ist (kein Cursor), funktioniert **←** wie **C** und löscht die gesamte Zahl. Probieren Sie es aus!

Zahlenbereich und ÜBERLAUF

Die kleinste auf dem Taschenrechner verfügbare Zahl ist 1×10^{-499} . Die größte Zahl ist $9,9999999999 \times 10^{499}$ (wird aufgrund der Rundung als $1,00000E500$ angezeigt).

- Wenn eine Berechnung ein Ergebnis produziert, das die größtmögliche Zahl überschreitet, wird $9,9999999999 \times 10^{499}$ ausgegeben und die Warnmeldung **OVERFLOW** angezeigt.
- Wenn eine Berechnung ein Ergebnis produziert, das die kleinstmögliche Zahl unterschreitet, wird Null (0) ausgegeben. Eine Warnmeldung wird nicht angezeigt.

Arithmetische Berechnungen

Alle Operanden (Zahlen müssen vorhanden sein, bevor Sie eine Funktionstaste drücken. (Wenn Sie eine Funktionstaste drücken, führt der Taschenrechner die auf der Taste angezeigte Funktion sofort aus.)

Alle Berechnungen können in ein- und / oder zweistellige Funktionen vereinfacht werden.

Einstellige Funktionen

So verwenden Sie eine einstellige Funktion (z. B. $1/x$, \sqrt{x} , x^2 , $\frac{1}{x}$, $\sqrt[3]{x}$, $\frac{1}{x}$, x^3 , **INTG**, $\frac{1}{x!}$, **%** oder $\frac{+}{-}$):

1. Geben Sie die Zahl ein. (Sie müssen nicht **ENTER** drücken.)
2. Drücken Sie die Funktionstaste. (Für eine Umschaltfunktion drücken Sie zuerst die entsprechende Umschalttaste **⇧** oder **⇩**.)

Berechnen Sie beispielsweise $1/32$ und $\sqrt{148,84}$. Danach quadrieren Sie das letztere Ergebnis und kehren dessen Vorzeichen um.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
32	32_	Operand.
1/x	0,0313	Der Kehrwert von 32.
148,84 √x	12,2000	Quadratwurzel von 148,84.
x²	148,8400	Quadrat von 12,2.
+/-	-148,8400	Negation von 148,8400.

Die einstelligen Funktionen umfassen auch trigonometrische, logarithmische, hyperbolische und "Teilzahlen"-Funktionen, die allesamt in Kapitel 4 erläutert werden.

✓ Zweistellige Funktionen

So verwenden Sie im RPN-Modus eine zweistellige Funktion (z. B. **+**, **-**, **x**, **÷**, **y^x**, **⇧** **INT÷**, **⇩** **Rmdr**, **∛y**, **⇧** **nCr**, **⇩** **nPr**, **%**, oder **⇩** **%CHG**):

1. Geben Sie die erste Zahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER**, um die erste Zahl von der zweiten Zahl zu trennen.
3. Geben Sie die zweite Zahl ein. (Drücken Sie *nicht* **ENTER**.)
4. Drücken Sie die Funktionstaste. (Für eine Umschaltfunktion drücken Sie zuerst die entsprechende Umschalttaste.)

Hinweis



Geben Sie im RPN-Modus *beide* Zahlen ein (trennen Sie sie durch Drücken von **ENTER**), *bevor* Sie eine Funktionstaste drücken.

Beispiel:

Berechnung:	Drücken Sie:	Display:
$12 + 3$	12 ENTER 3 +	15,0000
$12 - 3$	12 ENTER 3 -	9,0000
12×3	12 ENTER 3 x	36,0000
12^3	12 ENTER 3 y^x	1,728,0000
Prozentänderung von 8 auf 5	8 ENTER 5 ↔ %CHG	-37,5000

Die Reihenfolge der Eingabe ist nur für *nicht*-kommutative Funktionen wichtig, z. B. für **-**, **÷**, **y^x**, **↔** **INT÷**, **↔** **Rmdr**, **√^y**, **↔** **nCr**, **↔** **nPr**, **%** **↔** **%CHG**. Wenn Sie die Zahlen in einer falschen Reihenfolge eingeben, können Sie dennoch das richtige Ergebnis erhalten (ohne sie erneut eingeben zu müssen), indem Sie **X↔Y** drücken, um die Reihenfolge der Zahlen im Speicher zu wechseln. Drücken Sie anschließend die gewünschte Funktionstaste. (Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 2 unter "Die X- und Y-Register im Speicher austauschen".)

Das Anzeigeformat einstellen

Punkte und Kommas in Zahlen

So tauschen Sie die als Dezimalpunkt (Radixpunkt) und Zifferntrennzeichen verwendeten Punkte und Kommas in einer Zahl aus:

1. Drücken Sie **MODES**, um das Menü MODES anzuzeigen.
2. Geben Sie das Dezimalzeichen (Radixzeichen) an, indem Sie **{.}** oder **{,}** drücken.

Die Zahl "eine Million" sieht beispielsweise folgendermaßen aus:

- 1.000.000.0000, wenn Sie **{.}** drücken oder
- 1.000.000,0000, wenn Sie **{,}** drücken.

Anzahl der Dezimalstellen

Alle Zahlen werden 12-stellig *gespeichert*, aber Sie können die Anzahl der *angezeigten* Dezimalstellen wählen, indem Sie **DISPLAY** drücken (das Anzeigemenü). Bei einigen komplizierten internen Berechnungen verwendet der Taschenrechner eine 15-stellige Genauigkeit für Zwischenergebnisse. Die angezeigte Zahl wird entsprechend des Anzeigeformats *gerundet*. Das Menü DISPLAY stellt vier Optionen zur Verfügung:

FIX SCI ENG ALL

Feste Dezimalstellen(**FIX**)

Das FIX-Format zeigt eine Zahl mit bis zu 11 Dezimalstellen an (11 Stellen *rechts* des Radixzeichens "." oder "·"), sofern sie in das Display passen. Geben Sie nach der Eingabeaufforderung **FIX_** die Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen ein. Für 10 oder 11 Stellen drücken Sie 0 oder 1.

Beispielsweise sind in der Zahl 123.4567889 die Zahlen "7", "0", "8" und "9" die Zahlen, die Sie sehen, wenn im Taschenrechner der Anzeigemodus FIX 4 aktiviert ist.

Jede Zahl, die zu groß oder zu klein ist, um im aktuellen Dezimalstellenmodus angezeigt zu werden, wird automatisch im wissenschaftlichen Format angezeigt.

Wissenschaftliches Format (**SCI**)

Das SCI-Format zeigt eine Zahl in wissenschaftlicher Notation (eine Stelle vor dem Radixzeichen "." oder "·") mit bis zu 11 Dezimalstellen (sofern ausreichend Platz vorhanden ist) und bis zu drei Stellen im Exponenten an. Geben Sie nach der Eingabeaufforderung **SCI_** die Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen ein. Für 10 oder 11 Stellen drücken Sie 0 oder 1. (Der Mantissenteil der Zahl ist grundsätzlich kleiner als 10.)

Beispielsweise sind in der Zahl $1.2346E5$ die Zahlen "2", "3", "4" und "6" die Dezimalstellen, die Sie sehen, wenn im Taschenrechner der Anzeigemodus SCI 4 aktiviert ist. Die "5" hinter dem "E" ist der Zehnerexponent: $1,2346 \times 10^5$.

Technisches Format ({ENG})

Das ENG-Format zeigt eine Zahl ähnlich wie in der wissenschaftlichen Notation an, mit der Ausnahme dass der Exponent ein Vielfaches von drei ist (vor dem Radixzeichen "." oder "·" können bis zu drei Stellen vorhanden sein). Dieses Format ist besonders hilfreich für wissenschaftliche und technische Berechnungen, die Einheiten verwenden, die als Vielfache von 10^3 angegeben werden (z. B. Mikro-, Milli- und Kiloeinheiten.)

Geben Sie nach der Eingabeaufforderung ENG_ die Anzahl der Dezimalstellen ein, die nach der ersten signifikanten Ziffer angezeigt werden sollen. Für 10 oder 11 Stellen drücken Sie $\boxed{\cdot} 0$ oder $\boxed{\cdot} 1$.

Beispielsweise sind in der Zahl $1 \cdot 2346E3$ die Zahlen "2", "3", "4" und "6" die signifikanten Ziffern nach der ersten signifikanten Ziffer, die Sie sehen, wenn im Taschenrechner der Anzeigemodus ENG 4 aktiviert ist. Die "3" hinter dem "E" ist der Exponent (Vielfaches von 3) von $10 : 123,46 \times 10^3$.

Wenn Sie \boxed{ENG} oder $\boxed{\rightarrow} \boxed{\leftarrow ENG}$ drücken, wird die Anzeige der Zahl im Display so geändert, dass sie mit einem Exponenten dargestellt wird, der ein Vielfaches von 3 ist.

Geben Sie als Beispiel die Zahl $12 \cdot 346E4$ ein. Beim ersten Betätigen von \boxed{ENG} wird der angezeigte Wert in $123 \cdot 46E3$ gewandelt; die Mantisse n ist $1 \leq n < 1000$, der Exponent ist ein Vielfaches von 3. Wenn Sie erneut \boxed{ENG} drücken, wird der Wert in $123 \cdot 460E0$ umgewandelt, indem der Dezimalpunkt um drei Stellen nach rechts verschoben und der Exponent zum nächst niedrigeren Vielfachen von 3 wird.

Geben Sie die Zahl $12 \cdot 346E4$ ein. Beim ersten Betätigen von $\boxed{\rightarrow} \boxed{\leftarrow ENG}$ wird der angezeigte Wert in $0 \cdot 12346E6$ umgewandelt; die Mantisse n ist $0,01 \leq n < 10$, der Exponent ist ein Vielfaches von 3. Wenn Sie fortlaufend $\boxed{\rightarrow} \boxed{\leftarrow ENG}$ drücken, wird der Wert in $0 \cdot 00012346E9$ umgewandelt, indem der Dezimalpunkt um drei Stellen nach links verschoben und der Exponent zum nächst höheren Vielfachen von 3 wird.

ALL-Format ({ALL})

Das ALL-Format zeigt eine Zahl so genau wie möglich an (maximal 12 Stellen). Wenn das Display nicht alle Stellen anzeigen kann, wird die Zahl automatisch im wissenschaftlichen Format angezeigt.

Zahlen mit 12-stelliger Genauigkeit anzeigen

Eine Änderung der Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen wirkt sich darauf aus, was Sie im Display sehen, nicht aber auf die interne Darstellung der Zahlen. Alle intern gespeicherten Zahlen haben immer 12 Stellen.

Beispielsweise sehen Sie von der Zahl 14,8745632019 nur "14,8746", wenn im Taschenrechner der Anzeigemodus FIX 4 aktiviert ist. Im Taschenrechner selbst sind jedoch auch die letzten sechs Stellen ("632019") vorhanden.

Um eine Zahl temporär mit vollständiger Genauigkeit anzuzeigen, drücken Sie  **SHOW**. Dadurch wird die *Mantisse* (aber kein Exponent) der Zahl angezeigt, solange Sie **SHOW** gedrückt halten.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 DISPLAY {FIX} 4		Zeigt vier Dezimalstellen an.
✓ 45  ENTER 1,3  X	58.5000	Es werden vier Dezimalstellen angezeigt.
 DISPLAY {SCI} 2	5.85E1	Wissenschaftliches Format: zwei Dezimalstellen und ein Exponent.
 DISPLAY {ENG} 2	58.5E0	Technisches Format.
 DISPLAY {ALL}	58.5	Alle signifikanten Ziffern; rechtsstehende Nullen werden nicht angezeigt.
 DISPLAY {FIX} 4	58.5000	Vier Dezimalstellen, kein Exponent.
 1/x	0.0171	Der Kehrwert von 58,5.
 SHOW (halten)	170940170940	Zeigt die vollständige Genauigkeit, bis Sie SHOW loslassen.

Brüche

Mit dem HP 33s können Sie Brüche eingeben, anzeigen und mathematische Operationen mit ihnen ausführen. Brüche sind *reelle* Zahlen der Form

$$a \ b/c,$$

wobei a , b und c Ganzzahlen sind, $0 \leq b < c$ gilt und der Nenner (c) einen Wert zwischen 2 und 4095 haben muss.

Brüche eingeben

Brüche können jederzeit in den Speicher eingegeben werden:

1. Geben Sie den ganzzahligen Teil der Zahl ein und drücken Sie $\boxed{\cdot}$. (Das erste $\boxed{\cdot}$ trennt den ganzzahligen Teil der Zahl von dem Bruchteil der Zahl.)
2. Geben Sie den Zähler ein und drücken Sie $\boxed{\cdot}$ erneut. Das zweite $\boxed{\cdot}$ trennt den Zähler vom Nenner.
3. Geben Sie den Nenner ein und drücken Sie anschließend $\boxed{\text{ENTER}}$ oder eine Funktionstaste, um die Zifferneingabe zu beenden. Die Zahl bzw. das Ergebnis wird entsprechend des aktuellen Anzeigeformats formatiert.

Das Symbol $a \ b/c$ unterhalb der Taste $\boxed{\cdot}$ dient als Erinnerung daran, dass die Taste $\boxed{\cdot}$ für die Eingabe eines Bruches zweimal verwendet wird.

Um beispielsweise die Bruchzahl $12 \frac{3}{8}$ einzugeben, drücken Sie die folgenden Tasten:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
12	12_	Gibt den ganzzahligen Teil der Bruchzahl ein.
$\boxed{\cdot}$	12, _	Die Taste $\boxed{\cdot}$ wird auf die normale Weise interpretiert.
3	12,3_	Gibt den Nenner der Bruchzahl ein (die Zahl wird immer noch in Dezimalform angezeigt).
$\boxed{\cdot}$	12 3/_	Der Taschenrechner interpretiert das zweite $\boxed{\cdot}$ als einen Bruch und trennt den Nenner vom Zähler.
8	12 3/8_	Hängt den Zähler der Bruchzahl an.
$\boxed{\text{ENTER}}$	12,3750	Beendet die Zifferneingabe und zeigt die Zahl im aktuellen Anzeigeformat an.

Wenn die eingegebene Zahl keinen ganzzahligen Teil enthält (z. B. $\frac{3}{8}$), beginnen Sie die Zahl einfach ohne eine Ganzzahl:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8	0 $\frac{3}{8}$ _	Gibt keinen ganzzahligen Teil ein. (3 $\frac{\square}{\square}$ 8 funktioniert auch.)
ENTER	0,3750	Beendet die Zifferneingabe und zeigt die Zahl im aktuellen Anzeigeformat an (FIX 4).

Brüche anzeigen

Drücken Sie **↩** **FDISP**, um zwischen dem Bruchmodus und dem aktuellen Dezimal-Modus zu wechseln.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
12 $\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8	12 $\frac{3}{8}$ _	Zeigt die Zeichen an, wie Sie sie eingeben.
ENTER	12,3750	Beendet die Zifferneingabe und zeigt die Zahl im aktuellen Anzeigeformat an.
↩ FDISP	12 $\frac{3}{8}$	Zeigt die Zahl als Bruch an.

Addieren Sie jetzt $\frac{3}{4}$ zu der Zahl im X-Register (12 $\frac{3}{8}$):

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 4	0 $\frac{3}{4}$ _	Zeigt die Zeichen an, wie Sie sie eingeben.
+	13 $\frac{1}{8}$	Addiert die Zahlen im X- und Y-Register und zeigt das Ergebnis als Bruch an.
↩ FDISP	13,1250	Wechselt in das aktuelle Dezimalformat.

Weitere Informationen zur Verwendung von Brüchen finden Sie im Kapitel 5 "Brüche".

Meldungen

Der Taschenrechner reagiert auf bestimmte Bedingungen oder Tastatureingaben, indem er eine Meldung anzeigt. Der Indikator ▲ soll Sie auf die Meldung aufmerksam machen.

- Um eine Meldung zu löschen, drücken Sie **C** oder **←**.
- Um eine Meldung zu löschen *und* eine andere Funktion auszuführen, drücken Sie eine beliebige andere Taste.

Wenn an Stelle einer Meldung nur ▲ angezeigt wird, haben Sie eine *inaktive* Taste gedrückt (eine Taste, die in der aktuellen Situation keine Bedeutung hat, z. B. **3** im Binärmodus).

Alle angezeigten Meldungen werden in Anhang F "Meldungen" erläutert.

Der Speicher des Taschenrechners

Der HP 33s hat einen Speicher von 31KB, in dem Sie eine beliebige Kombination von Daten speichern können, z. B. Variablen, Gleichungen oder Programmzeilen.

Verfügbaren Speicher überprüfen

Wenn Sie **◀** **MEM** drücken, wird das folgende Menü angezeigt:

```
1VAR 2PGM  
31.277
```

Dabei stellt

31.277 die Anzahl der verfügbaren Bytes im Speicher dar.

Drücken Sie die Menütaste {VAR}, um den Variablenkatalog anzuzeigen (siehe "Variablen im VAR-Katalog prüfen" in Kapitel 3). Drücken Sie die Menütaste {PGM}, um den Programmkatalog anzuzeigen.

1. Um den Variablenkatalog aufzurufen, drücken Sie {VAR}; um den Programmkatalog aufzurufen, drücken Sie {PGM}.
2. Um die Kataloge zu betrachten, drücken Sie **↓** oder **↑**.
3. Um eine Variable oder ein Programm zu löschen, drücken Sie **◀** **CLEAR**, während Sie die Variable bzw. das Programm im entsprechenden Katalog anzeigen.
4. Um den Katalog zu verlassen, drücken Sie **C**.

Den Speicher löschen

Das *Löschen* des gesamten Speichers löscht alle gespeicherten Zahlen, Gleichungen und Programme. Es wirkt sich nicht auf die Modus- oder Formateinstellungen aus. (Weitere Informationen darüber, wie Sie die Einstellungen und die Daten löschen, finden Sie unter "Den Speicher löschen" in Anhang B.)

So löschen Sie den gesamten Speicher:

1. Drücken Sie   {ALL}. Es wird die folgende Bestätigungsaufforderung CLR ALL? {Y} {N} angezeigt, die ein unabsichtliches Löschen des Speichers verhindern soll.
2. Drücken Sie {Y} (Ja).

RPN: Der automatische Stack-Speicher

In diesem Kapitel wird erläutert, wie Berechnungen im automatischen Stack-Speicher im RPN-Modus ausgeführt werden. *Es ist nicht erforderlich, dass Sie diese Informationen lesen und verstehen, um den Taschenrechner verwenden zu können*, aber das Verstehen dieser Informationen wird Ihnen bei der Verwendung des Taschenrechners, insbesondere bei der Programmierung, enorm weiterhelfen.

In Teil 2 "Programmierung" lernen Sie, wie der Stack Ihnen helfen kann, Daten für Programme zu bearbeiten und zu organisieren.

Was ist der Stack?

Das automatische Speichern von Zwischenergebnissen ist der Grund, warum der HP 33s komplexe Berechnungen einfach und ohne Verwendung von Klammern durchführen kann. Der Schlüssel zum automatischen Speichern ist der automatische RPN-Stack-Speicher.

Die Funktionslogik von HP basiert auf einer eindeutigen, *klammerfreien* mathematischen Logik, die als "Polnische Notation" bekannt ist und vom polnischen Logiker Jan Łukasiewicz (1878 bis 1956) entwickelt wurde.

Während die herkömmliche algebraische Notation die Operatoren *zwischen* den relevanten Zahlen oder Variablen platziert, werden sie in der Notation von Łukasiewicz *vor* die Zahlen oder Variablen gesetzt. Um die Leistung des Stacks zu optimieren, haben wir diese Notation so modifiziert, dass die Operatoren nach den Zahlen angegeben werden. Daher auch der Begriff RPN oder *Reverse Polish Notation* (umgekehrte Polnische Notation).

Der Stack besteht aus vier Speicherplätzen, so genannten *Registern*, die übereinander "gestapelt" sind. Diese Register – mit X, Y, Z und T gekennzeichnet – speichern und verarbeiten vier aktuelle Zahlen. Die "älteste" Zahl wird im (*obersten*) T-Register gespeichert. Im Stack werden auch die Berechnungen ausgeführt.

T	0,0000	"Älteste Zahl"
Z	0,0000	
Y	0,0000	Angezeigt
X	0,0000	Angezeigt

Die "neueste" Zahl befindet sich im X-Register: dies ist die Zahl, die Sie in der zweiten Displayzeile sehen.

Bei der Programmierung wird der Stack verwendet, um Berechnungen auszuführen, Zwischenergebnisse temporär zu speichern, gespeicherte Daten (Variablen) an Programme und Subroutinen zu übergeben, um Eingaben anzunehmen und Ausgaben bereitzustellen.

X- und Y-Register werden im Display angezeigt.

Das X-Register und das Y-Register sehen Sie im Display, *außer* wenn gerade ein Menü, eine Meldung oder eine Programmzeile angezeigt wird. Es gibt mehrere Funktionsnamen, die ein x oder ein y enthalten, wie Sie eventuell bemerkt haben.

Dies hat seinen Grund: Diese Buchstaben beziehen sich auf die X- und Y-Register. So potenziert beispielsweise $\boxed{\text{X}}$ $\boxed{10^x}$ die Zahl 10 mit der im X-Register gespeicherten Zahl.

Das X-Register löschen

Wenn Sie $\boxed{\text{X}}$ $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{x\}$ drücken, wird das X-Register *immer* auf Null gesetzt; die Tastenkombination wird außerdem verwendet, um diese Anweisung zu programmieren. Die Taste $\boxed{\text{C}}$ ist im Gegensatz dazu kontextsensitiv. Abhängig von der Situation löscht sie die aktuelle Anzeige oder bricht sie ab: sie funktioniert nur wie $\boxed{\text{X}}$ $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{x\}$, wenn das X-Register angezeigt wird. $\boxed{\leftarrow}$ funktioniert ebenfalls wie $\boxed{\text{X}}$ $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{x\}$, wenn das X-Register angezeigt wird *und* die Zifferneingabe beendet ist (kein Cursor angezeigt wird). Andere Anzeigen werden *abgebrochen*: Menüs, benannte Zahlen, Meldungen, Gleichungs- und Programmeingaben.

Den Stack betrachten

R↓ (Abwärts suchen)

Mit Hilfe der Taste $\boxed{\text{R}}$ (*Abwärtssuche*) können Sie den gesamten Inhalt des Stacks betrachten, indem Sie ihn jeweils um ein Register nach unten bewegen. Sie sehen jede Zahl, wenn sie in das X-Register gelangt.

Nehmen Sie an, der Stack enthält 1, 2, 3, 4 (drücken Sie 1 **ENTER** 2 **ENTER** 3 **ENTER** 4. Durch viermaliges Drücken von **R↓** werden die Zahlen vier Mal rotiert und wieder in ihrer ursprünglichen Reihenfolge angezeigt:

T	1		4		3		2		1
Z	2		1		4		3		2
Y	3		2		1		4		3
X	4	R↓	3	R↓	2	R↓	1	R↓	4

Die im X-Register gespeicherten Zahlen werden in das T-Register *rotiert*, der Inhalt des T-Registers wird in das Z-Register *rotiert*, usw. Beachten Sie, dass nur der *Inhalt* der Register rotiert wird. Die Register selbst behalten ihre Positionen bei und es wird nur der Inhalt des X- und des Y-Register angezeigt.

R↑ (Aufwärts suchen)

Die Taste **R↑** (*aufwärts suchen*) hat eine ähnliche Funktion wie **R↓**, außer dass sie den Stack um jeweils ein Register aufwärts verschiebt.

Der Inhalt des X-Registers rotiert in das Y-Register und der Inhalt des T-Registers rotiert in das X-Register usw.

T	1		2		3		4		1
Z	2		3		4		1		2
Y	3		4		1		2		3
X	4	R↑	1	R↑	2	R↑	3	R↑	4

Die X- und Y-Register im Stack austauschen

Eine weitere Taste für das Bearbeiten des Stack-Inhalts ist **X↔Y** (*Austausch x/y*). Diese Taste tauscht den Inhalt der X- und Y-Register aus, ohne dass sich dies auf den restlichen Stack auswirkt. Durch zweimaliges Betätigen von **X↔Y** wird die ursprüngliche Reihenfolge der Inhalte von X- und Y-Register wiederhergestellt.

Die **X↔Y**-Funktion wird in erster Linie benutzt, um die Reihenfolge von Zahlen in einer Berechnung zu ändern.

Beispiel für einen möglichen Rechenweg für $9 \div (13 \times 8)$:

Drücken Sie 13 **ENTER** 8 **X** 9 **X↔Y** **÷**.

Die Tastatureingabe für die Berechnung dieses Ausdrucks von *links nach rechts* lautet:

9 **ENTER** 13 **ENTER** 8 **X** **÷**.

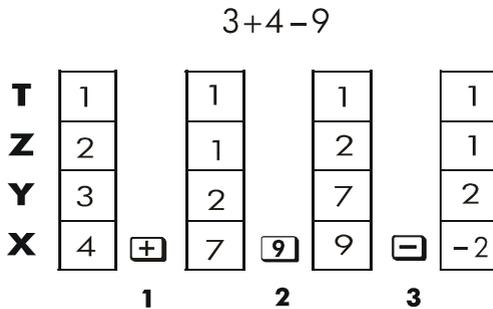
Hinweis

Stellen Sie immer sicher, dass sich jeweils nur vier Zahlen im Stack befinden – der Inhalt des T-Registers (des obersten Registers) geht verloren, wenn eine fünfte Zahl eingegeben wird.

Arithmetik – So funktioniert der Stack

Der Inhalt des Stacks wird automatisch nach unten und nach oben verschoben, wenn neue Zahlen in das X-Register eingegeben werden (*Stack-Lifting* – nach oben schieben) und wenn Operatoren zwei Zahlen in den X- und Y-Registern kombinieren, um eine neue Zahl im X-Register zu produzieren (*Stack-Dropping* – nach unten schieben).

Nehmen Sie an, der Stack enthält die Zahlen 1, 2, 3 und 4. In der folgenden Abbildung wird dargestellt, wie der Inhalt des Stacks während einer Berechnung verschoben wird:

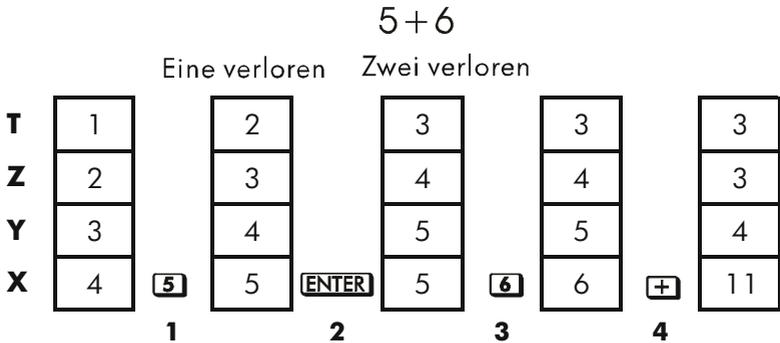


1. Der Stack verschiebt seinen Inhalt nach unten. Das (oberste) T-Register repliziert seinen Inhalt.
2. Der Stack verschiebt seinen Inhalt nach oben. Der Inhalt des T-Registers geht verloren.
3. Der Stack verschiebt seinen Inhalt nach unten.
 - Beachten Sie, dass, wenn der Stack seinen Inhalt nach oben verschiebt, er den Inhalt des (obersten) T-Registers durch den Inhalt des Z-Registers ersetzt und dass der *vorherige* Inhalt des T-Registers verloren geht. Sie sehen daran, dass der Speicher des Stacks auf vier Zahlen beschränkt ist.
 - Aufgrund der automatischen Verschiebungen im Stack müssen Sie das X-Register vor einer neuen Berechnung *nicht* löschen.

- Die meisten Funktionen bereiten den Stack so vor, dass er seinen Inhalt nach oben verschiebt, wenn die nächste Zahl in das X-Register eingegeben wird. Weitere Informationen zu Funktionen, welche die Stack-Verschiebung deaktivieren, finden Sie in Anhang B.

So funktioniert die Taste ENTER

Sie wissen, dass **ENTER** zwei nacheinander eingegebene Zahlen voneinander trennt. Wie funktioniert dies in Bezug auf den Stack? Angenommen, der Stack enthält wiederum die Zahlen 1, 2, 3 und 4. Geben Sie jetzt zwei neue Zahlen ein und addieren Sie diese:



- Der Stack wird nach oben verschoben.
- Der Stack wird nach oben verschoben und das X-Register wird repliziert.
- Der Stack wird *nicht* nach oben verschoben.
- Der Stack wird nach unten verschoben und das T-Register wird repliziert.

ENTER repliziert den Inhalt des X-Registers in das Y-Register. Die nächste Zahl, die Sie eingeben (oder neu aufrufen), *überschreibt* die Kopie der ersten Zahl im X-Register. Dies dient dazu, zwei nacheinander eingegebene Zahlen zu trennen.

Sie können den Repliziereffekt von **ENTER** verwenden, um den Stack schnell zu löschen: Drücken Sie 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Alle Stack-Register enthalten jetzt Null. Beachten Sie jedoch, dass Sie den Stack vor neuen Berechnungen *nicht* löschen müssen.

Eine Zahl zweimal nacheinander verwenden

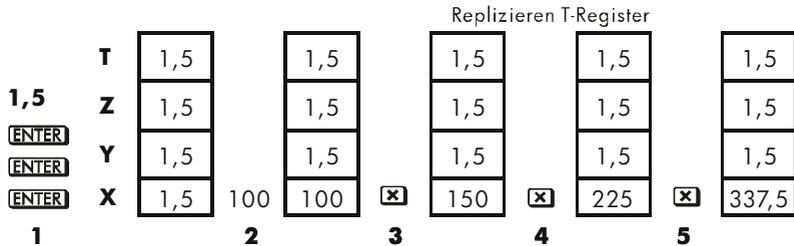
Der Repliziereffekt von **ENTER** bietet noch weitere Vorteile. Um eine Zahl zu sich selbst zu addieren, drücken Sie **ENTER** **+**.

Den Stack mit einer Konstante füllen

Der Repliziereffekt von **ENTER** ermöglicht Ihnen in Kombination mit dem Repliziereffekt der Stack-Verschiebung nach unten (von T nach Z), den Stack mit einer numerischen Konstante für Berechnungen zu füllen.

Beispiel:

Wie groß würde die Population einer Bakterienkultur mit der Anfangsgröße 100 bei einer konstanten Zuwachsrate von 50 % pro Tag nach drei Tagen sein?



1. Füllt den Stack mit der Zuwachsrate.
2. Gibt die anfängliche Population ein.
3. Berechnet die Population nach 1 Tag.
4. Berechnet die Population nach 2 Tagen.
5. Berechnet die Population nach 3 Tagen.

So funktioniert die Taste **CLEAR x**

Das Löschen setzt das X-Register auf Null. Die nächste Zahl, die Sie eingeben (oder neu aufrufen), *überschreibt* diese Null.

Sie haben drei Möglichkeiten, den Inhalt des X-Registers, d. h. x, zu löschen:

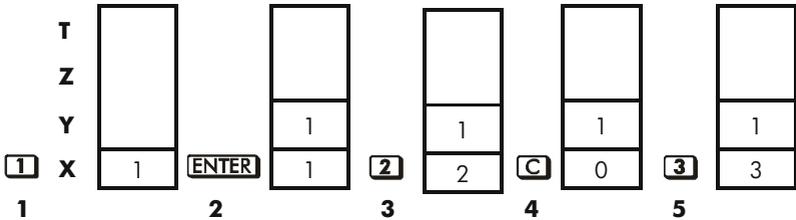
1. Drücken Sie **C**.
2. Drücken Sie **←**.
3. Drücken Sie **←** **CLEAR** {x} (wird primär während der Programmeingabe verwendet).

Beachten Sie die folgenden Ausnahmen:

- Während der Programmeingabe löscht **←** die aktuell angezeigte Programmzeile, **C** bricht die Programmeingabe ab.
- Während der Zifferneingabe löscht **←** die letzte angezeigte Zahl.

- Wenn im Display eine *gekennzeichnete* Zahl angezeigt wird (z. B. $R=2,0000$), bricht **C** oder **←** diese Anzeige ab und zeigt das X-Register an.
- Beim Anzeigen einer Gleichung blendet **←** den Cursor am Ende der Gleichung ein und ermöglicht so das Bearbeiten der Gleichung.
- Während der Gleichungseingabe löscht **←** die angezeigte Gleichung um jeweils eine Funktion.

Wenn Sie beispielsweise 1 und 3 eingeben wollten, aber versehentlich 1 und 2 eingegeben haben, sollten Sie Folgendes ausführen, um den Fehler zu beheben:



1. Der Stack wird nach oben verschoben.
2. Der Stack wird nach oben verschoben und das X-Register wird repliziert.
3. Das X-Register wird überschrieben.
4. x wird gelöscht und mit Null überschrieben.
5. Überschreibt x (die Null wird ersetzt).

Das LAST X-Register

Das LAST X-Register ist eine Zusatzkomponente des Stack: es enthält die Zahl, die vor der Ausführung der letzten numerischen Funktion im X-Register enthalten war. (Eine numerische Funktion ist eine Operation, die ein Ergebnis aus einer anderen Zahl oder anderen Zahlen produziert, z. B. \sqrt{x}). Durch Drücken von **←** **LASTx** wird dieser Wert wieder in das X-Register verschoben.

Die Möglichkeit, das "letzte x" erneut abzurufen, dient den folgenden Zwecken:

1. Beheben von Fehlern.
2. Erneutes Verwenden von Zahlen in einer Berechnung.

Eine umfassende Liste der Funktionen, die x im LAST X-Register speichern, finden Sie in Anhang B.

Fehler mit Hilfe von LAST X beheben

Falsche einstellige Funktion

Wenn Sie die falsche einstellige Funktion ausgeführt haben, können Sie die Zahl mit Hilfe von  LAST X abrufen und anschließend die richtige Funktion ausführen. (Drücken Sie *zuerst* , wenn Sie das falsche Ergebnis aus dem Stack löschen möchten.)

Da  und  den Stack nicht nach unten verschieben, können Sie Zahlen aus diesen Funktionen auf dieselbe Weise wiederherstellen wie aus einstelligen Funktionen.

Beispiel:

Angenommen, Sie haben gerade $4,7839 \times (3,879 \times 10^5)$ berechnet und möchten die Quadratwurzel ermitteln, haben aber versehentlich  gedrückt. Sie müssen nicht von neuem beginnen! Um das richtige Ergebnis abzurufen, drücken Sie  LAST X .

Fehler bei zweistelligen Funktionen

Wenn Ihnen bei einer zweistelligen Operation ein Fehler unterläuft (, , , , , INT÷, , , nCr, nPr, oder), können Sie diesen beheben, indem Sie  LAST X verwenden und die zweistellige Funktion *umkehren*.

1. Drücken Sie  LAST X, um die zweite Zahl wiederherzustellen (x vor der Operation).
2. Führen Sie die umgekehrte Operation aus. Dadurch wird die ursprünglich erste Zahl zurückgegeben. Die zweite Zahl befindet sich immer noch im LAST X-Register. Dann:
 - Wenn Sie die *falsche Funktion* verwendet haben, drücken Sie  LAST X erneut, um den ursprünglichen Stack-Inhalt wiederherzustellen. Führen Sie nun die richtige Funktion aus.
 - Wenn Sie die *falsche zweite Zahl* verwendet haben, geben Sie die richtige Zahl ein und führen Sie die Funktion aus.

Wenn Sie die *falsche erste Zahl* verwendet haben, geben Sie die richtige erste Zahl ein, drücken Sie , um die zweite Zahl wiederherzustellen und führen Sie die Funktion erneut aus. (Drücken Sie *zuerst* , wenn Sie das falsche Ergebnis aus dem Stack löschen möchten.)

Beispiel:

Nehmen Sie an, Ihnen ist ein Fehler unterlaufen bei einer Berechnung von $16 \times 19 = 304$.

Es gibt drei Arten von Fehlern, die Ihnen passiert sein könnten:

Falsche Berechnung:

16 **ENTER** 19 **=**

15 **ENTER** 19 **X**

16 **ENTER** 18 **X**

Fehler:

Falsche Funktion

Falsche erste Zahl

Falsche zweite Zahl

Behebung:

← **LAST X** **+**

← **LAST X** **X**

16 **←** **LAST X** **X**

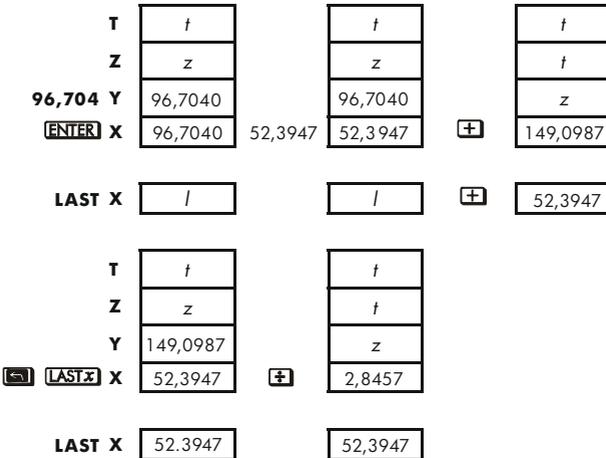
← **LAST X** **÷** 19 **X**

Zahlen mit Hilfe von LAST X erneut verwenden

Mit Hilfe von **←** **LAST X** können Sie eine Zahl (z. B. eine Konstante) in einer Berechnung erneut verwenden. Denken Sie daran, die Konstante direkt vor der Ausführung der arithmetischen Operation einzugeben, so dass die Konstante die letzte Zahl im X-Register ist und aus diesem Grund mit **←** **LAST X** gespeichert und abgerufen werden kann.

Beispiel:

Berechnen Sie $\frac{96,704 + 52,3947}{52,3947}$



Tasten:	Display:	Beschreibung:
96,704 ENTER	96,7040	Gibt die erste Zahl ein.
52,3947 +	149,0987	Zwischenergebnis.
↶ LASTx	52,3947	Zeigt das Display wie vor + an.
÷	2,8457	Endergebnis.

Beispiel:

Zwei stellare Nachbarn der Erde sind Rigel Centaurus (4,3 Lichtjahre entfernt) und Sirius (8,7 Lichtjahre entfernt). Verwenden Sie c , die Lichtgeschwindigkeit ($9,5 \times 10^{15}$ Meter pro Jahr), um die Entfernung der Erde zu diesen Sternen in Meter zu konvertieren:

Entfernung zu Rigel Centaurus: $4,3 \text{ jr} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m / jr})$.

Zu Sirius: $8,7 \text{ jr} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m / jr})$.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
4,3 ENTER	4,3000	Lichtjahre zu Rigel Centaurus.
9,5 E 15	9,5E15_	Lichtgeschwindigkeit, c .
X	4,0850E16	Meter bis Rigel Centaurus.
8,7 ↶ LASTx	9,5000E15	Ruft c ab.
X	8,2650E16	Meter bis Sirius.

Kettenberechnungen im RPN-Modus

Im RPN-Modus ermöglicht das automatische nach oben und nach unten Verschieben des Stack-Inhalts das Abrufen von Zwischenergebnissen, ohne diese speichern, neu eingeben oder Klammern verwenden zu müssen.

Berechnungen von den Klammern aus beginnen

Berechnen Sie beispielsweise $(12 + 3) \times 7$.

Bei einer manuellen Berechnung würden Sie zunächst das Zwischenergebnis von $(12 + 3)$ berechnen ...

$$(12 + 3) = 15$$

... anschließend würden Sie das Zwischenergebnis mit 7 multiplizieren:

$$(15) \times 7 = 105$$

Sie lösen das Problem mit dem HP 33s auf dieselbe Weise, indem Sie *innerhalb* der Klammern beginnen:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
12 ENTER 3 +	15,0000	Berechnet zuerst das Zwischenergebnis.

Sie müssen nicht **ENTER** drücken, um dieses Zwischenergebnis zwischenzuspeichern, bevor Sie fortfahren können. Da es sich um ein *berechnetes* Ergebnis handelt, wird es automatisch zwischengespeichert.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
7 x	105,0000	Durch Drücken der Funktionstaste erhalten Sie das Ergebnis. Dieses Ergebnis kann in weiteren Berechnungen verwendet werden.

Betrachten Sie nun die folgenden Beispiele. Denken Sie daran, dass Sie **ENTER** nur drücken müssen, um *nacheinander eingegebene* Zahlen zu trennen, z. B. am Beginn einer Berechnung. Die Operationen (**+**, **-**, etc.) trennen aufeinander folgende Zahlen selbst und speichern die Zwischenergebnisse. Das zuletzt gespeicherte Ergebnis ist das erste Ergebnis, das zum Ausführen der Berechnung abgerufen wird.

Berechnen Sie $2 \div (3 + 10)$:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
3 ENTER 10 +	13,0000	Berechnet zuerst $(3 + 10)$.
2 x\divy \div	0,1538	Setzt 2 vor 13, so dass die Division richtig ist: $2 \div 13$.

Berechnen Sie $4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
7 ENTER 3 x	21,0000	Berechnet (7×3) .
14 + 2 -	33,0000	Berechnet den Nenner.
4 x\divy	33,0000	Setzt zur Vorbereitung der Division 4 vor 33.
\div	0,1212	Berechnet $4 \div 33$, das Ergebnis.

Berechnungen mit mehreren Klammern können unter Verwendung des automatischen Speicherns von Zwischenergebnissen auf dieselbe Weise gelöst werden. Um beispielsweise $(3 + 4) \times (5 + 6)$ manuell zu berechnen, würden Sie zunächst $(3 + 4)$ berechnen. Anschließend würden Sie $(5 + 6)$ berechnen. Zum Schluss würden Sie die beiden Zwischenergebnisse multiplizieren, um das Endergebnis zu erhalten.

Sie lösen diese Aufgabe mit dem HP 33s auf dieselbe Weise, abgesehen davon, dass Sie keine Zwischenergebnisse notieren müssen – das erledigt der Taschenrechner für Sie.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
3 [ENTER] 4 [+]	7,0000	Addiert zuerst $(3 + 4)$
5 [ENTER] 6 [+]	11,0000	Addiert anschließend $(5 + 6)$
[X]	77,0000	Addiert anschließend die Zwischenergebnisse, um das Endergebnis zu erhalten.

Übungen

Berechnen Sie:

$$\frac{\sqrt{(16,3805 \times 5)}}{0,05} = 181,0000$$

Lösung:

$$16,3805 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [X] } [\sqrt{x}] ,05 \text{ [÷]}$$

Berechnen Sie:

$$\sqrt{[(2 + 3) \times (4 + 5)]} + \sqrt{[(6 + 7) \times (8 + 9)]} = 21,5743$$

Lösung:

$$2 \text{ [ENTER] } 3 \text{ [+]} 4 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [+]} \text{ [X] } [\sqrt{x}] 6 \text{ [ENTER] } 7 \text{ [+]} 8 \text{ [ENTER] } 9 \text{ [+]} \text{ [X] } [\sqrt{x}] \text{ [+]}$$

Berechnen Sie:

$$(10 - 5) \div [(17 - 12) \times 4] = 0,2500$$

Lösung:

$$17 \text{ [ENTER] } 12 \text{ [-]} 4 \text{ [X]} 10 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [-]} \text{ [x↔y]} \text{ [÷]}$$

oder

$$10 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [-]} 17 \text{ [ENTER] } 12 \text{ [-]} 4 \text{ [X]} \text{ [÷]}$$

Reihenfolge der Berechnung

Wir empfehlen, dass Sie bei Kettenberechnungen von den innersten Klammern nach außen vorgehen. Sie können jedoch Berechnungen auch in der Reihenfolge von links nach rechts ausführen.

Sie haben beispielsweise bereits Folgendes berechnet:

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

Sie haben mit der innersten Klammer (7×3) begonnen und die Berechnung von dort aus nach außen hin fortgesetzt, genau so, wie Sie es manuell ausführen würden. Die Tastatureingabe war 7 **[ENTER]** 3 **[X]** 14 **[+]** 2 **[=]** 4 **[x↔y]** **[÷]**.

Wenn Sie die Berechnung von links nach rechts ausführen, drücken Sie

$$4 \text{ [ENTER]} 14 \text{ [ENTER]} 7 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [X]} \text{ [+]} 2 \text{ [=]} \text{ [÷]}.$$

Diese Methode erfordert lediglich eine zusätzliche Eingabe. Beachten Sie, dass das erste Zwischenergebnis immer noch die innerste Klammer ist (7×3). Wenn Sie eine Berechnung von links nach rechts bearbeiten, haben Sie den Vorteil, dass Sie **[x↔y]** nicht verwenden müssen, um Operanden für *nicht-kommutative* Funktionen neu anzuordnen (**[=]** und **[÷]**).

Die erste Methode (mit den innersten Klammern beginnen) wird jedoch oft aus folgenden Gründen bevorzugt:

- Es sind weniger Tastatureingaben erforderlich.
- Es sind weniger Register im Stack erforderlich.

Hinweis



Wenn Sie die *links-nach-rechts-Methode* verwenden, stellen Sie sicher, dass zu keinem Zeitpunkt mehr als vier Zahlen (oder Zwischenergebnisse) gleichzeitig benötigt werden, da der Stack nur vier Ergebnisse speichern kann.

Wenn das obige Beispiel von *links nach rechts* gelöst wird, werden an einer Stelle alle Register im Stack gleichzeitig benötigt:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
4 [ENTER] 14 [ENTER]	14 . 0000	Speichert 4 und 14 als Zwischenzahlen im Stack.
7 [ENTER] 3	3_	Zu diesem Zeitpunkt ist der Stack mit

\times	21,0000	Zahlen für diese Berechnung gefüllt.
$+$	35,0000	Zwischenergebnis.
2 $-$	33,0000	Zwischenergebnis.
\div	0,1212	Endergebnis.

Weitere Übungen

Üben Sie anhand der folgenden Beispiele die Verwendung der RPN ein:

Berechnen Sie:

$$(14 + 12) \times (18 - 12) \div (9 - 7) = 78,0000$$

Eine Lösung:

$$14 \text{ [ENTER]} 12 \text{ [+]} 18 \text{ [ENTER]} 12 \text{ [-]} \times 9 \text{ [ENTER]} 7 \text{ [-]} \div$$

Berechnen Sie:

$$23^2 - (13 \times 9) + 1/7 = 412,1429$$

Eine Lösung:

$$23 \text{ [x}^2\text{]} 13 \text{ [ENTER]} 9 \text{ [x]} \text{ [-]} 7 \text{ [1/x]} \text{ [+]}$$

Berechnen Sie:

$$\sqrt{(5,4 \times 0,8) \div (12,5 - 0,7^3)} = 0,5961$$

Lösung:

$$5,4 \text{ [ENTER]} ,8 \text{ [x]} ,7 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [y}^x\text{]} 12,5 \text{ [x} \leftrightarrow \text{y]} \text{ [-]} \div \sqrt{x}$$

oder

$$5,4 \text{ [ENTER]} ,8 \text{ [x]} 12,5 \text{ [ENTER]} ,7 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [y}^x\text{]} \text{ [-]} \div \sqrt{x}$$

Berechnen Sie:

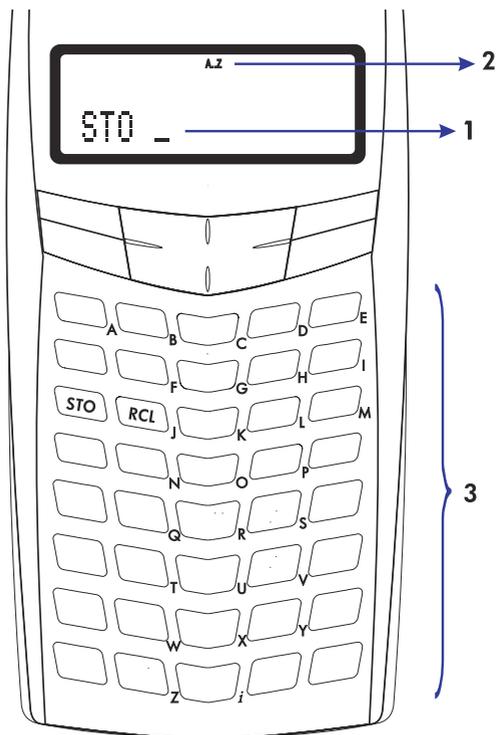
$$\sqrt{\frac{8,33 \times (4 - 5,2) \div [(8,33 - 7,46) \times 0,32]}{4,3 \times (3,15 - 2,75) - (1,71 \times 2,01)}} = 4,5728$$

Eine Lösung:

$$4 \text{ [ENTER]} 5,2 \text{ [-]} 8,33 \text{ [x]} \text{ [LAST x]} 7,46 \text{ [-]} 0,32 \text{ [x]} \div 3,15 \text{ [ENTER]} 2,75 \text{ [-]} 4,3 \text{ [x]} 1,71 \text{ [ENTER]} 2,01 \text{ [x]} \text{ [-]} \div \sqrt{x}$$

Daten in Variablen speichern

Der HP 33s verfügt über 31KB *Benutzerspeicher*: Speicher, in dem Sie Zahlen, Gleichungen und Programmzeilen speichern können. Zahlen werden in sogenannten *Variablen* gespeichert, die mit Buchstaben von A bis Z gekennzeichnet sind. (Sie können einen Buchstaben als Hinweis auf die in der Variablen gespeicherten Zahl verwenden, z. B. B für *Bankguthaben* und L für *Lichtgeschwindigkeit*.)



1. Eingabe-Cursor für die Variableneingabe.
2. Zeigt an, dass die Buchstabetasten aktiviert sind.
3. Buchstabetasten.

Jeder Schwarzes Buchstabe ist mit einer Taste und einer eindeutigen Variable verknüpft. Die Tasten werden bei Bedarf automatisch aktiviert. (Dies wird im Display durch den Indikator **A..Z** bestätigt.)

Beachten Sie, dass die Variablen X, Y, Z und T andere Speicherorte darstellen als die X-, Y-, Z- und T-Register im Stack.

Zahlen speichern und abrufen

Mit Hilfe der Funktionen **[STO]** (Speichern) und **[RCL]** (Abrufen) werden Zahlen in mit Buchstaben gekennzeichneten Variablen gespeichert und aus diesen abgerufen.

So speichern Sie eine Kopie einer angezeigten Zahl (X-Register) in eine Variable:

Drücken Sie **[STO]** Buchstabentaste.

So holen Sie eine Kopie einer als Variable gespeicherten Zahl in das Display zurück:

Drücken Sie **[RCL]** Buchstabentaste.

Beispiel: Zahlen speichern.

Speichern Sie die Avogadro-Zahl (ungefähr $6,0221 \times 10^{23}$) in A.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
6,0221 [E] 23	6,0221E23_	Avogadro-Zahl.
[STO]	STO _	Aufforderung für die Variableneingabe.
A ([e^x] halten)	STO A	Zeigt die Funktion so lange an, wie die Taste gedrückt ist.
(loslassen)	6,0221E23	Speichert eine Kopie der Avogadro-Zahl in A. Dies beendet zudem die Zifferneingabe (es wird kein Cursor angezeigt)
[C]	0,0000	Löscht die Zahl im Display.
[RCL]	RCL _	Aufforderung zur Variableneingabe.
A	6,0221E23	Kopiert die Avogadro-Zahl aus A in das Display.

Eine Variable anzeigen, ohne sie abzurufen

Mit Hilfe der Funktion  **VIEW** können Sie den Inhalt einer Variable anzeigen, ohne diese Zahl in das X-Register zu stellen. Die Variable wird im Display angezeigt, z. B.:

```
R=
1234,5678
```

Im Bruchmodus () **FDISP**), kann es sein, dass ein Teil der Ganzzahl nicht angezeigt wird. Dies wird durch "..." links von der Ganzzahl angedeutet.

Um die ganze Mantisse zu sehen, drücken Sie auf  **SHOW**. Der ganzzahlige Anteil ist der Teil links vom Radixpunkt (, oder ').

 **VIEW** wird in der Regel bei der Programmierung verwendet, ist aber jederzeit hilfreich, wenn Sie den Wert einer Variable anzeigen möchten, ohne dass sich dies auf den Stack-Inhalt auswirkt.

Um die Anzeige VIEW abubrechen, drücken Sie  oder **C** einmal.

Variablen im VAR-Katalog betrachten

Die Funktion  **MEM** (Speicher) stellt Informationen zum Speicher zur Verfügung:

```
1VAR 2PGM
nn,nnn
```

Dabei ist *nn,nnn* die Anzahl der verfügbaren Bytes im Speicher.

Drücken Sie die Menütaste {VAR}, um den Variablenkatalog anzuzeigen.

Drücken Sie die Menütaste {PGM}, um den Programmkatalog anzuzeigen.

So prüfen Sie die Werte einer oder aller Nicht-Null-Variablen:

1. Drücken Sie  **MEM** {VAR}.
2. Drücken Sie  oder , um in der Liste zu navigieren und die gewünschte Variable anzuzeigen. (Beachten Sie, dass der Indikator ▲▼ anzeigt, dass die Tasten  und  aktiviert sind. Wenn der Bruchmodus aktiviert ist, wird der Indikator ▲▼ nicht eingeschaltet, um die Genauigkeit anzuzeigen.)

Um alle signifikanten Ziffern einer im {VAR}-Katalog angezeigten Zahl zu sehen, drücken Sie  **SHOW**. (Wenn es sich um eine Binärzahl mit mehr als 12 Stellen handelt, verwenden Sie die Tasten  und , um sie vollständig anzuzeigen.)

3. Um eine angezeigte Variable aus dem Katalog in das X-Register zu kopieren, drücken Sie **ENTER**.

- Um eine Variable auf Null zu setzen, drücken Sie  , während sie im Katalog angezeigt wird.
- Drücken Sie , um den Katalog zu verlassen.

Variablen löschen

Die Werte von Variablen werden im Dauerspeicher beibehalten, bis Sie sie ersetzen oder löschen. Durch das *Löschen* einer Variable wird an dieser Stelle eine Null gespeichert. Ein Wert von Null nimmt keinen Speicherplatz in Anspruch.

So löschen Sie eine einzelne Variable:

Speichern Sie Null in der Variable: Drücken Sie 0  Variable.

So löschen Sie ausgewählte Variablen:

- Drücken sie   {VAR} und verwenden Sie  oder , um die Variable anzuzeigen.
- Drücken Sie  .
- Drücken Sie , um den Katalog zu verlassen.

So löschen Sie alle Variablen auf einmal:

Drücken Sie   {VARS}.

Arithmetik mit gespeicherten Variablen

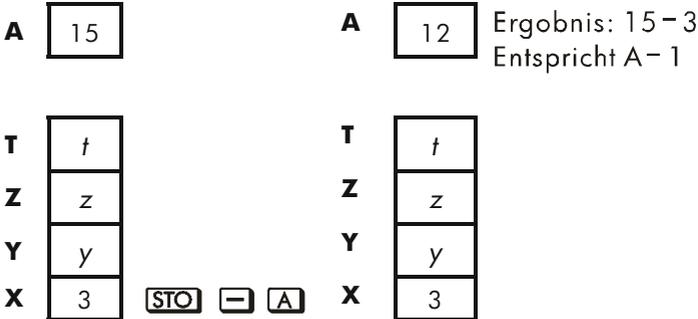
Die *Speicher- und Recall-Arithmetik* ermöglicht Ihnen, Berechnungen mit einer in einer Variablen gespeicherten Zahl auszuführen, *ohne die Variable in den Stack zu rufen*. Eine Berechnung verwendet eine Zahl aus dem X-Register und eine Zahl aus der angegebenen Variable.

Speicherarithmetik

Die *Speicherarithmetik* verwendet  ,  ,   oder  , um die Rechnung in der Variablen selbst auszuführen und das Ergebnis dort zu speichern. Sie verwendet den Wert im X-Register, ohne dass sich dies auf den Stack auswirkt.

Neuer Wert der Variable = Vorheriger Wert der Variable {+, -, ×, ÷} x.

Angenommen, Sie möchten den Wert in A (15) um die Zahl im X-Register (3, angezeigt) reduzieren. Drücken Sie **[STO]** **[−]** **[A]**. Jetzt ist A = 12, während 3 immer noch im Display angezeigt wird.

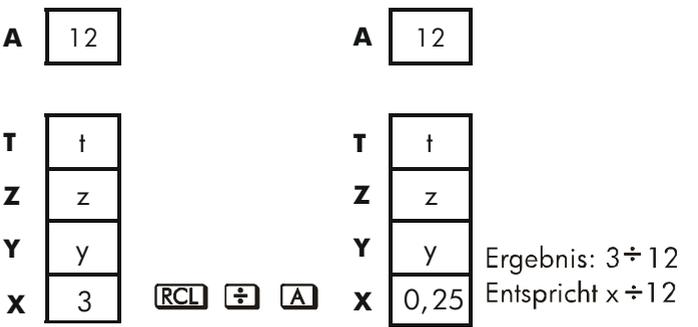


Recall-Arithmetik

Die *Recall-Arithmetik* verwendet **[RCL]** **[+]**, **[RCL]** **[−]**, **[RCL]** **[x]** oder **[RCL]** **[÷]**, um die Rechnung im X-Register mit Hilfe einer abgerufenen Zahl auszuführen und das Ergebnis im Display anzuzeigen. Dies wirkt sich nur auf das X-Register aus.

Neues x = Vorheriges x {+, −, ×, ÷} Variable

Nehmen Sie beispielsweise an, Sie möchten die Zahl im X-Register (3, angezeigt) durch den Wert in A (12) dividieren. Drücken Sie **[RCL]** **[÷]** **[A]**. Jetzt ist x = 0,25, während A immer noch 12 enthält. Die Recall-Arithmetik spart Speicherplatz in Programmen: Das Verwenden von **[RCL]** **[+]** **[A]** (eine Anweisung) verwendet halb so viel Speicher wie **[RCL]** **[A]**, **[+]** (zwei Anweisungen).



Beispiel:

Angenommen, die Variablen D , E und F enthalten die Werte 1, 2 und 3. Addieren Sie mit Hilfe der Speicherarithmetik 1 zu jeder dieser Variablen.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
1 STO D	1,0000	Speichert die angenommenen Werte in der Variable.
2 STO E	2,0000	
3 STO F	3,0000	
1 STO + D STO + E STO + F	1,0000	Addiert 1 zu D , E und F .
➡ VIEW D	D= 2,0000		Zeigt den aktuellen Wert von $D$ an.
➡ VIEW E	E= 3,0000	
➡ VIEW F	F= 4,0000	
←	1,0000	Löscht das VIEW-Display und zeigt das X-Register wieder an.

Nehmen Sie an, die Variablen D , E und F enthalten die Werte 2, 3 und 4 aus dem letzten Beispiel. Dividieren Sie 3 durch D , multiplizieren Sie das Ergebnis mit E und addieren Sie F zum Ergebnis.

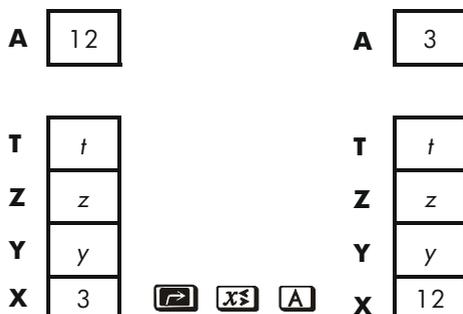
Tasten:	Display:	Beschreibung:
3 RCL ÷ D	1,5000	Berechnet $3 \div D$.
RCL × E	4,5000	$3 \div D \times E$.
RCL + F	8,5000	$3 \div D \times E + F$.

x mit einer beliebigen Variable austauschen

Mit Hilfe der Taste   können Sie den Inhalt von x (das angezeigte X-Register) durch den Inhalt einer beliebigen Variable ersetzen. Das Ausführen dieser Funktion wirkt sich nicht auf das Y-, Z- oder T-Register aus.

Beispiel:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
12  A	12.0000	Speichert 12 in Variable A.
3	3_	Zeigt x an.
  A	12.0000	Tauscht die Inhalte des X-Registers und der Variable A.
  A	3.0000	Tauscht die Inhalt des X-Registers und der Variable A.



Die Variable "i"

Es gibt eine 27. Variable, auf die Sie direkt zugreifen können – die Variable *i*. Die Taste  ist mit "i" gekennzeichnet und hat die Funktion *i*, wenn der Indikator **A..Z** angezeigt wird. Obwohl sie Zahlen wie andere Variablen speichert, ist *i* dahingehend speziell, dass sie als Verweis auf *andere* Variablen verwendet werden kann, einschließlich der Statistikregister. Verwenden Sie hierzu die Funktion (i). Weitere Informationen zu diesem als *indirekte Adressierung* bezeichneten Programmierverfahren finden Sie unter "Variablen und Label indirekt adressieren" in Kapitel 13.

Funktionen auf reellen Zahlen

In diesem Kapitel werden die meisten Funktionen des Taschenrechners erläutert, die Berechnungen mit reellen Zahlen ausführen, darunter einige in Programmen verwendete numerische Funktionen (z. B. ABS, die Absolutbetragsfunktion):

- Exponential- und Logarithmusfunktionen
- Quotienten- und Reste von Divisionen
- Potenzfunktionen ($\boxed{y^x}$ und $\boxed{\sqrt[y]{x}}$)
- Trigonometrische Funktionen
- Hyperbolische Funktionen
- Prozentfunktionen
- Physikalische Konstanten
- Konvertierungsfunktionen für Koordinaten, Winkel und Einheiten
- Wahrscheinlichkeitsfunktionen
- Teile von Zahlen (Funktionen zum Verändern von Zahlen)

Arithmetische Funktionen und Berechnungen wurden in den Kapiteln 1 und 2 erläutert. Fortgeschrittenere numerische Operationen (Nullstellenberechnungen, Integralrechnungen, komplexe Zahlen, Basiskonvertierungen und Statistiken) werden weiter hinten in diesem Handbuch beschrieben.

Exponential- und Logarithmusfunktionen

Geben Sie die Zahl in das Display ein und führen Sie anschließend die Funktion aus – Sie müssen **ENTER** hierzu nicht betätigen.

Berechnung:	Tastatureingabe:
Natürlicher Logarithmus (Basis e)	
herkömmlicher Logarithmus (Basis 10)	
Potenz von e	
normale Zehnerpotenz (Antilogarithmus)	

✓ Quotient und Rest der Division

Sie können **INT÷** und **Rmdr** verwenden, um entweder den Quotienten oder den Rest einer Divisionsoperation mit zwei Ganzzahlen zu erhalten.

1. Geben Sie die erste Ganzzahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER**, um die erste Zahl von der zweiten Zahl zu trennen.
3. Geben Sie die zweite Zahl ein. (Drücken Sie *nicht* **ENTER**.)
4. Drücken Sie die Funktionstaste.

Beispiel:

So zeigen Sie den Quotienten und den Rest von $58 \div 9$ an:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
58 ENTER 9 INT÷	6.0000	Zeigt den Quotienten an.
58 ENTER 9 Rmdr	4.0000	Zeigt den Rest an.

Potenzfunktionen

Um das Quadrat einer Zahl x zu berechnen, geben Sie x ein und drücken Sie .

Um die Quadratwurzel einer Zahl x zu berechnen, geben Sie x ein und drücken Sie .

Um das Kubik einer Zahl x zu berechnen, geben Sie x ein und drücken Sie .

Um die Kubikwurzel einer Zahl x zu berechnen, geben Sie x ein und drücken Sie .

Um die Potenz x von 10 zu berechnen, geben Sie x ein und drücken Sie $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{10^x}$.

- ✓ Um im RPN-Modus eine Zahl y mit x zu potenzieren, geben Sie y $\boxed{\text{ENTER}}$ x ein und drücken Sie $\boxed{y^x}$. (Für $y > 0$ kann x eine beliebige rationale Zahl sein; für $y < 0$, muss x eine ungerade Ganzzahl sein; für $y = 0$ muss x positiv sein.)

Berechnung:	Tastatureingabe:	Ergebnis:
15^2	15 $\boxed{x^2}$	225.0000
10^6	6 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{10^x}$	1.000.000.0000
5^4	5 $\boxed{\text{ENTER}}$ 4 $\boxed{y^x}$	625.0000
$2^{-1,4}$	2 $\boxed{\text{ENTER}}$ 1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{y^x}$	0.3789
$(-1,4)^3$	1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{x^3}$	-2.7440
$\sqrt{196}$	196 $\boxed{\sqrt{x}}$	14.0000
$\sqrt[3]{-125}$	125 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\sqrt[3]{x}}$	-5.0000

Um im RPN-Modus die Wurzel x einer Zahl y (x -te Wurzel aus y) zu berechnen, geben Sie y $\boxed{\text{ENTER}}$ x ein und drücken anschließend $\boxed{\sqrt[3]{y}}$. Für $y < 0$ muss x eine Ganzzahl sein.

Berechnung:	Tastatureingabe:	Ergebnis:
$\sqrt[4]{625}$	625 $\boxed{\text{ENTER}}$ 4 $\boxed{\sqrt[3]{y}}$	5.0000
$-1,4\sqrt[3]{37893}$	,37893 $\boxed{\text{ENTER}}$ 1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\sqrt[3]{y}}$	2.0000

Trigonometrie

π eingeben

Drücken Sie $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\pi}$, um die ersten 12 Stellen von π in das X-Register zu stellen.

(Die angezeigte Zahl hängt vom Anzeigeformat ab.) Da π eine Funktion ist, muss sie von einer anderen Zahl nicht durch $\boxed{\text{ENTER}}$ getrennt werden.

Beachten Sie, dass der Taschenrechner π nicht exakt darstellen kann, da π eine irrationale Zahl ist.

Den Winkelmodus einstellen

Der Winkelmodus legt fest, welche Maßeinheiten für Winkel angewendet werden sollen, die in trigonometrischen Funktionen verwendet werden. Der Modus konvertiert bereits vorhandene Zahlen nicht (siehe "Konvertierungsfunktionen" weiter hinten in diesem Kapitel).

$360 \text{ Grad} = 2\pi$ im Bogenmaß = 400 Zentesimalgrad (Neugrad)

Um den Winkelmodus einzustellen, drücken Sie $\boxed{\text{MODES}}$. Ein Menü wird angezeigt, in dem Sie eine Option auswählen können.

Option	Beschreibung	Indikator
{DEG}	Legt den Grad-Modus (DEG) fest. Verwendet Dezimalgrad, nicht Grad, Minuten und Sekunden.	keiner
{RAD}	Legt den Bogenmaß-Modus (RAD) fest.	RAD
{GRAD}	Legt den Zentesimalgrad-Modus (GRAD) fest.	GRAD

Trigonometrische Funktionen

Mit x im Display:

Berechnung:	Tastatureingabe:
Sinus von x .	
Kosinus von x .	
Tangens von x .	
Arcussinus von x .	
Arcuskosinus von x .	
Arcustangens von x .	

Hinweis



Berechnungen mit der irrationalen Zahl π können mit der 12-stelligen Genauigkeit des Taschenrechners nicht *exakt* ausgedrückt werden. Dies trifft besonders für trigonometrische Berechnungen zu. Der berechnete Sinus π (Bogenmaß) ist nicht Null, sondern $-2,0676 \times 10^{-13}$, eine sehr kleine Zahl nahe bei Null.

Beispiel:

Zeigen Sie, dass der Kosinus $(5/7)\pi$ im Bogenmaß und der Kosinus $128,57^\circ$ gleich sind (bis auf vier signifikante Stellen).

Tasten:	Display:	Beschreibung:
{RAD}		Legt den Bogenmaß-Modus fest; der Indikator RAD wird angezeigt.
5 7	0,7143	5 / 7 im Dezimalformat.
	-0,6235	Cos $(5 / 7)\pi$.
{DEG}	-0,6235	Wechselt in den Grad-Modus (kein Indikator).
128,57	-0,6235	Berechnet für $\cos 128,57^\circ$, den gleichen Wert wie für $\cos (5 / 7)\pi$.

Programmierungshinweis:

Gleichungen, die inverse trigonometrische Funktionen verwenden, um einen Winkel θ zu ermitteln, sehen häufig wie folgt aus:

$$\theta = \arctan (y / x).$$

Wenn $x = 0$ ist, dann ist y / x undefiniert, was den folgenden Fehler verursacht: **DIVIDE BY 0**. Für ein Programm wäre es zuverlässiger, θ durch eine *Konvertierung rechtwinkliger Koordinaten in Polarkoordinaten* zu bestimmen, durch die (x,y) in (r,θ) konvertiert wird. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Koordinatenkonvertierung" weiter hinten in diesem Kapitel.

Hyperbolische Funktionen

Mit x im Display:

Berechnung:	Tastatureingabe:
Sinus hyperbolicus von x (SINH).	 HYP SIN
Kosinus hyperbolicus von x (COSH).	 HYP COS
Tangens hyperbolicus von x (TANH).	 HYP TAN
Arcussinus hyperbolicus von x (ASINH).	 HYP  ASIN
Arcuskosinus hyperbolicus von x (ACOSH).	 HYP  ACOS
Arcustangens hyperbolicus von x (ATANH).	 HYP  ATAN

Prozentfunktionen

Die Prozentfunktionen sind (verglichen mit  und ) besonders, weil sie den Wert der Basiszahl (im Y-Register) beibehalten, wenn sie das Ergebnis der Prozentberechnung (im X-Register) zurückgeben. Sie können anschließend nachfolgende Berechnungen ausführen und sowohl die Basiszahl als auch das Ergebnis verwenden, ohne die Basiszahl erneut eingeben zu müssen.

Berechnung:	Tastatureingabe:
$x\%$ von y	y ENTER \times %
Prozentuale Veränderung von y nach x . ($y \neq 0$)	y ENTER \times ↵ %CHG

Beispiel:

Ermitteln Sie die Umsatzsteuer von 6 % und die Gesamtkosten eines Produkts im Wert von €15,76.

Verwenden Sie das FIX 2–Anzeigeformat, so dass die Kosten entsprechend gerundet werden.

✓ Tasten:	Display:	Beschreibung:
DISPLAY {FIX} 2		Rundet die Anzeige auf zwei Dezimalstellen.
15,76 ENTER	15.76	
6 %	0.95	Berechnet die Umsatzsteuer von 6 %.
+	16.71	Gesamtkosten (Grundpreis + 6 % Steuer).

Angenommen, das Produkt im Wert von €15,76 kostete im letzten €16,12. Wie hoch ist die prozentuale Preisänderung vom letzten Jahr im Vergleich zu diesem Jahr?

✓ Tasten:	Display:	Beschreibung:
16.12 ENTER	16.12	
15,76 ↵ %CHG	-2.23	Der diesjährige Preis ist im Vergleich zum Preis des vergangenen Jahres um 2,2 % gesunken.
DISPLAY {FIX} 4	-2.2333	Stellt das FIX 4–Format wieder her.

Hinweis



Die Reihenfolge der beiden Zahlen ist für die %CHG–Funktion wichtig. Die Reihenfolge wirkt sich darauf aus, ob die Prozentänderung als positiv oder negativ betrachtet wird.

Physikalische Konstanten

Im Menü CONST gibt es 40 physikalische Konstanten. Sie können  **CONST** drücken, um die folgenden Elemente anzuzeigen.

Menü CONST

Element	Beschreibung	Wert
{C}	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$299792458 \text{ m s}^{-1}$
{G}	Standardgravitationsbeschleunigung	$9,80665 \text{ m s}^{-2}$
{G}	Newtonsche Gravitationskonstante	$6,673 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
{Vm}	Molarvolumen idealer Gase	$0,022413996 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$
{NA}	Avogadro-Konstante	$6,02214199 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
{R ∞ }	Rydberg-Konstante	$10973731,5685 \text{ m}^{-1}$
{e}	Elementarladung	$1,602176462 \times 10^{-19} \text{ C}$
{me}	Elektronenmasse	$9,10938188 \times 10^{-31} \text{ kg}$
{mP}	Protonenmasse	$1,67262158 \times 10^{-27} \text{ kg}$
{m n }	Neutronenmasse	$1,67492716 \times 10^{-27} \text{ kg}$
{m μ }	Muon-Masse	$1,88353109 \times 10^{-28} \text{ kg}$
{k}	Boltzmann-Konstante	$1,3806503 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
{h}	Planck-Konstante	$6,62606876 \times 10^{-34} \text{ J s}$
{h π }	Planck-Konstante über 2 pi	$1,054571596 \times 10^{-34} \text{ J s}$
{ ϕ_0 }	Magnetisches Flussquantum	$2,067833636 \times 10^{-15} \text{ Wb}$
{a $_0$ }	Bohr-Radius	$5,291772083 \times 10^{-11} \text{ m}$
{ ϵ_0 }	Elektrische Konstante	$8,854187817 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
{R}	Gaskonstante (Molar)	$8,314472 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
{F}	Faraday-Konstante	$96485,3415 \text{ C mol}^{-1}$
{M}	Atommassenkonstante	$1,66053873 \times 10^{-27} \text{ kg}$
{M}	Magnetische Konstante	$1,2566370614 \times 10^{-6} \text{ NA}^{-2}$
{ μ_B }	Bohr'sches Magneton	$9,27400899 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
{ μ_N }	Nukleares Magneton	$5,05078317 \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
{ μ_P }	Protonen-Magnetmoment	$1,410606633 \times 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
{ μ_e }	Elektronen-Magnetmoment	$-9,28476362 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
{ μ_n }	Neutronen-Magnetmoment	$-9,662364 \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$

Element	Beschreibung	Wert
{ $\mu\mu$ }	Muon-Magnetmoment	$-4,49044813 \times 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
{ r_e }	Klassischer Elektronenradius	$2,817940285 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ Z_0 }	Typische Vakuumimpedanz	$376,730313461 \ \Omega$
{ λ_C }	Compton-Wellenlänge	$2,426310215 \times 10^{-12} \text{ m}$
{ λ_{cN} }	Compton-Wellenlänge (Neutron)	$1,319590898 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ λ_{cP} }	Compton-Wellenlänge (Proton)	$1,321409847 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ α }	Feinstrukturkonstante	$7,297352533 \times 10^{-3}$
{ σ }	Stefan-Boltzmann-Konstante	$5,6704 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
{ t }	Celsius-Temperatur	273,15
{ a_{tm} }	Standardatmosphäre	101325 Pa
{ γ_P }	Gyromagnetisches Verhältnis (Proton)	$267522212 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$
{ C_1 }	Erste Strahlenkonstante	$374177107 \times 10^{-16} \text{ W m}^2$
{ C_2 }	Zweite Strahlenkonstante	0,014387752 m K
{ G_0 }	Leitwert-Quantum	$7,748091696 \times 10^{-5} \text{ S}$
Referenz: Peter J. Mohr and Barry N. Taylor, CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 1998, Journal of Physical and Chemical Reference Data, Vol.28, No. 6,1999 and Reviews of Modern Physics, Vol. 72, No.2, 2000.		

So fügen Sie eine Konstante ein:

1. Positionieren Sie den Cursor an der Stelle, an der die Konstante eingefügt werden soll.
2. Drücken Sie  **CONST**, um das Menü der physikalischen Konstanten anzuzeigen.
3. Drücken Sie     (oder drücken Sie  **CONST**, um die jeweils nächste Seite aufzurufen) und durch das Menü zu blättern, bis die gewünschte Konstante unterstrichen ist. Drücken Sie anschließend **ENTER**, um die Konstante einzufügen.

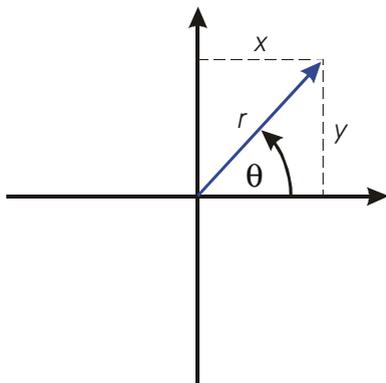
Konvertierungsfunktionen

Es gibt vier Arten der Konvertierung: Koordinate (polar / rechtwinklig), Winkel (Grad / Bogenmaß), Zeit (dezimal / Minuten–Sekunden) und Einheit (cm / in, °C / °F, l / gal, Kg / lb).

Koordinatenkonvertierungen

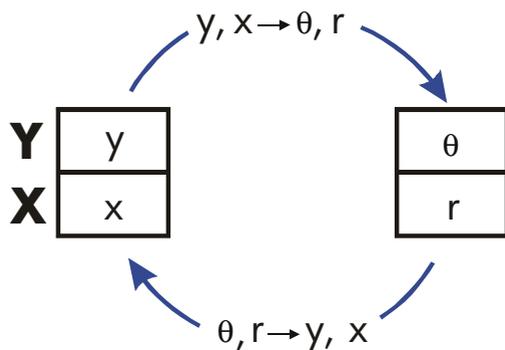
Die Funktionsnamen für diese Konvertierungen sind $y,x \rightarrow \theta,r$ und $\theta,r \rightarrow y,x$.

Die Polarkoordinaten (r,θ) und die rechtwinkligen Koordinaten (x,y) werden wie in der Abbildung dargestellt gemessen. Der Winkel θ verwendet die durch den aktuellen Winkel-Modus festgelegten Einheiten. Ein berechnetes Ergebnis für θ liegt zwischen -180° und 180° , zwischen $-\pi$ und π (Bogenmaß) oder zwischen -200 und 200 Zentesimalgrad.



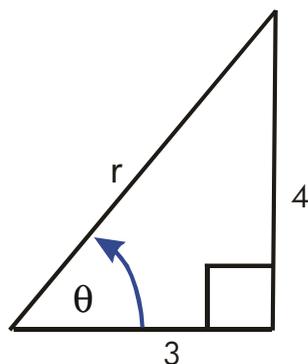
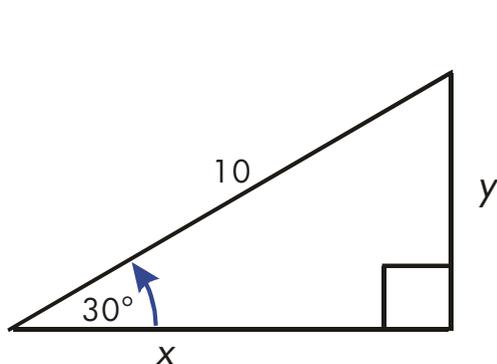
So konvertieren Sie rechtwinklige und polare Koordinaten:

1. Geben Sie die zu konvertierenden Koordinaten in rechtwinkliger oder polarer Form ein. Im RPN-Modus lautet die Reihenfolge y $\boxed{\text{ENTER}}$ x oder θ $\boxed{\text{ENTER}}$ r .
2. Führen Sie die gewünschte Konvertierung aus: Drücken Sie $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\rightarrow\theta,r}$ (rechtwinklig in polar) oder $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\rightarrow y,x}$ (polar in rechtwinklig). Die konvertierten Koordinaten werden im X- und Y-Register abgelegt.
3. Das resultierende Display (das X-Register) zeigt entweder r (polares Ergebnis) oder x (rechtwinkliges Ergebnis) an. Drücken Sie $\boxed{x\leftrightarrow y}$, um θ oder y zu sehen.



Beispiel: Koordinatenkonvertierung von polar in rechtwinklig.

In den folgenden rechtwinkligen Dreiecken sehen Sie die Seiten x und y im Dreieck links sowie die Hypotenuse r und den Winkel θ im Dreieck rechts.



Tasten:

Display:

Beschreibung:

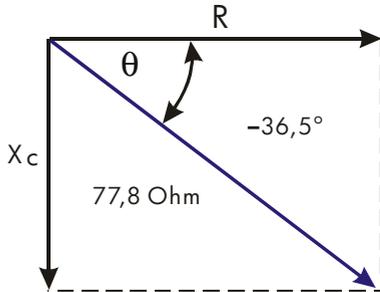
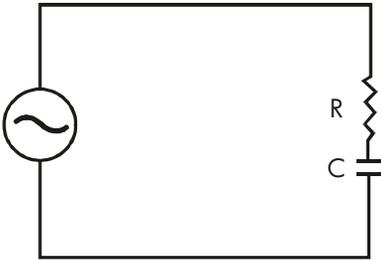
- | | | |
|---|---|---------|
| | <code>MODES</code> {DEG} | |
| ✓ | <code>30</code> <code>ENTER</code> <code>10</code> <code>↩</code> <code>→y,x</code> | 8,6603 |
| | <code>x→y</code> | 5,0000 |
| ✓ | <code>4</code> <code>ENTER</code> <code>3</code> <code>↩</code> <code>→θ,r</code> | 5,0000 |
| | <code>x→y</code> | 53,1301 |

- Legt den Grad-Modus fest.
 Berechnet x .
 Zeigt y an.
 Berechnet die Hypotenuse (r).
 Zeigt θ an.

Beispiel: Konvertierung mit Vektoren.

Der Ingenieur P.C. Bord hat ermittelt, dass im dargestellten RC-Schaltkreis die Gesamtimpedanz $77,8 \text{ Ohm}$ beträgt und die nacheilende Spannung bei $36,5^\circ$ liegt. Welche sind die Werte für den Widerstand R und die kapazitive Reaktanz X_C im Schaltkreislauf?

Verwenden Sie wie unten dargestellt ein Vektordiagramm, wobei die Impedanz gleich dem polaren Betrag r und die nacheilende Spannung gleich dem Winkel θ (in Grad) ist. Wenn die Werte in rechtwinklige Koordinaten konvertiert werden, ergibt der x -Wert R , in Ohm, und der y -Wert X_C , in Ohm.



Tasten:

Display:

Beschreibung:

MODES {DEG}

Legt den Grad-Modus fest.

✓ 36,5 **+/−** **ENTER**

-36,5000

Gibt θ ein, Grad der nacheilenden Spannung.

77,8

77,8_

Gibt r ein, Ohm der Gesamtimpedanz.

→y.x

62,5401

Berechnet x , Ohm-Widerstand, R .

x→y

-46,2772

Zeigt y an, Ohm-Reaktanz, X_C .

Weitere Informationen zu differenzierteren Operationen mit Vektoren (Addition, Subtraktion, Kreuzprodukt und Skalarprodukt) finden Sie unter "Vektoroperationen" in Kapitel 15 "Mathematische Programme".

Zeitkonvertierungen

Werte für Zeitangaben (in Stunden, H) oder Winkel (in Grad, D) können mit Hilfe der Tasten **↻** **→HR** oder **↻** **→HMS** aus einem Dezimalbruch ($H.h$ oder $D.d$) in ein Minuten-Sekunden-Format ($H.MMSSss$ oder $D.MMSSss$) und umgekehrt konvertiert werden.

So konvertieren Sie Dezimalbrüche und Minuten-Sekunden:

1. Geben Sie die Zeit oder den Winkel (im Dezimal- oder im Minuten-Sekunden-Format) ein, die bzw. den Sie konvertieren möchten.
2. Drücken Sie   oder  . Das Ergebnis wird angezeigt.

Beispiel: Zeitformate konvertieren.

Wie viele Minuten und Sekunden sind in $1/7$ einer Stunde enthalten? Verwenden Sie das FIX 6-Format.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 {FIX} 6		Legt das FIX 6-Format fest.
 1  7	0 1/7_	1/7 als Dezimalbruch.
 	0,083429	Ergibt 8 Minuten und 34,29 Sekunden.
 {FIX} 4	0,0834	Stellt das FIX 4-Format wieder her.

Winkelkonvertierung

Bei der Konvertierung in Bogenmaß wird vorausgesetzt, dass die Zahl im x-Register in Grad vorliegt, bei einer Konvertierung in Grad wird die Zahl als Bogenmaß interpretiert.

So konvertieren Sie einen Winkel von Grad in Bogenmaß und umgekehrt:

1. Geben Sie den zu konvertierenden Winkel (in *Dezimalgrad* oder Bogenmaß) ein.
2. Drücken Sie   oder  . Das Ergebnis wird angezeigt.

Einheitenkonvertierungen

Die Tastatur des HP 33s verfügt über acht Funktionen für die Einheitenkonvertierung: →kg, →lb, →°C, →°F, →cm, →in, →l, →gal.

Zu konvertierende Einheit:	In:	Tastatureingabe:	Angezeigtes Ergebnis:
1 lb	kg	1   →kg	0,4536 (Kilogramm)
1 kg	lb	1   →lb	2,2046 (Pfund)
32 °F	°C	32   →°C	0,0000 (°C)
100 °C	°F	100   →°F	212,0000 (°F)
1 in	cm	1   →cm	2,5400 (Zentimeter)
100 cm	in	100   →in	39,3701 (Zoll)
1 gal	l	1   →l	3,7854 (Liter)
1 l	gal	1   →gal	0,2642 (Gallone)

Wahrscheinlichkeitsfunktionen

Fakultät

Um die *Fakultät* einer angezeigten nicht-negativen Ganzzahl x ($0 \leq x \leq 253$) zu berechnen, drücken Sie   (die linke Umschalttaste – ).

Gamma

Um die *Gammafunktion* einer nicht-Ganzzahl x , $\Gamma(x)$, zu berechnen, geben Sie $(x - 1)$ ein und drücken Sie  . Die $x!$ -Funktion berechnet $\Gamma(x + 1)$. Der Wert für x darf keine negative Ganzzahl sein.

Wahrscheinlichkeit

✓ Kombinationen

Um die Anzahl möglicher Ergebnisse für die gleichzeitige Ziehung von r Elementen aus n zu berechnen, geben Sie zuerst n ,   und anschließend r (nur nicht-negative Ganzzahlen) ein. Kein Element kommt mehrmals in einem Ergebnis vor und unterschiedliche Reihenfolgen derselben r -Elemente werden nicht separat gezählt.

✓ Permutationen

Um die Anzahl möglicher *Anordnungen* für die gleichzeitige Ziehung von r Elementen aus n zu berechnen, geben Sie zuerst n ein,  , und anschließend r (nur nicht-negative Ganzzahlen). Kein Element kommt mehrmals in einem Ergebnis vor und unterschiedliche Reihenfolgen derselben r -Elemente werden separat berechnet.

Ausgangszahl

Um die Zahl in x als neue Ausgangszahl für den Zufallszahlengenerator zu speichern, drücken Sie  .

Zufallszahlengenerator

Um eine Zufallszahl im Bereich $0 \leq x < 1$ zu generieren, drücken Sie  . (Die Zahl ist Teil einer gleichverteilten pseudozufälligen Zahlensequenz. Sie besteht den Spektraltest von D. Knuth, *The Art of Computer Programming*, vol. 2, *Seminumerical Algorithms*, London: Addison Wesley, 1981.)

Die Funktion RANDOM verwendet zum Generieren einer Zufallszahl eine Ausgangszahl. Jede generierte Zufallszahl wird zur Ausgangszahl für die nächste Zufallszahl. Daher kann eine Sequenz von Zufallszahlen wiederholt werden, indem man erneut mit derselben Ausgangszahl beginnt. Sie können eine neue Ausgangszahl mit der Funktion SEED speichern. Wenn der Speicher gelöscht wird, wird die Ausgangszahl auf Null zurückgesetzt. Ein Startwert von Null führt dazu, dass der Rechner einen eigenen Startwert generiert.

Beispiel: Kombinationen von Personen.

Ein Unternehmen mit 14 Mitarbeiterinnen und 10 Mitarbeitern bildet ein aus sechs Personen bestehendes Sicherheitsgremium. Wie viele unterschiedliche Personenkombinationen sind möglich?

✓ Tasten:	Display:	Beschreibung:
24  6	6_	24 Personen in Gruppen zu jeweils 6.
	134,596,0000	Anzahl der möglichen Kombinationen.

Wenn die Mitarbeiter/innen zufällig gewählt werden, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Gremium sechs Frauen enthält? Um die *Wahrscheinlichkeit* eines Ereignisses zu ermitteln, dividieren Sie die Anzahl der Kombinationen für dieses Ereignis durch die Gesamtanzahl der Kombinationen.

✓ Tasten:	Display:	Beschreibung:
14  6	6_	14 Frauen in Gruppen zu jeweils 6.
	3,003,0000	Anzahl der Kombinationen mit sechs Frauen im Gremium.
	134,596,0000	Stellt die Gesamtanzahl der Kombinationen zurück in das X-Register.
	0,0223	Dividiert die Kombinationen, die nur Frauen enthalten, durch die Gesamtanzahl der Kombinationen, um die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, mit der eine Kombination nur aus Frauen bestehen würde.

Teile von Zahlen

Diese Funktionen werden vorwiegend in der Programmierung verwendet.

Ganzzahliger Teil

Um den Bruchteil von x zu entfernen und ihn durch Nullen zu ersetzen, drücken Sie  . (Beispiel: Der ganzzahlige Teil von 14,2300 ist 14,0000.)

Bruchteil

Um den ganzzahligen Teil von x zu entfernen und ihn durch Nullen zu ersetzen, drücken Sie  . (Beispiel: der Bruchteil von 14,2300 ist 0,2300).

Absolutbetrag

Um x durch seinen Absolutbetrag zu ersetzen, drücken Sie  .

Vorzeichenwert

Um das Vorzeichen von x anzuzeigen, drücken Sie  . Wenn der x -Wert negativ ist, wird $-1,0000$, wenn er Null ist, wird $0,0000$ und wenn er positiv ist, wird $1,0000$ angezeigt.

Größte Ganzzahl

Um die größte Ganzzahl zu erhalten, die kleiner oder gleich einer gegebenen Zahl ist, drücken Sie  .

Beispiel:

Berechnung:	Tastatureingabe:	Display:
Der ganzzahlige Teil von 2,47	2,47  	2.0000
Der Bruchanteil von 2,47	2,47  	0.4700
Der Absolutbetrag von -7	7   	7.0000
Der Vorzeichenwert von 9	9  	1.0000
Die größte Ganzzahl, die kleiner oder gleich $-5,3$ ist	5,3   	-5.0000

Die RND-Funktion ( ) rundet x intern auf die durch das Anzeigeformat festgelegten Stellen. (Die interne Zahl wird weiter mit 12 Stellen dargestellt.) Weitere Informationen zum Verhalten von RND im Bruchdarstellungsmodus finden Sie im Kapitel 5.

Namen von Funktionen

Sie werden bemerkt haben, dass der Name einer Funktion im Display angezeigt wird, wenn Sie die entsprechende Taste drücken und gedrückt halten, um die Funktion auszuführen. (Der Name wird so lange angezeigt, wie Sie die Taste gedrückt halten.) Wenn Sie beispielsweise $\boxed{\text{SIN}}$ drücken, wird im Display SIN angezeigt. "SIN" ist der Name der Funktion, wie er in Programmzeilen (und in der Regel auch in Gleichungen) angezeigt wird.

Brüche

Unter "Brüche" in Kapitel 1 wurden die Grundlagen der Eingabe, der Anzeige und des Rechnens mit Brüchen erläutert:

- Um einen Bruch einzugeben, drücken Sie $\frac{\square}{\square}$ zweimal – jeweils einmal nach dem ganzzahligen Teil und zwischen dem Zähler und Nenner. Um $2\frac{3}{8}$ einzugeben, drücken Sie 2 $\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8. Um $\frac{5}{8}$ einzugeben, drücken Sie $\frac{\square}{\square}$ 5 $\frac{\square}{\square}$ 8 oder 5 $\frac{\square}{\square}$ $\frac{\square}{\square}$ 8.
- Um den Bruchmodus zu aktivieren und zu deaktivieren, drücken Sie $\frac{\square}{\square}$ $\frac{\square}{\square}$ (FDISP). Wenn der Bruchmodus deaktiviert wird, kehrt das Display zum vorherigen Anzeigeformat zurück. (Der Bruchmodus kann auch durch FIX, SCI, ENG und ALL deaktiviert werden.)
- Funktionen funktionieren mit Brüchen wie mit Dezimalzahlen – außer für RND, wie weiter hinten in diesem Kapitel beschrieben.

In diesem Kapitel werden weitere Informationen zum Arbeiten mit und zur Anzeige von Brüchen zur Verfügung gestellt.

Brüche eingeben

Sie können auf der Tastatur fast jede Zahl als Bruch eingeben – einschließlich eines unechten Bruchs (bei dem der Zähler größer als der Nenner ist). Der Taschenrechner zeigt jedoch \triangle an, wenn Sie die beiden folgenden Einschränkungen ignorieren:

- Der ganzzahlige Anteil und der Zähler dürfen zusammen nicht mehr als 12 Stellen enthalten.
- Der Nenner darf nicht mehr als 4 Stellen enthalten.

Beispiel:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 FDISP		Aktiviert den Bruchmodus.
1,5 ENTER	1 1/2	Gibt 1,5 ein, als Bruch dargestellt.
1 □ 3 □ 4 ENTER	1 3/4	Gibt 1 3/4 ein.
 FDISP	1,7500	Zeigt x als Dezimalzahl an.
 FDISP	1 3/4	Zeigt x als Bruch an.

Wenn Sie nicht dieselben Ergebnisse wie im Beispiel erhalten haben, so haben Sie möglicherweise unabsichtlich die Darstellungsweise von Brüchen geändert. (Siehe "Die Darstellung von Brüchen ändern" weiter hinten in diesem Kapitel.)

Im nächsten Abschnitt sind weitere Beispiele zu gültigen und ungültigen Eingaben von Brüchen enthalten.

Sie können Brüche nur eingeben, wenn die Zahlenbasis 10 ist – die normale Zahlenbasis. Weitere Informationen zum Ändern der Zahlenbasis finden Sie in Kapitel 10.

Brüche im Display

Im Bruchmodus werden Zahlen intern als Dezimalzahlen berechnet und anschließend mit den genauestmöglichen Brüchen angezeigt. Zusätzlich zeigen Genauigkeitsindikatoren die Richtung der Genauigkeit des Bruchs im Vergleich zu seinem 12-stelligen Dezimalwert an. (Die meisten Statistikregister bilden eine Ausnahme – sie werden immer als Dezimalzahlen angezeigt.)

Anzeigeregeln

Der angezeigte Bruch kann sich von dem eingegebenen Bruch unterscheiden. In seiner Standardeinstellung zeigt der Taschenrechner eine Bruchzahl entsprechend den folgenden Regeln an. (Weitere Informationen zum Ändern dieser Regeln finden Sie unter "Die Darstellung von Brüchen ändern" weiter hinten in diesem Kapitel.)

- Die Zahl enthält einen ganzzahligen Teil und, falls erforderlich, einen echten Bruch (der Zähler ist kleiner als der Nenner).
- Der Nenner ist nicht größer als 4095.
- Der Bruch ist so weit wie möglich reduziert.

Beispiele:

Im Folgenden finden Sie Beispiele für eingegebene Werte und die resultierenden Anzeigen. Zum Vergleich werden die internen 12-stelligen Werte ebenfalls angezeigt. Die Indikatoren ▲ und ▼ in der letzten Spalte werden weiter unten beschrieben.

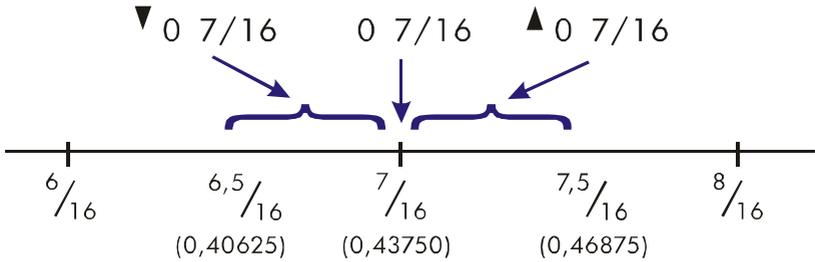
Eingegebener Wert	Interner Wert	Angezeigter Bruch
$2 \frac{3}{8}$	2,3750000000	2 $\frac{3}{8}$
$14 \frac{15}{32}$	14,4687500000	14 $\frac{15}{32}$
$54 \frac{1}{12}$	4,5000000000	4 $\frac{1}{2}$
$6 \frac{18}{5}$	9,6000000000	9 $\frac{3}{5}$
$34 \frac{1}{12}$	2,8333333333	2 $\frac{5}{6}$ ▼
$15 \frac{8192}{1}$	0,00183105469	0 $\frac{7}{3823}$ ▲
12345678 $12345 \frac{1}{3}$	(Unzulässige Eingabe)	▲
$16 \frac{3}{16384}$	(Unzulässige Eingabe)	▲

Genauigkeitsanzeige

Die Genauigkeit des angezeigten Bruchs wird durch die Indikatoren ▲ und ▼ rechts im Display angezeigt. Der Taschenrechner vergleicht den Wert des Bruchteils der internen 12-stelligen Zahl mit dem Wert des angezeigten Bruchs:

- Wenn kein Indikator angezeigt wird, stimmt der Bruchteil der internen 12-stelligen Zahl mit dem Wert des angezeigten Bruchs überein.
- Wenn ▼ angezeigt wird, ist der Bruchteil des internen 12-stelligen Wert geringfügig kleiner als der angezeigte Bruch – der *exakte* Zähler ist nicht mehr als 0,5 *kleiner* als der angezeigte Zähler.
- Wenn ▲ angezeigt wird, ist der Bruch-Teil des internen 12-stelligen Wertes etwas größer als der angezeigte Bruch – der *exakte* Zähler liegt nicht mehr als 0,5 *über* dem angezeigten Zähler.

Das folgende Diagramm zeigt, wie sich der angezeigte Bruch zu den nächstgelegenen Werten verhält – ▲ bedeutet, dass der exakte Zähler "etwas größer" als der angezeigte Zähler ist, und ▼ bedeutet, dass der exakte Zähler "geringfügig kleiner" ist.



Dies ist besonders wichtig, wenn Sie die Bruchanzeigeregeln ändern. (Siehe "Die Darstellung von Brüchen ändern" weiter hinten in diesem Kapitel.) Wenn Sie beispielsweise festlegen, dass alle Brüche 5 als Nenner haben, dann wird $\frac{2}{3}$ als $\frac{3}{5}\blacktriangle$ angezeigt, weil der exakte Bruch ungefähr $\frac{3,3333}{5}$ beträgt, "etwas mehr" als $\frac{3}{5}$. Ähnliches gilt für $-\frac{2}{3}$. Dieser Bruch wird als $-\frac{3}{5}\blacktriangle$ angezeigt, weil der tatsächliche Zähler "etwas größer" als 3 ist.

Gelegentlich wird ein Indikator angezeigt, wenn Sie es nicht erwarten. Wenn Sie beispielsweise $2\frac{2}{3}$ eingeben, sehen Sie $2\frac{2}{3}\blacktriangle$, obwohl dies die exakte Zahl ist, die Sie eingegeben haben. Der Taschenrechner vergleicht immer den Bruchteil des internen Wertes mit der 12-stelligen Darstellung nur des Bruchs. Wenn der interne Wert einen ganzzahligen Teil hat, enthält sein Bruchteil weniger als 12 Stellen – und er kann mit einem Bruch, der alle 12 Stellen verwendet, nicht exakt übereinstimmen.

Längere Brüche

Wenn der angezeigte Bruch zu lang ist, um im Display dargestellt zu werden, werden ihm drei Punkte ... vorangestellt. Der Bruchteil kann im Display immer dargestellt werden – die drei Punkte ... bedeuten, dass der ganzzahlige Teil nicht vollständig angezeigt werden kann. Um den ganzzahligen Teil (und den Dezimalbruch) anzuzeigen, drücken Sie $\left[\frac{\square}{\square}\right]$ **SHOW** und halten Sie die Taste gedrückt. (Sie können einen Bruch nicht innerhalb des Displays verschieben.)

Beispiel:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
14 $[e^x]$	...2604 888/3125	Berechnet e^{14} .
$\left[\frac{\square}{\square}\right]$ SHOW	1202604,28416	Zeigt alle Dezimalstellen.
$[STO]$ A	...2604 888/3125	Speichert den Wert in A.
$\left[\frac{\square}{\square}\right]$ VIEW A	R=	Zeigt A an.
	...2604 888/3125	
$[C]$ $[C]$	0	Löscht x.

Die Darstellung von Brüchen ändern

In seiner Standardeinstellung zeigt der Taschenrechner eine Bruchzahl entsprechend bestimmter Regeln an. (Siehe "Anzeigeregeln" weiter vorne in diesem Kapitel.) Sie können die Regeln jedoch entsprechend Ihren Anforderungen für die Darstellung der Brüche ändern:

- Sie können den größten zulässigen Nenner festlegen.
- Sie können eines von drei Bruchformaten auswählen.

In den nächsten Abschnitten wird beschrieben, wie Sie die Darstellung von Brüchen ändern können.

Die maximale Größe des Nenners festlegen

Für jeden Bruch wird ein Nenner basierend auf einem im Taschenrechner gespeicherten Wert ausgewählt. Wenn Sie sich Brüche als $a/b/c$ vorstellen, dann entspricht $/c$ dem Wert, der den Nenner steuert.

Der $/c$ -Wert definiert nur den *maximal* größten Nenner, der im Bruchmodus verwendet wird – der spezifische Nenner, der wirklich verwendet wird, wird durch das Bruchformat festgelegt (siehe nächster Abschnitt).

- Um den $/c$ -Wert festzulegen, drücken Sie n  , wobei n der größte Nenner ist, den Sie verwenden möchten. n darf 4095 nicht überschreiten. Dadurch wird zudem der Bruchmodus aktiviert.
- Um den $/c$ -Wert in das X-Register zu stellen, drücken Sie 1  .
- Um den Vorgabewert oder 4095 wiederherzustellen, drücken Sie 0  . (Der Vorgabewert wird auch wiederhergestellt, wenn Sie 4095 oder größer verwenden.) Dies aktiviert den Bruchmodus ebenfalls.

Die $/c$ -Funktion verwendet den Absolutbetrag des ganzzahligen Teils der Zahl im X-Register. Der Wert im LAST X-Register wird nicht geändert.

Ein Bruchformat auswählen

Der Taschenrechner verfügt über drei Bruchformate. Unabhängig vom Format sind die angezeigten Brüche immer die dem Wert am nächsten kommenden Brüche, die dem jeweiligen Format entsprechen..

- **Genauste Brüche.** Brüche haben einen beliebigen Nenner bis zum $\backslash c$ -Wert und sie sind so weit wie möglich gekürzt. Wenn Sie beispielsweise mathematische Konzepte mit Brüchen studieren, möchten Sie, dass *alle* Nenner möglich sind ($\backslash c$ -Wert ist 4095). Dies ist das vorgegebene Bruchformat.
- **Nennerfaktoren.** Brüche können nur Nenner haben, die Faktoren des $\backslash c$ -Werts sind und sind so weit wie möglich gekürzt. Wenn Sie beispielsweise Aktienkurse berechnen, könnten Sie $53 \frac{1}{4}$ und $37 \frac{7}{8}$ ($\backslash c$ -Wert ist 8) anzeigen. Wenn der $\backslash c$ -Wert 12 beträgt, sind 2, 3, 4, 6 und 12 mögliche Nenner.
- **Feste Nenner.** Brüche verwenden den $\backslash c$ -Wert immer als Nenner und werden nicht gekürzt. Wenn Sie beispielsweise mit Zeitmessungen arbeiten, möchten Sie $1 \frac{25}{60}$ ($\backslash c$ -Wert ist 60) anzeigen.

Um ein Bruchformat auszuwählen, müssen Sie den Status von zwei *Flags* ändern. Jedes Flag kann "gesetzt" oder "gelöscht" werden und in einem Fall spielt der Status von Flag 9 keine Rolle.

Um dieses Bruchformat zu erhalten:	Ändern Sie die folgenden Flags:	
	8	9
Genauste Brüche	Löschen	—
Nennerfaktoren	Setzen	Löschen
Feste Nenner	Setzen	Setzen

Sie können die Flags 8 und 9 mit Hilfe der im Folgenden aufgeführten Schritte ändern, um das Bruchformat festzulegen. (Da Flags besonders bei der Programmierung hilfreich sind, wird ihre Verwendung detailliert in Kapitel 13 beschrieben.)

1. Drücken Sie  **FLAGS**, um das Flag-Menü aufzurufen.
2. Um ein Flag zu setzen, drücken Sie **{SF}** und geben Sie die Flag-Nummer ein, z. B. 8.
Um ein Flag zu löschen, drücken Sie **{CF}** und geben Sie die Flag-Nummer ein.
Um zu prüfen, ob ein Flag gesetzt ist, drücken Sie **{FS?}** und geben Sie die Flag-Nummer ein. Drücken Sie **C** oder , um das YES oder NO zu löschen.

Beispiele für die Bruchdarstellung

In der folgenden Tabelle wird gezeigt, wie die Zahl 2,77 in drei Bruchformaten für zwei /c-Werte angezeigt wird.

Bruchformat	So wird 2,77 angezeigt	
	/c= 4095	/c= 16
Genauste Brüche	2 77/100 ^(2,7700)	2 10/13▲ ^(2,7692)
Nennerfaktoren	2 1051/1365▲ ^(2,7699)	2 3/4▲ ^(2,7500)
Feste Nenner	2 3153/4095▲ ^(2,7699)	2 12/16▲ ^(2,7500)

In der folgenden Tabelle wird gezeigt, wie unterschiedliche Zahlen in den drei Bruchformaten für einen /c-Wert von 16 angezeigt werden.

Bruch- Format *	Eingegebene Zahl und angezeigter Bruch				
	2	2,5	2 2/3	2,9999	2 ¹⁶ /25
Genauste Brüche	2	2 1/2	2 2/3▲	3▼	2 9/14▼
Nennerfaktoren	2	2 1/2	2 11/16▼	3▼	2 5/8▲
Feste Nenner	2 0/16	2 8/16	2 11/16▼	3 0/16▼	2 10/16▲
* Für einen /c-Wert von 16.					

Beispiel:

Nehmen Sie an, eine Aktie hat einen aktuellen Wert von $48 \frac{1}{4}$. Welchen Wert hat sie, wenn sie um $2 \frac{5}{8}$ fällt? Was wären 85 Prozent dieses Werts?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
FLAGS {SF} 8		Setzt Flag 8, löscht Flag 9 für das Format "Nennerfaktoren".
FLAGS {CF} 9		Legt das Bruchformat auf $\frac{1}{8}$ -Schritte fest.
8		Gibt den Startwert ein.
48 1 4	48 $\frac{1}{4}$	
ENTER		
2 5 8	45 $\frac{5}{8}$	Subtrahiert die Änderung.
85	38 $\frac{3}{4}$ ▲	Ermittelt den 85 %-Wert bis auf das nächste $\frac{1}{8}$.

Brüche runden

Wenn der Bruchmodus aktiviert ist, konvertiert die RND-Funktion die Zahl im X-Register in die nächste Dezimaldarstellung des Bruchs. Die Rundung wird entsprechend des aktuellen $\frac{1}{C}$ -Werts und der Stati der Flags 8 und 9 ausgeführt. Die Genauigkeitsanzeige wird deaktiviert, wenn der Bruch mit der Dezimaldarstellung exakt übereinstimmt. Anderenfalls bleibt die Genauigkeitsanzeige aktiviert (siehe "Genauigkeitsanzeigen" weiter vorne in diesem Kapitel).

In einer Gleichung oder einem Programm führt die RND-Funktion eine Bruchrundung aus, wenn der Bruchmodus aktiviert ist.

Beispiel:

Angenommen, Sie haben eine Fläche von $56 \frac{3}{4}$ Zoll, die Sie in sechs gleich große Abschnitte aufteilen möchten. Wie breit ist jeder Abschnitt, vorausgesetzt, Sie können in $\frac{1}{16}$ Zoll-Schritten messen? Wie groß ist der kumulative Rundungsfehler?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
16		Legt das Bruchformat für $1/16$ Zoll-Schritte fest. (Flags 8 und 9 sollten wie im vorherigen Beispiel verwendet werden.)
56 3 4 D	56 3/4	Speichert den Abstand in D.
✓ 6	9 7/16▲	Die Abschnitte sind etwas breiter als 9 7/16 Zoll.
	9 7/16	Rundet die Breite auf diesen Wert.
✓ 6	56 5/8	Breite von sechs Abschnitten.
✓ D	-0 1/8	Der kumulative Rundungsfehler.
{CF} 8	-0 1/8	Löscht Flag 8.
	-0,1250	Deaktiviert den Bruchmodus.

Brüche in Gleichungen

Bei der Eingabe einer Gleichung können Sie eine Zahl nicht als Bruch eingeben. Wenn eine Gleichung angezeigt wird, so werden alle numerischen Werte als Dezimalwerte dargestellt – der Bruchmodus wird ignoriert.

Wenn Sie eine Gleichung berechnen und aufgefordert werden, Variablenwerte einzugeben, können Sie Brüche eingeben – die Werte werden entsprechend des aktuellen Anzeigeformats angezeigt.

Weitere Informationen zum Arbeiten mit Gleichungen finden Sie in Kapitel 6.

Brüche in Programmen

Wenn Sie ein Programm eingeben, können Sie eine Zahl als Bruch eingeben, sie wird aber in ihren Dezimalwert konvertiert. Alle numerischen Werte in einem Programm werden als Dezimalwerte angezeigt – der Bruchmodus wird ignoriert.

Wenn Sie ein Programm ausführen, werden die angezeigten Werte mit Hilfe des Bruchmodus dargestellt, sofern dieser aktiviert ist. Wenn Sie durch INPUT-Anweisungen aufgefordert werden, Werte einzugeben, können Sie unabhängig vom Anzeigemodus Brüche eingeben.

Ein Programm kann die Bruchdarstellung steuern, indem es die `/c`-Funktion verwendet und die Flags 7,8 und 9 löscht und setzt. Das Setzen von Flag 7 aktiviert den Bruchmodus.  `FDISP` ist nicht programmierbar. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Flags" in Kapitel 13.

Weitere Informationen zum Arbeiten mit Programmen finden Sie in Kapitel 12 und Kapitel 13.

Gleichungen eingeben und berechnen

So können Sie Gleichungen verwenden

Mit dem HP 33s können Sie Gleichungen unterschiedlich verwenden:

- Um eine zu berechnende Gleichung anzugeben (dieses Kapitel).
- Um eine Gleichung zur Lösung unbekannter Werte anzugeben (Kapitel 7).
- Um eine zu integrierende Funktion anzugeben (Kapitel 8).

Beispiel: Mit einer Gleichung rechnen.

Nehmen Sie an, Sie müssen regelmäßig das Volumen eines geraden Rohrabschnitts ermitteln. Die Gleichung hierfür lautet

$$V = ,25 \pi d^2 l$$

wobei d der innere Durchmesser des Rohrs und l seine Länge ist.

Sie könnten die Berechnung immer wieder eingeben. Zum Beispiel berechnet ,25     2,5   16  das Volumen eines 16 Zoll-Rohres mit einem Durchmesser von $2 \frac{1}{2}$ Zoll (78,5398 Kubikzoll). Wenn Sie die Gleichung jedoch speichern, kann der HP 33s sich an die Beziehung zwischen Durchmesser, Länge und Volumen "erinnern", so dass Sie die Gleichung mehrfach verwenden können.

Rufen Sie den Gleichungsmodus des Taschenrechners auf und geben Sie die Gleichung mit Hilfe der folgenden Tasten ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN	oder die aktuelle Gleichung	Wählt den Gleichungsmodus, der durch den Indikator EQN angezeigt wird.
	■	Beginnt eine neue Gleichung und aktiviert den Cursor für die Gleichungseingabe "■". aktiviert den Indikator A..Z , so dass Sie einen Variablennamen eingeben können.
V	V=■	V gibt V ein und verschiebt den Cursor nach rechts.
,25	V= 0,25_	Die Zifferneingabe verwendet den Zifferneingabe-Cursor "_".
	V=0,25xπx■	beendet die Zahl und stellt den Cursor "■" wieder her.
D 2	V=0,25xπxD^ 2_	erzeugt das ^.
L	V=0,25xπxD^2xL■	
	V=0,25xπxD^2xL	Beendet die Gleichung und zeigt sie an.
	CK=49CA LN=14	Zeigt die Prüfsumme und die Länge der Gleichung, so dass Sie Ihre Tastatureingabe prüfen können.

Indem Sie die Prüfsumme und Länge der Gleichung mit den entsprechenden Werten im Beispiel vergleichen, können Sie überprüfen, ob Sie die Gleichung richtig eingegeben haben. (Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Gleichungen überprüfen" am Ende dieses Kapitels.)

Berechnen Sie die Gleichung (um V zu berechnen):

Tasten:	Display:	Beschreibung:
ENTER	$D?$ <i>wert</i>	Fordert Sie zur Eingabe der Variablen auf der rechten Seite der Gleichung auf. Fordert zuerst D ; <i>wert</i> ist der aktuelle Wert von D .
$2 \cdot 1 \cdot 2$	$D?$ $2 \frac{1}{2}_$	Gibt $2 \frac{1}{2}$ Zoll als Bruch ein.
R/S	$L?$ <i>wert</i>	Speichert D , fordert L ; <i>wert</i> ist der aktuelle Wert von L .
$16 \cdot$ R/S	$V=$ $78,5398$	Speichert L ; berechnet V in Kubikzoll und speichert das Ergebnis in V .

Zusammenfassung der Gleichungsoperationen

Alle eingegebenen Gleichungen werden in der *Gleichungsliste gespeichert*. Diese Liste ist immer sichtbar, wenn der Gleichungsmodus aktiviert ist.

Sie können bestimmte Tasten verwenden, um Operationen auszuführen, die Gleichungen beinhalten. Diese werden weiter hinten in diesem Handbuch näher beschrieben.

Taste	Operation
 EQN	Startet und beendet den Gleichungsmodus.
	Wertet die angezeigte Gleichung aus. Wenn es sich bei der Gleichung um eine <i>Zuordnung</i> handelt, wird der rechte Teil berechnet und das Ergebnis in der Variable auf der linken Seite gespeichert. Wenn es sich um eine <i>Gleichsetzung</i> oder einen <i>Ausdruck</i> handelt, wird ihr/sein Wert wie  berechnet. (Siehe "Gleichungstypen" weiter hinten in diesem Kapitel.)
	Wertet die angezeigte Gleichung aus. Berechnet ihren Wert, ersetzt "=" durch "-", wenn ein "=" vorhanden ist.
	Löst die angezeigte Gleichung nach der angegebenen unbekannte Variable. (Siehe Kapitel 7.)
 	Integriert die angezeigte Gleichung nach der angegebenen Variable. (Siehe Kapitel 8.)
	Beginnt das Bearbeiten der angezeigten Gleichung; nachfolgende Tastenbetätigungen löschen die äußerste rechte Funktion oder Variable.
 CLEAR	Löscht die angezeigte Gleichung aus der Gleichungsliste.
 oder 	Blättert auf- oder abwärts durch die Gleichungsliste.
 	Geht zur obersten Zeile der Gleichungs- oder Programmliste.
 	Geht zur letzten Zeile der Gleichungs- oder Programmliste.
 SHOW	Zeigt die Prüfsumme (Prüfwert) und die Länge (Speicher in Bytes) der angezeigten Gleichung an.
	Beendet den Gleichungsmodus.

Sie können Gleichungen auch in Programmen verwenden. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 12.

Gleichungen in die Gleichungsliste eingeben

Die *Gleichungsliste* ist eine Sammlung eingegebener Gleichungen. Die Liste wird im Speicher des Taschenrechners gespeichert. Jede von Ihnen eingegebene Gleichung wird automatisch in der Gleichungsliste gespeichert.

So geben Sie eine Gleichung ein:

1. Stellen Sie sicher, dass der Taschenrechner sich im normalen Betriebsmodus befindet (in der Regel wird im Display eine Zahl angezeigt). Im normalen Modus können Sie beispielsweise nicht den Variablen- oder Programmkatalog anzeigen.
2. Drücken Sie  . Der Indikator **EQN** zeigt an, dass der Gleichungsmodus aktiviert ist, und ein Eintrag aus der Gleichungsliste angezeigt wird.
3. Beginnen Sie mit der Gleichungseingabe. Die vorherige Anzeige wird durch die von Ihnen eingegebene Gleichung ersetzt – dies wirkt sich nicht auf die vorherige Gleichung aus. Falls Ihnen ein Fehler unterläuft, drücken Sie . Sie können bis zu 255 Zeichen pro Gleichung eintippen.
4. Drücken Sie , um die Gleichungseingabe zu beenden und die Gleichung im Display anzuzeigen. Die Gleichung wird automatisch in der Gleichungsliste gespeichert, direkt nach dem Eintrag, der angezeigt wurde, bevor Sie mit der Eingabe begonnen haben. (Wenn Sie stattdessen  drücken, wird die Gleichung gespeichert, aber der Gleichungsmodus wird deaktiviert.)

Gleichungen können Variablen, Zahlen, Funktionen und Klammern enthalten. Weitere Informationen hierzu finden Sie in den folgenden Abschnitten. Diese Elemente werden im folgenden Beispiel beschrieben.

Variablen in Gleichungen

Sie können jede der 28 Variablen des Taschenrechners in einer Gleichung verwenden: A bis Z, *i* und **(i)**. Sie können jede Variable so oft wie erforderlich verwenden. (Weitere Informationen zu **(i)** finden Sie unter "Variablen und Label indirekt adressieren" in Kapitel 13.)

Um eine Variable in eine Gleichung einzugeben, drücken Sie  Variable (oder  Variable). Wenn Sie  drücken, zeigt der Indikator **A..Z**, dass Sie eine Variablen- oder Funktionstaste drücken können, um ihren Namen in die Gleichung einzugeben.

Zahlen in Gleichungen

Sie können eine beliebige Zahl in eine Gleichung eingeben, *außer* Brüche und Zahlen, die nicht die Basis 10 haben. Zahlen werden immer im ALL-Format angezeigt, in dem bis zu 12 Zeichen angezeigt werden können.

Um eine Zahl in eine Gleichung einzugeben, können Sie die standardmäßigen Zahlentasten verwenden, einschließlich $\frac{\square}{\square}$, $\frac{+}{-}$ und \mathbf{E} . Drücken Sie $\frac{+}{-}$ nur nach der Eingabe einer oder mehrerer Ziffern. Verwenden Sie $\frac{+}{-}$ nicht für die Subtraktion.

Wenn Sie mit der Eingabe einer Zahl beginnen, ändert sich der Cursor von "■" in "_", um die numerische Eingabe anzuzeigen. Der Cursor nimmt sein vorheriges Erscheinungsbild wieder an, wenn Sie eine nicht-numerische Taste betätigen.

Funktionen in Gleichungen

Sie können viele HP 33s-Funktionen in eine Gleichung eingeben. Eine vollständige Liste finden Sie unter "Gleichungsfunktionen" weiter hinten in diesem Kapitel. Weitere Informationen hierzu finden Sie auch in Anhang G, "Index der Operationen".

Bei der Eingabe einer Gleichung geben Sie Funktionen genau so ein, wie Sie sie in einer normalen algebraischen Gleichung eingeben würden:

- In einer Gleichung werden bestimmte Funktionen in der Regel *zwischen* ihren Argumenten angezeigt, z. B. "+" und "÷". Derartige *Infix*-Operatoren geben Sie in einer Gleichung in derselben Reihenfolge ein.
- Andere Funktionen haben in der Regel ein oder mehrere Argumente *hinter* dem Funktionsnamen, z. B. "COS" und "LN". Derartige *Präfix*-Funktionen geben Sie sie in einer Gleichung an der Stelle ein, wo die Funktion auftaucht – die Taste, die Sie drücken, fügt eine nach rechts geöffnete Klammer hinter dem Funktionsnamen ein, so dass Sie die Argumente eingeben können.

Wenn die Funktion zwei oder mehr Argumente enthält, drücken Sie $\frac{\square}{\square}$ (auf der Taste $\mathbf{R}\downarrow$), um sie voneinander zu trennen.

Wenn nach der Funktion weitere Operationen folgen, drücken Sie $\mathbf{R}\rightarrow$ \square , um die Funktionsargumente abzuschließen.

Klammern in Gleichungen

Sie können Klammern in Gleichungen einfügen, um die Reihenfolge festzulegen, in der Operationen ausgeführt werden. Drücken Sie   und  , um die Klammern einzufügen. (Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Operatorenpriorität" weiter hinten in diesem Kapitel.)

Beispiel: Eingeben einer Gleichung.

Geben Sie die Gleichung $r = 2 \times c \times \cos(t - a) + 25$ ein.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 	$V=0,25 \times \pi \times D^{2 \times L}$	Zeigt die zuletzt verwendete Gleichung der Gleichungsliste an.
 R  	R=■	Beginnt eine neue Gleichung mit der Variable R.
2	R= 2 _	Gibt eine Zahl ein und ändert den Cursor in "_".
  C 	R=2xCx■	Gibt den ersten Infix-Operator ein.
	R=2xCxCOS(■	Gibt eine Präfix-Funktion mit einer nach rechts geöffneten Klammer ein.
 T   A		
   25	$\times \cos(T-A) + 25$ _	Gibt das Argument und eine nach links geöffnete Klammer ein.
	R=2xCxCOS(T-A)	Beendet die Gleichungseingabe und zeigt die Gleichung an.
 	CK=1010 LN=17	Zeigt die Prüfsumme und die Länge an.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Gleichungen anzeigen und auswählen

Die Gleichungsliste enthält die von Ihnen eingegebenen Gleichungen. Sie können die Gleichungen anzeigen und eine Gleichung auswählen, um mit ihr zu arbeiten.

So zeigen Sie Gleichungen an:

1. Drücken Sie  . Dies aktiviert den Gleichungsmodus und zeigt den Indikator **EQN** an. Im Display wird ein Eintrag aus der Gleichungsliste angezeigt:
 - **EQN LIST TOP**, wenn die Gleichungsliste keine Gleichungen enthält, oder wenn sich der Gleichungs-Cursor oben in der Liste befindet.
 - Die aktuelle Gleichung (die zuletzt angezeigte Gleichung).
2. Drücken Sie  oder , um die Gleichungsliste zu durchsuchen und jede Gleichung anzuzeigen. Die Liste wird oben und unten "umgeblättert". **EQN LIST TOP** markiert den Listenanfang.

So zeigen Sie eine lange Gleichung an:

1. Zeigen Sie die Gleichung wie oben beschrieben in der Gleichungsliste an. Wenn die Gleichung mehr als 14 Zeichen lang ist, werden nur 14 Zeichen angezeigt. Der Indikator  weist auf weitere Zeichen rechts hin.
2. Drücken Sie , um die Gleichung Zeichen für Zeichen nach rechts vorgehend anzuzeigen. Drücken Sie , um die Zeichen weiter links zu betrachten.  und  werden deaktiviert, wenn keine weiteren Zeichen links oder rechts mehr vorhanden sind.

So wählen Sie eine Gleichung aus:

Zeigen Sie die Gleichung wie oben beschrieben in der Gleichungsliste an. Die angezeigte Gleichung wird für alle Gleichungsoperationen verwendet.

Beispiel: Anzeigen einer Gleichung.

Zeigen Sie die zuletzt eingegebene Gleichung an.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 	$R=2 \times C \times \cos(T-A)$	Löscht die aktuelle Gleichung aus der Gleichungsliste.
  	$\times C \times \cos(T-A) + 25$	Zeigt drei weitere Zeichen rechts.

 $2 \times C \times \cos(T - A) + 2$

Zeigt ein weiteres Zeichen von links.



Beendet den Gleichungsmodus.

Gleichungen bearbeiten und löschen

Sie können eine eingegebene Gleichung bearbeiten und löschen. Sie können auch die in der Gleichungsliste gespeicherten Gleichungen bearbeiten und löschen.

So bearbeiten Sie eine eingegebene Gleichung:

1. Drücken Sie wiederholt auf , um die nicht benötigte Zahl oder Funktion zu löschen.

Wenn Sie eine Dezimalzahl eingeben und der Zifferneingabe-Cursor "_" aktiviert ist, löscht  nur das äußerste rechte Zeichen. Wenn Sie alle Zeichen in der Zahl löschen, wechselt der Taschenrechner zurück zum Gleichungseingabe-Cursor "■".

Wenn der Gleichungseingabe-Cursor "■" aktiviert ist und Sie  drücken, wird die *gesamte* äußerste rechte Zahl oder Funktion gelöscht.

2. Geben Sie den Rest der Gleichung erneut ein.
3. Drücken Sie  (oder ), um die Gleichung in der Gleichungsliste zu speichern.

So bearbeiten Sie eine gespeicherte Gleichung:

1. Zeigen Sie die gewünschte Gleichung an. (Siehe "Gleichungen anzeigen und auswählen" weiter oben.)
2. Drücken Sie  (nur einmal), um mit der Bearbeitung der Gleichung zu beginnen. Der Gleichungseingabe-Cursor "■" wird am Ende der Gleichung angezeigt. Es wird kein Eintrag aus der Gleichung gelöscht.
3. Verwenden Sie , um die Gleichung wie oben beschrieben zu bearbeiten.
4. Drücken Sie  (oder ), um die bearbeitete Gleichung in der Gleichungsliste zu speichern und die vorherige Version zu ersetzen.

So löschen Sie eine eingegebene Gleichung:

Drücken Sie   und anschließend {Y}. Das Display wechselt zum vorherigen Eintrag in der Gleichungsliste.

So löschen Sie eine gespeicherte Gleichung:

1. Zeigen Sie die gewünschte Gleichung an. (Siehe "Gleichungen anzeigen und auswählen" weiter oben.)
2. Drücken Sie $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{CLEAR} \right]$. Das Display zeigt den vorherigen Eintrag in der Gleichungsliste an.

Um *alle* Gleichungen zu löschen, müssen Sie sie nacheinander löschen: Blättern Sie durch die Gleichungsliste, bis Sie EQN LIST TOP sehen und drücken Sie $\left[\uparrow \right]$. Drücken Sie anschließend wiederholt $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{CLEAR} \right]$, wenn die einzelnen Gleichungen angezeigt werden, bis Sie EQN LIST TOP sehen.

Beispiel: Eine Gleichung bearbeiten.

Entfernen Sie die 25 aus der Gleichung im Beispiel zuvor.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$\left[\rightarrow \right]$ $\left[\text{EQN} \right]$	$R=2 \times C \times \cos(T-A)$	Zeigt die aktuelle Gleichung in der Gleichungsliste.
$\left[\leftarrow \right]$	$C \times \cos(T-A) + 25 \blacksquare$	Aktiviert den Gleichungseingabemodus und zeigt den "■"-Cursor am Ende der Gleichung an.
$\left[\leftarrow \right]$ $\left[\leftarrow \right]$	$= 2 \times C \times \cos(T-A) \blacksquare$	Löscht die Zahl 25.
$\left[\text{ENTER} \right]$	$R=2 \times C \times \cos(T-A)$	Zeigt das Ende der bearbeiteten Gleichung in der Gleichungsliste an.
$\left[\text{C} \right]$		Beendet den Gleichungsmodus.

Gleichungstypen

Der HP 33s arbeitet mit drei Gleichungstypen:

- **Gleichsetzungen.** Die Gleichung enthält ein "=" und die linke Seite enthält mehr als eine einzelne Variable. Zum Beispiel ist $x^2 + y^2 = r^2$ eine Gleichsetzung.
- **Zuordnungen.** Die Gleichung enthält ein "=" und die linke Seite enthält nur eine einzelne Variable. Zum Beispiel ist $A = 0,5 \times b \times h$ eine Zuordnung.
- **Ausdrücke.** Die Gleichung enthält *kein* "=". Zum Beispiel ist $x^3 + 1$ ein Ausdruck.

Wenn Sie *mit* einer Gleichung rechnen, können Sie einen beliebigen Gleichungstyp verwenden, obwohl der verwendete Typ sich darauf auswirkt, wie die Gleichung berechnet wird. Wenn Sie ein Problem mit einer unbekanntem Variable lösen, verwenden Sie eine Gleichsetzung oder eine Zuordnung. Wenn Sie eine Funktion integrieren, verwenden Sie einen Ausdruck.

Gleichungen auswerten

Eine der hilfreichsten Eigenschaften von Gleichungen ist die Möglichkeit, sie *auszuwerten*, um numerische Werte zu erhalten. Dies ist der Grund, warum Sie anhand einer Gleichung ein Ergebnis berechnen können. (Dies ermöglicht Ihnen auch das Lösen und Integrieren von Gleichungen, wie in den Kapiteln 7 und 8 beschrieben).

Da viele Gleichungen zwei Seiten haben, die durch ein "=" getrennt sind, ist der Basiswert einer Gleichung der *Unterschied* zwischen den Werten der beiden Seiten. Für diese Berechnung wird "=" in einer Gleichung als "-" behandelt. Dieser Wert ist ein Mittel zur Feststellung, wie gut eine Gleichung balanciert ist.

Der HP 33s verfügt über zwei Tasten zur Auswertung von Gleichungen: **ENTER** und **XEQ**. Ihre Aktionen unterscheiden sich nur darin, wie sie Gleichungen vom Typ *Zuordnung* auswerten:

- **XEQ** gibt den Wert der Gleichung unabhängig vom Gleichungstyp zurück.
- **ENTER** gibt den Wert der Gleichung zurück, *es sei denn*, es handelt sich um eine Gleichung vom Typ *Zuordnung*. Für eine Gleichung vom Typ *Zuordnung* gibt **ENTER** nur den Wert der rechten Seite zurück und gibt diesen Wert zudem in die Variable auf der linken Seite ein – er speichert den Wert in der Variable.

In der folgenden Tabelle sind zwei Verfahren zur Auswertung von Gleichungen aufgeführt.

Gleichungstyp	Ergebnis für ENTER	Ergebnis für XEQ
Gleichsetzung: $g(x) = f(x)$ Beispiel: $x^2 + y^2 = r^2$	$g(x) = f(x)$ $x^2 + y^2 = r^2$	
Zuordnung: $y = f(x)$ Beispiel: $A = 0,5 \times b \times h$	$f(x)^*$ $0,5 \times b \times h^*$	$y - f(x)$ $A - 0,5 \times b \times h$
Ausdruck: $f(x)$ Beispiel: $x^3 + 1$	$f(x)$ $x^3 + 1$	
* Speichert das Ergebnis auch in der Variable auf der linken Seite, z. B. A.		

So werten Sie eine Gleichung aus:

1. Zeigen Sie die gewünschte Gleichung an. (Siehe "Gleichungen anzeigen und auswählen" weiter oben.)
2. Drücken Sie **ENTER** oder **XEQ**. Die Gleichung fordert zur Eingabe eines Wertes für jede erforderliche Variable auf. (Wenn Sie die Zahlenbasis geändert haben, wird sie automatisch zurück auf die Basis 10 gesetzt.)
3. Geben Sie bei jeder Eingabeaufforderung den gewünschten Wert ein:
 - Wenn der angezeigte Wert richtig ist, drücken Sie **R/S**.
 - Wenn Sie einen anderen Wert wünschen, geben Sie den Wert ein und drücken Sie **R/S**. (Siehe auch "Auf Eingabeaufforderungen reagieren" weiter hinten in diesem Kapitel.)

Die Auswertung einer Gleichung entfernt keine Werte aus dem Stack – sie verwendet nur Zahlen in der Gleichung und Variablenwerte. Der Wert der Gleichung wird in das X-Register zurückgegeben. Das LAST X-Register ist davon nicht betroffen.

ENTER für die Auswertung verwenden

Wenn eine Gleichung in der Gleichungsliste angezeigt wird, können Sie **ENTER** drücken, um die Gleichung auszuwerten. (Wenn Sie die Gleichung gerade eingeben und **ENTER** drücken, wird die Gleichungseingabe nur beendet, die Gleichung wird nicht ausgewertet.)

- Wenn es sich bei der Gleichung um eine Zuordnung handelt, wird nur die rechte Seite ausgewertet. Das Ergebnis wird an das X-Register zurückgegeben und in der Variable auf der linken Seite gespeichert. Anschließend wird die Variable im Display angezeigt. Im Wesentlichen sucht **ENTER** den Wert der Variable auf der linken Seite.

- Wenn es sich bei der Gleichung um eine *Gleichsetzung* oder einen *Ausdruck* handelt, wird die gesamte Gleichung ausgewertet – genau wie bei **XEQ**. Das Ergebnis wird an das X-Register zurückgegeben.

Beispiel: Eine Gleichung mit ENTER auswerten.

Verwenden Sie die Gleichung vom Beginn dieses Kapitels, um das Volumen eines Rohres zu ermitteln, das einen Durchmesser von 35 mm hat und 20 Meter lang ist.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN (), wie erforderlich ENTER	$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times L$ D? 2,5000	Zeigt die gewünschte Gleichung an. Beginnt die Gleichung vom Typ Zuordnung zu berechnen, so dass der Wert in V gespeichert wird. Fordert Sie zur Eingabe von Variablen auf der rechten Seite der Gleichung auf. Der aktuelle Wert für D ist 2,5000.
35 R/S	L? 16,0000	Speichert D, fordert L; der aktuelle Wert von L ist 16,0000.
✓ 20 ENTER 1000 X R/S	V= 19,242,255,0032	Speichert L in Millimeter, berechnet V in Kubikmillimetern, speichert das Ergebnis in V und zeigt V an.
✓ E 6	19,2423	Ändert Kubikmillimeter in Liter (V wird nicht geändert).

XEQ für die Auswertung verwenden

Wenn eine Gleichung in der Gleichungsliste angezeigt wird, können Sie **XEQ** drücken, um die Gleichung auszuwerten. Die gesamte Gleichung wird unabhängig vom Gleichungstyp ausgewertet. Das Ergebnis wird in das X-Register zurückgegeben.

Beispiel: Eine Gleichung mit XEQ auswerten.

Verwenden Sie die Ergebnisse aus dem vorherigen Beispiel, um zu ermitteln, um wie viel sich das Volumen des Rohres verändert, wenn der Durchmesser 35,5 mm beträgt.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN	$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Zeigt die gewünschte Gleichung an.
XEQ	V? 19.242.255.0032	Startet das Auswerten der Gleichung, um ihren Wert zu finden. Fordert zur Eingabe aller Variablen auf.
R/S	D? 35,0000	Behält denselben Wert von V , fordert zur Eingabe von D auf.
35,5 R/S	L? 20.000,0000	Speichert die neue Variable D , fordert zur Eingabe von L auf
R/S	-553.705,7052	Behält denselben Wert der Variable L bei, berechnet den Wert der Gleichung – den Unterschied zwischen der linken und rechten Seite.
✓ E 6 ÷	-0,5537	Ändert Kubikmillimeter in Liter.

Der Wert der Gleichung ist das alte Volumen (von V) *minus* das neue Volumen (berechnet mit Hilfe der neuen Variable D) – das alte Volumen ist also um den angezeigten Wert kleiner.

Auf Eingabeaufforderungen reagieren

Wenn Sie eine Gleichung auswerten, werden Sie aufgefordert, einen Wert für jede erforderliche Variable einzugeben. Die Eingabeaufforderung zeigt den Namen und aktuellen Wert der Variable an, z. B. $X?2,5000$.

- **Um die Zahl unverändert zu lassen**, drücken Sie einfach **R/S**.
- **Um die Zahl zu ändern**, geben Sie die neue Zahl ein und drücken Sie **R/S**. Diese neue Zahl überschreibt den alten Wert im X-Register. Sie können eine Zahl bei Bedarf als Bruch eingeben. Wenn Sie eine Zahl berechnen müssen, verwenden Sie die normalen Tastatureingaben und drücken Sie anschließend **R/S**. Sie können beispielsweise 2 **ENTER** 5 **y^x** **R/S** drücken.
- **Um mit der angezeigten Zahl zu rechnen**, drücken Sie **ENTER**, bevor Sie eine weitere Zahl eingeben.

- **Um die Eingabeaufforderung zu beenden**, drücken Sie **[C]**. Der aktuelle Wert für die Variable verbleibt im X-Register. Wenn Sie während der Zifferneingabe **[C]** drücken, wird die Zahl auf Null gesetzt. Drücken Sie **[C]** erneut, um die Eingabeaufforderung abzubrechen.
- **Um die von der Eingabeaufforderung verborgenen Stellen anzuzeigen**, drücken Sie **[F2] [SHOW]**.

Jede Eingabeaufforderung stellt den Variablenwert in das X-Register und deaktiviert das Verschieben des Stacks. Wenn Sie bei der Eingabeaufforderung eine Zahl eingeben, ersetzt diese den Wert im X-Register. Wenn Sie **[R/S]** drücken, wird die Stack-Verschiebung aktiviert, so dass der Wert im Stack beibehalten bleibt.

Die Syntax von Gleichungen

Gleichungen folgen bestimmten Konventionen, die festlegen, wie die Gleichungen ausgewertet werden:

- Wie Operatoren interagieren.
- Welche Funktionen in Gleichungen gültig sind.
- Wie Gleichungen auf Syntaxfehler geprüft werden.

Operatorenpriorität

Operatoren in einer Gleichung werden in einer bestimmten Reihenfolge bearbeitet, welche die Auswertung logisch und vorhersagbar machen:

Prioritäten	Operation	Beispiel
1	Funktionen und Klammern	SIN(X+1), (X+1)
2	Potenz ([y^x])	X^3
3	Unäres Minus ([+/-])	-A
4	Multiplikation und Division	X×Y, A÷B
5	Addition und Subtraktion	P+Q, A-B
6	Gleichsetzung	B=C

So werden beispielsweise alle Operationen *innerhalb* von Klammern vor den Operationen *außerhalb* von Klammern ausgeführt.

Beispiele:

Gleichungen	Bedeutung
$A \times B^{\wedge}3 = C$	$a \times (b^3) = c$
$(A \times B)^{\wedge}3 = C$	$(a \times b)^3 = c$
$A + B + C = 12$	$a + (b/c) = 12$
$(A + B) \div C = 12$	$(a + b) / c = 12$
$\%CHG(T + 12 : A - 6)^{\wedge}2$	$[\%CHG((t + 12), (a - 6))]^2$

Klammern können nicht für implizite Multiplikationen verwendet werden. Der Ausdruck $p(1 - f)$ muss beispielsweise als $P \times (1 - F)$ eingegeben werden, wobei der Operator "*" zwischen dem P und der nach rechts geöffneten Klammer eingefügt werden muss.

Gleichungsfunktionen

In der folgenden Tabelle sind die in Gleichungen gültigen Funktionen aufgeführt. Weitere Informationen hierzu finden Sie auch in Anhang G, "Index der Operationen".

LN	LOG	EXP	ALOG	SQ	SQRT
INV	IP	FP	RND	ABS	x!
SGN	INTG	IDIV	RMDR		
SIN	COS	TAN	ASIN	ACOS	ATAN
SINH	COSH	TANH	ASINH	ACOSH	ATANH
→DEG	→RAD	→HR	→HMS	%CHG	XROOT
CB	CBRT	C _{n,r}	P _{n,r}		
→KG	→LB	→°C	→°F	→CM	→IN
→L	→GAL	RANDOM	π		
+	-	×	÷	^	
sx	sy	σx	σy	\bar{x}	\bar{y}
$\bar{x}w$	\hat{x}	\hat{y}	r	m	b
n	Σx	Σy	Σx ²	Σy ²	Σxy

Der Einfachheit halber werden Präfix-Funktionen, die ein oder zwei Argumente erfordern, bei der Eingabe mit einer nach rechts geöffneten Klammer angezeigt.

Zu den Präfix-Funktionen, die zwei Argumente benötigen, gehören %CHG, RND, XROOT, IDIV, RMDR, Cn,r und Pn,r. Trennen Sie die beiden Argumente durch einen Doppelpunkt.

✓ In einer Gleichung verwendet die Funktion XROOT ihre Argumente in der umgekehrten Reihenfolge wie im RPN. So ist $-8 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [XROOT]}$ äquivalent zu $\text{XROOT}(3; -8)$.

✓ Alle anderen Funktionen mit zwei Argumenten verwenden ihre Argumente in der Y, X-Reihenfolge wie im RPN-Modus. So ist beispielsweise $28 \text{ [ENTER]} 4 \text{ [nCn]}$ äquivalent zu $\text{Cn,r}(28; 4)$

Bei Funktionen mit zwei Argumenten sollten Sie aufpassen, wenn das zweite Argument negativ ist. Bei einer Zahl oder Variable verwenden Sie [+/-] oder [-] . Die folgenden Gleichungen sind gültig:

$\%CHG(-X; -2)$
 $\%CHG(X; (-Y))$

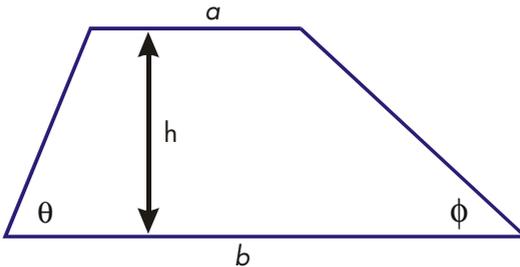
Elf der Gleichungsfunktionen haben Namen, die sich von ihren äquivalenten Operationen unterscheiden:

Operation	Gleichungsfunktion
x^2	SQ
\sqrt{x}	SQRT
e^x	EXP
10^x	ALOG
$1/x$	INV
$\sqrt[x]{y}$	XROOT
y^x	^
INT÷	IDIV
Rmdr	RMDR
x^3	CB
$\sqrt[3]{x}$	CBRT

Beispiel: Der Umfang eines Trapezes.

Die folgende Gleichung berechnet den Umfang eines Trapezes. So kann die Gleichung mit einem Bruch angezeigt werden:

$$Umfang = a + b + h \left(\frac{1}{\sin \theta} + \frac{1}{\sin \phi} \right)$$



Die folgende Gleichung berücksichtigt die Syntaxregeln für HP 33s-Gleichungen:

Klammern zum Gruppieren von Elementen

$$P=A+B+H \times (1 \div \text{SIN}(T)+1 \div \text{SIN}(F))$$

↑ Einzelbuchstabe

↑ Keine implizite Multiplikation

↑ Division erfolgt vor der Addition

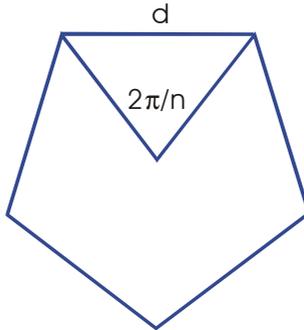
Die nächste Gleichung berücksichtigt ebenso die Syntaxregeln. Diese Gleichung verwendet die Inversfunktion, $\text{INV}(\text{SIN}(T))$, an Stelle des Bruchformats, $1 \div \text{SIN}(T)$. Beachten Sie, dass die Funktion SIN in die Funktion INV "eingebettet" ist. (INV wird durch $\boxed{1/x}$ eingegeben.)

$$P=R+B+H \times (\text{INV}(\text{SIN}(T))+\text{INV}(\text{SIN}(F)))$$

Beispiel: Die Fläche eines Polygons.

Die Gleichung für die Fläche eines regulären Polygons mit n Seiten der Länge d lautet folgendermaßen:

$$\text{Fläche} = \frac{1}{4} n d^2 \frac{\cos(\pi/n)}{\sin(\pi/n)}$$



Sie können diese Gleichung folgendermaßen angeben:

$$A = 0,25 \times N \times D^2 \times \cos(\pi \div N) \div \sin(\pi \div N)$$

Beachten Sie, wie die Operatoren und Funktionen kombiniert werden, um die gewünschte Gleichung zu erhalten.

Mit Hilfe der folgenden Tastatureingabe können Sie die Gleichung in die Gleichungsliste eingeben:

A N D 2 N N

Syntaxfehler

Der Taschenrechner prüft die Syntax einer Gleichung erst, wenn Sie die Gleichung auswerten und auf alle Eingabeaufforderungen reagieren, also nur, wenn ein Wert tatsächlich berechnet wird. Wenn ein Fehler festgestellt wird, erscheint INVALID EQN im Display. Um den Fehler zu beheben, müssen Sie die Gleichung bearbeiten. (Siehe "Gleichungen bearbeiten und löschen" weiter vorne in diesem Kapitel.)

Indem der HP 33s die Syntax von Gleichungen erst bei der Auswertung prüft, ermöglicht er das Erstellen von "Gleichungen", bei denen es sich tatsächlich um Meldungen handelt. Dies ist besonders bei der Programmierung hilfreich. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 12.

Gleichungen überprüfen

Wenn Sie eine Gleichung anzeigen – nicht bei der Eingabe einer Gleichung – können Sie   drücken, um folgende Informationen über die Gleichung anzuzeigen: die Prüfsumme der Gleichung und ihre Länge. Halten Sie die Taste  gedrückt, um die Werte im Display zu halten.

Die Prüfsumme ist ein vierstelliger Hexadezimalwert, der diese Gleichung eindeutig identifiziert. Dieser Wert wird keiner anderen Gleichung zugewiesen. Wenn Sie die Gleichung falsch eingeben, wird sie nicht diese Prüfsumme haben. Die Länge ist die Anzahl der von der Gleichung verwendeten Speicher-Bytes.

Anhand der Prüfsumme und der Länge können Sie überprüfen, ob die eingegebenen Gleichungen richtig sind. Die Prüfsumme und Länge der Gleichung, die Sie in einem Beispiel eingeben, sollten mit den entsprechenden Werten in diesem Handbuch übereinstimmen.

Beispiel: Prüfsumme und Länge einer Gleichung.

Ermitteln Sie die Prüfsumme und die Länge der am Beginn dieses Kapitels verwendeten Gleichung für das Rohrvolumen.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
  ( , wie erforderlich)	$V=0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Zeigt die gewünschte Gleichung an.
  (halten)	CK=49CA LN=14	Zeigt die Prüfsumme und die Länge der Gleichung an.
(loslassen)	$V=0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Zeigt die Gleichung erneut an.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Gleichungen lösen

In Kapitel 6 wurde erläutert, wie Sie mit Hilfe von **ENTER** den Wert der linksseitigen Variable in einer Gleichung vom Typ *Zuordnung* ermitteln können. Mit Hilfe von SOLVE können Sie den Wert einer *beliebigen* Variable einer Gleichung eines *beliebigen* Typs ermitteln.

Betrachten Sie beispielsweise die folgende Gleichung:

$$x^2 - 3y = 10$$

Wenn Sie den Wert von y in dieser Gleichung kennen, kann SOLVE die Gleichung nach dem unbekanntem x auflösen. Wenn Sie den Wert von x kennen, kann SOLVE nach dem unbekanntem y auflösen. Dies funktioniert für "Wortprobleme" ebenfalls:

$$\text{Preisaufschlag} \times \text{Kosten} = \text{Preis}$$

Wenn Sie zwei dieser Variablen kennen, so kann SOLVE den Wert der dritten Variable berechnen.

Wenn die Gleichung nur eine Variable hat oder wenn für alle Variablen außer einer ein Wert zur Verfügung steht, dann bedeutet das Lösen nach x das Suchen einer *Nullstelle* der Gleichung. Eine Nullstelle einer Gleichung liegt vor, wenn eine Gleichung vom Typ *Gleichsetzung* oder *Zuordnung* exakt ausgeglichen ist; oder wenn ein *Ausdruck* gleich Null ist. (Dies bedeutet, dass der Wert der Gleichung Null ist.)

Eine Gleichung lösen

So lösen Sie eine Gleichung nach einer unbekanntem Variable:

1. Drücken Sie **[\rightarrow]** **[EQN]** und zeigen Sie die gewünschte Gleichung an. Falls erforderlich, geben Sie die Gleichung wie im Kapitel 6 unter "Gleichungen in die Gleichungsliste eingeben" beschrieben ein.
2. Drücken Sie **[SOLVE]** und drücken Sie anschließend die Taste für die unbekannte Variable. Drücken Sie beispielsweise **[SOLVE]** X, um nach x zu lösen. Die Gleichung fordert Sie anschließend auf, einen Wert für jede andere Variable in die Gleichung einzugeben.
3. Geben Sie bei jeder Eingabeaufforderung den gewünschten Wert ein:
 - Wenn der angezeigte Wert richtig ist, drücken Sie **[R/S]**.
 - Wenn Sie einen anderen Wert verwenden möchten, geben Sie den Wert ein oder berechnen Sie ihn und drücken Sie **[R/S]**. (Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Auf Eingabeaufforderungen reagieren" in Kapitel 6.)

Sie können eine laufende Berechnung stoppen, indem Sie **[C]** oder **[R/S]** drücken.

Wenn die Nullstelle gefunden wurde, wird sie in der unbekanntem Variable gespeichert und der Variablenwert wird im Display angezeigt. Zudem enthält das X-Register die Nullstelle, das Y-Register die vorherige Schätzung und das Z-Register den Wert der Gleichung an der Nullstelle (der Null sein sollte).

Unter einigen komplizierte mathematische Umständen kann keine definitive Lösung gefunden werden. Der Taschenrechner zeigt in diesem Fall **NO ROOT FOUND** an. Siehe "Das Ergebnis überprüfen" weiter hinten in diesem Kapitel und "Ergebnisse interpretieren" sowie "Wenn SOLVE keine Nullstelle finden kann" in Anhang D.

Bei bestimmten Gleichungen ist es hilfreich, eine oder zwei *Anfangsschätzungen* für die unbekanntem Variable vor dem Lösen der Gleichung zur Verfügung zu stellen. Dies kann die Berechnung beschleunigen, die Antwort in Richtung einer realistischen Lösung weisen und ggf. zu mehreren Lösungen führen. Siehe "Anfangsschätzung wählen" weiter hinten in diesem Kapitel.

Beispiel: Die Gleichung der linearen Bewegung.

Die Gleichung der Bewegung für ein frei fallendes Objekt lautet folgendermaßen:

$$d = v_0 t + 1/2 g t^2$$

Dabei ist d die Distanz, v_0 die Anfangsgeschwindigkeit, t die Zeit und g die Gravitationsbeschleunigung.

Geben Sie die Gleichung ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
{ALL} {Y}		Löscht den Speicher.
	EQN LIST TOP oder die aktuelle Gleichung	Wählt den Gleichungsmodus.
D V		Beginnt die Gleichung.
T	D=V×T+■	
,5 G T		
2	V×T+0,5×G×T^ 2_	
	D=V×T+0,5×G×T^2	Beendet die Gleichungseingabe und zeigt das linke Ende der Gleichung an.
	CK=FB3C LN=15	Prüfsumme und Länge.

g (Gravitationsbeschleunigung) ist als Variable gespeichert, so dass Sie sie für unterschiedliche Einheiten verwenden können (9,8 m / s² oder 32,2 ft / s²).

Berechnen Sie, wie viele Meter ein Objekt aus dem Ruhezustand in 5 Sekunden fallen kann. Da der Gleichungsmodus aktiviert ist und die gewünschte Gleichung im Display angezeigt wird, können Sie mit dem Auflösen nach D beginnen:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
	SOLVE_	Aufforderung zur Eingabe einer unbekannten Variable.
D	V? wert	Wählt D ; fordert zur Eingabe von V auf.
0	T?	Speichert 0 in V ; fordert

5		wert G?	zur Eingabe von T auf. Speichert 5 in T ; fordert zur Eingabe von G auf.
9,8		wert SOLVING D= 122,5000	Speichert 9,8 in G ; löst nach D auf.

Probieren Sie eine weitere Berechnung mit derselben Gleichung aus: Wie viel Zeit benötigt ein Objekt, um aus dem Ruhezustand 500 Meter zu fallen?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN	D= $V \times T + 0,5 \times G \times T^2$	Zeigt die Gleichung an.
T	D?	Löst nach T auf; fordert zur Eingabe von D auf.
500	122,5000	Speichert 500 in D ; fordert zur Eingabe von V auf.
	V?	Speichert 0 in V ; fordert zur Eingabe von G auf.
	0,0000	Speichert 0 in V ; fordert zur Eingabe von G auf.
	G?	Speichert 9,8 in G ; löst nach T auf.
	SOLVING	
	T= 10,1015	

Beispiel: Zustandsgleichung der idealen Gase lösen.

Die Zustandsgleichung der idealen Gase beschreibt die Beziehung zwischen Druck, Volumen, Temperatur und der Menge (Mol) eines idealen Gases:

$$P \times V = N \times R \times T$$

Dabei ist P der Druck (in Atmosphären oder N/m^2), V das Volumen (in Litern), N die Teilchenanzahl (Mol) des Gases, R die universelle Gaskonstante (0,0821 Liter-atm/mol-K oder 8,314 J/mol-K) und T die Temperatur (Kelvin: $\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,1$).

Geben Sie die Gleichung ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN P	$P \times \blacksquare$	Wählt den Gleichungsmodus und startet die Gleichung.
V		

RCL N **⊗**

RCL R **⊗** **RCL** T

ENTER

$P \times V = N \times R \times T$

$P \times V = N \times R \times T$

Beendet die Gleichungseingabe und zeigt die Gleichung an.

⏪ **SHOW**

CK=EDC8
LN=9

Prüfsumme und Länge.

Eine 2 Liter-Flasche enthält 0,005 mol Kohlendioxidgas bei 24 °C. Berechnen Sie unter der Voraussetzung, dass sich das Gas wie ein ideales Gas verhält, seinen Druck. Da der Gleichungsmodus aktiviert ist und die gewünschte Gleichung im Display angezeigt wird, können Sie mit dem Auflösen nach P beginnen:

Tasten:

Display:

Beschreibung:

SOLVE P

V?

Löst nach P auf; fordert zur Eingabe von V auf.

2 **R/S**

wert

Speichert 2 in V ; fordert zur Eingabe von N auf.

,005 **R/S**

N?

Speichert ,005 in N ;

,0821 **R/S**

wert

fordert zur Eingabe von R auf.

R?

Speichert ,0821 in R ;

wert

fordert zur Eingabe von T auf.

T?

wert

Berechnet T (Kelvin).

✓ 24 **ENTER** 273,1 **+**

T?

297,1000

Speichert 297,1 in T ; löst nach P auf (in Atmosphären).

R/S

SOLVING

P=

0,0610

Eine 5 Liter-Flasche enthält Stickstoffgas. Der Druck beträgt 0,05 Atmosphären bei einer Temperatur von 18 °C. Berechnen Sie die Gasdichte ($N \times 28 / V$, wobei 28 das Molekulargewicht von Stickstoffgas ist).

Tasten:

Display:

Beschreibung:

⏪ **EQN**

$P \times V = N \times R \times T$

Zeigt die Gleichung an.

SOLVE N

P?

Löst nach N auf; fordert zur Eingabe von P auf.

0,0610

	,05 R/S	V?	Speichert ,05 in <i>P</i> ; fordert zur Eingabe von <i>V</i> auf.
		2,0000	
	5 R/S	R?	Speichert 5 in <i>V</i> ; fordert zur Eingabe von <i>R</i> auf.
		0,0821	
	R/S	T?	Speichert den vorherigen Wert in <i>R</i> ; fordert zur Eingabe von <i>T</i> auf.
		297,1000	
✓	18 ENTER 273,1 +	T?	Berechnet <i>T</i> (Kelvin).
		291,1000	
	R/S	SOLVING	Speichert 291,1 in <i>T</i> ; löst nach <i>N</i> auf.
		N=	
		0,0105	
✓	28 x	0,2929	Berechnet die Masse in Gramm, $N \times 28$.
✓	RCL V ÷	0,0586	Berechnet die Dichte in Gramm pro Liter.

SOLVE verstehen und steuern

SOLVE versucht zunächst, die Gleichung direkt nach der unbekannt Variable zu lösen. Sollte der Versuch fehlschlagen, wechselt SOLVE zu einer iterativen (wiederholenden) Vorgehensweise. Das Verfahren wird gestartet, indem die Gleichung mit Hilfe zweier Anfangsschätzungen für die unbekannt Variable ausgewertet wird. Basierend auf den beiden Anfangsschätzungen generiert SOLVE eine weitere, bessere, Schätzung. Durch sukzessive Iterationen ermittelt SOLVE einen Wert für die Unbekannte, die den Wert der Gleichung auf Null setzt.

Wenn SOLVE eine Gleichung auswertet, erfolgt dies genau wie bei **XEQ** – jedes "=" in der Gleichung wird als " – " behandelt. Die Zustandsgleichung der idealen Gase wird beispielsweise als $P \times V - (N \times R \times T)$ ausgewertet. Dies gewährleistet, dass eine Gleichung vom Typ *Gleichsetzung* oder *Zuordnung* an der Nullstelle ausbalanciert ist, und dass ein *Ausdruck* an der Nullstelle gleich Null ist.

Einige Gleichungen sind schwieriger zu lösen als andere. In einigen Fällen müssen Sie Anfangsschätzungen eingeben, um eine Lösung finden zu können. (Siehe "Anfangsschätzungen für SOLVE wählen" weiter hinten in diesem Kapitel. Wenn SOLVE keine Lösung finden kann, zeigt der Taschenrechner **NO ROOT FND** an.

Weitere Informationen zur Funktionsweise von SOLVE finden Sie in Anhang D.

Das Ergebnis prüfen

Nach Abschluss der SOLVE-Berechnung können Sie prüfen, ob das Ergebnis tatsächlich eine Lösung der Gleichung ist, indem Sie die im Stack verbliebenen Werte anzeigen:

- Das X-Register (drücken Sie **[C]**, um die betrachte Variable zu löschen) enthält die Lösung (Nullstelle) für die Unbekannte; d. h. den Wert, der die Auswertung der Gleichung auf Null setzt.
- ✓ ■ Das Y-Register (drücken Sie **[R↓]**) enthält die vorherige Näherung für die Nullstelle. Diese Zahl sollte dieselbe Zahl wie der Wert im X-Register sein. Ist dies nicht der Fall, dann war die zurückgegebene Nullstelle nur eine *Annäherung* und die Werte in den X- und Y-Registern grenzen die tatsächliche Nullstelle ein. Diese eingrenzenden Werte sollten nah beieinander liegen.
- ✓ ■ Das Z-Register (drücken Sie **[R↑]** erneut) enthält den Wert der Gleichung an der Nullstelle. Für eine exakte Nullstelle sollte dieser Wert Null sein. Ist dies nicht der Fall, dann war die zurückgegebene Nullstelle nur eine *Annäherung*. Die Zahl sollte nahe bei Null sein.

Wenn eine Berechnung mit **NO ROOT FND** endet, konnte der Taschenrechner keine Annäherung an eine Nullstelle ausführen. (Sie können den Wert im X-Register sehen – die letzte Näherung an die Nullstelle – indem Sie **[C]** oder **[←]** drücken, um die Meldung zu löschen.) Die Werte im X- und Y-Register umschließen das Intervall, in dem die Nullstelle zuletzt gesucht wurde. Das Z-Register enthält den Wert der Gleichung an der Stelle der letzten Näherung der Nullstelle.

- Wenn die Werte in den X- und Y-Registern nicht nahe beieinander liegen oder der Wert im Z-Register nicht nahe bei Null ist, handelt es sich bei der Schätzung im X-Register wahrscheinlich nicht um eine Nullstelle.
- Wenn die Werte in den X- und Y-Registern *nahe* beieinander liegen oder der Wert im Z-Register *nahe* bei Null ist, kann es sich bei der Schätzung im X-Register um eine *Annäherung* an eine Nullstelle handeln.

Eine SOLVE-Berechnung unterbrechen

Um eine Berechnung zu unterbrechen, drücken Sie **[C]** oder **[R/S]**. Die aktuell beste Näherung der Wurzel ist in der unbekannt Variable; verwenden Sie **[VIEW]**, um sie anzuzeigen, ohne den Stack durcheinander zu bringen.

Anfangsschätzungen für SOLVE wählen

Die zwei Anfangsschätzungen stammen aus:

- Der in der unbekannt Variable aktuell gespeicherten Zahl.
- Der Zahl im X-Register (im Display).

Diese Quellen werden als Schätzungen verwendet, *unabhängig davon, ob Sie Schätzungen eingeben oder nicht*. Wenn Sie nur eine Schätzung eingeben und sie in der Variable speichern, nimmt die zweite Schätzung denselben Wert an, da das Display auch die soeben in die Variable eingegebene Zahl anzeigt. (Ist dies der Fall, ändert der Taschenrechner eine der Schätzungen minimal, so dass er über zwei unterschiedliche Schätzwerte verfügt.)

- Das Eingeben eigener Schätzungen bietet die folgenden Vorteile:
- Da Schätzungen den Bereich einer Suche eingrenzen, können Sie die zum Finden einer Lösung erforderliche Zeit reduzieren.
- Wenn es mehr als eine mathematische Lösung gibt, können Schätzungen das SOLVE-Verfahren auf die gewünschte Antwort bzw. auf den Bereich von Antworten verweisen. Die Gleichung der linearen Bewegung

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

kann beispielsweise zwei Lösungen für t haben. Sie können die Antwort zur benötigten Lösung hin lenken, indem Sie entsprechende Schätzwerte eingeben.

In dem diese Gleichung verwendenden Beispiel weiter vorne in diesem Kapitel war es nicht erforderlich, vor dem Lösen nach T Schätzungen anzugeben, da Sie im ersten Teil dieses Beispiels einen Wert für T gespeichert und nach D gelöst haben. Der in T gespeicherte Wert war ein brauchbarer (realistischer) Wert, so dass er bei der Lösung nach T als Schätzung verwendet wurde.

- Wenn bestimmte Werte für die Unbekannte in einer Gleichung nicht zulässig sind, können Näherungen das Auftreten dieser Werte vermeiden. So resultiert

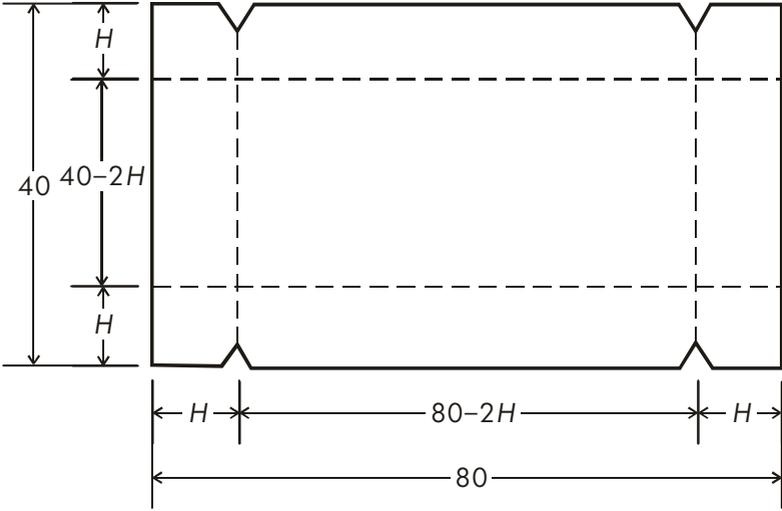
$$y = t + \log x$$

beispielsweise in einem Fehler, wenn $x \leq 0$ (Meldung **NO ROOT FND**).

Im folgenden Beispiel hat die Gleichung mehr als eine Nullstelle, aber Schätzungen helfen, die gewünschte Nullstelle zu ermitteln.

Beispiel: Schätzungen zum Ermitteln einer Nullstelle verwenden.

Erzeugen Sie unter Verwendung eines Blechs der Größe 40 x 80 cm einen Behälter ohne Deckel mit einem Volumen von 7500 cm³. Sie müssen die Höhe des Behälters ermitteln (d. h. den Anteil des Blechs, der an allen vier Seiten nach oben gebogen werden muss), die das angegebene Volumen ergibt. Ein *höherer* Behälter wird einem *niedrigeren* vorgezogen.



Wenn H die Höhe ist, dann beträgt die Länge des Behälters $(80 - 2H)$ und die Breite $(40 - 2H)$. Das Volumen V beträgt:

$$V = (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H$$

Dies können Sie vereinfachen und folgendermaßen eingeben:

$$V = (40 - H) \times (20 - H) \times 4 \times H$$

Geben Sie die Gleichung ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 EQN		Wählt den Gleichungsmodus und startet die Gleichung.
 RCL \times  $=$	$V =$	

\rightarrow (40 =		
RCL H \rightarrow)	$V=(40-H)$	
\times \rightarrow (20 =		
RCL H \rightarrow)	$(40-H)\times(20-H)$	
\times 4 \times RCL H	$H)\times(20-H)\times 4\times H$	
ENTER	$V=(40-H)\times(20-H)$	Beendet die Gleichungseingabe und zeigt die Gleichung an.
\rightarrow SHOW	CK=49R4 LN=19	Prüfsumme und Länge.

Es scheint einleuchtend, dass entweder ein hoher, schmaler Behälter oder ein kurzer, flacher Behälter erzeugt werden kann, der das gewünschte Volumen enthält. Da der höhere Behälter bevorzugt wird, sind größere Anfangsschätzungen für die Höhe sinnvoll. Höhen von über 20 cm sind jedoch physikalisch nicht möglich, da das Blech nur 40 cm breit ist. Daher sind Anfangsschätzungen von 10 und 20 cm geeignet.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
\square		Beendet den Gleichungsmodus.
10 \square H		Speichert die Schätzungen für die obere und untere Grenze.
20	20_	
\rightarrow EQN	$V=(40-H)\times(20-H)$	Zeigt die aktuelle Gleichung an.
SOLVE H	V?	Löst nach H auf; fordert zur Eingabe von V auf.
7500 \square	wert	
	H=	Speichert 7500 in V; löst nach H auf.
	15,0000	

Prüfen Sie nun die Qualität dieser Lösung – d. h. ob sie eine exakte Nullstelle zurückgegeben hat – indem Sie sich den Wert der vorherigen Schätzung der Nullstelle (im Y-Register) und den Wert der Gleichung an der Nullstelle (im Z-Register) ansehen.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
\checkmark \square	15,0000	Dieser Wert aus dem Y-Register ist die vor dem endgültigen Ergebnis angegebene Näherung. Da er mit der Lösung

7-10 Gleichungen lösen

identisch ist, handelt es sich bei der Lösung um eine exakte Nullstelle.

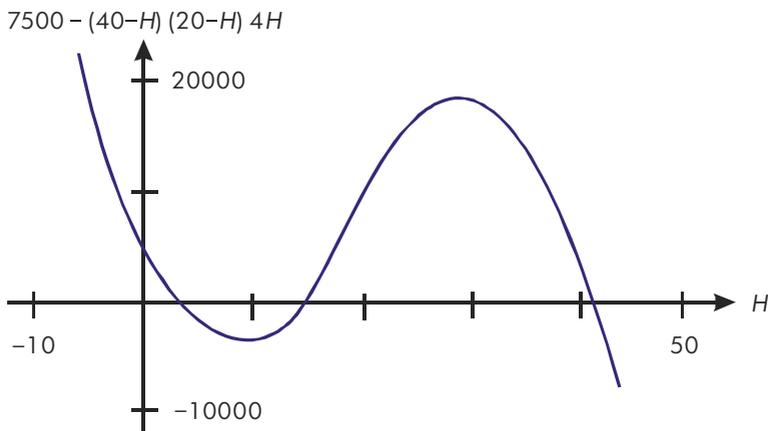
Dieser Wert aus dem Z-Register zeigt, dass die Gleichung an der Nullstelle gleich Null ist.

✓ $\boxed{R\downarrow}$

$\boxed{0.0000}$

Die Maße des gewünschten Behälters betragen $50 \times 10 \times 15$ cm. Wenn Sie die obere Grenze der Höhe (20 cm) ignoriert und Schätzungen von 30 und 40 cm verwendet hätten, würden Sie eine Höhe von 42,0256 cm erhalten – eine Nullstelle, die physikalisch sinnlos ist. Wenn Sie kleine Anfangsschätzungen verwendet hätten, z. B. 0 und 10 cm, erhielten Sie eine Höhe von 2,9774 cm – womit Sie einen unerwünscht kurzen, flachen Behälter erzeugen würden.

Wenn Sie nicht wissen, welche Schätzungen Sie verwenden sollen, können Sie eine Kurve zum besseren Verständnis des Verhalten der Gleichung verwenden. Werten Sie Ihre Gleichung für mehrere Werte der Unbekannten aus. Zeigen Sie für jeden Punkt in der Kurve die Gleichung an und drücken Sie \boxed{XEQ} – geben Sie an der Eingabeaufforderung für x die x -Koordinate ein und rufen Sie anschließend den entsprechenden Wert der Gleichung, die y -Koordinate, ab. Für das obige Problem würden Sie immer $V = 7500$ setzen und den Wert von H variieren, um unterschiedliche Werte für die Gleichung zu produzieren. Bedenken Sie, dass der Wert dieser Gleichung der *Unterschied* zwischen der linken und rechten Seite der Gleichung ist. Die Kurve für die Werte dieser Gleichung sieht folgendermaßen aus.



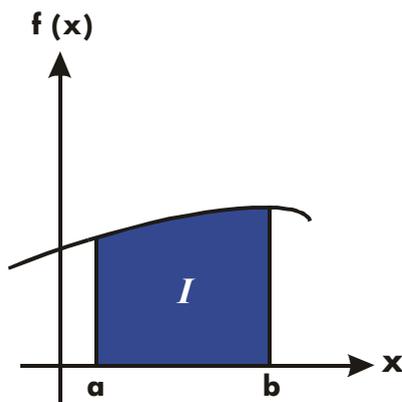
Weitere Informationen

Dieses Kapitel enthält Anleitungen zum Lösen von Gleichungen nach Unbekannten oder finden von Nullstellen für einen weiten Bereich von Anwendungen. Anhang D enthält detailliertere Informationen darüber, wie der Algorithmus für SOLVE funktioniert, wie Ergebnisse zu interpretieren sind, was geschieht, wenn keine Lösung gefunden wird – und es werden Situationen aufgeführt, die zu falschen Ergebnissen führen können.

Gleichungen integrieren

Viele Probleme in Mathematik, Wissenschaft und Technik erfordern das Berechnen des bestimmten Integrals einer Funktion. Wenn die Funktion durch $f(x)$ gekennzeichnet ist und das Intervall der Integration zwischen a und b liegt, dann kann das Integral mathematisch folgendermaßen ausgedrückt werden

$$I = \int_a^b f(x) dx$$



Die Größe I kann geometrisch interpretiert werden – als Fläche, die durch den Graphen der Funktion $f(x)$, die x-Achse sowie die Grenzen $x = a$ und $x = b$ eingeschlossen wird (vorausgesetzt, dass $f(x)$ im Intervall der Integration nicht negativ ist).

Die Operation \int (\int FN) integriert die aktuelle Gleichung nach einer angegebenen Variable (\int FN d). Die Funktion kann mehr als eine Variable enthalten.

\int funktioniert nur mit *reellen* Zahlen.

Gleichungen integrieren (∫ FN)

So integrieren Sie eine Gleichung:

1. Wenn die Gleichung, welche die Funktion des Integranden definiert, in der Gleichungsliste nicht gespeichert ist, geben Sie sie ein (siehe "Gleichungen in die Gleichungsliste eingeben" in Kapitel 6) und beenden Sie den Gleichungsmodus. Die Gleichung enthält in der Regel nur einen Ausdruck.
- ✓ 2. Geben Sie die Integrationsgrenzen ein: geben Sie die *untere* Grenze ein und drücken Sie **ENTER**, geben Sie anschließend die obere Grenze ein.
3. Zeigen Sie die Gleichung an: Drücken Sie **EQN** und blättern Sie, falls erforderlich, durch die Gleichungsliste (drücken Sie **↑** oder **↓**), um die gewünschte Gleichung anzuzeigen.
4. Wählen Sie die Variable der Integration: Drücken Sie **Variable**. Damit starten Sie die Berechnung.

Variable verwendet weitaus mehr Speicher als alle anderen Operationen im Taschenrechner. Wenn beim Ausführen von **Variable** die Meldung MEMORY FULL angezeigt wird, lesen Sie in Anhang B nach.

Sie können eine Integrationsberechnung stoppen, indem Sie **C** oder **R/S** drücken. Informationen über die Integration stehen jedoch erst zur Verfügung, wenn die Berechnung normal beendet wurde.

Die Einstellung für das Anzeigeformat wirkt sich auf die Genauigkeit aus, die für die Funktion angenommen und für das Ergebnis verwendet wird. Die Integration ist präziser, benötigt aber auch *viel* länger in den Einstellungen **{FLL}** und den höheren **{FIX}**, **{SCI}** und **{ENG}** Einstellungen. Die *Ungenauigkeit* des Ergebnisses wird im Y-Register gespeichert, wodurch die Integrationsgrenzen in das T- und das Z-Register verschoben werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Genauigkeit der Integration" weiter hinten in diesem Kapitel.)

So integrieren Sie dieselbe Gleichung mit unterschiedlichen Informationen:

✓ Wenn Sie dieselben Integrationsgrenzen verwenden, drücken Sie **R↓ R↓**, um sie in das X- und Y-Register zu verschieben. Starten Sie anschließend mit Schritt 3 in der obigen Liste. Wenn Sie andere Grenzen verwenden möchten, beginnen Sie mit Schritt 2.

Um ein anderes Problem mit einer anderen Gleichung zu bearbeiten, starten Sie mit Schritt 1 mit einer Gleichung, die den Integranden definiert.

Beispiel: Bessel-Funktion.

Die Bessel-Funktion der ersten Art nullter Ordnung kann folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$J_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(x \sin t) dt$$

Ermitteln Sie die Bessel-Funktion für die x-Werte von 2 und 3.

Geben Sie den Ausdruck ein, der die Funktion des Integranden definiert:

$\cos(x \sin t)$

Tasten:	Display:	Beschreibung:
CLEAR		Löscht den Speicher.
{ALL} {Y}		
EQN	Aktuelle Gleichung oder EQN LIST TOP	Wählt den Gleichungsmodus.
COS RCL X	COS(X	Beginnt mit der Gleichungseingabe.
x SIN	COS(XxSIN	
RCL T	COS(XxSIN(T	
	COS(XxSIN(T))	
ENTER	COS(XxSIN(T))	Beendet den Ausdruck und zeigt sein linkes Ende an.
SHOW	CK=E1EC LN=13	Prüfsumme und Länge.
C		Beendet den Gleichungsmodus.

Integrieren Sie diese Funktion jetzt nach t für den Bereich Null bis π ; $x = 2$.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
MODES {RAD}		Wählt den Bogenmaß-Modus.
0 ENTER pi	3.1416	Gibt die Integrationsgrenzen ein (untere Grenze zuerst).
EQN	COS(XxSIN(T))	Zeigt die Funktion an.
	\int FN d_	Aufforderung zur Eingabe der Integrationsvariablen.

T	X?	Fordert zur Eingabe von X auf.
	wert	
2 R/S	INTEGRATING	x = 2. Startet die Integration;
	$\int =$	berechnet das Ergebnis für
	0,7034	$\int_0^{\pi} f(t)$
✓ → π ÷	0,2239	Das Endergebnis für $J_0(2)$.

Berechnen Sie nun $J_0(3)$ mit denselben Integrationsgrenzen. Sie müssen die Integrationsgrenzen $(0, \pi)$ angeben, da sie von der nachfolgenden Division durch π aus dem Stack geschoben wurden.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
✓ 0 ENTER → π	3,1416	Gibt die Integrationsgrenzen ein (untere Grenze zuerst).
→ EQN	COS(XxSIN(T))	Zeigt die aktuelle Gleichung an.
→ ∇	\int FN d_	Aufforderung zur Eingabe der Integrationsvariablen.
T	X?	Fordert zur Eingabe von X auf.
	2,0000	
3 R/S	INTEGRATING	x = 3. Startet die Integration;
	$\int =$	berechnet das Ergebnis für
	-0,8170	$\int_0^{\pi} f(t)$
✓ → π ÷	-0,2601	Das Endergebnis für $J_0(3)$.

Beispiel: Sinusintegral.

Bestimmte Probleme in der Kommunikationstheorie (z. B. die Pulsübertragung über idealisierte Netzwerke) erfordern das Berechnen eines Integrals (manchmal als *Sinusintegral* bezeichnet) in der Form von

$$S_i(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Ermitteln Sie $S_i(2)$.

Geben Sie den Ausdruck ein, der die Funktion des Integranden definiert:

$$\frac{\sin x}{x}$$

Wenn der Taschenrechner versuchen würde, diese Funktion mit $x = 0$ zu berechnen, der unteren Integrationsgrenze, würde dies einen Fehler (DIVIDE BY 0) verursachen. Dieser Integrationsalgorithmus berechnet in der Regel die Funktionen *nicht* an ihren Integrationsgrenzen, es sei denn, die Endpunkte des Integrationsintervalls liegen extrem dicht beieinander oder die Anzahl der Stichprobenpunkte ist extrem groß.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN	Die aktuelle Gleichung oder EQN LIST TOP	Wählt den Gleichungsmodus.
X	SIN(X)■	Beginnt die Gleichung.
	SIN(X)■	Die rechte schließende Klammer ist in diesem Fall erforderlich.
X	SIN(X)÷X■	
	SIN(X)÷X	Beendet die Gleichungseingabe.
	CK=0EE0 LN=8	Prüfsumme und Länge.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Integrieren Sie diese Funktion jetzt nach x (d. h. X) im Bereich Null bis 2 ($t = 2$).

Tasten:	Display:	Beschreibung:
{RAD}		Wählt den Bogenmaß-Modus.
0 2	2_	Gibt die Integrationsgrenzen ein (untere Grenze zuerst).
	SIN(X)÷X	Zeigt die aktuelle Gleichung an.
X	INTEGRATING ∫= 1,6054	Das Endergebnis für $S(2)$.

Genauigkeit der Integration

Da der Taschenrechner den Wert eines Integrals nicht exakt berechnen kann, *nähert* er sich ihm an. Die Genauigkeit dieses Annäherungswertes ist abhängig von der Genauigkeit der Funktion des Integranden selbst, der durch Ihre Gleichung berechnet wird. Diese Genauigkeit wird durch Rundungsfehler im Taschenrechner und die Genauigkeit der empirischen Konstanten beeinträchtigt.

Integrale von Funktionen mit bestimmten Eigenschaften, z. B. Spitzen oder sehr schnellen Oszillationen *können* ungenau berechnet werden, aber die Wahrscheinlichkeit ist sehr gering. Die allgemeinen Eigenschaften von problemverursachenden Funktionen sowie Methoden zum Umgang mit ihnen werden in Anhang E erläutert.

Die Genauigkeit angeben

Die Einstellung des Anzeigeformats (FIX, SCI, ENG oder ALL) legt die *Genauigkeit* der Integrationsberechnung fest. Je größer die Anzahl der angezeigten Stellen ist, desto größer ist die Genauigkeit des berechneten Integrals (und desto mehr Zeit wird für die Berechnung in Anspruch genommen.). Je weniger Stellen angezeigt werden, desto schneller erfolgt die Berechnung, aber der Taschenrechner nimmt an, dass die Funktion nur auf die durch das Anzeigeformat festgelegte Anzahl an Stellen genau ist.

Um die *Genauigkeit* der Integration anzugeben, legen Sie das Anzeigeformat so fest, dass im Display *nicht mehr als* Stellen angezeigt werden, als Sie *in den Werten des Integranden* für genau erachten. Diese Genauigkeit und Präzision wird im Ergebnis der Integration reflektiert.

Wenn der Bruchmodus aktiviert ist (Flag 7 gesetzt), wird die Genauigkeit durch das vorherige Anzeigeformat festgelegt.

Die Genauigkeit interpretieren

Nach der Berechnung des Integrals überträgt der Taschenrechner die geschätzte *Ungenauigkeit* dieses Integrationsergebnisses in das Y-Register. Drücken Sie $\boxed{x \leftrightarrow y}$, um den Wert der Ungenauigkeit anzuzeigen.

Wenn das Integral $S_i(2)$ beispielsweise $1,6054 \pm 0,0002$ ist, beträgt seine Ungenauigkeit 0,0002.

Beispiel: Die Genauigkeit angeben.

Setzen Sie das Anzeigeformat auf SCI 2 und berechnen Sie das Integral im Ausdruck für $S_i(2)$ (aus dem vorherigen Beispiel).

	Tasten:	Display:	Beschreibung:
	{SCI} 2	1,61E0	Legt die wissenschaftliche Notation mit zwei Dezimalstellen fest und gibt so an, dass die Funktion bis auf zwei Dezimalstellen genau ist.
✓		0,00E0 2,00E0	Verschiebt die Integrationsgrenzen aus den Z- und T-Registern in die X- und Y-Register.
		SIN(X)÷X	Zeigt die aktuelle Gleichung an.
		INTEGRATING ∫= 1,61E0	Das Integral, bis auf zwei Dezimalstellen angenähert.
		1,61E-2	Die Ungenauigkeit der Annäherung des Integrals.

Das Integral ist $1,61 \pm 0,0161$. Da die Ungenauigkeit sich erst auf die dritte Dezimalstelle auswirken würde, können Sie davon ausgehen, dass alle angezeigten Stellen in dieser Annäherung genau sind.

Wenn die Ungenauigkeit einer Annäherung größer ist als akzeptierbar, können Sie die Anzahl der Stellen im Anzeigeformat ändern und die Integration wiederholen (vorausgesetzt, $f(x)$ wird mit der Anzahl an Stellen im Display immer noch genau berechnet). Im Allgemeinen nimmt die Ungenauigkeit einer Integrationsberechnung mit dem Faktor 10 für jede zusätzlich im Anzeigeformat angegebene Stelle ab.

Beispiel: Die Genauigkeit ändern.

Legen Sie für das soeben berechnete Integral von $\sin(x)$ fest, dass das Ergebnis bis auf vier anstatt auf zwei Dezimalstellen genau sein soll.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
DISPLAY {SCI} 4	1.6079E-2	Legt die Genauigkeit bis auf vier Dezimalstellen fest. Die Ungenauigkeit aus dem letzten Beispiel wird im Display noch angezeigt
✓ R↓ R↓	0.0000E0 2.0000E0	Verschiebt die Integrationsgrenzen aus den Z- und T-Registern in die X- und Y-Register.
→ EQN	SIN(X)÷X	Zeigt die aktuelle Gleichung an.
→ ∫ X	INTEGRATING ∫ = 1.6054E0	Berechnet das Ergebnis.
x↔y	1.6056E-4	Beachten Sie, dass die Ungenauigkeit etwa 1/100 so groß ist wie die Ungenauigkeit des zuvor berechneten SCI 2-Ergebnisses.
DISPLAY FIX 4	0.0002	Stellt das FIX 4-Format wieder her.
MODES {DEG}	0.0002	Stellt den Grad-Modus wieder her.

Diese Ungenauigkeit weist darauf hin, dass das Ergebnis bis auf nur drei Dezimalstellen korrekt sein *könnte*. Tatsächlich ist dieses Ergebnis bis auf *sieben* Dezimalstellen genau, wenn es mit dem tatsächlichen Wert dieses Integrals verglichen wird. Da die Ungenauigkeit eines Ergebnisses konservativ berechnet wird, *ist die Annäherung des Taschenrechners in den meisten Fällen akkurater, als ihre Ungenauigkeit anzeigt*.

Weitere Informationen

Dieses Kapitel enthält Anweisungen zum Einsatz der Integrationsfähigkeiten des HP 33s für einen weiten Bereich von Anwendungen. Anhang E enthält detailliertere Informationen darüber, wie der Algorithmus für die Integration funktioniert, welche Situationen falsche Ergebnisse verursachen können, welche Umstände Berechnungszeiten verlängern und wie die aktuelle Annäherung an ein Integral ermittelt werden kann.

Operationen mit komplexen Zahlen

Der HP 33s kann komplexe Zahlen in folgender Form verwenden:

$$x + iy.$$

Er verfügt über Operationen für komplexe Arithmetik (+, -, ×, ÷), komplexe Trigonometrie (sin, cos, tan) und die mathematischen Funktionen $-z$, $1/z$, $z_1^{z_2}$, $\ln z$ und e^z (wobei z_1 und z_2 komplexe Zahlen sind).

✓ So geben Sie eine komplexe Zahl ein:

1. Geben Sie den *imaginären* Teil ein.
2. Drücken Sie **ENTER**.
3. Geben Sie den *reellen* Teil ein.

Komplexe Zahlen im HP 33s werden gehandhabt, indem Sie den imaginären und reellen Teil der komplexen Zahl jeweils als separaten Eintrag eingeben. Um zwei komplexe Zahlen einzugeben, geben Sie vier separate Zahlen ein. Um eine komplexe Operation auszuführen, drücken Sie vor dem Operator die Tasten **↵** **CMPLEX**. Um beispielsweise Folgendes zu berechnen

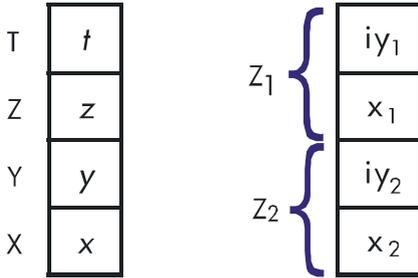
$$(2 + i 4) + (3 + i 5),$$

drücken Sie 4 **ENTER** 2 **ENTER** 5 **ENTER** 3 **↵** **CMPLEX** **+**.

Das Ergebnis ist $5 + i 9$. (Die erste Zeile ist der *imaginäre*, die zweite Zeile der *reelle* Teil.)

Komplexe Zahlen im Stack

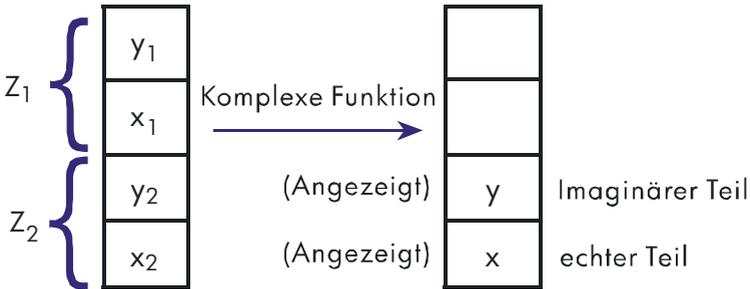
Im RPN-Modus ist der Stack mit den komplexen Zahlen tatsächlich der reguläre Speicher-Stack, der in zwei doppelte Register für zwei komplexe Zahlen aufgeteilt ist, $z_{1x} + i z_{1y}$ und $z_{2x} + i z_{2y}$:



Reeller Stack

Komplexer Stack

Da der imaginäre und der reelle Teil einer komplexen Zahl separat eingegeben und gespeichert werden, können Sie jeden einzelnen Teil problemlos verwenden oder bearbeiten.



Comploderexe Eingabe

Komplexes Ergebnis, z

z oder z₁ oder z₂

Geben Sie den imaginären Teil (den y-Teil) einer Zahl immer zuerst ein. Der reelle Teil des Ergebnisses (z_x) wird in der zweiten Zeile angezeigt; der imaginäre Teil (z_y) erscheint in der ersten Zeile. (Bei Operationen mit zwei Zahlen wird die erste komplexe Zahl, z₁, in die Z- und T-Register des Stack repliziert.)

Komplexe Operationen

Sie verwenden die komplexen Operationen wie reelle Operationen, drücken aber vor Eingabe des Operators die Tasten  **CMPLEX**.

✓ So führen Sie eine Operation mit einer komplexen Zahl aus:

1. Geben Sie die komplexe Zahl z ein, die aus $x + i y$ besteht, indem Sie **ENTER** x eingeben.
2. Wählen Sie die komplexe Funktion.

Funktionen für eine komplexe Zahl, z

Zu berechnen:	Tastatureingabe:
Vorzeichen ändern, $-z$	 CMPLEX +/-
Inverse, $1/z$	 CMPLEX 1/x
Natürlicher Logarithmus, $\ln z$	 CMPLEX LN
Natürlicher Antilogarithmus, e^z	 CMPLEX e^x
Sinus z	 CMPLEX SIN
Kosinus z	 CMPLEX COS
Tangens z	 CMPLEX TAN

✓ So führen Sie eine Operation mit zwei komplexen Zahlen aus:

1. Geben Sie die erste komplexe Zahl z_1 ein (besteht aus $x_1 + i y_1$), indem Sie y_1 **ENTER** x_1 **ENTER** eingeben (für $z_1^{z_2}$ geben Sie den Basisteil, z_1 , zuerst ein).
2. Geben Sie die zweite komplexe Zahl z_2 ein, indem Sie y_2 **ENTER** x_2 eingeben. (Für $z_1^{z_2}$ geben Sie den Exponenten, z_2 , als zweites ein.)

Wählen Sie die arithmetische Operation:

Arithmetik mit zwei komplexen Zahlen, z_1 und z_2

Zu berechnen:	Tastatureingabe:
Addition, $z_1 + z_2$	CMPLX +
Subtraktion, $z_1 - z_2$	CMPLX -
Multiplikation, $z_1 \times z_2$	CMPLX x
Division, $z_1 \div z_2$	CMPLX ÷
Potenzfunktion, $z_1^{z_2}$	CMPLX y^x

Beispiele:

Im Folgenden finden Sie einige Beispiele für Trigonometrie und Arithmetik mit komplexen Zahlen:

Berechnen Sie $\sin(2 + i3)$.



Tasten:	Display:	Beschreibung:
3 ENTER 2 CMPLX SIN	-4,1689 9,1545	Ergebnis ist $9,1545 - i4,1689$.

Werten Sie diesen Ausdruck aus:

$$z_1 \div (z_2 + z_3).$$

Dabei gilt: $z_1 = 23 + i13$, $z_2 = -2 + i$ $z_3 = 4 - i3$

Da der Stack nur jeweils zwei komplexe Zahlen enthalten kann, führen Sie die Berechnung folgendermaßen aus:

$$z_1 \times [1 \div (z_2 + z_3)]$$



Tasten:	Display:	Beschreibung:
1 ENTER 2 +/- ENTER 3 +/- ENTER 4 CMPLX +	-2,0000 2,0000	Addiert $z_2 + z_3$; zeigt den reellen Teil an.
CMPLX 1/x	0,2500 0,2500	$1 \div (z_2 + z_3)$.

13 **ENTER** 23

↶ **CMPLEX** **×**

9,0000

2,5000

$z_1 \div (z_2 + z_3)$. Ergebnis ist
 $2,5 + i9$.

Werten Sie $(4 - i 2/5) (3 - i 2/3)$ aus. Verwenden Sie keine komplexen Operationen, wenn Sie nur einen Teil einer komplexen Zahl berechnen.

✓	Tasten:	Display:	Beschreibung:
	• 2 • 5 +/- ENTER	-0,4000 -0,4000	Gibt den imaginären Teil der ersten komplexen Zahl als Bruch ein.
	4 ENTER	4,0000 4,0000	Gibt den reellen Teil der ersten komplexen Zahl ein.
	• 2 • 3 +/- ENTER	-0,6667 -0,6667	Gibt den imaginären Teil der zweiten komplexen Zahl als Bruch ein.
	3 ↶ CMPLEX ×	-3,8667 11,7333	Beendet die Eingabe der zweiten Zahl und multipliziert anschließend beide komplexe Zahlen. Das Ergebnis ist $11,7333 - i3,8667$.

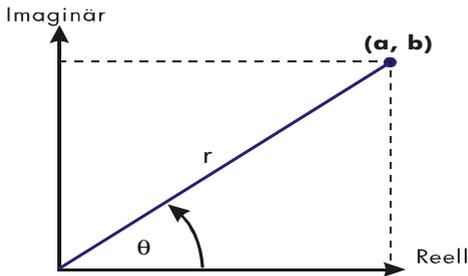
Berechnen Sie e^{z-2} , wobei $z = (1 + i)$ ist. Verwenden Sie **↶** **CMPLEX** **y^x**, um z^{-2} zu berechnen; geben Sie -2 als $-2 + i0$ ein.

✓	Tasten:	Display:	Beschreibung:
	1 ENTER 1 ENTER		Zwischenergebnis von $(1 + i)^{-2}$
	0 ENTER 2 +/- ↶ CMPLEX y^x	-0,5000 0,0000	
	↶ CMPLEX e^x	-0,4794 0,8776	Das endgültige Ergebnis ist $0,8776 - i0,4794$.

Komplexe Zahlen in polarer Form verwenden

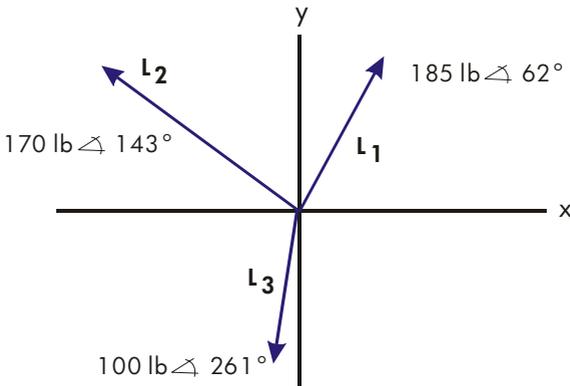
Viele Anwendungen verwenden reelle Zahlen in *polarer* Form oder *polarer* Notation. Diese Formen verwenden, genau wie komplexe Zahlen, Zahlenpaare, so dass Sie auch unter Verwendung komplexer Operationen mit diesen Zahlen arithmetische Berechnungen ausführen können. Da die komplexen Operationen des HP 33s mit Zahlen in *rechtwinkligem* Format funktionieren, müssen Sie die polare Form in die *rechtwinklige* Form konvertieren (indem Sie   vor der Ausführung der komplexen Operation verwenden) und das Ergebnis anschließend in die polare Form zurück konvertieren.

$$\begin{aligned} a + i b &= r (\cos \theta + i \sin \theta) = r e^{i \theta} \\ &= r \angle \theta \text{ (polare oder Phasenform)} \end{aligned}$$



Beispiel: Vektoraddition.

Fügen Sie die folgenden drei Lasten hinzu. Sie müssen die polaren Koordinaten zunächst in rechtwinklige Koordinaten konvertieren.



Tasten:	Display:	Beschreibung:
✓ MODES {DEG} 62 ENTER 185 ↶ →y,x	163,3453 86,8522	Legt den Grad-Modus fest. Gibt L ₁ ein und konvertiert den Wert in das rechtwinklige Format.
✓ 143 ENTER 170 ↶ →y,x ↶ CMPLX +	102,3086 -135,7680 265,6539 -48,9158	Gibt L ₂ ein und konvertiert den Wert. Fügt Vektoren hinzu.
✓ 261 ENTER 100 ↶ →y,x ↶ CMPLX + ↶ →θ,r	-98,7688 -15,6434 166,8850 -64,5592 111,1489 178,9372	Gibt L ₃ ein und konvertiert den Wert. Addiert L ₁ + L ₂ + L ₃ . Konvertiert den Vektor zurück in die polare Form; zeigt r, θ an.

Basiskonvertierungen und Arithmetik

Im Menü BASE ( **BASE**) können Sie die Zahlenbasis ändern, die für die Zahleneingabe und andere Operationen (einschließlich der Programmierung) verwendet wird. Das Ändern der Basis konvertiert auch die *angezeigte* Zahl in die neue Basis.

Menü BASE

Name des Menüs	Beschreibung
{DEC}	<i>Dezimalmodus.</i> Kein Indikator. Konvertiert Zahlen in die Basis 10. Zahlen haben ganzzahlige und Dezimalstellen.
{HEX}	<i>Hexadezimalmodus.</i> HEX -Indikator ist aktiviert. Konvertiert Zahlen in die Basis 16; verwendet nur Ganzzahlen. Die obersten Tasten stellen die Ziffern  bis  dar.
{OCT}	<i>Oktalmodus.</i> OCT -Indikator ist aktiviert. Konvertiert Zahlen in die Basis 8; verwendet nur Ganzzahlen. Die Tasten  ,  und die nicht umgeschalteten Tasten in der obersten Reihe sind nicht aktiviert.
{BIN}	<i>Binärmodus.</i> BIN -Indikator ist aktiviert. Konvertiert Zahlen in die Basis 2; verwendet nur Ganzzahlen. Die Zifferntasten außer  und  und die nicht umgeschalteten Tasten in der obersten Reihe sind nicht aktiviert. Wenn eine Zahl länger als 12 Stellen ist, dann sind die  und  Tasten zum Betrachten von Fenstern aktiv. (Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Fenster für lange Binärzahlen" weiter hinten in diesem Kapitel.)

Beispiele: Die Basis einer Zahl konvertieren.

Mit Hilfe der folgenden Tastatureingaben werden verschiedene Basiskonvertierungen ausgeführt.

Konvertieren Sie $125,99_{10}$ in eine Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahl.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$125,99$  BASE {HEX}	$7D$	Konvertiert nur den ganzzahligen Teil (125) der Dezimalzahl in die Basis 16 und zeigt diesen Wert an.
 BASE {OCT}	175	Basis 8.
 BASE {BIN}	1111101	Basis 2.
 BASE {DEC}	$125,9900$	Stellt die Basis 10 wieder her; der ursprüngliche Dezimalwert wurde gespeichert, einschließlich seiner Dezimalstellen.

Konvertieren Sie $24FF_{16}$ in die Binärbasis. Die Binärzahl wird mehr als 12 Stellen haben (die maximal mögliche Anzeige).

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 BASE {HEX}	$24FF$	Verwenden Sie die Taste  , um "F" einzugeben.
 BASE {BIN}	010011111111	Die vollständige Binärzahl kann nicht angezeigt werden. Der  -Indikator zeigt an, dass die Zahl auf der linken Seite fortgesetzt wird.
	10	Zeigt den Rest der Zahl an. Die vollständige Zahl ist 10010011111111_2 .
	010011111111	Zeigt die ersten 12 Stellen erneut an.
 BASE {DEC}	$9,471,0000$	Stellt die Basis 10 wieder her.

Arithmetik in den Basen 2, 8 und 16

Mit Hilfe der Tasten $\boxed{+}$, $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$ und $\boxed{\div}$ können Sie arithmetische Operationen in jeder Basis ausführen. Die einzigen Funktionstasten, die außerhalb des Dezimalmodus deaktiviert sind, sind $\boxed{e^x}$, $\boxed{\text{LN}}$, $\boxed{y^x}$, $\boxed{1/x}$, $\boxed{\Sigma+}$ und $\boxed{x^2}$. Sie sollten jedoch bedenken, dass die meisten Operationen, bei denen es sich nicht um einfache Arithmetik handelt, keine sinnvollen Ergebnisse liefern, da die Dezimalstellen der Zahlen abgeschnitten werden.

Rechnungen in den Basen 2, 8 und 16 werden im sog. 2er-Komplement dargestellt und verwenden nur Ganzzahlen:

- Wenn eine Zahl Dezimalstellen hat, wird für die arithmetische Berechnung nur der ganzzahlige Teil verwendet.
- Das Ergebnis einer Operation ist immer eine Ganzzahl (alle Dezimalstellen werden abgeschnitten).

Während Konvertierungen nur die angezeigte Zahl, nicht aber die Zahl im X-Register ändern, wird die Zahl im X-Register durch *arithmetische Operationen* geändert.

Wenn das Resultat einer Operation nicht in 36 Bit dargestellt werden kann, wird im Display **OVERFLOW** und anschließend die größtmögliche positive oder negative Zahl angezeigt.

Beispiel:

Im Folgenden finden Sie einige Beispiele für Rechnungen im Hexadezimal-, Oktal- und Binärmodus:

$$12F_{16} + E9A_{16} = ?$$

Tasten:

$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{BASE}}$ $\{\text{HEX}\}$

Display:

FC9

Beschreibung:

Setzt die Basis 16;
HEX-Indikator ist aktiviert.

✓ 12F $\boxed{\text{ENTER}}$ E9A $\boxed{+}$

Ergebnis.

$$7760_8 - 4326_8 = ?$$

$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{BASE}}$ $\{\text{OCT}\}$

7711

Setzt die Basis 8.
OCT-Indikator ist aktiviert.
Konvertiert die angezeigte Zahl ins Oktalsystem.

✓ 7760 $\boxed{\text{ENTER}}$ 4326 $\boxed{-}$

3432

Ergebnis.

$$100_8 \div 5_8 = ?$$

✓ 100 [ENTER] 5 [÷]

14 Ganzzahliger Teil des Ergebnisses.

$$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$$

[↶] [BASE] {HEX} 5A0

5A0_ Setzt die Basis 16;
HEX-Indikator ist aktiviert.

[↶] [BASE] {BIN} 1001100

1001100_ Wechselt in die Basis 2;
BIN-Indikator ist aktiviert.
Dies beendet die Zifferneingabe, so dass [ENTER] zwischen den Zahlen nicht erforderlich ist.

✓ [+]

10111101100 Ergebnis in der Binärbasis.

[↶] [BASE] {HEX}

5EC Ergebnis in der Hexadezimalbasis.

[↶] [BASE] {DEC}

1.516.0000 Stellt die Dezimalbasis wieder her.

Die Darstellung von Zahlen

Obwohl die *Anzeige* einer Zahl beim Ändern der Basis konvertiert wird, wird ihre gespeicherte Form nicht geändert, so dass Dezimalzahlen erst abgeschnitten werden, wenn sie in arithmetischen Berechnungen verwendet werden.

Wenn eine Zahl in der Hexadezimal-, Oktal- oder Binärbasis erscheint, wird als rechtsbündig mit bis zu 36 Bit (12 Oktal-Stellen oder 9 hexadezimale Stellen) angezeigt. Voranstehende Nullen werden nicht angezeigt, aber sie sind wichtig, weil sie auf eine positive Zahl hinweisen. Die Binärform von 125_{10} wird beispielsweise folgendermaßen dargestellt:

1111101

was den folgenden 36 Stellen entspricht:

000000000000000000000000000000001111101

Negative Zahlen

Das äußerste linke (das signifikanteste oder "höchste") Bit der Binärdarstellung einer Zahl ist das Vorzeichen-Bit; für negative Zahlen wird es auf (1) gesetzt. Wenn es voranstehende Nullen gibt (die nicht angezeigt werden), dann ist das Vorzeichen-Bit 0 (positiv). Eine negative Zahl ist das 2er-Komplement ihrer positiven Binärzahl.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
546 [BASE] {HEX}	222	Gibt eine positive Dezimalzahl ein und konvertiert sie anschließend ins Hexadezimalsystem.
	FFFFFFDDE	2er-Komplement (Vorzeichen geändert).
[BASE] {BIN}	110111011110	Binärversion; weist auf weitere Stellen hin.
	111111111111	Zeigt das äußerste linke Fenster an; die Zahl ist negativ, da das höchste Bit 1 ist.
[BASE] {DEC}	-546.0000	Negative Dezimalzahl.

Zahlenbereich

Die 36 Bit-Wortgröße legt den Bereich der Zahlen fest, die in Hexadezimal- (9 Stellen), Oktal- (12 Stellen) und Binärbasis (36 Stellen) dargestellt werden können, sowie den Bereich für Dezimalzahlen (11 Stellen), die in diese anderen Basen konvertiert werden können.

Zahlenbereich für Basiskonvertierungen

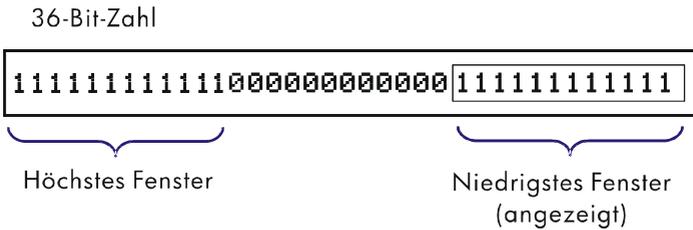
Basis	größtmögliche Positive Ganzzahlen	kleinstmögliche Negative Ganzzahlen
Hexadezimal	7FFFFFFF	800000000
Oktal	377777777777	400000000000
Binär	01111111111111111111111111111111 11111111111111111111111111111111	10000000000000000000000000000000 00000000000000000000000000000000
Dezimal	34.359.738.367	-34.359.738.368

Wenn Sie Zahlen eingeben, akzeptiert der Taschenrechner nur die für jede Basis maximal zulässige Anzahl an Stellen. Wenn Sie beispielsweise versuchen, eine 10-stellige Hexadezimalzahl einzugeben, wird die Zifferneingabe gestoppt und der **▲**-Indikator wird angezeigt.

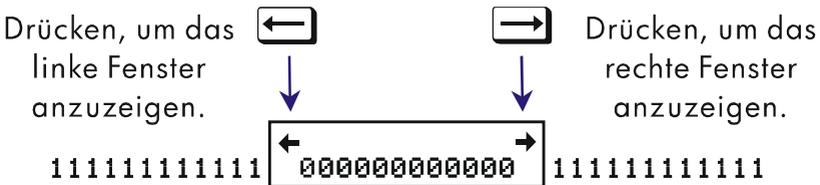
Wenn eine in Dezimalbasis eingegebene Zahl außerhalb des oben angegebenen Bereichs liegt, erscheint in den anderen Basen die Meldung **TOO BIG**. Im RPN-Modus wird der Original-Dezimalwert jeder zu großen Zahl in Berechnungen verwendet. Jede Operation, die zu einer Zahl außerhalb des oben angegebenen Bereiches führt, verursacht eine kurze Anzeige von **OVERFLOW**. Danach wird im Display die größte positive oder negative Ganzzahl angezeigt, die in der aktuellen Basis darstellbar ist. Im ALG-Modus wird bei jeder Operation (mit Ausnahme von +/- in der Eingabezeile, jedoch nicht bei einer Variablen-Eingabeaufforderung), die zu **TOO BIG** führt, der **▲**-Indikator angezeigt.

Fenster für lange Binärzahlen

Die längste Binärzahl kann 36 Stellen haben — dreimal so viele, wie im Display angezeigt werden können. Jede 12-stellige Anzeige einer langen Zahl wird als *Fenster* bezeichnet.



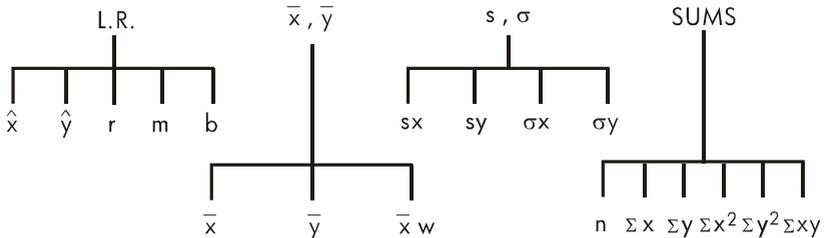
Wenn eine Binärzahl mehr als 12 Stellen hat, wird der **◀** oder **▶** Indikator angezeigt (oder beide) und weist darauf hin, in welcher Richtung sich die zusätzlichen Stellen befinden. Drücken Sie die entsprechende Taste (**◀** oder **▶**), um die verborgenen Fenster anzuzeigen.



Statistische Operationen

Die Statistikmenüs im HP 33s bieten Funktionen für die statistische Analyse eines Datensatzes mit einer oder zwei Variablen:

- Mittelwert, Stichproben- und Grundgesamtheitsstandardabweichung.
- Lineare Regression und lineare Schätzung (\hat{x} und \hat{y}).
- Gewichtetes Mittel (x gewichtet durch y).
- Summenstatistiken n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 und Σxy .



Statistische Daten eingeben

Statistische Daten mit einer oder zwei Variablen werden auf ähnliche Weise mit Hilfe der Tasten $\Sigma+$ (oder \leftarrow $\Sigma-$) eingegeben (oder gelöscht). Die Datenwerte werden als Summenstatistik in sechs *Statistikregistern* (28 bis 33) akkumuliert, deren Namen im Menü SUMS angezeigt werden. (Drücken Sie \rightarrow **SUMS** und sehen Sie n Σx Σy Σx^2 Σy^2 Σxy)

Hinweis



Die Statistikregister müssen vor der Eingabe neuer Statistikdaten immer gelöscht werden (drücken Sie \leftarrow **CLEAR** $\{\Sigma\}$).

Daten mit einer Variable eingeben (univariat)

1. Drücken Sie \square **CLEAR** $\{\Sigma\}$, um die vorhandenen Statistikdaten zu löschen.
2. Geben Sie alle x -Werte ein und drücken Sie $\Sigma+$.
3. Das Display zeigt n an, die Anzahl der jetzt akkumulierten statistischen Datenwerte.

Durch das Drücken von $\Sigma+$ werden tatsächlich zwei Variablen in die Statistikregister eingegeben, da der Wert im Y -Register als y -Wert akkumuliert wird. Aus diesem Grund führt der Taschenrechner eine lineare Regression aus und zeigt Werte basierend auf y an, selbst wenn Sie nur x -Daten oder eine unterschiedliche Anzahl an x - und y -Werten eingegeben haben. Es treten keine Fehler auf, aber die Ergebnisse sind offensichtlich nicht sinnvoll.

Um einen Wert *sofort nach der Eingabe* in das Display zurückzurufen, drücken Sie \square **LASTx**.

✓ Daten mit zwei Variablen eingeben (bivariat)

Wenn Ihre Daten im RPN-Modus aus zwei Variablen bestehen, ist x die *unabhängige Variable* und y die *abhängige Variable*. Denken Sie daran, ein (x, y) -Paar in *umgekehrter Reihenfolge* (y **ENTER** x) einzugeben, so dass y im Y -Register und x im X -Register gespeichert wird.

1. Drücken Sie \square **CLEAR** $\{\Sigma\}$, um die vorhandenen Statistikdaten zu löschen.
2. Geben Sie zuerst den y -Wert ein und drücken Sie **ENTER**.
3. Geben Sie den entsprechenden x -Wert ein und drücken Sie $\Sigma+$.
4. Das Display zeigt n an, die Anzahl der statistischen Datenpaare, die Sie akkumuliert haben.
5. Fahren Sie mit der Eingabe der x, y -Paare fort. n wird bei jedem Eintrag aktualisiert.

Um einen x -Wert *sofort nach der Eingabe* in das Display zurückzurufen, drücken Sie \square **LASTx**.

Fehler bei der Dateneingabe korrigieren

Wenn Ihnen bei der Eingabe von Statistikdaten ein Fehler unterläuft, löschen Sie die falschen Daten und fügen Sie die richtigen Daten hinzu. Selbst wenn nur ein Wert eines x, y -Paares falsch ist, müssen Sie *beide* Werte löschen und neu eingeben.

So korrigieren Sie Statistikdaten:

1. Geben Sie die falschen Daten erneut ein, drücken Sie aber \square $\Sigma-$ an Stelle von $\Sigma+$. Dies löscht die Werte und dekrementiert n .

2. Geben Sie die richtigen Werte mit Hilfe von $\Sigma+$ ein.

Wenn es sich bei den falschen Werten um die soeben eingegebenen Werte handelt, drücken Sie \leftarrow $\text{LAST}x$, um sie wiederherzustellen, und drücken Sie anschließend \leftarrow $\Sigma-$, um sie zu löschen. (Der falsche y -Wert war noch im Y -Register und sein x -Wert war noch im $\text{LAST } X$ -Register gespeichert.)

Beispiel:

Geben Sie die links dargestellten x, y -Werte ein; dadurch werden die auf der rechten Seite dargestellten Korrekturen vorgenommen:

Anfängliches x, y	Korrigiertes x, y
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Tasten:	Display:	Beschreibung:
\leftarrow CLEAR $\{2\}$		Löscht vorhandene Statistikdaten.
✓ 4 ENTER 20 $\Sigma+$	4,0000	Gibt das erste neue Datenpaar ein.
	1,0000	
✓ 6 ENTER 400 $\Sigma+$	6,0000	Das Display zeigt n an, die Anzahl der eingegebenen Datenpaare.
	2,0000	
\leftarrow $\text{LAST}x$	6,0000	Stellt den letzten x -Wert wieder her.
	400,0000	Letztes y ist noch im Y -Register.
\leftarrow $\Sigma-$	6,0000	Löscht das letzte Datenpaar.
	1,0000	
✓ 6 ENTER 40 $\Sigma+$	6,0000	Gibt das letzte Datenpaar erneut ein.
	2,0000	
✓ 4 ENTER 20 \leftarrow $\Sigma-$	4,0000	Löscht das erste Datenpaar.
	1,0000	
✓ 5 ENTER 20 $\Sigma+$	5,0000	Gibt das erste Datenpaar erneut ein.
	2,0000	In den Statistikregistern befinden sich noch insgesamt zwei Datenpaare.

Statistische Berechnungen

Sobald Sie Ihre Daten eingegeben haben, können Sie die Funktionen in den Statistikmenüs verwenden.

Statistikmenüs

Menü	Taste	Beschreibung
L.R.	 L.R.	Das Menü für die lineare Regression: lineare Schätzung $\{\hat{x}\}$ $\{\hat{y}\}$ und Kurvenanpassung $\{r\}$ $\{m\}$ $\{b\}$. Siehe "Lineare Regression" weiter hinten in diesem Kapitel.
\bar{x}, \bar{y}	 \bar{x}, \bar{y}	Das Menü Mittelwert: $\{\bar{x}\}$ $\{\bar{y}\}$ $\{\bar{x}w\}$. Siehe "Mittelwert" weiter unten.
s, σ	 S.O.	Das Menü Standardabweichung: $\{s_x\}$ $\{s_y\}$ $\{\sigma_x\}$ $\{\sigma_y\}$. Siehe "Stichprobenstandardabweichung" und "Grundgesamtheitsstandardabweichung" weiter hinten in diesem Kapitel.
SUMS	 SUMS	Das Summenmenü: $\{n\}$ $\{\sum x\}$ $\{\sum y\}$ $\{\sum x^2\}$ $\{\sum y^2\}$ $\{\sum xy\}$. Siehe "Summenstatistiken" weiter hinten in diesem Kapitel.

Mittelwert

Der Mittelwert ist der arithmetische Durchschnitt einer Gruppe von Zahlen.

- Drücken Sie  **\bar{x}, \bar{y}** $\{\bar{x}\}$ für den Mittelwert der x -Werte.
- Drücken Sie  **\bar{x}, \bar{y}** $\{\bar{y}\}$ für den Mittelwert der y -Werte.
- Drücken Sie  **\bar{x}, \bar{y}** $\{\bar{x}w\}$ für den *gewichteten* Mittelwert der x -Werte. Die y -Werte werden dabei als Gewichtungen oder Häufigkeiten verwendet. Die Gewichtungen können Ganzzahlen oder nicht-Ganzzahlen sein.

Beispiel: Mittelwert (eine Variable).

Produktionsleiterin May Kitt möchte die für einen bestimmten Prozess erforderliche durchschnittliche Zeit ermitteln. Sie wählt sechs Personen nach dem Zufallsprinzip aus, beobachtet jede Person bei der Ausführung dieses Prozesses und protokolliert die auf den Prozess verwendete Zeit (in Minuten):

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Berechnen Sie den Mittelwert der Zeitangaben. (Behandeln Sie alle Werte als x-Werte.)

Tasten:	Display:	Beschreibung:
CLEAR {Σ}		Löscht die Statistikregister.
15,5	1,0000	Gibt die erste Zeit ein.
9,25 10 12,5		Gibt die verbleibenden Daten ein, es werden sechs
12 8,5	6,0000	Datenpunkte akkumuliert.
{x̄}	\bar{x} \bar{y} $\bar{x}M$	Berechnet den Mittelwert der für
	11,2917	das Ausführen des Prozesses erforderlichen Zeit.

Beispiel: Gewichteter Mittelwert (zwei Variablen).

Ein Produktionsunternehmen erwirbt viermal im Jahr ein bestimmtes Teil. Im letzten Jahr wurden folgende Einkäufe getätigt:

Preis pro Teil (x)	€4,25	€4,60	€4,70	€4,10
Anzahl der Teile (y)	250	800	900	1000

Ermitteln Sie den Durchschnittspreis (gewichtet durch die Materialmenge) für dieses Teil. Denken Sie daran, y, die Gewichtung (Häufigkeit) vor x, dem Preis, einzugeben.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
CLEAR {Σ}		Löscht die Statistikregister.
✓ 250 4,25		Gibt die Daten ein; zeigt n
✓ 800 4,6		an.
✓ 900 4,7	900,0000	
	3,0000	

✓ 1000 **ENTER** 4,1 **Σ+** 1.000,0000
 4.0000
↵ **S.σ** {Σx} 4.4314

Es werden vier Datenpaare
 akkumuliert.
 Berechnet den
 Durchschnittspreis, gewichtet
 nach der erworbenen Menge.

Stichprobenstandardabweichung

Die Stichprobenstandardabweichung dient der Untersuchung, wie sich Datenwerte um den Mittelwert verteilen. Die Stichprobenstandardabweichung geht davon aus, dass die Daten eine Stichprobe eines größeren, vollständigen Datensatzes sind und wird mit Hilfe von $n - 1$ als Divisor berechnet.

- Drücken Sie **↵** **S.σ** {Σx} für die Standardabweichung der x-Werte.
- Drücken Sie **↵** **S.σ** {Σy} für die Standardabweichung der y-Werte.

Die Tasten {Σx} und {Σy} in diesem Menü werden im nächsten Abschnitt "Grundgesamtheitsstandardabweichung" beschrieben.

Beispiel: Stichprobenstandardabweichung.

Unter Verwendung derselben Zeitangaben für die Ausführung des Prozesses wie im obigen Mittelwert-Beispiel möchte May Kitt jetzt die Standardabweichung der Zeit (s_x) für den Prozess ermitteln:

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Berechnen Sie die Standardabweichung der Zeitangaben. (Behandeln Sie alle Daten als x-Werte.)

Tasten:	Display:	Beschreibung:
↵ CLEAR {Σ}		Löscht die Statistikregister.
15,5 Σ+	1.0000	Gibt die erste Zeit ein.
9,25 Σ+ 10 Σ+ 12,5 Σ+		Gibt die verbleibenden Daten
12 Σ+ 8,5 Σ+	6.0000	ein, es werden sechs Datenpunkte eingegeben.
↵ S.σ {Σx}	Σx Σy σx σy 2.5808	Berechnet die Standardabweichung der Zeit.

Grundgesamtheitsstandardabweichung

Die Grundgesamtheitsstandardabweichung ermittelt, wie Datenwerte um den Mittelwert verteilt sind. Die Grundgesamtheitsstandardabweichung geht davon aus, dass die Daten den *vollständigen* Datensatz ausmachen und wird mit Hilfe von n als Divisor berechnet.

- Drücken Sie { σ_x } für die Grundgesamtheitsstandardabweichung der x -Werte.
- Drücken Sie { σ_y } für die Grundgesamtheitsstandardabweichung der y -Werte.

Beispiel: Grundgesamtheitsstandardabweichung

Oma Hinkle hat vier erwachsene Söhne, die jeweils 170, 173, 174 und 180 cm groß sind. Ermitteln Sie die Grundgesamtheitsstandardabweichung der Größe.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
{ $\bar{\Delta}$ }		Löscht die Statistikregister.
170 173		Gibt die Daten ein. Es werden vier Datenpaare akkumuliert.
174 180	4,0000	
{ σ_x }	Σx Σy σ_x σ_y	Berechnet die Grundgesamtheitsstandardabweichung.
	3,6315	

Lineare Regression

Die lineare Regression, L.R. (auch als *lineare Schätzung* bezeichnet), ist eine statistische Methode zum Ermitteln einer Geraden, die einem Satz von x, y -Daten am besten entspricht.

Hinweis



Geben Sie, um eine **STAT ERROR**-Meldung zu vermeiden, die Daten ein, *bevor* Sie eine der Funktionen im L.R.-Menü ausführen.

Das L.R.–Menü (lineare Regression)

Menü–Tasten	Beschreibung
{ \hat{x} }	Schätzt (sagt vorher) x für einen gegebenen hypothetischen Wert von y , basierend auf der für die Daten berechneten Schätzgerade.
{ \hat{y} }	Schätzt (sagt vorher) y für einen gegebenen hypothetischen Wert von x , basierend auf der für die Daten berechneten Schätzgerade.
{ r }	Der Korrelationskoeffizient für die (x, y) –Daten. Der Korrelationskoeffizient ist eine Zahl im Bereich -1 bis $+1$ und gibt an, wie gut die berechnete Gerade den Daten entspricht.
{ m }	Die Steigung der berechneten Gerade.
{ b }	y –Achsenabschnitt der berechneten Gerade.

- Um einen Vorhersagewert für x (oder y) zu ermitteln, geben Sie einen gegebenen hypothetischen Wert für y (oder x) ein und drücken Sie anschließend  **L.R.** { \hat{x} } (oder  **L.R.** { \hat{y} }).
- Um die Werte zu ermitteln, welche die am besten an die Daten angepasste Gerade definieren, drücken Sie  **L.R.** gefolgt von { r }, { m } oder { b }.

Beispiel: Kurvenanpassung.

Der Ertrag einer neuen Reisart ist abhängig von der Düngung mit Stickstoff. Ermitteln Sie für die folgenden Daten die lineare Beziehung: den Korrelationskoeffizienten, die Neigung und den y –Achsenabschnitt.

X, verwendeter Stickstoff (kg pro Hektar)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
Y, Getreide–Ertrag (Tonnen pro Hektar)	4,63	5,78	6,61	7,21	7,78

Tasten:

Display:

Beschreibung:

CLEAR {Σ}

Löscht vorhandene Statistikdaten.

Gibt die Daten ein; zeigt n an.

✓ 4,63 ENTER 0 Σ+

✓ 5,78 ENTER 20 Σ+

✓ 6,61 ENTER 40 Σ+

✓ 7,21 ENTER 60 Σ+

✓ 7,78 ENTER 80 Σ+

7,2100

4,0000

7,7800

5,0000

⊗ ⊙ r m b

0,9880

Es werden fünf Datenpaare eingegeben.

Zeigt das Menü für die lineare Regression an.

Korrelationskoeffizient; Daten haben eine fast lineare Beziehung.

L.R. {r}

Steigung der Gerade.

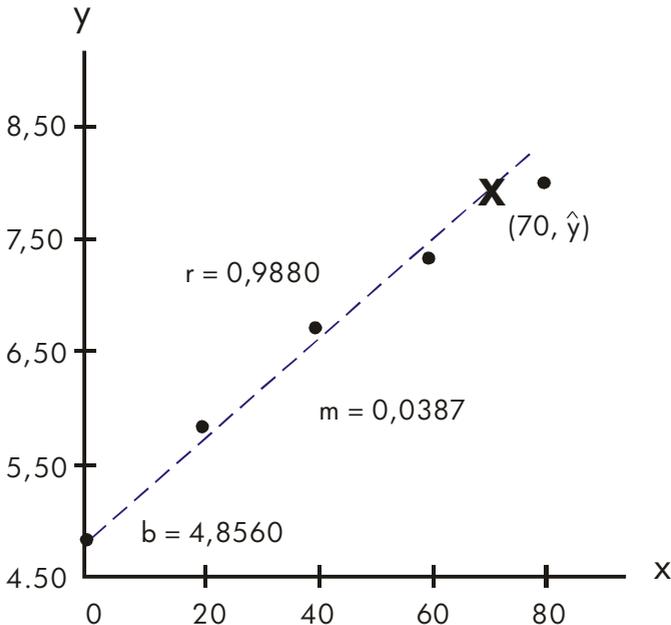
⊗ ⊙ r m b

0,0387

⊗ ⊙ r m b

4,8560

y-Achsenabschnitt.



Was wäre das Ergebnis, wenn für das Reisfeld 70 kg Stickstoffdünger verwendet werden würden? Sagen Sie den Getreide-Ertrag basierend auf der obigen Statistik voraus.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
C 70	7.7800 70_	Gibt den hypothetischen x -Wert ein.
→ L.R. { Ŷ }	\hat{x} \hat{y} r m b 7.5615	Der vorausgesagte Ertrag in Tonnen pro Hektar.

Einschränkungen bei der Genauigkeit von Daten

Da der Taschenrechner nur mit endlicher Genauigkeit (12 bis 15 Stellen) arbeitet, entstehen natürlich durch Rundungen Einschränkungen der Genauigkeit. Im Folgenden finden Sie hierfür zwei Beispiele:

Große Zahlen normalisieren

Der Taschenrechner kann die Standardabweichung und lineare Regression für eine Variable möglicherweise nicht genau berechnen, wenn sich deren Datenwerte nur minimal unterscheiden. Um dies zu vermeiden, normalisieren Sie die Daten, indem Sie jeden Wert als Differenz zu einem zentralen Wert (z. B. dem Mittelwert) eingeben. Für normalisierte x -Werte muss diese Differenz anschließend zur Berechnung von \bar{x} und \hat{x} wieder hinzugefügt werden und \hat{y} und b müssen ebenfalls angepasst werden. Wenn die x -Werte beispielsweise 7776999, 7777000 und 7777001 sind, sollten Sie die Daten als -1, 0, und 1 eingeben und anschließend 7777000 wieder zu \bar{x} und \hat{x} addieren. Für b addieren Sie $7777000 \times m$. Um \hat{y} zu berechnen, müssen Sie einen x -Wert kleiner als 7777000 angeben.

Ähnliche Ungenauigkeiten können sich ergeben, wenn die x - und y -Werte sehr unterschiedliche Größenordnungen aufweisen. Auch hier kann das Skalieren der Daten dieses Problem vermeiden.

Auswirkungen gelöschter Daten

Durch das Ausführen von $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\Sigma^- \right]$ werden keine Rundungsfehler gelöscht, die möglicherweise in den Statistikregistern durch die ursprünglichen Datenwerte generiert wurden. Diese Differenz ist nicht problematisch, es sei denn, die falschen Daten haben eine, im Vergleich zu den richtigen Daten, enorme Größe. In diesem Fall sollten alle Daten neu eingegeben werden.

Summationswerte und die Statistikregister

Die Statistikregister sind sechs eindeutige Zuordnungen im Speicher, in denen die Akkumulation der sechs Summationswerte gespeichert wird.

Summationsstatistiken

- Durch Drücken von $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{SUMS} \right]$ erhalten Sie Zugriff auf den Inhalt der Statistikregister:
- Drücken Sie $\left[n \right]$, um die Anzahl der akkumulierten Datensätze abzurufen.
- Drücken Sie $\left[x \right]$, um die Summe der x -Werte abzurufen.
- Drücken Sie $\left[y \right]$, um die Summe der y -Werte abzurufen.
- Drücken Sie $\left[\Sigma x^2 \right]$, $\left[\Sigma y^2 \right]$ und $\left[\Sigma xy \right]$, um die Summe der Quadrate und die Summe der Produkte der x - und y -Werte abzurufen, die hilfreich sind, wenn Sie weitergehende statistische Berechnungen zusätzlich zu den vom Taschenrechner zur Verfügung gestellten ausführen möchten.

Nach der Eingabe der Statistikdaten können Sie den Inhalt der Statistikregister anzeigen. Drücken sie $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{MEM} \right]$ $\left\{ \text{VAR} \right\}$ und verwenden Sie $\left[\uparrow \right]$ oder $\left[\downarrow \right]$, um die Statistikregister anzuzeigen.

Beispiel: Die Statistikregister anzeigen.

Verwenden Sie $\left[\Sigma^+ \right]$, um die Datenpaare (1,2) und (3,4) in den Statistikregistern zu speichern. Zeigen Sie die gespeicherten Statistikwerte anschließend an.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{CLEAR} \right]$ $\left[\Sigma \right]$		Löscht die Statistikregister.
✓ 2 $\left[\text{ENTER} \right]$ 1 $\left[\Sigma^+ \right]$	2.0000 1.0000	Gibt das erste Datenpaar (1,2) ein.

✓ 4	ENTER	3	Σ+	4,0000	Speichert das zweite Datenpaar (3,4).
				2,0000	
	↵	MEM	{VAR}	n=	Zeigt VAR-Katalog an und zeigt das n-Register.
	↑			2,0000	Zeigt das Σxy-Register.
	↑			Σxy=	
	↑			14,0000	
	↑			Σy ² =	Zeigt das Σy ² -Register an.
	↑			20,0000	
	↑			Σx ² =	Zeigt das Σx ² -Register an.
	↑			10,0000	
	↑			Σy=	Zeigt das Σy-Register an.
	↑			6,0000	
	↑			Σx=	Zeigt das Σx-Register an.
	↑			4,0000	
	C			4,0000	Schließt den VAR-Katalog.
				2,0000	

Die Statistikregister im Speicher des Taschenrechners

Der Speicherbereich für die Statistikregister wird automatisch zugewiesen (sofern er nicht bereits vorhanden ist), wenn Sie **Σ+** oder **Σ-** drücken. Die Register werden gelöscht und der Speicher wird neu zugewiesen, wenn Sie **↵** **CLEAR** {Σ} ausführen.

Auf die Statistikregister zugreifen

Die Zuordnungen der Statistikregister im HP 33s sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Statistikregister

Register	Nummer	Beschreibung
n	28	Die Anzahl der akkumulierten Datenpaare.
Σx	29	Die Summe der akkumulierten x -Werte.
Σy	30	Die Summe der akkumulierten y -Werte.
Σx^2	31	Die Summe der akkumulierten Quadrate der x -Werte.
Σy^2	32	Die Summe der akkumulierten Quadrate der y -Werte.
Σxy	33	Die Summe der akkumulierten Produkte der x - und y -Werte.

Sie können ein Statistikregister mit einer Summation laden, indem Sie die Nummer (28 bis 33) des gewünschten Registers in i (*Nummer* $\boxed{\text{STO}} \boxed{i}$) und anschließend die Summation (*wert* $\boxed{\text{STO}} \boxed{i}$) speichern. Alternativ können Sie auch $\boxed{\text{VIEW}} \boxed{i}$ drücken, um einen Registerwert anzuzeigen – der Registername wird im Display angezeigt. Das Menü SUMS enthält Funktionen zum Aufrufen der Registerwerte. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Variablen und Label indirekt adressieren" in Kapitel 13.

Teil 2

Programmieren

Einfaches Programmieren

In Teil 1 dieses Handbuchs wurden die Funktionen und Operationen erläutert, die Sie *manuell* verwenden können, d. h. indem Sie für jede einzelne Operation eine Taste drücken. Außerdem wurde beschrieben, wie Sie Gleichungen verwenden können, um Berechnungen zu wiederholen, ohne jedes Mal dieselben Tastatureingaben wiederholen zu müssen.

In Teil 2 wird erläutert, wie Sie für sich wiederholende Berechnungen *Programme* verwenden können – Berechnungen, die mehr Ein- und Ausgabekontrolle oder eine komplexere Logik umfassen. Mit Hilfe eines Programms können Sie Operationen und Berechnungen auf genau die gewünschte Weise wiederholen.

In diesem Kapitel lernen Sie, wie Sie eine Reihe von Operationen programmieren. Im nächsten Kapitel, "Programmiertechniken" erfahren Sie Näheres zu Unterroutinen und bedingten Anweisungen.

Beispiel: Ein einfaches Programm.

Um die Fläche eines Kreises mit einem Radius von 5 zu ermitteln, würden Sie die folgende Formel verwenden:

$A = \pi r^2$ und Sie würden Folgendes drücken

RPN-Modus: 5 x^2 π \times

ALG-Modus: 5 x^2 \times π ENTER

um das Ergebnis, 78,5398, für diesen Kreis zu erhalten.

Was aber, wenn Sie die *Fläche* vieler unterschiedlicher Kreise ermitteln müssten?

Statt jedes Mal die gegebenen Tastatureingaben wiederholen zu müssen (und nur die "5" für die unterschiedlichen Radien zu ändern), können Sie die zu wiederholenden Tastatureingaben in ein Programm eingeben:

RPN-Modus	ALG-Modus
00001 x^2	00001 x^2
00002 π	00002 \times
00003 \times	00003 π
	00004 ENTER

Dieses sehr einfache Programm geht davon aus, dass sich der Wert für den Radius im X-Register (dem Display) befindet, wenn es startet. Es berechnet die Fläche und speichert diese im X-Register.

Um dieses Programm im RPN-Modus in den Programmspeicher einzugeben, führen Sie die folgenden Schritte aus:

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
CLEAR {ALL} {Y}		Löscht den Speicher.
PRGM		Aktiviert den Programmeingabe-Modus (PRGM -Indikator ist an).
GTO . .	PRGM TOP	Setzt den Programmzeiger auf PRGM TOP.
	00001 x ²	(Radius) ²
	00002 π	
	00003 x	Fläche = πx ²
		Beendet den Programmeingabe-Modus.

Versuchen Sie unter Verwendung dieses Programms die Fläche eines Kreises mit einem Radius von 5 zu ermitteln:

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
GTO . .		Setzt das Programm an den Start.
5	78,5398	Das Ergebnis!

Zur Veranschaulichung von Programmierkonzepten und -methoden wird im Folgenden das obige Programm für die Fläche eines Kreises verwendet.

Ein Programm entwerfen

In den folgenden Abschnitten wird erläutert, welche Anweisungen Sie in ein Programm einfügen können. Was Sie in ein Programm einfügen, wirkt sich auf seine Darstellungs- und Funktionsweise aus.

Einen Modus auswählen

Im RPN-Modus erstellte und gespeicherte Programme können nur im RPN-Modus bearbeitet und ausgeführt werden, im ALG-Modus erstellte und gespeicherte Programme oder Schritte können nur im ALG-Modus bearbeitet und ausgeführt werden. Sie können dafür sorgen, dass Ihr Programm im richtigen Modus ausgeführt wird, indem Sie im Programm RPN oder ALG als erste Anweisung ausführen lassen.

Programmgrenzen (LBL und RTN)

Wenn im Programmspeicher mehr als ein Programm gespeichert werden soll, dann benötigt ein Programm ein *Label*, um seinen Anfang (z. B. `R00001 LBL R`) und ein *Return*, um sein Ende (z. B. `R00005 RTN`) zu kennzeichnen.

Beachten Sie, dass die Zeilennummern für die Übereinstimmung mit den jeweiligen Labeln ein `R` benötigen.

Programm-Label

Programme und Programmsegmente (auch als *Routinen* bezeichnet) sollten mit einem Label beginnen. Um ein Label aufzuzeichnen, drücken Sie:

 **LBL** *Buchstabentaste*

Das Label ist ein einzelner Buchstabe im Bereich von A bis Z. Die Buchstabentasten werden genau wie bei Variablen verwendet (siehe Kapitel 3). Sie können dasselbe Label nur einmal zuweisen (anderenfalls wird die Meldung `DUPLICAT·LBL` angezeigt), aber ein Label kann denselben Buchstaben verwenden, der bereits von einer Variable verwendet wird.

Es ist auch möglich, ein Programm (das oberste) im Speicher ohne ein Label abzulegen. Benachbarte Programme benötigen jedoch ein Label, um sie voneinander unterscheiden zu können.

Programm-Rücksprünge (Returns)

Programme und Unterroutrinen sollten mit einer Return-Anweisung beendet werden. Verwenden Sie hierzu die folgende Tastatureingabe:



Wenn ein Programm beendet wird, setzt die letzte RTN-Anweisung den Programmzeiger auf PRGM TOP, ganz oben im Programmspeicher.

RPN, ALG und Gleichungen in Programmen verwenden

In Programmen können Sie genauso rechnen wie mit Hilfe der Tastatur:

- RPN-Operationen verwenden (die mit dem Stack arbeiten, siehe Kapitel 2).
- ALG-Operationen verwenden (siehe Anhang C).
- Gleichungen verwenden (siehe Kapitel 6).

Im vorherigen Beispiel wurden einige *RPN-Operationen* zur Berechnung einer Kreisfläche verwendet. Sie hätten stattdessen auch eine *Gleichung* im Programm verwenden können. (Ein Beispiel hierzu folgt weiter hinten in diesem Kapitel.) Viele Programme sind eine Kombination aus RPN *und* Gleichungen und nutzen so die Vorteile beider.

Vorteile von RPN-Operationen

Verwenden weniger Speicher.

Werden etwas schneller ausgeführt.

Vorteile von Gleichungen und ALG-Operationen

Einfacher zu schreiben und zu lesen.

Können automatisch eine Eingabeaufforderung anzeigen.

Wenn ein Programm eine Zeile mit einer Gleichung ausführt, wird die Gleichung auf dieselbe Weise ausgewertet, wie **XEQ** eine Gleichung in der Gleichungsliste auswertet. Für eine Programmauswertung wird "=" in einer Gleichung als "-" behandelt. (Eine Programmsprechung für **ENTER** gibt es für eine Gleichung des Typs Zuordnung nicht – Sie müssen die Gleichung als Ausdruck schreiben und anschließend STO verwenden, um den Wert in einer Variablen zu speichern.)

Für beide Berechnungsarten können Sie RPN-Anweisungen hinzufügen, um die Eingabe und den Programmfluss zu steuern.

Datenein- und ausgabe

Für Programme, die mehr als eine Eingabe benötigen oder mehr als eine Ausgabe zurückgeben, können Sie festlegen, wie das Programm Informationen ein- und zurückgibt.

Für die Eingabe können Sie mit der INPUT-Anweisung zur Eingabe einer Variable auffordern, Sie können eine Gleichung verwenden, die zu einer Variableneingabe auffordert, oder Sie können zuvor eingegebene Werte aus dem Stack verwenden.

Für die Ausgabe können Sie eine Variable mit der VIEW-Anweisung anzeigen, Sie können eine aus einer Gleichung abgeleitete Meldung anzeigen, oder Sie können nicht gekennzeichnete Werte im Stack belassen.

Diese Themen werden weiter hinten unter "Daten eingeben und anzeigen" erläutert.

Ein Programm eingeben

Durch Drücken von  **PRGM** wechselt der Taschenrechner in den und aus dem Programmeingabe-Modus und aktiviert bzw. deaktiviert den Indikator **PRGM**. Tastatureingaben im Programmeingabe-Modus werden als Programmzeilen im Speicher abgelegt. Jede Anweisung oder Zahl belegt eine Programmzeile, die Anzahl der Zeilen in einem Programm wird außer durch den verfügbaren Speicher nicht begrenzt.

So geben Sie ein Programm in den Speicher ein:

1. Drücken Sie  **PRGM**, um den Programmeingabe-Modus zu aktivieren.
2. Drücken Sie  **GTO**  , um **PRGM TOP** anzuzeigen. Dies setzt den *Programmzeiger* vor alle andere Programme an einen bekannten Punkt. Wenn Sie anschließend Programmzeilen eingeben, werden sie vor allen anderen Programmzeilen eingefügt.

Wenn Sie keine der im Speicher enthaltenen Programme benötigen, löschen Sie den Programmspeicher, indem Sie auf  **CLEAR** **{PGM}** drücken. Um zu bestätigen, dass Sie *alle* Programme löschen möchten, klicken Sie nach der Meldung **CLR PGMs? Y N** auf **{Y}**.

3. Versehen Sie das Programm mit einem *Label* – einem einzelnen Buchstaben von A bis Z. Drücken Sie  **LBL** *Buchstabe*. Wählen Sie einen Buchstaben, der Sie an das Programm erinnert, z. B. "F" für "Fläche".

Wenn die Meldung **DUPLICAT · LBL** angezeigt wird, verwenden Sie einen anderen Buchstaben. Sie können das vorhandene Programm stattdessen auch löschen – drücken Sie  **MEM** **{PGM}**, verwenden Sie  oder , um das Label zu suchen und drücken Sie  **CLEAR** und **C**.

- Um Taschenrechner-Operationen als Programmanweisungen aufzuzeichnen, drücken Sie dieselben Tasten wie bei einer manuellen Operation. Beachten Sie, dass viele Funktionen auf der Tastatur nicht angezeigt werden, sondern über Menüs aufgerufen werden müssen.

Bei für den ALG-Modus geschriebenen Programmen sollte normalerweise ein "=" (ENTER) als letzte Anweisung (vor der RTN-Anweisung) stehen. Dadurch werden sämtliche noch laufende Berechnungen abgeschlossen, der Benutzer kann die Ergebnisse des Programms nun in weiteren Berechnungen verwenden.

Um eine Gleichung in eine Programmzeile einzugeben, führen Sie die folgenden Anweisungen aus.

- Beenden Sie das Programm mit einer *Return*-Anweisung. Dadurch wird der Programmzeiger nach der Programmausführung wieder auf PRGM TOP gesetzt. Drücken Sie  .
- Drücken Sie  (oder  ), um die Programmeingabe zu beenden.

Zahlen in Programmzeilen werden genau so gespeichert, wie Sie sie eingeben, und im Formats ALL oder SCI angezeigt. (Wenn eine lange Zahl im Display gekürzt wird, drücken Sie   , um alle Stellen anzuzeigen.)

So geben Sie eine Gleichung in eine Programmzeile ein:

- Drücken Sie   , um den Gleichungseingabe-Modus zu aktivieren. Der Indikator **EQN** wird angezeigt.
- Geben Sie die Gleichung so wie Sie es auch in der Gleichungsliste tun würden ein. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 6. Verwenden Sie  , um etwaige Fehler bei der Eingabe zu beheben.
- Drücken Sie  , um die Gleichung zu beenden und ihr linkes Ende anzuzeigen. (Die Gleichung wird *nicht* Bestandteil der Gleichungsliste).

Nachdem Sie eine Gleichung eingegeben haben, können Sie   drücken, um ihre Prüfsumme und ihre Länge anzuzeigen. Halten Sie die Taste  gedrückt, um die Werte im Display anzuzeigen.

Bei langen Gleichungen zeigen die Indikatoren  und  an, dass das Rollen für diese Programmzeile aktiviert ist. Sie können sich mit  und  durch das Display bewegen (rollen).

Tasten zum Löschen

Beachten Sie die folgenden Sonderbedingungen bei der Programmeingabe:

-  bricht eine Programmeingabe immer ab. Eine Zahl wird dadurch niemals auf Null gesetzt.

- Wenn die Programmzeile keine Gleichung enthält, löscht  die aktuelle Programmzeile. Bei der Zahleneingabe löscht Sie nur die letzte Ziffer ("_"-Cursor wird angezeigt).
- Wenn die Programmzeile eine Gleichung enthält, beginnt  das Bearbeiten der Gleichung. Es wird die äußerste rechte Funktion oder Variable gelöscht, wenn eine Gleichung eingegeben wird ("■"-Cursor wird angezeigt).
-  **CLEAR** {EQN} löscht eine Programmzeile, sofern Sie eine Gleichung enthält.
- Um eine Funktion zum Löschen des X-Registers zu programmieren, verwenden Sie  **CLEAR** {x}.

Funktionsnamen in Programmen

Der Name einer in einer Programmzeile verwendeten Funktion ist *nicht* notwendigerweise derselbe Name wie der Funktionsname auf der entsprechenden Taste, in ihrem Menü oder in einer Gleichung. Der in einem Programm verwendete Name ist in der Regel eine etwas aussagefähigere Abkürzung als die, die auf einer Taste oder in einem Menü angezeigt werden kann. Jedes Mal, wenn Sie eine Funktion ausführen, wird diese längere Abkürzung kurz im Display angezeigt — so lange, wie Sie die Taste gedrückt halten, ist der Name zu sehen.

Beispiel: Ein mit einem Label versehenes Programm eingeben.

Die folgende Tastatureingabe löscht das vorherige Programm für die Fläche eines Kreises und gibt ein neues Programm ein, das ein Label und eine Return-Anweisung enthält. Wenn Ihnen bei der Eingabe ein Fehler unterläuft, drücken Sie , um die aktuelle Programmzeile zu löschen und die Zeile korrekt einzugeben.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
 PRGM		Aktiviert den Programmeingabe-Modus (PRGM -Indikator ist an).
 CLEAR {PGM} {Y}	PRGM TOP	Löscht den gesamten Programmspeicher.
 LBL A	A0001 LBL A	Versieht diese Programmroutine mit dem Label A (für "area" (= Fläche)).
	A0002 x ²	Gibt die drei Programmzeilen ein.

 	A0003 π	
	A0004 x	
 	A0005 RTN	Beendet das Programm.
  {PGM}	LBL A	Zeigt Label A und die Länge des
	LN=15	Programms in Bytes an.
 	CK=DEFD	Prüfsumme und Länge des Programms.
	LN=15	
 		Bricht den Programmeingabe-Modus ab (PRGM -Indikator aus).

Eine abweichende Prüfsumme bedeutet, dass das Programm nicht wie hier dargestellt eingegeben wurde.

Beispiel: Ein Programm mit einer Gleichung eingeben.

Das folgende Programm berechnet die Fläche eines Kreises mit Hilfe einer Gleichung anstatt einer RPN-Operation wie im vorherigen Programm.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
(im RPN-Modus)		
  	PRGM TOP	Aktiviert den
  		Programmeingabe-Modus; setzt den
		Zeiger nach oben im Speicher.
  E	E0001 LBL E	Versieht diese Programmroutine mit
		dem Label E (für "equation" (=
		Gleichung)).
 R	E0002 STO R	Speichert den Radius in Variable R.
   		Wählt den
  R		Gleichungseingabe-Modus, gibt die
 2 	E0003 $\pi \times R^2$	Gleichung ein und wechselt
		anschließend zurück in den
		Programmeingabe-Modus.
 	CK=7E5B	
	LN=5	
 	E0004 RTN	Beendet das Programm.
  {PGM}	LBL E	Zeigt Label E und die Länge des
	LN=17	Programms in Bytes an.

 **SHOW**

CK=4CDF

Prüfsumme und Länge der Gleichung.

LN=17

Beendet den

Programmeingabe-Modus

Ein Programm ausführen

Um ein Programm zu starten oder *auszuführen*, darf der Programmeingabe-Modus nicht aktiviert sein (es dürfen keine Programmzeilennummern angezeigt werden und **PRGM** muss deaktiviert sein). Drücken Sie , um den Programmeingabe-Modus zu verlassen.

Ein Programm ausführen (XEQ)

Drücken Sie *Label*  *Label*, um das mit diesem Buchstaben gekennzeichnete Programm auszuführen. Wenn der Speicher nur ein Programm enthält, können Sie dies auch ausführen, indem Sie      (*Ausführen/Stoppen*) drücken.

Geben Sie vor der Ausführung des Programms die entsprechenden Daten ein (falls erforderlich).

Beispiel:

Starten Sie die Programme A bis E, um die Flächen dreier unterschiedlicher Kreise mit den Radien von 5, 2,5 und 2π zu ermitteln. Denken Sie daran, den Radius vor dem Ausführen von A oder E einzugeben.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
5  A	RUNNING 78,5398	Gibt den Radius ein und startet anschließend das Programm A. Das Ergebnis für die Fläche wird angezeigt.
2,5  E	19,6350	Berechnet die Fläche des zweiten Kreises unter Verwendung von Programm E.
2     A	124,0251	Berechnet die Fläche des dritten Kreises.

Ein Programm testen

Wenn Sie wissen, dass ein Programm einen Fehler enthält, sich aber nicht sicher sind, wo sich dieser Fehler befindet, dann sollten Sie das Programm testen, indem Sie es schrittweise ausführen. Auf diese Weise sollten Sie auch lange oder komplizierte Programme vor ihrer Ausführung testen. Indem Sie das Programm schrittweise ausführen, jeweils eine Zeile, können Sie das Ergebnis nach der Ausführung jeder Programmzeile sehen, so dass Sie die Verarbeitung bekannter Daten, deren richtige Ergebnisse ebenfalls bekannt sind, prüfen können.

1. Wie bei der regulären Ausführung sollten Sie sicherstellen, dass die Programmeingabe nicht aktiviert ist (**PRGM**-Indikator wird nicht angezeigt).
2. Drücken Sie   *label*, um den Programmzeiger an den Anfang des Programms zu setzen (d. h. an seine LBL-Anweisung). Die Anweisung **GTO** verschiebt den Programmzeiger, ohne die Ausführung zu starten. (Wenn das Programm das erste oder einzige Programm ist, können Sie    drücken, um zu seinem Anfang zu wechseln.)
3. Drücken Sie  und halten Sie die Taste gedrückt. Dadurch wird die aktuelle Programmzeile angezeigt. Wenn die  loslassen, wird die Zeile ausgeführt. Das Ergebnis dieser Ausführung wird anschließend angezeigt (es befindet sich im X-Register).
Um zur *vorherigen* Zeile zu wechseln, drücken Sie . Sie wird nicht ausgeführt.
4. Der Programmzeiger wechselt in die nächste Zeile. Wiederholen Sie Schritt 3, bis Sie einen Fehler finden (ein falsches Ergebnis wird angezeigt) oder das Ende des Programms erreichen.

Wenn der Programmeingabe-Modus aktiviert ist, dann ändert  oder  einfach den Programmzeiger ohne Zeilen auszuführen. Wenn Sie eine Cursor-Taste während der Programmeingabe gedrückt halten, werden die Zeilen automatisch gerollt.

Beispiel: Ein Programm testen.

Führen Sie das mit A gekennzeichnete Programm schrittweise aus. Verwenden Sie für die Testdaten einen Radius von 5. Bevor Sie damit beginnen, stellen Sie sicher, dass der Programmeingabe-Modus *deaktiviert* ist:

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
5   A	5.0000	Verschiebt den Programmzähler zu Label A.

⏴ (halten)	R0001 LBL A	
(freigeben)	5,0000	
⏴ (halten)	R0002 \times^2	Quadriert die Eingabe.
(freigeben)	25,0000	
⏴ (halten)	R0003 π	Wert von π .
(freigeben)	3,1416	
⏴ (halten)	R0004 \times	25π .
(freigeben)	78,5398	
⏴ (halten)	R0005 RTN	Beendet das Programm. Das
(freigeben)	78,5398	Ergebnis ist richtig.

Daten eingeben und anzeigen

Die *Variablen* des Taschenrechners werden zum Speichern von Daten, von Zwischenergebnissen und Endergebnissen verwendet. (Variablen werden, wie in Kapitel 3 beschrieben, durch einen Buchstaben von A bis Z oder *i* gekennzeichnet. Die Variablennamen haben jedoch nichts mit den Programm-Labels zu tun.)

Sie haben in einem Programm folgende Möglichkeiten, Eingabedaten zu erhalten:

- Mit Hilfe einer INPUT-Anweisung, die zur Eingabe eines Werts für die Variable auffordert. (Dies ist das praktischste Verfahren.)
- Aus dem Stack.. (Sie können STO benutzen, um den Wert zur späteren Verwendung in einer Variable zu speichern.)
- Mit Hilfe von Variablen, in denen bereits Werte gespeichert sind.
- Mit Hilfe einer automatischen Eingabeaufforderung für eine Gleichung (sofern diese Möglichkeit durch Setzen von Flag 11 aktiviert ist). (Dies ist bei der Verwendung von Gleichungen praktisch.)

In einem Programm haben Sie folgende Möglichkeiten, Informationen anzuzeigen:

- Mit Hilfe einer VIEW-Anweisung, die den Namen und den Wert einer Variablen anzeigt. (Dies ist das praktischste Verfahren.)
- Im Stack – es wird nur der Wert im X-Register angezeigt. (Sie können PSE verwenden, um das X-Register für eine Sekunde anzuzeigen.)

- In einer angezeigten Gleichung (sofern diese Möglichkeit durch Setzen von Flag 10 aktiviert ist). (Bei der "Gleichung" handelt es sich in der Regel um eine Meldung, nicht um eine wirkliche Gleichung.)

Einige dieser Ein- und Ausgabeverfahren werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

INPUT für die Dateneingabe verwenden

Die INPUT-Anweisung ( INPUT Variable) stoppt das Ausführen eines Programms und zeigt für die gegebene Variable eine Eingabeaufforderung an. Diese Anzeige enthält den momentanen Wert der Variable, z. B.:

```
R?
0,0000
```

Dabei ist

"R" der Name der Variable,
 "?" die Eingabeaufforderung und
 0,0000 der aktuell in der Variable gespeicherte Wert.

Drücken Sie  (ausführen/ stoppen), um das Programm fortzusetzen. Der eingegebene Wert überschreibt anschließend den Inhalt des X-Registers und wird in der gegebenen Variable gespeichert. Wenn Sie den angezeigten Wert nicht geändert haben, wird er im X-Register beibehalten.

Das Programm für die Fläche eines Kreises mit einer INPUT-Anweisung sieht folgendermaßen aus:

RPN-Modus	ALG-Modus
R0001 LBL A	R0001 LBL A
R0002 INPUT R	R0002 INPUT R
R0003 x ²	R0003 x ²
R0004 π	R0004 ×
R0005 ×	R0005 π
R0006 RTN	R0006 ENTER
	R0007 RTN

So verwenden Sie die INPUT-Funktion in einem Programm:

1. Entscheiden Sie, welche Datenwerte Sie benötigen und weisen Sie ihnen Bezeichnungen zu.
 (Im Beispiel für die Fläche eines Kreises ist der Radius die einzige erforderliche Eingabe, die R zugewiesen werden kann.)

2. Fügen Sie am Anfang des Programms eine INPUT-Anweisung für jede Variable ein, deren Wert Sie benötigen. Später im Programm, wenn Sie den Teil der Berechnung schreiben, der einen gegebenen Wert benötigt, fügen Sie eine Anweisung **[RCL] Variable** hinzu, um diesen Wert wieder in den Stack zu bringen.

Da die INPUT-Anweisung den soeben eingegebenen Wert im X-Register belässt, *müssen* Sie die Variable später nicht erneut aufrufen – Sie können stattdessen INPUT verwenden und Sie bei Bedarf aufrufen. Auf diese Weise können Sie möglicherweise Speicherplatz sparen. In einem langen Programm ist es jedoch einfacher, alle Daten von vornherein einzugeben und anschließend die einzelnen Variablen je nach Bedarf aufzurufen.

Bedenken Sie auch, dass der Benutzer des Programms Berechnungen ausführen kann, während das Programm gestoppt wird und auf eine Eingabe wartet. Dies kann den Inhalt des Stacks ändern, was sich auf die nächste, vom Programm auszuführende Berechnung auswirken kann. Daher sollte das Programm nicht voraussetzen, dass der Inhalt der X-, Y- und Z-Register vor und nach der INPUT-Anweisung derselbe ist. Wenn Sie alle Daten zu Beginn erfassen und sie anschließend bei Bedarf für die Berechnung abrufen, verhindern Sie, dass der Inhalt des Stacks vor einer Berechnung geändert wird.

Ein Beispiel hierzu finden Sie im Programm "Koordinatentransformationen" in Kapitel 15. Routine D erfasst alle erforderlichen Eingaben für die Variablen M, N und T (Zeilen D0002 bis D0004), welche die x- und y-Koordinaten und den Winkel θ eines neuen Systems definieren.

So reagieren Sie auf eine Eingabeaufforderung:

Wenn Sie das Programm ausführen, wird es an jedem INPUT gestoppt und es wird eine Eingabeaufforderung für diese Variable angezeigt, z. B. $R?0.0000$. Der angezeigte Wert (und der Inhalt des X-Registers) ist der aktuelle Inhalt von R.

- **Um die Zahl unverändert zu lassen**, drücken Sie einfach **[R/S]**.
- **Um die Zahl zu ändern**, geben Sie die neue Zahl ein und drücken Sie **[R/S]**. Diese neue Zahl überschreibt den alten Wert im X-Register. Sie können eine Zahl bei Bedarf als Bruch eingeben. Wenn Sie eine Zahl berechnen müssen, verwenden Sie die normalen Tastatureingaben und drücken anschließend **[R/S]**. Sie können beispielsweise $2 \text{ [ENTER]} 5 \text{ [y}^x\text{]} \text{ [R/S]}$ eingeben.

- **Um mit der angezeigten Zahl zu rechnen**, drücken Sie **[ENTER]**, bevor Sie eine weitere Zahl eingeben.
- **Um die Eingabeaufforderung INPUT zu beenden**, drücken Sie **[C]**. Der aktuelle Wert für die Variable verbleibt im X-Register. Wenn Sie **[R/S]** drücken, um mit dem Programm fortzufahren, wird die abgebrochene INPUT-Eingabeaufforderung wiederholt. Wenn Sie während der Zifferneingabe **[C]** drücken, wird die Zahl auf Null gesetzt. Drücken Sie **[C]** erneut, um die INPUT-Eingabeaufforderung abzubrechen.

VIEW für das Anzeigen von Daten verwenden

Die programmierte VIEW-Anweisung (**[VIEW]** Variable) stoppt ein laufendes Programm, zeigt und identifiziert den Inhalt einer gegebenen Variable, z. B.:

A=
78.5398

Hierbei handelt es sich *nur* um eine Anzeige, die Zahl wird nicht in das X-Register kopiert. Wenn der Bruchmodus aktiviert ist, wird der Wert als Bruch angezeigt.

- Durch Drücken von **[ENTER]** wird diese Zahl in das X-Register kopiert.
- Wenn die Zahl mehr als 14 Stellen hat, drücken Sie **[SHOW]**, um die gesamte Zahl anzuzeigen. (Wenn es sich um eine Binärzahl mit mehr als 12 Stellen handelt, verwenden Sie die Tasten **[←]** und **[→]**, um den Rest anzuzeigen.)
- Durch Drücken von **[C]** (oder **[←]**) wird die VIEW-Anzeige gelöscht und das X-Register angezeigt.
- Durch Drücken von **[CLEAR]** wird der Inhalt der angezeigten Variable gelöscht.

Drücken Sie **[R/S]**, um mit dem Programm fortzufahren.

Wenn Sie das Programm nicht stoppen wollen, lesen Sie "Informationen ohne Unterbrechung anzeigen" weiter unten.

Ein Beispiel hierzu finden Sie unter "Normalverteilungen und deren Inverse" in Kapitel 16. Zeilen T0015 und T0016 am Ende der T-Routine zeigen das Ergebnis für X an. Beachten Sie zudem, dass dieser VIEW-Anweisung in diesem Programm eine RCL-Anweisung vorangeht. Die RCL-Anweisung ist nicht erforderlich, aber sie ist hilfreich, da sie die angezeigte VIEW-Variable in das X-Register kopiert und sie so für manuelle Berechnungen verfügbar macht. (Drücken von **ENTER** während einer VIEW-Anzeige hätte denselben Effekt.) Die anderen Anwendungsprogramme in Kapitel 15 bis 17 stellen zudem sicher, dass die sich die mit VIEW angezeigte Variable im X-Register befindet – außer beim Programm "Polynom-Nullstellensuche".

Gleichungen zum Anzeigen von Meldungen verwenden

Gleichungen werden erst auf eine gültige Syntax geprüft, wenn sie ausgewertet werden. Das bedeutet, dass Sie fast *alle* Zeichenfolgen in ein Programm als Gleichung eingeben können – Sie geben sie so ein, wie Sie *jede* andere Gleichung eingeben. Drücken Sie in einer beliebigen Programmzeile **EQN**, um die Gleichung zu starten. Drücken Sie die numerischen und mathematischen Tasten, um die Zahlen und Symbole einzugeben. Drücken Sie **RCL** vor jedem Buchstaben. Drücken Sie **ENTER**, um die Gleichungseingabe zu beenden.

Wenn Flag 10 aktiviert ist, werden Gleichungen *angezeigt* und *nicht ausgewertet*. Das bedeutet, dass Sie jede als Gleichung eingegebene Meldung anzeigen können. (Weitere Informationen zu Flags finden Sie in Kapitel 13.)

Wenn die Meldung angezeigt wird, stoppt das Programm – drücken Sie **R/S**, um das Programm fortzusetzen. Wenn die angezeigte Meldung länger als 14 Zeichen ist, wird der Indikator **➡** aktiviert. Sie können anschließend mit **➡** und **←** durch das Display rollen.

Wenn Sie das Programm nicht stoppen wollen, lesen Sie "Informationen ohne Unterbrechung anzeigen" weiter unten.

Beispiel: INPUT, VIEW und Meldungen in einem Programm.

Schreiben sie eine Gleichung, um die Oberfläche und das Volumen eines Zylinders mit gegebenem Radius und gegebener Höhe zu ermitteln. Bezeichnen Sie das Programm mit C (für *cylinder* = Zylinder) und verwenden Sie die Variablen S (surface area = Oberfläche), V (Volumen), R (Radius) und H (Höhe). Verwenden die folgenden Formeln:

$$V = \pi R^2 H$$

$$S = 2\pi R^2 + 2\pi R H = 2\pi R (R + H)$$

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
\leftarrow PRGM \leftarrow GTO \cdot \cdot	PRGM TOP	Aktiviert den Programmeingabe-Modus; setzt den Zeiger an den Speicheranfang.
\leftarrow LBL C	C0001 LBL C	Versieht das Programm mit einem Label.
\leftarrow INPUT R \leftarrow INPUT H	C0002 INPUT R C0003 INPUT H	Anweisungen für die Eingabeaufforderung für Radius und Höhe.
\rightarrow EQN \rightarrow π \times RCL R y^x 2 \times RCL H ENTER	C0004 $\pi \times R^{2 \times H}$	Berechnet das Volumen.
\rightarrow SHOW	CK=74FE LN=7	Prüfsumme und Länge der Gleichung.
STO V	C0005 STO V	Speichert das Volumen in V.
\rightarrow EQN 2 \times \rightarrow π \times RCL R \times \rightarrow () RCL R + RCL H \rightarrow) ENTER	C0006 $2 \times \pi \times R \times R$	Berechnet die Oberfläche.
\rightarrow SHOW	CK=19B3 LN=11	Prüfsumme und Länge der Gleichung.
STO S	C0007 STO S	Speichert die Oberfläche in S.
\rightarrow FLAGS {SF} \cdot 0	C0008 SF 10	Setzt Flag 10 zum Anzeigen von Gleichungen.
\rightarrow EQN RCL V RCL O RCL L SPACE + SPACE RCL A RCL R RCL E RCL A ENTER	C0009 VOL + AR	Zeigt Meldungen in Gleichungen an.
\rightarrow FLAGS {CF}		Löscht Flag 10.

0	C0010 CF 10	
VIEW V	C0011 VIEW V	Zeigt das Volumen an.
VIEW S	C0012 VIEW S	Zeigt Oberfläche an.
RTN	C0013 RTN	Beendet das Programm.
MEM {PGM}	LBL C LN=67	Zeigt Label C und die Länge des Programms in Bytes an.
SHOW	CK=6182 LN=67	Prüfsumme und Länge des Programms.
		Beendet den Programmeingabe-Modus

Ermitteln Sie jetzt das Volumen und die Oberfläche eines Zylinders mit einem Radius von $2\frac{1}{2}$ cm und einer Höhe von 8 cm.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
C	R? wert	Führt C aus; fordert zur Eingabe von R auf (zeigt den aktuellen Wert von R an).
2 1 2	H? wert	Gibt $2\frac{1}{2}$ als Bruch ein. Fordert zur Eingabe von H auf.
8	VOL + AREA	Angezeigte Meldung.
	V= 157,0796	Volumen in cm^3 .
	S= 164,9336	Oberfläche in cm^2 .

Informationen ohne Unterbrechungen anzeigen

In der Regel wird ein Programm gestoppt, wenn eine Variable mit VIEW oder eine Gleichungsmeldung angezeigt wird. Um die Ausführung in diesem Fall fortsetzen zu können, müssen Sie drücken.

Bei Bedarf können Sie das Programm fortsetzen, während die Informationen angezeigt werden. Wenn die *nächste* Programmzeile – nach einer VIEW-Anweisung oder einer angezeigten Gleichung – eine PSE-Anweisung (Pause) enthält, werden die Informationen angezeigt *und* die Ausführung wird nach einer Pause von einer Sekunde fortgesetzt. In diesem Fall ist ein Rollen oder eine Tastatureingabe nicht zulässig.

Das Display wird durch andere Anzeigeoperationen und durch die RND-Operation gelöscht, sofern Flag 7 gesetzt ist (Rundung auf Dezimalstellen).

Drücken Sie  **[PSE]**, um PSE in ein Programm einzugeben.

Die VIEW- und PSE-Zeilen – oder die Gleichungs- und PSE-Zeilen – werden als eine Operation behandelt, wenn Sie ein Programm zeilenweise ausführen.

Ein Programm stoppen oder unterbrechen

Einen Stopp oder eine Pause programmieren (STOP, PSE)

- Durch Drücken von **[R/S]** (*ausführen/stoppen*) während einer Programmeingabe wird eine STOP-Anweisung eingefügt. Dadurch wird ein laufendes Programm angehalten, bis Sie es mit Hilfe der Taste **[R/S]** fortsetzen. Sie können STOP an Stelle von RTN verwenden, um ein Programm zu beenden, ohne den Programmzeiger an den Speicheranfang zurückzusetzen.
- Durch Drücken von  **[PSE]** wird während der Programmeingabe eine PSE-Anweisung (*pause*) eingefügt. Dadurch wird ein laufendes Programm angehalten und der Inhalt des X-Registers für ca. eine Sekunde angezeigt. Es gibt die folgende Ausnahme: Wenn PSE direkt auf eine VIEW-Anweisung oder eine angezeigte Gleichung folgt (Flag 10 gesetzt), wird stattdessen die Variable oder die Gleichung angezeigt – und die Anzeige bleibt nach der Pause von einer Sekunde weiter erhalten.

Ein laufendes Programm unterbrechen

Sie können ein laufendes Programm unterbrechen, indem Sie **[C]** oder **[R/S]** drücken. Bevor das Programm stoppt, beendet es seine aktuelle Anweisung. Drücken Sie **[R/S]** (*ausführen/stoppen*), um das Programm fortzusetzen.

Wenn Sie ein Programm unterbrechen und anschließend **[XEQ]**,  **[GTO]** oder  **[RTN]** drücken, können Sie das Programm *nicht* mit **[R/S]** fortsetzen. Führen Sie das Programm stattdessen erneut aus (**[XEQ]** *label*).

Fehler-Stopps

Wenn bei der Ausführung eines Programms ein Fehler auftritt, wird die Ausführung angehalten und im Display wird eine Fehlermeldung angezeigt. (Eine Liste der Meldungen und Bedingungen finden Sie in Anhang F.)

Um die Programmzeile mit dem Fehler verursachenden Element anzuzeigen, drücken Sie  **PRGM**. Das Programm hat an diesem Punkt angehalten (beispielsweise kann eine ÷ –Anweisung durch eine nicht zulässige Division durch Null den Fehler verursacht haben.)

Ein Programm bearbeiten

Sie können ein Programm im Programmspeicher ändern, indem Sie Programmzeilen einfügen, löschen und bearbeiten. Wenn eine Programmzeile eine Gleichung enthält, können Sie die Gleichung bearbeiten – wenn eine andere Programmzeile nur eine minimale Änderung erfordert, müssen Sie die alte Zeile löschen und eine neue Zeile einfügen.

So löschen Sie eine Programmzeile:

1. Wählen Sie das relevante Programm bzw. die Routine ( **GTO** *label*), aktivieren Sie die Programmeingabe ( **PRGM**) und drücken Sie  oder , um die zu ändernde Programmzeile zu suchen. Halten Sie die Cursor-Taste gedrückt, um weiter zu rollen. (Wenn Sie wissen, wo sich die gewünschte Programmzeile befindet, drücken Sie  **GTO**  *label nnnn*, um den Programmzeiger an die gewünschte Position zu setzen.)
2. Löschen Sie die zu ändernde Zeile. Wenn sie eine Gleichung enthält, drücken Sie  **CLEAR** {**EQN**}, anderenfalls drücken Sie . Der Zeiger wird anschließend in die *vorhergehende* Zeile verschoben. (Wenn Sie mehrere aufeinander folgende Programmzeilen löschen, starten Sie mit der *letzten* Zeile in der Gruppe.)
3. Geben Sie falls erforderlich die neue Anweisung ein. Dadurch wird die gelöschte Zeile ersetzt.
4. Beenden Sie die Programmeingabe (**C** oder  **PRGM**).

So fügen Sie eine Programmzeile ein:

1. Suchen Sie die Programmzeile, die sich vor der Position befindet, an der Sie eine neue Zeile einfügen möchten, und zeigen Sie sie an.
2. Geben Sie die neue Anweisung ein. Sie wird *hinter* der aktuell angezeigten Zeile eingefügt.

Wenn Sie beispielsweise eine neue Zeile zwischen den Zeilen A0004 und A0005 eines Programms einfügen möchten, würden Sie zuerst Zeile A0004 anzeigen und anschließend die Anweisungen eingeben. Nachfolgende Programmzeilen, beginnend mit der ursprünglichen Zeile A0005, werden nach unten verschoben und entsprechend neu nummeriert.

So bearbeiten Sie eine Gleichung in einer Programmzeile:

1. Suchen Sie die Programmzeile, welche die Gleichung enthält, und zeigen Sie sie an.
2. Drücken Sie . Dies aktiviert den Bearbeitungs-Cursor "█", löscht aber keine Elemente der Gleichung.
3. Drücken Sie solange  wie erforderlich ist, um die zu ändernde Funktion oder Zahl zu löschen und geben Sie anschließend die gewünschten Änderungen ein.
4. Drücken Sie , um die Gleichungseingabe zu beenden.

Programmspeicher

Den Programmspeicher anzeigen

Durch Drücken von   wechselt der Taschenrechner in den und aus dem Programmeingabe-Modus (der Indikator **PRGM** ist aktiviert und die Programmzeilen werden angezeigt). Wenn der Programmeingabe-Modus aktiviert ist, wird der Inhalt des Programmspeichers angezeigt.

Der Programmspeicher beginnt bei **PRGM TOP**. Die Liste der Programmzeilen ist zirkulär, so dass Sie den Programmzeiger von oben nach unten und umgekehrt verschieben können. Wenn der Programmeingabe-Modus aktiviert ist, haben Sie drei Möglichkeiten, den Programmzeiger (die angezeigte Zeile) zu ändern:

- Mit Hilfe der Cursor-Tasten   und  . Wenn Sie   in der letzten Zeile drücken, bewegt sich der Zeiger zu **PRGM TOP**, wenn Sie jedoch   drücken, während sich der Zeiger bei **PRGM TOP** befindet, wird der Zeiger auf die letzte Programmzeile gesetzt.

Um den Cursor um jeweils mehr als eine Zeile zu verschieben ("Rollen"), halten Sie die Taste  oder  gedrückt.

- Drücken Sie    , um den Programmzeiger nach **PRGM TOP** zu verschieben.

- Drücken Sie    *label nnnn*, um zu einer mit einem Label versehenen Zeilennummer unter 10000 zu wechseln.

Wenn der Programmeingabe-Modus nicht aktiviert ist (wenn keine Programmzeilen angezeigt werden), können Sie den Programmzeiger auch verschieben, indem Sie   *label* drücken.

Durch das Abbrechen des Programmeingabe-Modus wird die Position des Programmzeigers *nicht* geändert.

Speichernutzung

Wenn während einer Programmeingabe die Meldung MEMORY FULL angezeigt wird, ist für die Zeile, die Sie gerade einzugeben versucht haben, nicht genügend Platz im Programmspeicher verfügbar. Sie können mehr Speicherplatz zur Verfügung stellen, indem Sie Programme oder andere Daten löschen. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Ein oder mehrere Programme löschen" weiter unten oder unter "Speicherverwaltung des Taschenrechners" in Anhang B.

Der Programmkatalog (MEM)

Der Programmkatalog ist eine Liste aller Programm-Label mit der Speichermenge in Bytes, die von jedem Label und den damit verknüpften Zeilen verwendet wird. Drücken sie   {PGM}, um den Katalog anzuzeigen, und drücken Sie  oder , um in der Liste zu blättern. Sie können diesen Katalog folgendermaßen nutzen:

- Die Label im Programmspeicher und die Speichernutzung jedes/jeder mit einem Label versehenen Programms bzw. Routine prüfen.
- Ein mit einem Label versehenes Programm ausführen. (Drücken Sie  oder , während das Label angezeigt wird.)
- Ein mit einem Label versehenes Programm anzeigen. (Drücken Sie  , während das Label angezeigt wird.)
- Löschen bestimmter Programme. (Drücken Sie  , während das Label angezeigt wird.)
- Die mit einem gegebenen Programmsegment verknüpfte Prüfsumme ansehen. (Drücken Sie  .)

Der Katalog zeigt, wie viel Speicher in Form von Bytes jedes Programmsegment verwendet. Die Programme werden mit Hilfe des Programm-Labels identifiziert:

```
LBL C
LN=67
```

Dabei ist 67 die Anzahl der vom Programm verwendeten Bytes.

Ein oder mehrere Programme löschen

So löschen Sie ein bestimmtes Programm aus dem Speicher

1. Drücken sie  **MEM** {PGM} und verwenden Sie  oder , um das Label des Programms anzuzeigen.
2. Drücken Sie  **CLEAR**.
3. Drücken Sie **C**, um den Katalog zu beenden oder , um zur letzten Anzeige zurückzukehren.

So löschen Sie alle Programme aus dem Speicher:

1. Drücken Sie  **PRGM**, um die Programmzeilen anzuzeigen (**PRGM** ist aktiviert).
2. Drücken Sie  **CLEAR** {PGM}, um den Programmspeicher zu löschen.
3. Die Meldung CLR PGMS? Y N fordert Sie zur Bestätigung auf. Drücken Sie {Y}.
4. Drücken Sie  **PRGM**, um den Programmeingabe-Modus zu beenden.

Durch das Löschen des Speichers ( **CLEAR** {ALL}) werden auch alle Programme gelöscht.

Die Prüfsumme

Die *Prüfsumme* ist ein eindeutiger hexadezimaler Wert, der jedem Programm-Label und den entsprechenden Zeilen (bis zum nächsten Label) zugewiesen ist. Diese Zahl ist hilfreich für einen Vergleich mit einer bekannten Prüfsumme für ein vorhandenes Programm, das Sie in den Programmspeicher eingegeben haben. Wenn die bekannte Prüfsumme und die vom Taschenrechner angezeigte Prüfsumme identisch sind, dann haben Sie alle Programmzeilen richtig eingegeben. So zeigen Sie die Prüfsumme an:

1. Drücken Sie  **MEM** {PGM}, um den Katalog der Programm-Label anzuzeigen.
2. Zeigen Sie das entsprechende Label falls erforderlich mit den Cursor-Tasten an.
3. Drücken Sie  **SHOW** und halten Sie die Tasten gedrückt, um CK=Prüfsumme und LH=Länge anzuzeigen..

So zeigen Sie beispielsweise die Prüfsumme für das aktuelle Programm (das "Zylinder"-Programm) an:

Tasten:
(im RPN-Modus)

Display:

Beschreibung:

 MEM {PGM}	LBL C LN=67	Zeigt Label C an, das 67 Bytes belegt.
 SHOW (halten)	CK=6182 LN=67	Prüfsumme und Länge.

Wenn Ihre Prüfsumme *nicht* mit dieser Zahl übereinstimmt, dann ist Ihnen bei der Eingabe dieses Programms ein Fehler unterlaufen.

Sie werden sehen, dass alle in den Kapiteln 15 bis 17 vorgestellten Anwendungsprogramme Prüfsummenwerte für jede mit einem Label versehene Routine enthalten, so dass Sie die Richtigkeit Ihrer Programmeingabe überprüfen können.

Zudem verfügt jede Gleichung in einem Programm über eine Prüfsumme. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "So geben Sie eine Gleichung in eine Programmzeile ein" weiter vorne in diesem Kapitel.

Nicht programmierbare Funktionen

Die folgenden Funktionen des HP 33s sind *nicht* programmierbar:

 CLEAR {PGM}	 GTO  
 CLEAR {ALL}	 GTO  <i>label nnnn</i>
	 MEM
 ,  ,  , 	 SHOW
 PRGM	 EQN
 ,  , 	 FDISP

Programmieren mit BASE

Mit Hilfe von  **BASE** können Sie Anweisungen zum Ändern des Basismodus programmieren. Diese Einstellungen funktionieren in Programmen genauso, wie als über die Tastatur ausgeführte Funktionen. Dies ermöglicht Ihnen, Programme zu schreiben, die Zahlen einer beliebigen der vier Basen akzeptieren, Rechnungen in einer beliebigen Basis auszuführen und Ergebnisse in einer beliebigen Basis anzeigen können.

Wenn Sie Programme schreiben, die Zahlen mit einer anderen Basis als 10 verwenden, legen Sie den Basismodus sowohl als aktuelle Einstellung für den Taschenrechner als auch für das Programm fest (als Anweisung).

Einen Basismodus in einem Programm auswählen

Fügen Sie eine BIN-, OCT- oder HEX-Anweisung am Anfang des Programms ein. Sie sollten in der Regel eine DEC-Anweisung am Ende des Programms einfügen, so dass die Einstellung des Taschenrechners bei Abschluss des Programms in den Dezimalmodus zurückgesetzt wird.

Eine Anweisung zum Ändern des Basismodus in einem Programm legt fest, wie die Eingabe interpretiert wird und wie die Ausgabe während und nach der Programmausführung dargestellt wird, sie wirkt sich jedoch nicht auf die von Ihnen eingegebenen Programmzeilen aus.

Der Dezimalmodus wird durch die Gleichungsauswertung, durch SOLVE, und durch ∫FN automatisch festgelegt.

In Programmzeilen eingegebene Zahlen

Legen Sie den Basismodus fest, bevor Sie die Programmeingabe starten. Die aktuelle Einstellung für den Basismodus legt die Basis der in die Programmzeilen eingegebenen Zahlen fest. Wenn Sie den Basismodus ändern, wird die Darstellungsform dieser Zahlen geändert.

Nummern von Programmzeilen werden immer mit Basis 10 dargestellt.

Die aktuelle Basis-Einstellung wird durch einen Indikator angezeigt. Vergleichen Sie die folgenden Programmzeilen in der linken und rechten Spalte. Alle nicht-dezimalen Zahlen werden im Display des Taschenrechners rechtsbündig angezeigt. Beachten Sie, dass die Zahl 13 im Hexadezimalmodus als "D" dargestellt wird.

Dezimalmodus:

Hexadezimalmodus:

:	:		
:	:		
PRGM		PRGM	HEX
A0009 HEX		A0009	HEX
PRGM		PRGM	HEX
A0010 13		A0010	D
:	:		

:

:

Polynomausdrücke und Horner-Methode

Einige Ausdrücke, z. B. Polynome, verwenden für ihre Lösung dieselbe Variable mehrere Male. Der Ausdruck

$$Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

verwendet die Variable x beispielsweise viermal. Ein Programm, das zur Berechnung eines Ausdrucks diesen Typs ALG-Operationen verwendet, könnte eine gespeicherte Kopie von x wiederholt aus einer Variablen abrufen.

Beispiel:

Schreiben Sie für $5x^4 + 2x^3$ ein Programm mit ALG-Operationen, werten Sie es dann für $x = 7$ aus.

Tasten: (im ALG Modus)	Display:	Beschreibung:
 PRGM 	PRGM TOP	
  	A0001 LBL A	
 LBL A	A0002 INPUT X	
 INPUT X	A0003 5	5
5	A0004 x	
 x	A0005 RCL X	5x.
 RCL X	A0006 y ^x	
 y ^x	A0007 4	5x ⁴
4	A0008 +	5x ⁴ +
 +	A0009 2	5x ⁴ + 2
2	A0010 x	
 x	A0011 RCL X	5x ⁴ + 2x
 RCL X	A0012 y ^x	
 y ^x	A0013 3	5x ⁴ + 2x ³
3	A0014 ENTER	
 ENTER	A0015 RTN	
 RTN	LBL A	Zeigt Label A an, das 93 Bytes
 MEM {PGM}		

 **SHOW**

LN=93
CK=6A3F
LN=93

belegt.
Prüfsumme und Länge.

Beendet den Programmeingabe-
-Modus.

Berechnen Sie nun das Polynom $x = 7$.

Tasten: (im ALG Modus)	Display:	Beschreibung:
 A	X? <i>wert</i>	Eingabeaufforderung für x.
7 	12.691,0000	Ergebnis.

Eine allgemeinere Form dieses Programms für eine beliebige Gleichung $Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$ könnte folgendermaßen aussehen:

```
A0001 LBL A
A0002 INPUT A
A0003 INPUT B
A0004 INPUT C
A0005 INPUT D
A0006 INPUT E
A0007 INPUT X
A0008 RCL X
A0009 RCL× A
A0010 RCL+ B
A0011 RCL× X
A0012 RCL+ C
A0013 RCL× X
A0014 RCL+ D
A0015 RCL× X
A0016 RCL+ E
A0017 ENTER
A0018 RTN
```

Prüfsumme und Länge: E41A 54

Programmiertechniken

Kapitel 12 befasste sich mit den Grundlagen der Programmierung. Dieses Kapitel befasst sich mit komplizierteren, aber nützlichen Techniken:

- Verwendung von Unterroutinen, um Programme durch Aufteilung und Bezeichnung (mit Labeln versehen) von Programmteilen, die zur Ausführung bestimmter Aufgaben bestimmt sind, einfacher zu machen. Die Verwendung von Unterroutinen verkürzt ein Programm, das dieselbe Reihe von Schritten mehrmals ausführen muss.
- Verwendung von bedingten Anweisungen (Vergleiche und Flags) zur Ermittlung, welche Befehle oder Unterroutinen genutzt werden sollen.
- Verwendung von Schleifen mit Zählern, um eine Anweisungsfolge mehrmals auszuführen.
- Verwendung indirekter Adressierung, um mit denselben Programmanweisungen auf unterschiedliche Variablen zuzugreifen.

Routinen in Programmen

Ein Programm besteht aus einer oder mehreren *Routinen*. Eine Routine ist eine funktionale Einheit, die etwas Bestimmtes ausführt; komplizierte Programme benötigen Routinen, um Aufgaben zu gruppieren und voneinander zu trennen. Dadurch wird ein Programm leichter zu schreiben, zu lesen, zu verstehen und zu verändern.

Schauen Sie sich beispielsweise das Programm zu "Normalverteilungen und deren Inverse" in Kapitel 16 an. Die Routine S "initialisiert" das Programm, indem sie die Eingabe von Mittelwert und Standardabweichung sammelt. Routine D setzt die Integrationsgrenzen, führt Routine Q aus und zeigt das Ergebnis an, Routine Q integriert die Funktion, die in Routine F definiert wird und beendet die Wahrscheinlichkeitsberechnung von $Q(x)$.

Eine Routine beginnt typischerweise mit einem Label (LBL) und endet mit einer Anweisung, welche die Programmausführung modifiziert oder stoppt, so wie RTN, GTO oder STOP, oder möglicherweise mit einem anderen Label.

Aufrufen von Unterroutinen (XEQ, RTN)

Eine *Unterroutine* ist eine Routine, die von einer anderen Routine *aufgerufen* (von dieser ausgeführt) wird und nach Beendigung der Unterroutine zur aufrufenden Routine *zurückkehrt*. Die Unterroutine *muss* mit einem LBL beginnen und mit einem RTN enden. Eine Unterroutine ist selbst eine Routine und kann andere Unterroutinen aufrufen.

- XEQ muss zu einem Label (LBL) einer Unterroutine verzweigen. (Diese Funktion kann nicht zu einer Zeilennummer verzweigen.)
- Bei Erreichen des nächsten RTN, kehrt die Programmausführung zu der Zeile nach dem Ursprungs-XEQ zurück.

Beispielsweise ist die Routine Q im "Normalverteilungen und deren Inverse"-Programm aus dem Kapitel 16 eine Unterroutine (um $Q(x)$ zu berechnen), die von Routine D mit der Zeile D0003 XEQ Q aufgerufen wird. Routine Q endet mit einer RTN-Anweisung, welche die Programmausführung zurück zur Zeile D0004 in Routine D (zum Speichern und Anzeigen des Ergebnisses) leitet. Siehe dazu die nachfolgenden Flussdiagramme.

Die Flussdiagramme in diesem Kapitel verwenden diese Notation:

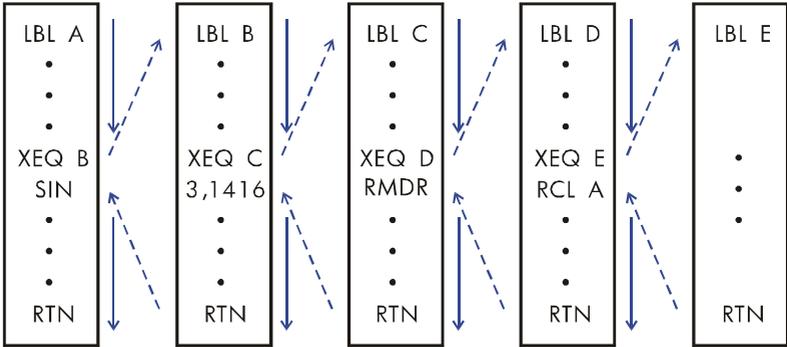
- A0005 GTO B → ① Programmausführung verzweigt von dieser Zeile zur mit ← ① ("von 1") markierten Zeile.
- B0001 LBL B ← ① Programmausführung verzweigt von einer Zeile, die mit → ① ("zu 1") markiert ist, zu dieser Zeile.

D0001 LBL D	Beginnt hier.
D0002 INPUT X	
D0003 XEQ Q → ①	Ruft Unterroutine Q auf.
D0004 STO Q ← ②	Rückkehr nach hierher.
D0005 VIEW Q	
D0006 GTO D	Erneutes Starten von D.
Q0001 LBL Q ← ①	Startet die Unterroutine.
.	
.	
Q0016 RTN → ②	Kehrt zu Routine D zurück.

Verschachtelte Unterroutinen

Eine Unterroutine kann eine weitere Unterroutine aufrufen, diese Unterroutine kann wiederum eine weitere Unterroutine aufrufen. Diese "Verschachtelung" von Unterroutinen – das Aufrufen einer Unterroutine innerhalb einer anderen Unterroutine – ist auf einen Unterroutinen-Stack von sieben Ebenen Tiefe begrenzt (die oberste Programmebene zählt hierbei nicht). Die Funktionsweise verschachtelter Unterroutinen wird nachstehend gezeigt:

HAUPT-Programm (oberste Ebene)



Programmende

Der Versuch, eine Unterroutine auszuführen, die tiefer als sieben Ebenen liegt, führt zu einem XEQ OVERFLOW-Fehler.

Beispiel: Eine verschachtelte Unterroutine.

Die folgende Unterroutine, mit Label S benannt, berechnet das Ergebnis eines Ausdrucks

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$$

als Teil einer umfassenderen Berechnung in einem größeren Programm. Die Unterroutine nutzt eine *weitere* Unterroutine (eine verschachtelte Unterroutine) mit Label Q, um die wiederkehrende Quadratur und Addition auszuführen. Dies spart Speicherplatz, da das Programm kürzer ausfällt, als es ohne Unterroutine wäre.

Im RPN-Modus, sieht das Programm so aus:

S0001	LBL S		Unterroutine beginnt hier.
S0002	INPUT A		Eingabe von A.
S0003	INPUT B		Eingabe von B.
S0004	INPUT C		Eingabe von C.
S0005	INPUT D		Eingabe von D.
S0006	RCL D		Ruff die Daten ab.
S0007	RCL C		
S0008	RCL B		
S0009	RCL A		
S0010	x2		A^2
S0011	XEQ Q	→ ①	$A^2 + B^2$
② → S0012	XEQ Q	→ ③	$A^2 + B^2 + C^2$
④ → S0013	XEQ Q	→ ⑤	$A^2 + B^2 + C^2 + D^2$
⑥ → S0014	$\sqrt{\quad}$ x		$\sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2}$
S0015	RTN		Rückkehr zur Hauptroutine.
Q0001	LBL Q	← ①③⑤	Verschachtelte Unterroutine.
Q0002	x<>y		
Q0003	x ²		
Q0004	+		Addiert x ² .
②④⑥ ← Q0005	RTN		Rückkehr zur Unterroutine S.

Verzweigung (GTO)

Wie wir bei den Unterroutinen gesehen haben, ist es oft sinnvoller, die Ausführung in einem anderen Programmteil statt in der nächsten Zeile fortzusetzen. Dies wird **Verzweigung** genannt.

Bedingungslose Verzweigungen verwenden die Anweisung GTO (*gehe zu*), um zu einem Programm-Label zu verzweigen. Es ist nicht möglich, in einem Programm zu einer bestimmten Zeilennummer zu verzweigen.

Eine programmierte GTO-Anweisung

Die Anweisung GTO *label* (drücken Sie  **GTO** *label*) überträgt die Ausführung eines laufenden Programms an die Programmzeile, die dieses Label enthält, wo das auch sein mag. Das Programm wird am neuen Ort fortgesetzt und kehrt *niemals* automatisch zum Ursprungspunkt zurück, daher wird GTO nicht für Unterroutinen benutzt.

Schauen Sie sich als Beispiel das Programm "Kurvenanpassung" in Kapitel 16 an. Die GTO Z-Anweisung verzweigt die Ausführung von einer von drei unabhängigen Initialisierungsroutinen aus zu LBL Z, der Routine, die der allgemeine Einsprungpunkt in das Herzstück des Programms ist:

S0001 LBL S		Kann hier beginnen.
:		
:		
S0005 GTO Z	→①	Verzweigt zu Z.
L0001 LBL L		Kann hier beginnen.
:		
:		
L0005 GTO Z	→①	Verzweigt zu Z.
E0001 LBL E		Kann hier beginnen.
:		
:		
E0005 GTO Z	→①	Verzweigt zu Z.
Z0001 LBL Z	←①	Hierher verzweigen.
:		
:		

GTO über die Tastatur verwenden

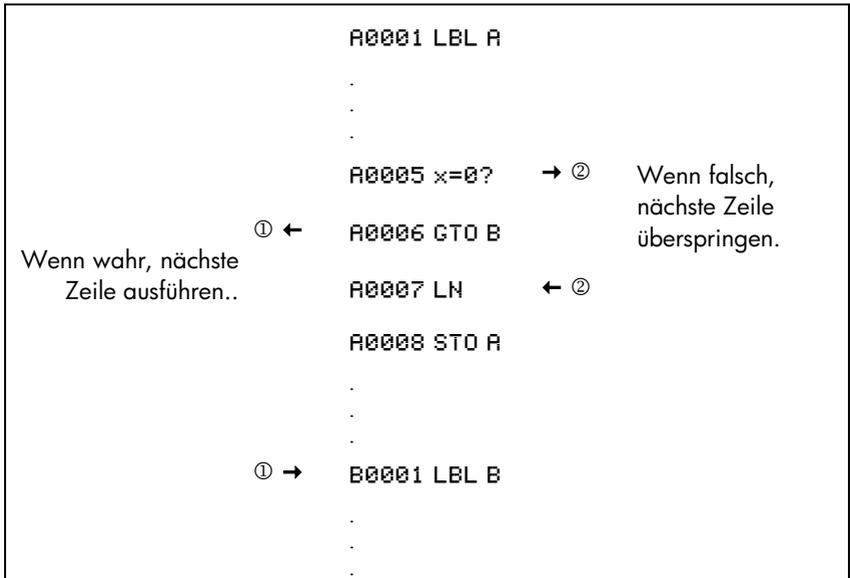
Sie können   verwenden, um den Programmzeiger auf ein bestimmtes Label oder eine bestimmte Zeilennummer zu setzen, *ohne* die Programmausführung zu starten.

- Zu PRGM TOP:    .
- Zu einer Zeilennummer:    *label nnnn* (*nnnn* < 10000). Als Beispiel:    A0005.
- Zu einem Label:   *label* — Jedoch nur, wenn der Programmeingabe-Modus nicht aktiv ist (es werden keine Programmzeilen angezeigt; **PRGM** aus.) Beispiel:   A.

Bedingte Anweisungen

Eine andere Möglichkeit, die Reihenfolge der Programmausführung zu modifizieren, besteht in einem *Test auf eine Bedingung*, einem Wahr / Falsch-Test, der zwei Zahlen miteinander vergleicht und die nächste Programmanweisung überspringt, wenn die Aussage falsch ist.

Wenn beispielsweise die bedingte Anweisung in Zeile A0005 $x=0?$ (mit anderen Worten: *Ist x gleich Null?*) lautet, so vergleicht das Programm den Inhalt des X-Registers mit Null. Falls das X-Register *tatsächlich* Null enthält, fährt das Programm mit der nächsten Zeile fort. Falls das X-Register *nicht* Null enthält, so *überspringt* das Programm die nächste Zeile und verzweigt dadurch zu Zeile A0007. Diese Regel ist unter der Bezeichnung "Do if true – Ausführen, wenn wahr" bekannt.



Das obige Beispiel zeigt eine allgemeine Technik, die bei bedingten Tests verwendet wird: Die direkt auf den Test folgende Zeile (die nur im Falle "wahr" ausgeführt wird), ist eine *Verzweigung* zu einem anderen Label. So ist der eigentliche Effekt des Tests, unter bestimmten Bedingungen zu einer anderen Routine zu verzweigen.

Es gibt drei Kategorien von bedingten Anweisungen:

- Vergleichstests. Diese vergleichen die X- und Y-Register – oder das X-Register und Null.
- Flag-Tests. Diese prüfen den Status von Flags, der entweder gesetzt oder gelöscht sein kann.
- Schleifenzähler. Diese werden gewöhnlich benutzt, um eine bestimmte *Anzahl* von Wiederholungen einer Aktion auszuführen.

Vergleichstests (x?y, x?0)

Es stehen 12 Vergleichsmöglichkeiten bei der Programmierung zur Verfügung. Wenn Sie  **x?y** oder  **x?0** drücken, wird ein Menü für eine der beiden Testkategorien angezeigt:

- x?y für Test, die x und y vergleichen.
- x?0 für Tests, die x und 0 vergleichen.

Denken Sie daran, dass sich x auf die Zahl im X-Register, y auf die Zahl im Y-Register bezieht. Es werden *nicht* die Variablen X und Y verglichen.

Wählen Sie die Vergleichskategorie, drücken Sie dann die Menütaste für die bedingte Anweisung Ihrer Wahl.

Die Testmenüs

$x?y$	$x?0$
{≠} für $x \neq y?$	{≠} für $x \neq 0?$
{≤} für $x \leq y?$	{≤} für $x \leq 0?$
{<} für $x < y?$	{<} für $x < 0?$
{>} für $x > y?$	{>} für $x > 0?$
{≥} für $x \geq y?$	{≥} für $x \geq 0?$
{=} für $x = y?$	{=} für $x = 0?$

Falls Sie einen bedingten Test über die Tastatur ausführen, zeigt der Rechner YES oder NO an.

Beispiel: Führen Sie mit $x = 2$ und $y = 7$, einen $x < y$ -Test aus.

Tasten:

Display:

Im RPN-Modus 7 **[ENTER]** 2 **[←]** **[x?y]** {<} YES

Im ALG-Modus 7 **[x↔y]** 2 **[←]** **[x?y]** {<} YES

Beispiel:

Das "Normalverteilungen und deren Inverse"-Programm in Kapitel 16 verwendet die Bedingung $x < y?$ in Routine T:

Programmzeilen:
(im RPN-Modus)

Beschreibung

⋮	
T0009 ÷	Errechnet die Korrektur für X_{guess} .
T0010 STO+ X	Addiert die Korrektur zum Erhalten eines neuen X_{guess} -Wertes.
T0011 ABS	
T0012 0.0001	
T0013 $x < y?$	Prüft, ob die Korrektur signifikant ist.

T0014 GTO T	Springt an den Beginn der Schleife zurück, falls die Korrektur signifikant ist. Fährt fort, wenn die Korrektur nicht signifikant ist.
T0015 RCL X	
T0016 VIEW X	Zeigt den berechneten Wert von X.
.	
.	
.	

Zeile T0009 errechnet die Korrektur für X_{guess} . Zeile T0013 vergleicht den Absolutbetrag der berechneten Korrektur mit 0,0001. Falls der Wert kleiner als 0,0001 ("Do If True") ist, führt das Programm Zeile T0014 aus; ist der Wert gleich oder größer als 0,0001, springt das Programm zur Zeile T0015.

Flags

Ein Flag ist ein Status-Indikator. Es ist entweder *gesetzt (wahr)* oder *gelöscht (falsch)*. Das *Testen eines Flags* ist ein weiterer bedingter Test, welcher der "Do If True"-Regel folgt: Mit der Programmausführung wird sofort fortgefahren, falls das getestete Flag gesetzt ist; falls das Flag gelöscht ist, wird eine Zeile übersprungen.

Die Bedeutung der Flags

Der HP 33s verfügt über 12 Flags, nummeriert von 0 bis 11. Alle Flags können mit Hilfe der Tastatur oder durch Programmanweisungen gesetzt, gelöscht und getestet werden. Der Standardstatus aller 12 Flags ist *gelöscht*. Die Dreitasten-Löschung des Speichers, die in Anhang B beschrieben wird, löscht alle Flags. Die Flags werden *nicht* durch  **CLEAR** {ALL} {Y} beeinflusst.

- **Die Flags 0, 1, 2, 3 und 4** haben keine vorgegebenen Bedeutungen. Das heißt, dass ihre Zustände bedeuten, was immer Sie ihnen in einem bestimmten Programm zuordnen. (Siehe nachstehendes Beispiel.)
- **Flag 5** unterbricht, wenn es gesetzt ist, ein Programm, wenn ein Überlauf innerhalb des Programms auftritt und zeigt **OVERFLOW** und **▲** an. Ein *Überlauf* tritt ein, wenn ein Ergebnis die größte Zahl überschreitet, die der Rechner verarbeiten kann. Die größtmögliche Zahl wird an Stelle des Überlauf-Ergebnisses verwendet. Wenn Flag 5 gelöscht ist, so wird ein Programm, in dem ein Überlauf auftritt, nicht unterbrochen – jedoch wird kurz **OVERFLOW** angezeigt, wenn das Programm letztendlich stoppt.

- **Flag 6** wird *automatisch* vom Rechner gesetzt – und zwar immer dann, wenn ein Überlauf auftritt (obwohl Sie das Flag 6 auch selbst setzen können). Es hat keine Auswirkung, kann aber getestet werden.

Die Flags 5 und 6 ermöglichen Ihnen die Steuerung von Überlauf-Zuständen, die in einem Programm auftreten können. Das Setzen von Flag 5 stoppt ein Programm an der Zeile, die der den Überlauf verursachenden Zeile folgt. Indem Sie Flag 6 in einem Programm testen, können Sie den Programmablauf verändern oder ein Ergebnis ändern, jedes Mal wenn ein Überlauf eintritt.

- **Flags 7, 8 und 9** steuern die Darstellung von Brüchen. Flag 7 kann auch über die Tastatur gesteuert werden. Wenn der Bruchmodus durch Drücken von  **FDISP** ein- oder ausgeschaltet wird, so wird entsprechend auch Flag 7 gesetzt oder gelöscht.

Flag-Status	Bruchmodus-Flags		
	7	8	9
<i>Gelöscht</i> (Vorgabe)	Bruchmodus aus; reelle Zahlen werden im aktuellen Anzeigeformat angezeigt.	Bruchnenner nicht größer als der /c-Wert.	Brüche auf kleinste Form reduzieren.
<i>Gesetzt</i>	Bruchmodus ein; reelle Zahlen werden als Brüche angezeigt.	Bruchnenner sind Faktoren des /c-Wertes.	Keine Reduktion von Brüchen. (Wird nur verwendet, wenn Flag 8 gesetzt ist.)

- **Flag 10** steuert die Programmausführung von Gleichungen:
Wenn Flag 10 gelöscht ist (Vorgabezustand), werden Gleichungen in laufenden Programmen berechnet und das Ergebnis wird in den Stack geschrieben.

Wenn Flag 10 gesetzt ist, werden Gleichungen in laufenden Programmen als Meldungen angezeigt, was dazu führt, dass sie sich wie ein VIEW-Ausdruck verhalten:

1. Programmausführung wird angehalten.
2. Der Programmzeiger wechselt zur nächsten Programmzeile.
3. Die Gleichung wird ohne Beeinflussung des Stack angezeigt. Sie können das Display löschen, indem Sie  oder  drücken. Wenn Sie eine andere Taste drücken, wird die jeweilige Tastenfunktion ausgeführt.
4. Falls die nächste Programmzeile eine PSE-Anweisung ist, wird die Ausführung nach einer einsekündigen Pause fortgesetzt.

Der Status von Flag 10 wird nur durch die Ausführung der SF- und CF-Operationen der Tastatur gesteuert, bzw. durch SF- und CF-Anweisungen in Programmen.

- **Flag 11** steuert Eingabeaufforderungen bei der Ausführung von Gleichungen in einem Programm — *es beeinflusst nicht die automatischen Eingabeaufforderungen während der Tastatur-Ausführung:*

Wenn Flag 11 gelöscht ist (der Vorgabezustand), laufen Berechnungen, SOLVE und ∫FN von Gleichungen in Programmen ohne Unterbrechung ab. Der aktuelle Wert jeder Variable der Gleichung wird automatisch bei jedem Auftreten der Variable abgerufen. Die INPUT-Eingabeaufforderung wird nicht beeinflusst.

Wenn Flag 11 gesetzt ist, wird bei jedem ersten Auftreten einer Variable in einer Gleichung zur Eingabe ihres Wertes aufgefordert. Die Variableneingabe geschieht nur einmal, egal, wie oft die Variable in der Gleichung vorkommt. Beim Lösen treten keine Aufforderungen zur Eingabe der Unbekannten auf; beim Integrieren wird nicht zur Eingabe der Integrationsvariable aufgefordert. Eingabeaufforderungen halten die Ausführung an. Durch Drücken von **R/S** wird die Berechnung unter Benutzung des von Ihnen eingegebenen Variablenwertes fortgesetzt – bzw. mit dem angezeigten (aktuellen) Variablenwert, wenn Sie nur durch Drücken von **R/S** auf die Eingabeaufforderung reagieren.

Flag 11 wird nach der Auswertung, nach SOLVE oder ∫FN einer Gleichung in einem Programm automatisch gelöscht. Der Status von Flag 11 wird auch durch die Ausführung der SF- und CF-Operationen der Tastatur gesteuert – bzw. durch SF- und CF-Anweisungen in Programmen.

Indikatoren für gesetzte Flags

Flags 0, 1, 2, 3 und 4 verfügen über Indikatoren im Display, die sich einschalten, wenn das entsprechende Flag gesetzt ist. Die Anzeige oder das Fehlen von **0**, **1**, **2**, **3** oder **4** zeigt Ihnen jederzeit, ob eines der fünf Flags gesetzt oder nicht gesetzt ist. Allerdings gibt es keine Indikatoren für den Status der Flags 5 bis 11. Den Status dieser Flags können Sie durch Ausführen der FS?-Anweisung auf der Tastatur ermitteln. (Siehe "Flags verwenden", weiter unten.)

Flags verwenden

Wenn Sie **▢** **FLAGS**, drücken, wird das FLAGS-Menü angezeigt: {SF} {CF} {FS?}

Nachdem Sie die gewünschte Funktion ausgewählt haben, werden Sie nach der Flag-Nummer (0 bis 11) gefragt. Drücken Sie beispielsweise  **FLAGS** {SF} 0, um Flag 0 zu setzen; drücken Sie  **FLAGS** {SF} , um Flag 10 zu setzen; drücken Sie  **FLAGS** {SF}  0, um Flag 11 zu setzen.

FLAGS-Menü

Menütaste	Beschreibung
{SF} <i>n</i>	<i>Flag setzen. Setzt Flag n.</i>
{CF} <i>n</i>	<i>Flag löschen. Löscht Flag n.</i>
{FS?} <i>n</i>	<i>Ist das Flag gesetzt? Prüft den Status von Flag n.</i>

Ein Flag-Test ist ein bedingter Test, der die Programmausführung genau wie die Vergleichstestes beeinflusst. Die FS? *n*-Anweisung testet, ob ein bestimmtes Flag gesetzt ist. Wenn es gesetzt ist, dann wird die nächste Programmzeile ausgeführt. Falls nicht, wird die nächste Zeile übersprungen. Dies entspricht der "Do If True"-Regel, die bereits unter "Bedingte Anweisungen" weiter vorne in diesem Kapitel erklärt wurde.

Falls Sie einen Flag-Test über die Tastatur ausführen, zeigt der Rechner "YES" oder "NO" an.

Beim Programmieren ist es sinnvoll, dass Sie dafür sorgen, dass jeder von Ihnen getestete Zustand am Anfang einen definierten Wert hat. Aktuelle Flag-Werte hängen davon ab, wie sie von zuvor abgearbeiteten Programmen hinterlassen wurden. Sie sollten nicht einfach nur *annehmen*, dass ein bestimmtes Flag gelöscht ist – und auch nicht davon ausgehen, dass es nur von einer Anweisung Ihres Programms gesetzt wird. Sie sollten dies *sicherstellen*, indem Sie das Flag löschen, bevor die Bedingung eintritt, durch die es eventuell gesetzt wird. (Siehe nachstehendes Beispiel.)

Beispiel: Flags verwenden.

Das "Kurvenanpassung"-Programm in Kapitel 16 nutzt die Flags 0 und 1, um zu ermitteln, ob der natürliche Logarithmus der X- und Y-Eingaben zu verwenden ist:

- Die Zeilen S0003 und S0004 löschen diese beiden Flags, so dass die Zeilen W0007 und W0011 (in der Eingabeschleifenroutine) nicht die natürlichen Logarithmen der X- und Y-Eingaben für eine lineare Kurve verwenden.
- Zeile L0003 setzt Flag 0, so dass Zeile W0007 den natürlichen Logarithmus der X-Eingabe für eine logarithmische Kurve verwendet.
- Zeile E0004 setzt Flag 1, so dass Zeile W0011 den natürlichen Logarithmus der Y-Eingabe für eine Exponentialkurve verwendet.
- Die Zeilen P0003 und P0004 setzen beide Flags, so dass die Zeilen W0007 und W0011 den natürlichen Logarithmus der beiden X- und Y-Eingaben für eine Potenzkurve verwenden.

Beachten Sie, dass die Zeilen S0003, S0004, L0004 und E0003 die Flags 0 und 1 löschen, um sicherzustellen, dass diese nur wie für die vier Kurvenmodelle benötigt gesetzt werden.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung:
.	
.	
.	
S0003 CF 0	Löscht Flag 0, den Indikator für In X.
S0004 CF 1	Löscht Flag 1, den Indikator für In Y.
.	
.	
.	
L0003 SF 0	Setzt Flag 0, den Indikator für In X.
L0004 CF 1	Löscht Flag 1, den Indikator für In Y.
.	
.	
.	
E0003 CF 0	Löscht Flag 0, den Indikator für In X.
E0004 SF 1	Setzt Flag 1, den Indikator für In Y.
.	
.	
.	
P0003 SF 0	Setzt Flag 0, den Indikator für In X.
P0004 SF 1	Setzt Flag 1, den Indikator für In Y.
.	
.	
.	
W0006 FS? 0	Wenn Flag 0 gesetzt ist, ...
W0007 LN	... .. den natürlichen Logarithmus der X-Eingabe verwenden.
.	
.	
.	
W0010 FS? 1	Wenn Flag 1 gesetzt ist, ...
W0011 LN	... .. den natürlichen Logarithmus der Y-Eingabe verwenden.

Beispiel: Steuern der Bruchanzeige

Das folgende Programm gibt Ihnen die Gelegenheit, mit den Bruch-Anzeigemöglichkeiten des Rechners zu üben. Das Programm fordert Sie zur Eingabe einer Bruchzahl und eines Nenners (dem /c-Wert) auf und verwendet diese. Das Programm enthält auch Beispiele dafür, wie die Bruchanzeige-Flags (7, 8 und 9) und das "Meldungsanzeige"-Flag (10) verwendet werden.

Meldungen in diesem Programm werden als MESSAGE gelistet und als Gleichungen eingegeben:

1. Setzen Sie den Gleichungseingabemodus durch Drücken von  **EQN** (der **EQN**-Indikator erscheint).
2. Drücken Sie **RCL** Buchstabe für jeden Buchstaben der Meldung; drücken Sie **SPACE** (die **R/S**-Taste) für jedes Leerzeichen.
3. Drücken Sie **ENTER**, um die Meldung in die aktuelle Programmzeile einzufügen und den Gleichungseingabemodus zu beenden.

Programmzeilen: (im ALG Modus)

Beschreibung:

F0001 LBL F	Beginn des Bruchprogramms.
F0002 CF 7	Löscht drei Bruch-Flags.
F0003 CF 8	
F0004 CF 9	
F0005 SF 10	Zeigt Meldungen an.
F0006 DEC	Wählt den Dezimalmodus.
F0007 INPUT V	Fordert zur Eingabe einer Zahl auf.
F0008 INPUT D	Fordert zur Eingabe des Nenners (2 bis 4095) auf.
F0009 RCL V	Zeigt eine Meldung, zeigt danach die Dezimalzahl an.
F0010 DECIMAL	
F0011 PSE	
F0012 STOP	
F0013 RCL D	
F0014 /c	Setzt /c-Wert und setzt Flag 7.
F0015 RCL V	

F0016 MOST PRECISE Zeigt eine Meldung, zeigt danach den Bruch an.
F0017 PSE
F0018 STOP
F0019 SF 8 Setzt Flag 8.
F0020 FACTOR DENOM Zeigt eine Meldung, zeigt danach den Bruch an.
F0021 PSE
F0022 STOP
F0023 SF 9 Setzt Flag 9.
F0024 FIXED DENOM Zeigt eine Meldung, zeigt danach den Bruch an.
F0025 PSE
F0026 STOP
F0027 GTO F Springt zum Anfang des Programms.
 Prüfsumme und Länge: 6F14 123

Verwenden Sie das obige Programm, um sich die verschiedenen Arten der Bruchanzeige anzuschauen:

Tasten: (im ALG Modus)	Display:	Beschreibung:
XEQ F	V? wert	Führt Label <i>F</i> aus; fordert zur Eingabe einer Bruchzahl (V) auf.
2,53 R/S	D? wert	Speichert 2,53 in V; fordert zur Eingabe des Nenners (D) auf.
16 R/S	DECIMAL 2.5300	Speichert 16 als /c-Wert. Zeigt eine Meldung, zeigt danach die Dezimalzahl an.
R/S	MOST PRECISE 2 8/15 ▼	Meldung zeigt das Bruchformat an (Nenner ist nicht größer als 16), zeigt danach den Bruch an. ▼ zeigt an, dass der Zähler "ein wenig unter" 8 liegt.
R/S	FACTOR DENOM 2 1/2 ▲	Meldung zeigt das Bruchformat an (Nenner ist ein Faktor von 16), zeigt danach den Bruch an.
R/S	FIXED DENOM 2 8/16 ▲	Meldung zeigt das Bruchformat an (Nenner ist 16), zeigt danach den Bruch an.

Tasten: (im ALG Modus)	Display:	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> C	2,5300	Stoppt das Programm und löscht Flag 10.
<input type="checkbox"/> → <input type="checkbox"/> FLAGS {CF} <input type="checkbox"/> .		
0		

Schleifen

Rückwärts-Verzweigungen – also zu einem Label in einer vorhergehenden Zeile – machen es möglich, einen Programmteil mehrmals auszuführen. Dies wird *Schleife* genannt.

```
D0001 LBL D
D0002 INPUT M
D0003 INPUT N
D0004 INPUT T
D0005 GTO D
```

Diese Routine (aus dem Programm "Koordinatentransformation" auf Seite 15–34 in Kapitel 15 entnommen) ist ein Beispiel für eine *Endlosschleife*. Sie wird zum Sammeln der Anfangsdaten vor der Koordinatentransformation verwendet. Nach der Eingabe der drei Werte liegt es am Benutzer, die Schleife durch Auswahl der auszuführenden Transformation zu unterbrechen (durch Drücken von XEQ N für das Alt-zu-neu-System oder XEQ O für das Neu-zu-alt-System).

Bedingte Schleifen (GTO)

Wenn Sie eine Operation ausführen möchten, bis eine bestimmte Bedingung zutrifft, Sie aber nicht wissen, wie oft die Schleife wiederholt werden muss, können Sie eine Schleife mit einem bedingten Test und einer GTO-Anweisung erstellen.

Beispielsweise verwendet die folgende Routine eine Schleife, um den Wert A um einen konstanten Betrag B zu vermindern, bis A kleiner oder gleich B ist.

Programmzeilen:
(im RPN-Modus)

```
A0001 LBL A
A0002 INPUT A
A0003 INPUT B
```

Beschreibung:

Prüfsumme und Länge: D548 9

S0001 LBL S	
S0002 RCL A	Es ist leichter, A abzurufen, als sich daran zu erinnern, wo es sich im Stack befindet.
S0003 RCL - B	Berechnet $A - B$.
S0004 STO A	Ersetzt A durch das neue Ergebnis.
S0005 RCL B	Ruft die Konstante zum Vergleich ab.
S0006 x<y?	Ist $B < \text{neu-A}$?
S0007 GTO S	Ja: Schleife zur Wiederholung der Subtraktion.
S0008 VIEW A	Nein: Neuen Wert von A anzeigen.
S0009 RTN	

Prüfsumme und Länge: AC36 27

Schleifen mit Zählern (DSE, ISG)

Wenn Sie eine Schleife eine bestimmte Anzahl von Malen ausführen möchten, verwenden Sie die Funktionstasten für Bedingungen  **ISG** (*erhöhen; überspringen, wenn größer als*) oder  **DSE** (*vermindern; überspringen, wenn kleiner als oder gleich*). Jedes Mal, wenn eine Schleifenfunktion in einem Programm ausgeführt wird, so *vermindert* oder *erhöht* sie automatisch einen Zähler, der in einer Variable gespeichert ist. Sie vergleicht den aktuellen Zählerwert mit einem Zähler-Endwert, fährt dann je nach Ergebnis fort oder beendet die Schleife.

Für eine aufwärts zählende Schleife verwenden Sie  **DSE** Variable.

Für eine abwärts zählende Schleife verwenden Sie  **ISG** Variable.

Diese Funktion bewirken dasselbe wie eine FOR-NEXT-Schleife in BASIC:

FOR Variable = Anfangswert **TO** Endwert **STEP** Schrittweite

.
. .
.

NEXT Variable

Eine DSE-Anweisung ist wie eine FOR-NEXT-Schleife mit einer negativen Schrittweite.

Nach dem Drücken der Tastenkombination für ISG oder DSE ( ISG) oder  DSE), werden Sie nach einer Variable gefragt, welche die Schleifen-Kontrollzahl (nachstehend beschrieben) enthalten soll.

Die Schleifen-Kontrollzahl

Die angegebene Variable sollte eine Schleifen-Kontrollzahl $\pm cccccc,fffii$ enthalten, für die gilt:

- $\pm cccccc$ ist der aktuelle Zählerwert (1 bis 12 Stellen). Dieser Wert ändert sich bei der Schleifen-Ausführung.
- fff ist der Zähler-Endwert (muss drei Stellen lang sein). Dieser Wert ändert sich *nicht* beim Durchlauf der Schleife.
- ii ist die Schrittweite, um die erhöht oder verringert wird (muss zwei Stellen lang sein oder wird nicht angegeben). Dieser Wert ändert sich *nicht*. Wird kein Wert angegeben, so wird für ii der Wert 01 angenommen (es wird jeweils um 1 erhöht, bzw. vermindert).

Mit der gegebenen Schleifen-Kontrollzahl $ccccc,fffii$ vermindert DSE $ccccc$ zu $ccccc - ii$, vergleicht das neue $ccccc$ mit fff und lässt die Programmausführung die nächste Programmzeile überspringen, wenn $ccccc \leq fff$.

Mit der gegebenen Schleifen-Kontrollzahl $ccccc,fffii$ erhöht ISG $ccccc$ zu $ccccc + ii$, vergleicht das neue $ccccc$ mit fff und lässt die Programmausführung die nächste Programmzeile überspringen, wenn $ccccc > fff$.

	① →	W0001 LBL W		
		.		
		.		
		.		
Wenn aktueller Wert > Endwert, Schleife fortsetzen.	① ←	W0009 DSE A	→ ②	Wenn aktueller Wert ≤ Endwert, Schleife beenden.
		W0010 GTO W		
		W0011 XEQ X	← ②	
		.		
		.		
		.		
	① →	W0001 LBL W		
		.		
		.		
		.		
Wenn aktueller Wert ≤ Endwert, Schleife fortsetzen.	① ←	W0009 ISG A	→ ②	Wenn aktueller Wert > Endwert, Schleife beenden.
		W0010 GTO W		
		W0011 XEQ X	← ②	
		.		
		.		
		.		

Beispielsweise bedeutet die Schleifen-Kontrollzahl 0,050 bei ISG: Starte mit dem Zählen bei Null, zähle bis 50, erhöhe die Zahl bei jedem Durchlauf um 1.

Das folgende Programm verwendet ISG, um eine Schleife zehnmal zu durchlaufen. Der Schleifenzähler (0000001,01000) wird in der Variable Z gespeichert. Führende und anhängende Nullen können weggelassen werden.

```
L0001 LBL L
L0002 1,01
L0003 STO Z
M0001 LBL M
M0002 ISG Z
M0003 GTO M
M0004 RTN
```

Drücken Sie  **VIEW** Z, um nachzusehen, dass die Schleifen-Kontrollzahl jetzt 11,0100 ist.

Indirekte Adressierung von Variablen und Labeln

Indirekte Adressierung ist eine Technik, die in der weiterführenden Programmierung genutzt wird, um eine Variable oder ein Label anzugeben, *ohne vorher festzulegen, um welche(s) genau es sich handelt*. Dies wird erst während des Programmlaufs bestimmt, daher hängt es von den Zwischenergebnissen (oder Eingaben) des Programms ab.

Zur indirekten Adressierung werden zwei verschiedene Tasten benutzt: \boxed{i} (mit $\boxed{\bullet}$) und $\boxed{(i)}$ (mit $\boxed{\text{ENTER}}$).

Die Variable i hat nichts mit $\boxed{(i)}$ oder der Variable i zu tun. Diese Tasten sind bei vielen Funktionen aktiv, welche A bis Z als Variablen oder Label verwenden,

- i ist eine Variable, deren Inhalt auf eine andere Variable oder ein Label verweisen kann. Sie enthält eine Zahl, genau wie jede andere Variable (A bis Z).
- $\boxed{(i)}$ ist eine Programmierfunktion, die besagt: "Verwende die Zahl in i , um zu bestimmen, welche Variable oder welches Label zu adressieren ist." Dies ist eine *indirekte Adresse*. (A bis Z sind *direkte Adressen*.)

Sowohl \boxed{i} als auch $\boxed{(i)}$ werden gemeinsam benutzt, um eine indirekte Adresse zu schaffen. (Siehe nachstehende Beispiele.)

Für sich allein gesehen, ist i einfach nur eine weitere Variable.

Für sich allein gesehen, ist $\boxed{(i)}$ entweder undefiniert (i enthält keine Zahl) oder unkontrolliert (verwendet irgendeine Zahl, die in i verblieben ist).

Die Variable "i"

Sie können den Inhalt von i speichern, abrufen und abändern – genau wie die Inhalte anderer Variablen. Sie können sogar nach i lösen und unter Verwendung von i integrieren. Die nachstehend aufgelisteten Funktionen können die Variable "i" verwenden.

STO i	INPUT i	DSE i
RCL i	VIEW i	ISG i
STO $+,-, \times, \div, i$	JFN d, i	$x < > i$
RCL $+,-, \times, \div, i$	SOLVE i	

Die indirekte Adresse, (i)

Viele Funktionen, die A bis Z benutzen (als Variablen oder als Label), können $\langle i \rangle$ verwenden, um *indirekt* auf A bis Z (Variablen oder Label) oder auf Statistikregister zu verweisen. Die Funktion $\langle i \rangle$ verwendet den Wert in der Variablen *i*, um zu bestimmen, welche Variable, welches Label oder welches Register zu adressieren ist. Die folgende Tabelle zeigt, wie.

Wenn Inhalt von <i>i</i> :	Dann adressiert (<i>i</i>):
± 1	Variable A oder Label A
.	.
.	.
± 26	Variable Z oder Label Z
± 27	Variable <i>i</i>
± 28	<i>n</i> -Register
± 29	Σx -Register
± 30	Σy -Register
± 31	Σx^2 -Register
± 32	Σy^2 -Register
± 33	Σxy -Register
≥ 34 oder ≤ -34 oder 0	Fehler: INVALID $\langle i \rangle$

Nur der Absolutbetrag des ganzzahligen Teiles der Zahl in *i* wird für die Adressierung verwendet.

Die INPUT(**i**)- und VIEW(**i**)-Operationen kennzeichnen die Anzeige mit dem Namen der indirekt adressierten Variable oder des Registers.

Das SUMS-Menü ermöglicht Ihnen den Abruf von Werten aus den Statistik-Registern. Allerdings müssen Sie die indirekte Adressierung verwenden, um andere Operationen auszuführen, wie STO, VIEW und INPUT.

Die nachstehend aufgelisteten Funktionen können (**i**) als Adresse verwenden. Bei GTO, XEQ und FN= verweist (**i**) auf ein Label; bei allen anderen Funktionen verweist (**i**) auf eine Variable oder ein Register.

STO(i)	INPUT(i)
RCL(i)	VIEW(i)
STO +, -, ×, ÷, (i)	DSE(i)
RCL +, -, ×, ÷, (i)	ISG(i)
XEQ(i)	SOLVE(i)
GTO(i)	∫ FN d(i)
X<>(i)	FN=(i)

Programmsteuerung mit (i)

Da sich der Inhalt von i bei jedem Programmablauf ändern kann – oder sogar in verschiedenen Teilen desselben Programms – kann eine Programmanweisung wie $GTO(i)$ bei unterschiedlichen Gelegenheiten zu unterschiedlichen Labeln verzweigen. Dies bewahrt Flexibilität, indem offen gelassen wird (bis das Programm läuft), welche Variablen oder Programm-Label genau gebraucht werden. (Siehe erstes nachstehendes Beispiel.)

Die indirekte Adressierung ist sehr nützlich, wenn es um das Zählen und um das Steuern von Schleifen geht. Die Variable i dient als ein *Index* und beinhaltet die Adresse der Variable, welche die Schleifen-Kontrollzahl für die Funktionen DSE und ISG enthält. (Siehe zweites nachstehendes Beispiel.)

Beispiel: Unterroutinen mit (i) auswählen

Das "Kurvenanpassung"-Programm in Kapitel 16 verwendet indirekte Adressierung, um zu bestimmen, welches Modell zur Berechnung geschätzter Werte für x und y verwendet wird. (Unterschiedliche Unterroutinen berechnen x und y für verschiedene Modelle.) Beachten Sie, dass i gespeichert und danach in weit auseinander liegenden Teilen des Programms indirekt adressiert wird.

Die ersten vier Routinen (S, L, E, P) des Programms spezifizieren das zu verwendende Kurven-Anpassungsmodell und weisen jedem dieser Modelle eine Zahl (1, 2, 3, 4) zu. Diese Zahl wird dann im Verlauf der Routine Z gespeichert, dem allgemeinen Einsprungpunkt für alle Modelle:

```
Z0003 STO i
```

Routine Y verwendet i , um die entsprechende Unterroutine (je nach Modell) aufzurufen, um die x - und y - Schätzungen zu berechnen. Zeile Y0003 ruft die Subroutine zur Berechnung von \hat{y} auf:

```
Y0003 XEQ(i)
```

Und Zeile Y0008 ruft eine andere Unterroutine auf, um \hat{x} zu berechnen, nachdem i um 6 erhöht wurde.

13–24 Programmierungstechniken

```

Y0006 6
Y0007 STO+ i
Y0008 XEQ(i)

```

Wenn Inhalt von i:	Dann ruft XEQ(i) auf:	Um:
1	LBL A	\hat{y} für geradliniges Modell zu berechnen.
2	LBL B	\hat{y} für logarithmisches Modell zu berechnen.
3	LBL C	\hat{y} für Exponentialmodell zu berechnen.
4	LBL D	\hat{y} für Potenz-Modell zu berechnen.
7	LBL G	\hat{x} für geradliniges Modell zu berechnen.
8	LBL H	\hat{x} für logarithmisches Modell berechnen.
9	LBL I	\hat{x} für Exponentialmodell zu berechnen.
10	LBL J	\hat{x} für Potenz-Modell zu berechnen.

Beispiel: Schleifensteuerung mit (i)

Ein Indexwert von i wird vom Programm "Lösungen von Simultangleichungen – Matrixinversionsmethode" in Kapitel 15 verwendet. Dieses Programm nutzt die Schleifen-Anweisungen ISG i und DSE i in Verbindung mit den indirekten Anweisungen RCL(i) und STO(i), um eine Matrix zu füllen und zu manipulieren.

Der erste Teil dieses Programm ist Routine A, welche die anfängliche Schleifen-Kontrollzahl in i speichert.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung:

```

R0001 LBL A
R0002 1,012
R0003 STO i

```

Startpunkt für die Dateneingabe.
Schleifen-Kontrollzahl: Schleife von 1 bis 12, Schrittweite 1.
Speichert Schleifen-Kontrollzahl in i .

Die nächste Routine ist L, eine Schleife zum Sammeln aller 12 bekannten Werte für eine 3 x 3-Koeffizientenmatrix (Variablen A bis I) und die drei Konstanten (J bis L) für die Gleichungen.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung:
L0001 LBL L	Diese Routine sammelt alle bekannten Werte in drei Gleichungen.
L0002 INPUT (i)	Fordert zur Eingabe einer Zahl auf und speichert diese in der durch i adressierten Variable.
L0003 ISG i	Addiert 1 zu i und wiederholt die Schleife, bis i 13,012 erreicht.
L0004 GTO L	
L0005 GTO A	Wenn i den Zähler-Endwert überschreitet, verzweigt die Ausführung zurück zu A.

Label J ist eine Schleife, welche die Invertierung der 3 x 3-Matrix durchführt.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung:
J0001 LBL J	Diese Routine führt die Invertierung durch Division durch die Determinante durch.
J0002 STO+(i)	Dividiert Element.
J0003 DSE i	Vermindert den Indexwert, so dass er näher zu A zeigt.
J0004 GTO J	Schleifendurchlauf für die nächste Variable.
J0005 RTN	Keht zum aufrufenden Programm oder zu PRGM TOP zurück.

Gleichungen mit (i)

Sie können (i) in einer Gleichung verwenden, um eine Variable indirekt anzugeben. Beachten Sie, dass (i) für die Variable steht, die durch die Zahl in Variable i (einer *indirekten* Referenz) definiert wird, aber dass i oder (i) für die Variable i steht.

Das folgende Programm nutzt eine Gleichung, um die Summe der Quadrate der Variablen A bis Z zu ermitteln.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung:

E0001 LBL E	Beginn des Programms.
E0002 CF 10	Gleichungen auf "Ausführung" setzen.
E0003 CF 11	Schaltet Gleichungs-Eingabeaufforderung ab.
E0004 1,026	Initialisiert den Zähler für 1 bis 26.
E0005 STO i	Speichert den Zähler.
E0006 0	Initialisiert die Summe.

Prüfsumme und Länge: AEC5 42

F0001 LBL F	Beginn der Summierungsschleife.
F0002 (i)^2	Gleichung zur Berechnung des <i>i</i> -ten Quadrates. (Drücken Sie  EQN), um die Gleichung zu starten.)

Prüfsumme und Länge der Gleichung: F09C 5

F0003 +	Addiert das <i>i</i> -te Quadrat zur Summe.
F0004 ISG i	Testet auf Schleifen-Ende.
F0005 GTO F	Verzweigt zur nächsten Variable.
F0006 RTN	Beendet das Programm.

Prüfsumme und Länge des Programms: E005 23

Programme lösen und integrieren

Programme lösen

In Kapitel 7 wurde beschrieben, wie eine Gleichung eingegeben – sie wird der Liste der Gleichungen hinzugefügt – und anschließend nach einer Variable gelöst wird. Sie können auch ein *Programm* eingeben, das eine Funktion berechnet und *dieses* dann nach einer beliebigen Variable lösen. Dies ist vor allem dann nützlich, wenn sich die Bedingungen der zu lösenden Gleichung ändern oder wiederholte Berechnungen notwendig sind.

So lösen Sie eine programmierte Funktion:

1. Geben Sie ein Programm ein, das die Funktion definiert: (Siehe unten "Ein Programm für SOLVE schreiben".)
2. Das zu lösende Programm wählen:  **FN=** drücken. (Dieser Schritt kann übersprungen werden, wenn das gleiche Programm erneut gelöst wird.)
3. Lösen Sie nach der unbekannt Variable: Drücken Sie **SOLVE** *Variable*.

Beachten Sie, dass FN= benötigt wird, um eine programmierte Funktion zu lösen, nicht aber, um eine Gleichung aus der Gleichungsliste zu lösen.

Um eine Berechnung zu unterbrechen, drücken Sie **C** oder **R/S**. Die aktuell beste Näherung der Nullstelle ist die unbekannt Variable; verwenden Sie  **VIEW**, um sie anzuzeigen, ohne den Stack zu beeinträchtigen. Um die Berechnung fortzusetzen, drücken Sie **R/S**.

So schreiben Sie ein Programm für SOLVE:

Das Programm kann Gleichungen, ALG- oder RPN-Operationen in jeglicher Kombination verwenden.

1. Beginnen Sie das Programm mit einem *Label*. Dieses Label identifiziert die Funktion, die SOLVE (FN=*label*) auswerten soll.

2. Fügen Sie eine INPUT-Anweisung für jede Variable, einschließlich der unbekannt Variable, ein. INPUT-Anweisungen ermöglichen Ihnen das Lösen nach jeder beliebigen Variable in einer Funktion mit mehreren Variablen. Den INPUT für die *unbekannte Variable* ignoriert der Taschenrechner, deshalb brauchen Sie nur ein Programm schreiben, das eine *separate* INPUT-Anweisung für *jede* Variable enthält (einschließlich der Unbekannten).

Wenn Sie keine INPUT-Anweisung einfügen, verwendet das Programm die in den Variablen gespeicherten Werte oder die in die Eingabeaufforderungen von Gleichungen eingegebenen Werte.

3. Geben Sie Anweisungen zum Auswerten der Funktion ein.
 - Eine als mehrzeilige RPN- oder ALG-Folge programmierte Funktion muss in Form eines Ausdrucks vorliegen, der bei der Lösung zu Null wird. Wenn Ihre Gleichung $f(x) = g(x)$ lautet, sollte das Programm $f(x) - g(x)$ berechnen. "=0" wird implizit vorausgesetzt.
 - Eine als Gleichung programmierte Funktion kann eine Gleichung beliebigen Typs sein – Gleichsetzung, Zuordnung oder Ausdruck. Die Gleichung wird vom Programm ausgewertet und ihr Wert wird bei der Lösung zu Null. Wenn Sie möchten, dass die Gleichung zur Eingabe von Variablenwerten auffordert, anstatt INPUT-Anweisungen zu verwenden, achten Sie darauf, dass Flag 11 gesetzt ist.
4. Beenden Sie das Programm mit einem RTN. Die Programmausführung sollte mit dem Wert der Funktion im X-Register enden.

Wenn ein Programm eine VIEW- oder STOP-Anweisung oder eine anzuzeigende Meldung enthält (eine Gleichung mit gesetztem Flag 10), so wird die Anweisung normalerweise nur einmal ausgeführt – sie wird nicht jedes Mal ausgeführt, wenn das Programm von SOLVE aufgerufen wird. Wenn allerdings PSE auf VIEW oder auf eine Meldung folgt, wird der Wert oder die Meldung jedes Mal eine Sekunde lang angezeigt, wann immer das Programm aufgerufen wird. (Ein auf STOP folgendes PSE wird ignoriert.)

SOLVE funktioniert nur mit *reellen* Zahlen. Falls Sie jedoch eine Funktion mit komplexen Werten haben, die so geschrieben wurde, dass ihre reellen und imaginären Teile voneinander getrennt sind, kann SOLVE separat diese Teile lösen.

Beispiel: Mit Hilfe von ALG programmieren.

Schreiben Sie mit Hilfe von ALG-Operationen ein Programm zum Lösen nach einer beliebigen Unbekannten im "Gesetz für ideale Gase". Die Gleichung lautet:

$$P \times V = N \times R \times T$$

Dabei gilt:

P = Druck (Atmosphären oder N/m²).

V = Volumen (Liter).

N = Teilchenanzahl (Mol) des Gases.

R = Die universelle Gaskonstante

(0,0821 Liter-atm / mole-K oder 8,314 J / mole-K).

T = Temperatur (Kelvin; K = °C + 273,1).

Wechseln Sie zum Starten in den Programm-Modus und setzen Sie falls erforderlich den Programmzeiger an den Anfang des Programmspeichers.

**Tasten:
(im ALG-Modus)**



Display:

PRGM TOP

Beschreibung:

Legt den Programm-Modus fest.

Geben Sie das Programm ein:

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung:

G0001 LBL G	Identifiziert die programmierte Funktion.
G0002 INPUT P	Speichert P.
G0003 INPUT V	Speichert V.
G0004 INPUT N	Speichert N.
G0005 INPUT R	Speichert R.
G0006 INPUT T	Speichert T.
G0007 RCL P	Druck.
G0008 RCL x V	Druck x Volumen.
G0009 -	Druck x Volumen -
G0010 RCL N	Druck x Volumen - Teilchenanzahl (Mol) des Gases.
G0011 RCL x R	Druck x Volumen - Mol x Gaskonstante.
G0012 RCL x T	Druck x Volumen - Mol x Gaskonstante x Temperatur.
G0013 ENTER	Ermittelt das Ergebnis

G0014 RTN Beendet das Programm.

Prüfsumme und Länge: EB2A 42

Drücken Sie **[C]**, um den Programmeingabe-Modus abzubrechen.

Verwenden Sie das Programm "G", um die Lösung für den Druck von 0,005 mol Kohlendioxid in einer 2-Liter-Flasche bei 24°C zu finden.

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:
[F2] [FN=] G		Wählt "G" aus – das Programm SOLVE wertet den Wert der unbekannt Variable aus.
[SOLVE] P	V? <i>wert</i>	Wählt P, fordert zur Eingabe von V auf.
2 [R/S]	N? <i>wert</i>	Speichert 2 in V; fordert zur Eingabe von N auf.
,005 [R/S]	R? <i>wert</i>	Speichert ,005 in N; fordert zur Eingabe von R auf.
,0821 [R/S]	T? <i>wert</i>	Speichert ,0821 in R; fordert zur Eingabe von T auf.
24 [+] 273,1 [ENTER]	T? 297,1000	Berechnet T.
[R/S]	SOLVING P= 0,0610	Speichert 297,1 in T; löst nach P auf. Druck ist 0,0610 atm.

Beispiel: Gleichungen in Programmen verwenden.

Schreiben Sie ein Programm, das zum Lösen der Gleichung der idealen Gase eine Gleichung verwendet.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
PRGM GTO		
	PRGM TOP	Wählt Programmeingabe-Modus. Bewegt Programm-Cursor zum Anfang der Programmliste.
LBL H	H0001 LBL H	Kennzeichnet das Programm.
FLAGS {SF} 1	H0002 SF 11	Aktiviert die Eingabeaufforderung für Gleichungen.
EQN		Wertet die Gleichung aus, löscht Flag 11 (Prüfsumme und Länge: EDC8 9).
RCL P X		
RCL V =		
RCL N X		
RCL R X		
RCL T ENTER	H0003 P×V=N×R×	
RTN	H0004 RTN	Beendet das Programm.
C	0.0610	Bricht den Programmeingabe-Modus ab.

Prüfsumme und Länge des Programms: 36FF 21

Berechnen Sie nun die Druckveränderung des Kohlendioxids, falls die Temperatur im Vergleich zum vorherigen Beispiel um 10 °C sinkt.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
STO L	0.0610	Speichert vorherigen Druck.
FN= H	0.0610	Wählt Programm "H".
SOLVE P	V?	Wählt Variable P, fordert zur Eingabe von V auf.
	2.0000	

R/S

N?
0,0050

Speichert 2 in V ; fordert zur Eingabe von N auf.

R/S

R?
0,0821

Speichert ,005 in N ; fordert zur Eingabe von R auf.

R/S

T?
297,1000

Speichert ,0821 in R ; fordert zur Eingabe von T auf.

ENTER 10 **[-]**

T?
287,1000

Berechnet neuen Wert T .

R/S

SOLVING
P=
0,0589

Speichert 287,1 in T ; löst nach neuem P auf.

RCL L **[-]**

-0,0021

Berechnet die Druckveränderung des Gases, wenn die Temperatur von 297,1 K auf 287,1 K sinkt (Negativergebnis zeigt Druckabfall an).

SOLVE in einem Programm verwenden

Die SOLVE-Funktion kann als Teil eines Programms verwendet werden.

Falls erforderlich, fügen Sie vor der Ausführung der Anweisung *SOLVE Variable* eine Aufforderung für die Eingabe von Anfangsschätzungen (in die unbekannte Variable und in das X-Register) ein. Die beiden Anweisungen zum Lösen einer Gleichung nach einer unbekannte Variable werden im Programm wie folgt angezeigt:

```
FN= label  
SOLVE Variable
```

Die programmierte SOLVE-Anweisung erzeugt keine gekennzeichnete Anzeige (*Variable = Wert*), da dies möglicherweise nicht die signifikante Ausgabe für Ihr Programm ist (d. h. Sie könnten weitere Berechnungen mit dieser Zahl durchführen wollen, bevor sie angezeigt werden soll). Falls Sie wünschen, dass das Ergebnis angezeigt wird, fügen Sie nach der SOLVE-Anweisung eine *VIEW Variable*-Anweisung hinzu.

Wird für die unbekannte Variable keine Lösung gefunden, so wird die nächste Programmzeile übersprungen (in Übereinstimmung mit der Regel "Do if true" – "Ausführen, wenn wahr" , die in Kapitel 13 erklärt wird). Das Programm sollte anschließend den Fall behandeln, dass keine Nullstelle gefunden wurde, z. B. durch Auswahl neuer Anfangsschätzungen oder durch Ändern eines Eingabewertes.

Beispiel: SOLVE in einem Programm.

Der folgende Auszug stammt aus einem Programm, welches das Lösen nach x oder y durch Drücken von XEQ X oder Y ermöglicht.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung:
X0001 LBL X	Einstellung für X.
X0002 24	Index für X.
X0003 GTO L	Wechselt zur Hauptroutine .
Prüfsumme und Länge: 4800 21	
Y0001 LBL Y	Einstellung für Y.
Y0002 25	Index für Y.
Y0003 GTO L	Wechselt zur Hauptroutine .

Prüfsumme und Länge: C5E1 21

L0001 LBL L Hauptroutine.
L0002 STO i Speichert Index in i .
L0003 FN= F Definiert das zu lösende Programm.
L0004 SOLVE<i> Löst nach der entsprechenden Variable.
L0005 VIEW<i> Zeigt Lösung an.
L0006 RTN Beendet das Programm.

Prüfsumme und Länge: D82E 18

F0001 LBL F Berechnet $f(x,y)$. INPUT oder Eingabeaufforderung
; einfügen, falls erforderlich.
F0010 RTN

Ein Programm integrieren

In Kapitel 8 wurde beschrieben, wie Sie eine Gleichung (oder einen Ausdruck) eingeben – sie (er) wird der Gleichungsliste hinzugefügt – und dann nach einer beliebigen Variable integrieren können. Sie können alternativ ein *Programm* eingeben, das eine Funktion berechnet, und *dieses* nach einer beliebigen Variable integrieren. Dies ist vor allem dann nützlich, wenn sich die Funktion, die Sie integrieren, unter bestimmten Bedingungen ändert, oder wenn wiederholte Berechnungen erforderlich sind.

So integrieren Sie eine programmierte Funktion:

1. Geben Sie ein Programm ein, das die Funktion des Integranden definiert: (Siehe "So schreiben Sie ein Programm für \int FN" weiter unten.)
2. Wählen Sie das Programm, das die zu integrierende Funktion definiert: Drücken Sie   *Label*. (Sie können diesen Schritt überspringen, wenn Sie dasselbe Programm erneut integrieren.)
- ✓ 3. Geben Sie Integrationsgrenzen ein: geben Sie die *untere Grenze* ein und drücken Sie , geben Sie anschließend die *obere Grenze* ein.
4. Wählen Sie die Integrationsvariable und beginnen Sie mit der Berechnung: drücken Sie   *Variable*.

Beachten Sie, dass FN= erforderlich ist, um eine programmierte Funktion zu integrieren, nicht aber um eine Gleichung aus der Gleichungsliste zu integrieren.

Sie können eine Integration anhalten, indem Sie  oder  drücken. Allerdings kann die Berechnung dann nicht fortgesetzt werden.

So schreiben Sie ein Programm für \int FN:

Das Programm kann Gleichungen, ALG- oder RPN-Operationen in jeglicher Kombination verwenden.

1. Starten Sie das Programm mit einem *Label*. Dieses Label identifiziert die zu integrierende Funktion ($FN=label$).
2. Fügen Sie eine INPUT-Anweisung für jede Variable, einschließlich der Integrationsvariablen, ein. INPUT-Anweisungen ermöglichen Ihnen das Integrieren nach jeder beliebigen Variable in einer Funktion mit mehreren Variablen. Für die Integrationsvariable ignoriert der Taschenrechner den INPUT, deshalb brauchen Sie nur ein Programm zu schreiben, das eine *separate* INPUT-Anweisung für *jede* Variable enthält (einschließlich der Integrationsvariablen).

Wenn Sie keine INPUT-Anweisung hinzufügen, verwendet das Programm die in den Variablen gespeicherten Werte oder die Werte, die bei Eingabeaufforderungen von Gleichungen eingegeben wurden..

3. Geben Sie Anweisungen zum Auswerten der Funktion ein.
 - Eine als mehrzeilige RPN- oder ALG-Sequenz programmierte Funktion muss die zu integrierenden Funktionswerte berechnen.
 - Eine als Gleichung programmierte Funktion wird in der Regel als Ausdruck hinzugefügt, der den Integranden angibt – es kann jedoch auch eine Gleichung beliebigen Typs sein. Wenn Sie möchten, dass die Gleichung zur Eingabe von Variablenwerten auffordert, anstatt INPUT-Anweisungen zu verwenden, achten Sie darauf, dass Flag 11 gesetzt ist.
4. Beenden Sie das Programm mit einem RTN. Die Programmausführung sollte mit dem Wert der Funktion im X-Register enden.

Beispiel: Gleichungen in Programmen verwenden.

Die Sinusintegral-Funktion im Beispiel in Kapitel 8 lautet:

$$Si(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Diese Funktion kann ausgewertet werden, indem ein Programm integriert wird, das den Integranden definiert.

S0001 LBL S	Definiert die Funktion.
S0002 SIN(X)÷X	Die Funktion als Ausdruck. (Prüfsumme und Länge: OEEO 8).
S0003 RTN	Beendet die Subroutine.

Geben Sie dieses Programm ein und integrieren Sie die Sinusintegral-Funktion nach x im Bereich von 0 bis 2 ($t = 2$).

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
MODES {RAD}		Wählt den Bogenmaß-Modus.
→ FN= S		Wählt Label S als Integranden.
0 ENTER 2	\int_0^2	Gibt die unteren und oberen Integrationsgrenzen ein.
→ / X	INTEGRATING $\int =$ 1.6054	Integriert die Funktion von 0 bis 2, zeigt Ergebnis an.
MODES {DEG}	1.6054	Stellt den Grad-Modus wieder her.

Integration in einem Programm verwenden

Die Integration kann von einem Programm ausgeführt werden. Vergessen Sie nicht, die Integrationsgrenzen in das Programm einzuschließen oder durch eine Eingabeaufforderung zu erfragen, bevor Sie die Integration ausführen. Beachten Sie außerdem, dass Genauigkeit und Ausführungszeit während der Programmausführung durch das Anzeigeformat gesteuert werden. Die beiden Integrationsanweisungen werden im Programm wie folgt angezeigt:

FN= *label*

\int FN \leftarrow Variable

Die *programmierte* \int FN-Anweisung erzeugt keine gekennzeichnete Anzeige ($\int = \text{wert}$), da dies möglicherweise nicht die signifikante Ausgabe für Ihr Programm ist (z. B. wenn Sie weitere Berechnungen mit dieser Zahl ausführen möchten, bevor sie angezeigt werden soll). Wenn dieses Ergebnis angezeigt werden *soll*, fügen Sie eine PSE- (**→** **PSE**) oder eine STOP-Anweisung (**R/S**) ein, um das Ergebnis nach der \int FN-Anweisung im X-Register anzuzeigen.

Wenn Ihr Programm eine VIEW- oder STOP-Anweisung oder eine anzuzeigende Meldung enthält (eine Gleichung mit gesetztem Flag 10), so wird die Anweisung normalerweise nur einmal ausgeführt — sie wird nicht jedes Mal ausgeführt, wenn das Programm von \int FN aufgerufen wird. Wenn allerdings PSE auf VIEW oder eine Meldung folgt, wird der Wert oder die Meldung jedes Mal eine Sekunde lang angezeigt, wenn das Programm aufgerufen wird. (Ein auf STOP folgendes PSE wird ignoriert.)

Beispiel: \int FN in einem Programm

Das Programm "Normalverteilungen und deren Inverse" in Kapitel 16 enthält eine Integration der Gleichung der Dichtefunktion der Normalverteilung.

$$\frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_M^D e^{-\left(\frac{D-M}{S}\right)^2/2} dD.$$

Die Funktion $e^{-((D-M)+S)^2+2}$ wird von der mit F gekennzeichneten Routine berechnet. Andere Routinen fordern zur Eingabe der bekannten Werte auf und führen die weiteren Berechnungen zum Finden von $Q(D)$ aus, dem oberen Endbereich der Kurve einer Normalverteilung. Die Integration selbst wird von der Routine Q initialisiert und ausgeführt:

00001 LBL Q

00002 RCL M Ruft die untere Integrationsgrenze auf.

00003 RCL X Ruft die obere Integrationsgrenze auf. ($X = D$.)

00004 FN= F Spezifiziert die Funktion.

00005 \int FN α D Integriert die Dichtefunktion der Normalverteilung mit Hilfe der Hilfsvariable D.

Einschränkungen beim Lösen und Integrieren

Die Anweisungen `SOLVE Variable` und `∫FN d Variable` können keine Routine aufrufen, die eine andere `SOLVE`- oder `∫FN`-Anweisung enthält. Das bedeutet, keine dieser Anweisungen kann rekursiv verwendet werden. Der Versuch, beispielsweise ein Mehrfachintegral zu berechnen, resultiert in einem `∫ < ∫FN >`-Fehler. `SOLVE` und `∫FN` können außerdem auch keine Routinen aufrufen, die eine `FN=label`-Anweisung enthalten. Ein derartiger Versuch gibt einen Fehler des Typs `SOLVE ACTIVE` oder `∫FN ACTIVE` zurück. `SOLVE` kann keine Routine aufrufen, die eine `∫FN`-Anweisung enthält (produziert einen `SOLVE < ∫FN >`-Fehler), genauso wenig, wie `∫FN` keine Routine aufrufen kann, die eine `SOLVE`-Anweisung enthält (produziert einen `∫ < SOLVE >`-Fehler).

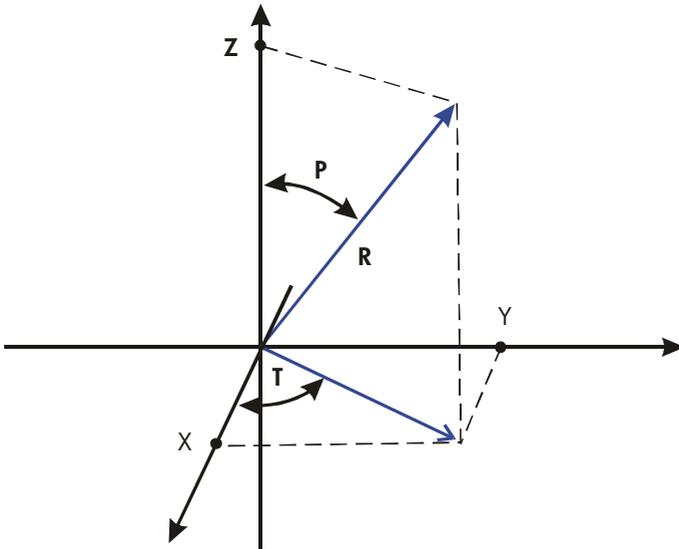
Die Anweisungen `SOLVE Variable` und `∫FN d Variable` in einem Programm verwenden eine der sieben schwebenden Subroutinen>Returns im Taschenrechner. (Siehe "Verschachtelte Subroutinen" in Kapitel 13.)

Die Operationen `SOLVE` und `∫FN` legen automatisch das dezimale Anzeigeformat fest.

Mathematische Programme

Vektoroperationen

Dieses Programm führt die allgemeinen Vektoroperationen Addition, Subtraktion, Kreuzprodukt und Skalarprodukt (oder Punktprodukt) durch. Das Programm verwendet dreidimensionale Vektoren und stellt Ein- und Ausgabe in kartesischer oder polarer Form zur Verfügung. Winkel zwischen Vektoren können auch ermittelt werden.



Dieses Programm verwendet die folgenden Gleichungen.
Koordinatenkonvertierung:

$$X = R \sin(P) \cos(T)$$

$$Y = R \sin(P) \sin(T)$$

$$Z = R \cos(P)$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$T = \arctan(Y/X)$$

$$P = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$$

Vektor-Addition und Subtraktion:

$$\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 = (X + U)\mathbf{i} + (Y + V)\mathbf{j} + (Z + W)\mathbf{k}$$

$$\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = (U - X)\mathbf{i} + (V - Y)\mathbf{j} + (W - Z)\mathbf{k}$$

Kreuzprodukt:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

Skalarprodukt:

$$D = XU + YV + ZW$$

Winkel zwischen Vektoren (γ):

$$G = \arccos \frac{D}{R_1 \times R_2}$$

Dabei gilt:

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

und

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

Der von den Eingaberoutinen (LBL P und LBL R) angezeigte Vektor ist V_1 .

Programmauflistung:

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

R0001 LBL R	Definiert den Beginn der rechtwinkligen Eingabe-/Anzeige-Routine.
R0002 INPUT X	Zeigt den Eingabewert von X an oder akzeptiert ihn.
R0003 INPUT Y	Zeigt den Eingabewert von Y an oder akzeptiert ihn.
R0004 INPUT Z	Zeigt den Eingabewert von Z an oder akzeptiert ihn.

Prüfsumme und Länge: 8E7D 12

Q0001 LBL Q Definiert den Beginn des rechtwinklig-zu-polar
Konvertierungsprozesses.

Q0002 RCL Y

Q0003 x<>y

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

Q0004 RCL X
Q0005 $y, x \rightarrow \theta, r$ Berechnet $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$ und $\arctan(Y/X)$.
Q0006 $x \langle \rangle y$
Q0007 STO T Speichert $T = \arctan(Y/X)$.
Q0008 RCL Z
Q0009 $y, x \rightarrow \theta, r$ Berechnet $\sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$ und P .
Q0010 STO R Speichert R .
Q0011 $x \langle \rangle y$
Q0012 STO P Speichert P .
Prüfsumme und Länge: E230 36

P0001 LBL P Definiert den Beginn der polaren Eingabe-/
Anzeige-Routine.
P0002 INPUT R Zeigt den Eingabewert von R an oder akzeptiert ihn.
P0003 INPUT T Zeigt den Eingabewert von T an oder akzeptiert ihn.
P0004 INPUT P Zeigt den Eingabewert von P an oder akzeptiert ihn.
P0005 RCL P
P0006 $x \langle \rangle y$
P0007 RCL R
P0008 $\theta, r \rightarrow y, x$ Berechnet $R \cos(P)$ und $R \sin(P)$.
P0009 STO Z Speichert $Z = R \cos(P)$.
P0010 RCL T
P0011 $x \langle \rangle y$
P0012 $\theta, r \rightarrow y, x$ Berechnet $R \sin(P) \cos(T)$ und $R \sin(P) \sin(T)$.
P0013 STO X Speichert $X = R \sin(P) \cos(T)$.
P0014 $x \langle \rangle y$
P0015 STO Y Speichert $Y = R \sin(P) \sin(T)$.
P0016 GTO P Springt zurück, um eine andere Anzeige polarer Form
aufzurufen.
Prüfsumme und Länge: 5F1D 48

E0001 LBL E Definiert den Beginn der Vektor-Eingabe-Routine.
E0002 RCL X Kopiert Werte in X, Y und Z nach U, V und W .

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

E0003 STO U
E0004 RCL Y
E0005 STO V
E0006 RCL Z
E0007 STO W
E0008 GTO Q

Springt zurück zur polaren Konvertierung und Anzeige/ Eingabe.

Prüfsumme und Länge: 1961 24

X0001 LBL X
X0002 RCL X
X0003 X<> U
X0004 STO X
X0005 RCL Y
X0006 x<> V
X0007 STO Y
X0008 RCL Z
X0009 x<> W
X0010 STO Z
X0011 GTO Q

Definiert den Beginn der Vektor-Austausch-Routine.
Tauscht Werte in X, Y und Z mit U, V bzw. W.

Springt zurück zur polaren Konvertierung und Anzeige/ Eingabe.

Prüfsumme und Länge: CE3C 33

A0001 LBL A
A0002 RCL X
A0003 RCL+ U
A0004 STO X
A0005 RCL V
A0006 RCL+ Y
A0007 STO Y
A0008 RCL Z
A0009 RCL+ W
A0010 STO Z

Definiert den Beginn der Vektor-Additions-Routine.

Speichert $X + U$ in X.

Speichert $V + Y$ in Y.

Speichert $Z + W$ in Z..

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

R0011 GTO 0	Springt zurück zur polaren Konvertierung und Anzeige/ Eingabe.
Prüfsumme und Länge: 6ED7 33	
S0001 LBL S	Definiert den Beginn der Vektor-Subtraktions-Routine.
S0002 -1	Multipliziert X, Y und Z mit (-1), um das Vorzeichen zu ändern.
S0003 STO× X	
S0004 STO× Y	
S0005 STO× Z	
S0006 GTO R	Springt zur Vektor-Additions-Routine.
Prüfsumme und Länge: 5FC1 30	
C0001 LBL C	Definiert den Beginn der Kreuzprodukt-Routine.
C0002 RCL Y	
C0003 RCL× W	
C0004 -	
C0005 RCL Z	
C0006 RCL× V	
C0007 ENTER	Berechnet (YW - ZV), die X-Komponente.
C0008 STO R	
C0009 RCL Z	
C0010 RCL× U	
C0011 -	
C0012 RCL X	
C0013 RCL× W	
C0014 ENTER	Berechnet (ZU - WX), die Y-Komponente.
C0015 STO B	
C0016 RCL X	
C0017 RCL× V	
C0018 -	
C0019 RCL Y	
C0020 RCL× U	
C0021 ENTER	

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

C0022 STO Z Speichert $(XV - YU)$, die Z-Komponente.
C0023 RCL R
C0024 STO X Speichert die X-Komponente.
C0025 RCL B
C0026 STO Y Speichert die Y-Komponente.
C0027 GTO 0 Springt zurück zur polaren Konvertierung und
Anzeige/ Eingabe.

Prüfsumme und Länge: 6F95 81

D0001 LBL D Definiert den Beginn der Skalarprodukt-Routine und
der Vektor-Winkel-Routine.

D0002 RCL X
D0003 RCL× U
D0004 +
D0005 RCL Y
D0006 RCL× V
D0007 +
D0008 RCL Z
D0009 RCL× W
D0010 ENTER

D0011 STO D Speichert das Skalarprodukt von $XU + YV + ZW$.
D0012 VIEW D Zeigt das Skalarprodukt an.

D0013 RCL V
D0014 x<>y
D0015 RCL U
D0016 v, x→θ, r
D0017 x<>y
D0018 RCL W

D0019 v, x→θ, r Berechnet den Betrag der Vektoren U, V, W .

D0020 STO E
D0021 (

D0022 RCL D
D0023 RCL÷ R Dividiert das Skalarprodukt durch die Beträge der X-,
Y-, Z- Vektoren.

Programmzeilen: (im ALG-Modus)

Beschreibung

D0024 ÷	Dividiert das vorherige Ergebnis durch den Betrag.
D0025 RCL E	
D0026)	
D0027 ACOS	Berechnet den Winkel.
D0028 STO G	
D0029 VIEW G	Zeigt den Winkel an.
D0030 GTO P	Springt zur polaren Anzeige/ Eingabe zurück.
Prüfsumme und Länge: 0548 90	

Verwendete Flags:

Keine.

Anmerkungen:

Die Begriffe "polar" und "rechtwinklig", die sich auf zweidimensionale Systeme beziehen, werden anstelle der richtigen dreidimensionalen Begriffe "sphärisch" und "kartesisch" verwendet. Durch diese Dehnung der Terminologie können die Label ohne verwirrende Konflikte mit ihrer jeweiligen Funktion verbunden werden. Wenn LBL C z. B. mit einer kartesischen Koordinateneingabe verknüpft worden wäre, so wäre es für das Kreuzprodukt nicht verfügbar.

Programmanweisungen:

1. Geben Sie die Programmroutinen ein und drücken Sie anschließend **C**.
2. Wenn Ihr Vektor in rechtwinkliger Form vorliegt, drücken Sie **XEQ** R und gehen Sie zu Schritt 4 über. Wenn Ihr Vektor in polarer Form vorliegt, drücken Sie **XEQ** P und fahren Sie mit Schritt 3 fort.
3. Geben Sie *R* ein und drücken Sie **R/S**, geben Sie *T* ein und drücken Sie **R/S**, geben Sie nun *P* ein und drücken Sie **R/S**. Fahren Sie mit Schritt 5 fort.
4. Geben Sie *X* ein und drücken Sie **R/S**, geben Sie *Y* ein und drücken Sie **R/S** und geben Sie *Z* ein und drücken Sie **R/S**.
5. Drücken Sie zum Eingeben eines zweiten Vektors **XEQ** E (zur Eingabe) und gehen Sie dann zu Schritt 2.
6. Führen Sie die gewünschte Vektoroperation durch:
 - a. Addieren Sie die Vektoren durch Drücken von **XEQ** A.
 - b. Subtrahieren Sie Vektor 1 von Vektor 2 durch Drücken von **XEQ** S.

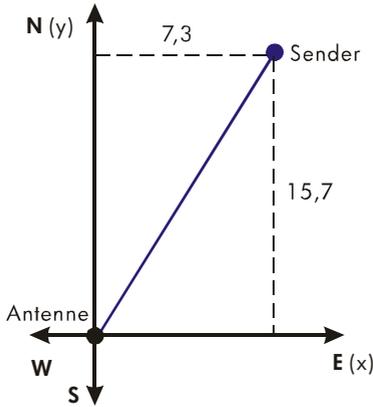
- c. Berechnen Sie das Kreuzprodukt durch Drücken von $\boxed{\text{XEQ}}$ C.
 - d. Berechnen Sie das Skalarprodukt, indem Sie $\boxed{\text{XEQ}}$ D drücken, und den Winkel zwischen den Vektoren, indem Sie $\boxed{\text{R/S}}$ drücken.
7. Optional: um v_1 in polarer Form zu betrachten, drücken Sie $\boxed{\text{XEQ}}$ P, drücken Sie anschließend $\boxed{\text{R/S}}$ wiederholt, um die einzelnen Elemente zu sehen.
 8. Optional: um v_1 in rechtwinkliger Form zu betrachten, drücken Sie $\boxed{\text{XEQ}}$ R, drücken Sie anschließend $\boxed{\text{R/S}}$ wiederholt, um die einzelnen Elemente zu sehen.
 9. Wenn Sie das Kreuzprodukt berechnet oder Vektoren addiert oder subtrahiert oder haben, wurde v_1 durch das Ergebnis ersetzt, v_2 ist unverändert. Achten Sie darauf, dass Sie, wenn sie mit den Berechnungen basierend auf dem Ergebnis fortfahren möchten, vor der Eingabe eines neuen Vektors $\boxed{\text{XEQ}}$ E drücken müssen.
 10. Gehen Sie zu Schritt 2, um mit den Vektor-Berechnungen fortzufahren.

Verwendete Variablen:

X, Y, Z	Die rechtwinkligen Komponenten von v_1 .
U, V, W	Die rechtwinkligen Komponenten von v_2 .
R, T, P	Der Radius, der Winkel in der x - y Ebene (θ); und der Winkel zwischen der Z Achse und v_1 (U).
D	Das Skalarprodukt.
G	Der Winkel zwischen den Vektoren (γ).

Beispiel 1:

Eine Mikrowellenantenne muss auf einen Sender gerichtet sein, der sich 15,7 km nördlich, 7,3 km östlich und 0,76 km tiefer befindet. Berechnen Sie mit Hilfe der Konvertierungsroutine rechtwinklig-in-polar die Gesamtdistanz und die Richtung zum Sender.



Tasten:
(im ALG-Modus)

Display:

Beschreibung:

MODES {DEG}

Legt den Grad-Modus fest.
Startet die rechtwinklige Eingabe-/ Anzeige-Routine.

XEQ R

X?
wert

7,3 **R/S**

Y?

Legt X gleich 7,3 fest.

wert

15.7 **R/S**

Z?

Legt Y gleich 15.7 fest.

wert

,76 **+/-** **R/S**

R?

Legt Z gleich -0,76 fest und berechnet den Radius R.

17,3308

R/S

T?

Berechnet T, den Winkel der x/y-Ebene.

65,0631

R/S

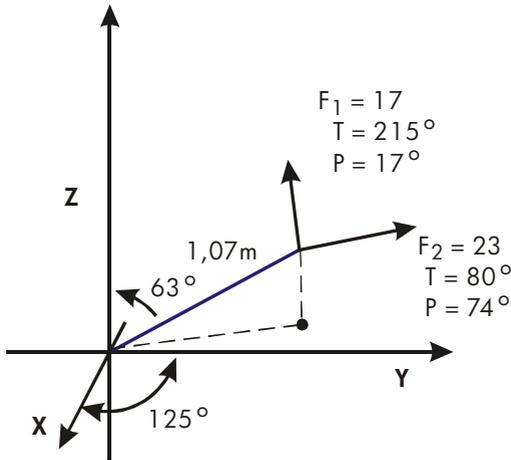
P?

Berechnet P, den Winkel der z-Achse.

92,5134

Beispiel 2:

Wie lautet das Moment am Ursprung des unten gezeigten Hebels? Welches ist die Kraft-Komponente entlang des Hebels? Wie lautet der Winkel zwischen Resultante der Kraftvektoren und dem Hebel?



Addieren Sie zuerst die Kraftvektoren.

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:
$\boxed{\text{XEQ}}$ P	R? wert	Startet die polare Eingabe-Routine.
17 $\boxed{\text{R/S}}$	T? wert	Legt Radius gleich 17 fest.
215 $\boxed{\text{R/S}}$	P? wert	Legt T gleich 215 fest.
17 $\boxed{\text{R/S}}$	R? 17,0000	Legt P gleich 17 fest.
$\boxed{\text{XEQ}}$ E	R? 17,0000	Gibt den Vektor ein, indem er nach v_2 kopiert wird.
23 $\boxed{\text{R/S}}$	T? -145,0000	Legt Radius von v_1 gleich 23 fest.

80	R/S	P?	Legt T gleich 80 fest.
		17,0000	
74	R/S	R?	Legt P gleich 74 fest.
		23,0000	
	XEQ A	R?	Addiert die Vektoren und zeigt die Resultante R an.
		29,4741	
	R/S	T?	Zeigt T des resultierenden Vektors an.
		90,7032	
	R/S	P?	Zeigt P des resultierenden Vektors an.
		39,9445	
	XEQ E	R?	Gibt den resultierenden Vektor ein.
		29,4741	

Da das Moment das Kreuzprodukt des Radiusvektors und des Kraftvektors ($\mathbf{r} \times \mathbf{F}$) ist, geben Sie den Vektor ein, der den Hebel darstellt und verwenden Sie das Kreuzprodukt.

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:	
1,07	R/S	T?	Legt R gleich 1,07 fest.
		90,7032	
125	R/S	P?	Legt T gleich 125 fest.
		39,9445	
63	R/S	R?	Legt P gleich 63 fest.
		1,0700	
	XEQ C	R?	Berechnet das Kreuzprodukt und zeigt R des Ergebnisses an.
		18,0209	
	R/S	T?	Zeigt T des Kreuzprodukts an.
		55,3719	
	R/S	P?	Zeigt P des Kreuzprodukts an.
		124,3412	
	XEQ R	X?	Zeigt die rechtwinklige Form des Kreuzprodukts an.
		8,4554	
	R/S	Y?	
		12,2439	
	R/S	Z?	
		-10,1660	

Das Skalarprodukt kann zum Lösen der Kraft (noch in \mathbf{v}_2) entlang der Hebelachse verwendet werden.

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:
$\boxed{\text{XEQ}}$ P	R? 18,0209	Startet die polare Eingabe-Routine.
1 $\boxed{\text{R/S}}$	T? 55,3719	Definiert den Radius als Einheitsvektor.
125 $\boxed{\text{R/S}}$	P? 124,3412	Legt T gleich 125 fest.
63 $\boxed{\text{R/S}}$	R? 1,0000	Legt P gleich 63 fest.
$\boxed{\text{XEQ}}$ D	D= 24,1882	Berechnet das Skalarprodukt.
$\boxed{\text{R/S}}$	G= 34,8490	Berechnet den Winkel zwischen dem resultierenden Kraftvektor und dem Hebel.
$\boxed{\text{R/S}}$	R? 1,0000	Springt zur Eingaberoutine zurück.

Lösungen von simultanen Gleichungssystemen

Das Programm löst simultane lineare Gleichungssysteme mit zwei oder drei Unbekannten. Dies erfolgt mit Hilfe von Matrixinversion und Matrixmultiplikation.

Ein System mit drei linearen Gleichungen

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

kann durch die unten angeführte Matrixgleichung dargestellt werden.

$$\begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix}$$

Die Matrixgleichung kann nach X , Y und Z gelöst werden, indem die resultierende Matrix mit der Inversen der Koeffizientenmatrix multipliziert wird.

$$\begin{bmatrix} A' & D' & G' \\ B' & E' & H' \\ C' & F' & I' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Besonderheiten in Bezug auf den Inversionsprozess werden in den Anmerkungen über die Inversions-Routine I aufgeführt.

Programmauflistung:

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
A0001 LBL A	Startpunkt für die Eingabe des Koeffizienten.
A0002 1 , 012	Schleifen-Kontrollzahl: Führt eine Schleife von 1 bis 12 durch, Schrittweite 1.
A0003 STO i	Speichert die Kontrollzahl in der Index-Variable.
Prüfsumme und Länge: 35E7 21	
L0001 LBL L	Startet die INPUT-Schleife.
L0002 INPUT (i)	Fordert zur Eingabe der durch i adressierten Variable auf und speichert sie.
L0003 ISG i	Fügt eins zu i hinzu.
L0004 GTO L	Ist i kleiner als 13, springt diese Funktion zu LBL L und holt den nächsten Wert.
L0005 GTO A	Springt zu LBL A, um die Werte zu überprüfen.
Prüfsumme und Länge: 51AB 15	
I0001 LBL I	Diese Routine invertiert eine 3×3 -Matrix.
I0002 XEQ D	Berechnet die Determinante und speichert den Wert für die Divisionsschleife J .
I0003 STO W	
I0004 RCL A	
I0005 RCL x I	
I0006 RCL C	
I0007 RCL x G	
I0008 -	
I0009 STO X	Berechnet $E' \times \text{Determinante} = AI - CG$.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
I0010 RCL C	
I0011 RCL× D	
I0012 RCL A	
I0013 RCL× F	
I0014 -	
I0015 STO Y	Berechnet $F' \times \text{Determinante} = CD - AF$.
I0016 RCL B	
I0017 RCL× G	
I0018 RCL A	
I0019 RCL× H	
I0020 -	
I0021 STO Z	Berechnet $H' \times \text{Determinante} = BG - AH$.
I0022 RCL A	
I0023 RCL× E	
I0024 RCL B	
I0025 RCL× D	
I0026 -	
I0027 STO i	Berechnet $I' \times \text{Determinante} = AE - BD$.
I0028 RCL E	
I0029 RCL× I	
I0030 RCL F	
I0031 RCL× H	
I0032 -	
I0033 STO A	Berechnet $A' \times \text{Determinante} = EI - FH$.
I0034 RCL C	
I0035 RCL× H	
I0036 RCL B	
I0037 RCL× I	
I0038 -	
I0039 RCL B	Berechnet $B' \times \text{Determinante} = CH - BI$.
I0040 RCL× F	
I0041 RCL C	
I0042 RCL× E	

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
I0043 -	
I0044 STO C	Berechnet $C' \times \text{Determinante} = BF - CE$.
I0045 R↓	
I0046 STO B	Speichert B' .
I0047 RCL F	
I0048 RCL× G	
I0049 RCL D	
I0050 RCL× I	
I0051 -	Berechnet $D' \times \text{Determinante} = FG - DI$.
I0052 RCL D	
I0053 RCL× H	
I0054 RCL E	
I0055 RCL× G	
I0056 -	
I0057 STO G	Berechnet $G' \times \text{Determinante} = DH - EG$.
I0058 R↓	
I0059 STO D	Speichert D' .
I0060 RCL i	
I0061 STO I	Speichert I' .
I0062 RCL X	
I0063 STO E	Speichert E' .
I0064 RCL Y	
I0065 STO F	Speichert F' .
I0066 RCL Z	
I0067 STO H	Speichert H' .
I0068 9	
I0069 STO i	Setzt den Indexwert so, dass er auf das letzte Element in der Matrix zeigt.
I0070 RCL W	Ruft den Wert der Determinante auf.
Prüfsumme und Länge: OFFB 222	
J0001 LBL J	Diese Routine beendet die Inversion, indem sie durch die Determinante dividiert.
J0002 STO÷(i)	Dividiert das Element.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

J0003 DSE i	Vermindert den Indexwert, so dass er näher zu A zeigt.
J0004 GTO J	Schleifendurchlauf für den nächsten Wert.
J0005 RTN	Kehrt zum aufrufenden Programm oder zu PRGM TOP zurück.

Prüfsumme und Länge: 1FCF 15

M0001 LBL M	Diese Routine multipliziert eine Spaltenmatrix und eine 3×3 -Matrix.
M0002 7	Setzt den Indexwert so, dass er auf das letzte Element in der ersten Zeile zeigt.
M0003 XEQ N	
M0004 8	Setzt den Indexwert so, dass er auf das letzte Element in der zweiten Zeile zeigt.

M0005 XEQ N

M0006 9

Setzt den Indexwert so, dass er auf das letzte Element in der dritten Zeile zeigt.

Prüfsumme und Länge: DA21 54

N0001 LBL N	Diese Routine berechnet das Produkt des Spaltenvektors und der Zeile, auf die der Indexwert zeigt.
N0002 STO i	Speichert Indexwert in i .
N0003 RCL J	Ruft J des Spaltenvektors auf.
N0004 RCL K	Ruft K des Spaltenvektors auf.
N0005 RCL L	Ruft L des Spaltenvektors auf.
N0006 RCL \times (i)	Multipliziert mit dem letzten Element in der Zeile.
N0007 XEQ P	Multipliziert mit dem zweiten Element in der Zeile und addiert.
N0008 XEQ P	Multipliziert mit dem ersten Element in der Zeile und addiert.
N0009 23	Setzt den Indexwert so, dass er X , Y oder Z , basierend auf der Eingabezeile, anzeigt.
N0010 STO+ i	
N0011 R \downarrow	Holt das Ergebnis zurück.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
N0012 STO(i)	Speichert das Ergebnis.
N0013 VIEW(i)	Zeigt das Ergebnis an.
N0014 RTN	Kehrt zum aufrufenden Programm oder zu PRGM TOP zurück.
Prüfsumme und Länge: DFF4 54	
P0001 LBL P	Diese Routine multipliziert und addiert Werte innerhalb einer Zeile.
P0002 x<>y	Holt den nächsten Spaltenwert.
P0003 DSE i	Setzt den Indexwert so, dass er auf den nächsten Zeilenwert zeigt.
P0004 DSE i	
P0005 DSE i	
P0006 RCLx(i)	Multipliziert Spaltenwert mit dem Zeilenwert.
P0007 +	Addiert das Produkt zu der vorherigen Summe.
P0008 RTN	Kehrt zum aufrufenden Programm zurück.
Prüfsumme und Länge: 7F00 24	
D0001 LBL D	Diese Routine berechnet die Determinante.
D0002 RCL A	
D0003 RCLx E	
D0004 RCLx I	Berechnet $A \times E \times I$.
D0005 RCL D	
D0006 RCLx H	
D0007 RCLx C	
D0008 +	Berechnet $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$.
D0009 RCL G	
D0010 RCLx F	
D0011 RCLx B	
D0012 +	Berechnet $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$.
D0013 RCL G	
D0014 RCLx E	
D0015 RCLx C	
D0016 -	$(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C)$.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

D0017 RCL A

D0018 RCL× F

D0019 RCL× H

D0020 - $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H).$

D0021 RCL D

D0022 RCL× B

D0023 RCL× I

D0024 - $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H) - (D \times B \times I).$

D0025 RTN Kehrt zum aufrufenden Programm oder zu PRGM TOP zurück.

Prüfsumme und Länge: 7957 75

Verwendete Flags:

Keine.

Programmanweisungen

1. Geben Sie die Programmroutinen ein und drücken Sie anschließend **[C]**.
2. Drücken Sie **[XEQ]** A, um die Koeffizienten der Matrix und des Spaltenvektors einzugeben.
3. Geben Sie bei jeder Eingabeaufforderung den Koeffizienten oder den Vektorwert (A bis L) ein und drücken Sie **[R/S]**.
4. Optional: Drücken Sie **[XEQ]** D, um die Determinante des 3×3 -Systems zu berechnen.
5. Drücken Sie **[XEQ]** I zum Invertieren der 3×3 -Matrix.
6. Optional: Drücken Sie **[XEQ]** A und wiederholt **[R/S]**, um die Werte der invertierten Matrix zu überprüfen.
7. Drücken Sie **[XEQ]** M, um die invertierte Matrix mit dem Spaltenvektor zu multiplizieren, und Sie erhalten den Wert von X. Drücken Sie **[R/S]**, um den Wert von Y zu erhalten, drücken Sie dann **[R/S]** nochmals, um den Wert von Z zu erhalten.

Kehren Sie für die Berechnung eines neuen Falles zu Schritt 2 zurück.

Verwendete Variablen:

A bis I	Koeffizienten der Matrix.
J bis L	Werte des Spaltenvektors.
W	Hilfsvariable, die verwendet wird, um die Determinante zu speichern.
X bis Z	Variablen des Ausgabevektors: auch als Arbeitsvariablen verwendet.
i	Schleifen-Kontrollzahl (Indexvariable); auch als Arbeitsvariable verwendet.

Anmerkungen:

Für 2×2 -Lösungen verwenden Sie Null für die Koeffizienten C, F, H, G und L. Für den Koeffizienten I verwenden Sie 1.

Nicht alle Gleichungssysteme haben eine Lösung.

Beispiel:

Berechnen Sie die Inversion und die Systemlösung für das unten angeführte System. Überprüfen Sie die invertierte Matrix. Kehren Sie die Matrix erneut um und überprüfen Sie das Ergebnis, um sicherzustellen, dass die ursprüngliche Matrix angezeigt wird.

$$23X + 15Y + 17Z = 31$$

$$8X + 11Y - 6Z = 17$$

$$4X + 15Y + 12Z = 14$$

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
$\boxed{\text{XEQ}}$ A	R? wert	Startet die Eingabe-Routine.
23 $\boxed{\text{R/S}}$	B? wert	Legt den ersten Koeffizienten, A, gleich 23 fest.
8 $\boxed{\text{R/S}}$	C? wert	Legt B gleich 8 fest.
4 $\boxed{\text{R/S}}$	D? wert	Legt C gleich 4 fest.

15	R/S	E?	Legt D gleich 15 fest.
.		wert	
.		:	Führt die Eingabe für E bis L fort.
.		:	
.		:	
14	R/S	A?	Kehrt zum ersten eingegebenen
		23,0000	Koeffizienten zurück.
	XEQ I	4,598,0000	Diese Routine berechnet die Inversion
			und zeigt die Determinante an.
	XEQ M	X=	Multipliziert mit dem Spaltenvektor, um
		0,9306	X zu berechnen.
	R/S	Y=	Berechnet und zeigt Y an.
		0,7943	
	R/S	Z=	Berechnet und zeigt Z an.
		-0,1364	
	XEQ A	A?	Beginnt mit der Überprüfung der
		0,0483	inversen Matrix.
	R/S	B?	Zeigt den nächsten Wert an.
		-0,0261	
	R/S	C?	Zeigt den nächsten Wert an.
		0,0165	
	R/S	D?	Zeigt den nächsten Wert an.
		0,0163	
	R/S	E?	Zeigt den nächsten Wert an.
		0,0452	
	R/S	F?	Zeigt den nächsten Wert an.
		-0,0620	
	R/S	G?	Zeigt den nächsten Wert an.
		-0,0602	
	R/S	H?	Zeigt den nächsten Wert an.
		0,0596	
	R/S	I?	Zeigt den nächsten Wert an.
		0,0289	
	XEQ I	0,0002	Kehrt die Inversion um, um die
			ursprüngliche Matrix zu erhalten.
	XEQ A	A?	Beginnt mit der Überprüfung der
		23,0000	inversen Matrix.

R/S

B?

Zeigt den nächsten Wert an, ... und so weiter.

8.0000

.

.

.

.

Nullstellen-Finder für Polynome

Dieses Programm findet die Nullstellen eines Polynoms zweiten bis fünften Grades mit reellen Koeffizienten. Es berechnet reelle und komplexe Nullstellen.

Für dieses Programm hat ein allgemeines Polynom die Form

$$x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0 = 0$$

wobei $n = 2, 3, 4$ oder 5 . Der Koeffizient des höchstgradigen Terms (a_n) wird als 1 angenommen. Wenn der führende Koeffizient nicht 1 ist, sollten Sie ihn zu 1 machen, indem Sie alle Koeffizienten in der Gleichung durch den führenden Koeffizienten dividieren. (Siehe Beispiel 2.)

Die Routinen für die Polynome dritten und fünften Grades verwenden SOLVE, um eine reelle Nullstelle für die Gleichung zu finden, da jedes ungerade Polynom zumindest eine reelle Nullstelle haben muss. Wurde eine Nullstelle gefunden, wird die synthetische Division durchgeführt, um das ursprüngliche Polynom auf ein Polynom zweiten oder vierten Grades zu reduzieren.

Zum Lösen eines Polynoms vierten Grades muss zuerst das resolvante kubische Polynom gelöst werden:

$$y^3 + b_2y^2 + b_1y + b_0 = 0,$$

wobei $b_2 = -a_2$

$$b_1 = a_3a_1 - 4a_0$$

$$b_0 = a_0(4a_2 - a_3^2) - a_1^2.$$

Nehmen Sie y_0 als größte reelle Nullstelle für die obige Gleichung an. Nullstellen des Polynoms vierten Grades können gefunden werden, indem diese in zwei quadratischen Polynome aufgelöst werden:

$$x^2 + (J + L)x + (K + M) = 0$$

$$x^2 + (J - L)x + (K - M) = 0$$

wobei $J = a_3/2$

$K = y_0/2$

$L = \sqrt{J^2 - a_2 + y_0} \times (\text{das Vorzeichen von } JK - a_1/2)$

$M = \sqrt{K^2 - a_0}$

Nullstellen des Polynoms vierten Grades können gefunden werden, indem diese zwei quadratischen Polynome gelöst werden.

Eine Quadratische Gleichung $x^2 + a_1x + a_0 = 0$ wird mit der folgenden Formel gelöst.

$$x_{1,2} = -\frac{a_1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a_1}{2}\right)^2 - a_0}$$

Lautet die Diskriminante $d = (a_1/2)^2 - a_0 \geq 0$, sind die Nullstellen reell; ist $d < 0$, sind die Nullstellen komplex und lauten $u \pm iv = -(a_1/2) \pm i\sqrt{-d}$.

Programmauflistung:

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
P0001 LBL P	Definiert den Beginn der Nullstellen-Berechnungs-Routine für Polynome.
P0002 INPUT F	Fordert zur Eingabe des Polynomgrades auf und speichert diesen.
P0003 STO i	Verwendet den Grad als Schleifenzähler.
Prüfsumme und Länge: 5CC4 9	
I0001 LBL I	Startet die Eingabe-Routine.
I0002 INPUT <i>	Fordert zur Eingabe eines Koeffizienten auf.
I0003 DSE i	Verringert den Zähler der INPUT-Schleife.
I0004 GTO I	Wiederholt den Vorgang, bis er abgeschlossen ist.
I0005 RCL F	
I0006 STO i	Verwendet den Grad zum Wählen der Nullstellen-Berechnungs-Routine.
I0007 GTO <i>	Startet die Nullstellen-Berechnungs-Routine.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Prüfsumme und Länge: 588B 21

H0001 LBL H Wertet Polynome mit der Horner-Methode aus und reduziert den Polynom-Grad synthetisch mit Hilfe der Nullstelle.

H0002 RCL H

H0003 STO i Verwendet Zeiger zum Polynom als Index.

H0004 1 Startwert für die Horner-Methode.

Prüfsumme und Länge: 0072 24

J0001 LBL J Startet die Schleife für die Horner-Methode

J0002 ENTER Speichert den Koeffizienten der synthetischen Division.

J0003 RCL× X Multipliziert die aktuelle Summe mit der nächsten Potenz von x.

J0004 RCL+(i) Fügt neuen Koeffizienten hinzu.

J0005 DSE i Verringert den Schleifen-Zähler.

J0006 GTO J Wiederholt den Vorgang, bis er abgeschlossen ist.

J0007 RTN

Prüfsumme und Länge: 2582 21

S0001 LBL S Startet die Solver-Setup-Routine.

S0002 STO H Speichert den Ort der zu verwendenden Koeffizienten.

S0003 250

S0004 STO X Erste Anfangsschätzung.

S0005 +/- Zweite Anfangsschätzung.

S0006 FN= H Definiert die zu lösende Routine.

S0007 SOLVE X Löst nach einer reellen Nullstelle.

S0008 GTO H Ruft den Koeffizienten der synthetischen Division für das nächst-niedrigere Polynom auf.

S0009 0

S0010 ÷ Erzeugt den DIVIDE BY 0-Fehler, wenn keine reelle Nullstelle gefunden wurde.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Prüfsumme und Länge: 15FE 54

Q0001 LBL Q	Startet die Routine für die quadratische Lösung.
Q0002 x<>y	Vertauscht a_0 und a_1 .
Q0003 2	
Q0004 ÷	$a_1/2$.
Q0005 +/-	$-a_1/2$.
Q0006 ENTER	
Q0007 ENTER	Speichert $-a_1/2$.
Q0008 STO F	Speichert den reellen Teil, falls es sich um eine komplexe Nullstelle handelt.
Q0009 x ²	$(a_1/2)^2$.
Q0010 R↑	a_0 .
Q0011 -	$(a_1/2)^2 - a_0$.
Q0012 CF 0	Initialisiert Flag 0.
Q0013 x<0?	Diskriminante (d) < 0
Q0014 SF 0	Setzt Flag 0, wenn $d < 0$ (komplexe Nullstellen).
Q0015 ABS	$|d|$
Q0016 √ x	$\sqrt{|d|}$
Q0017 STO G	Speichert den imaginären Teil, falls es sich um eine komplexe Nullstelle handelt.
Q0018 FS? 0	Komplexe Nullstellen?
Q0019 RTN	Rücksprung bei komplexen Nullstellen.
Q0020 STO- F	Berechnet $-a_1/2 - \sqrt{|d|}$
Q0021 R↓	
Q0022 STO+ G	Berechnet $-a_1/2 + \sqrt{|d|}$
Q0023 RTN	

Prüfsumme und Länge: B9A7 81

B0001 LBL B	Startet die Routine für die Lösung zweiten Grades.
B0002 RCL B	Ruft L auf.
B0003 RCL A	Ruft M auf.
B0004 GTO T	Berechnet und zeigt zwei Nullstellen an.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Prüfsumme und Länge: DE6F 12

C0001 LBL C	Startet die Routine für die Lösung dritten Grades.
C0002 3	Zeigt das zu lösende kubische Polynom an.
C0003 XEQ S	Löst nach einer reellen Nullstelle auf und legt a_0 und a_1 für das Polynom zweiten Grades im Speicher ab.
C0004 R↓	Löscht den Funktionswert des Polynoms.
C0005 XEQ Q	Löst das verbleibende Polynom zweiten Grades und speichert die Nullstellen.
C0006 VIEW X	Zeigt die reelle Nullstelle des Polynoms dritten Grades an.
C0007 GTO N	Zeigt die verbleibenden Nullstellen an.

Prüfsumme und Länge: 7A4B 33

E0001 LBL E	Startet die Routine für die Lösung fünften Grades.
E0002 5	Zeigt das zu lösende Polynom fünften Grades an.
E0003 XEQ S	Löst nach einer reellen Nullstelle auf und legt drei synthetische Divisionskoeffizienten für das Polynom vierten Grades im Speicher ab.
E0004 R↓	Löscht den Polynom-Funktionswert.
E0005 STO A	Speichert den Koeffizienten.
E0006 R↓	
E0007 STO B	Speichert den Koeffizienten.
E0008 R↓	
E0009 STO C	Speichert den Koeffizienten.
E0010 RCL E	
E0011 RCL+ X	Berechnet a_3 .
E0012 STO D	Speichert a_3 .
E0013 VIEW X	Zeigt die reelle Nullstelle des Polynoms fünften Grades an.

Prüfsumme und Länge: C7A6 51

D0001 LBL D	Startet die Routine für die Lösung vierten Grades.
D0002 4	
D0003 RCL× C	$4a^2$.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

D0004 RCL D	a_3 .
D0005 \times^2	a_3^2 .
D0006 -	$4a_2 - a_3^2$.
D0007 RCL \times A	$a_0(4a_2 - a_3^2)$.
D0008 RCL B	a_1 .
D0009 \times^2	a_1^2 .
D0010 -	$b_0 = a_0(4a_0 - a_3^2) - a_1^2$.
D0011 STO E	Speichert b_0 .
D0012 RCL C	a_2 .
D0013 +/-	$b_2 = -a_2$.
D0014 STO G	Speichert b_2 .
D0015 RCL D	a_3 .
D0016 RCL \times B	$a_3 a_1$.
D0017 4	
D0018 RCL \times A	$4a_0$.
D0019 -	$b_1 = a_3 a_1 - 4a_0$.
D0020 STO F	Speichert b_1 .
D0021 4	Zum Einfügen der Zeilen D0021 und D0022;
D0022 3	drücken Sie 4  SHOW 3.
D0023 10^x	
D0024 \div	
D0025 7	
D0026 +	Wandelt 7,004 in einen Zeiger zum kubischen Koeffizienten um.
D0027 XEQ S	Löst nach einer reellen Nullstelle auf und legt a_0 und a_1 für das Polynom zweiten Grades im Speicher ab.
D0028 R \downarrow	Löscht den Polynom-Funktionswert.
D0029 XEQ Q	Löst die verbleibenden Nullstellen des Polynoms dritten Grades und speichert sie.
D0030 RCL X	Berechnet die reelle Nullstelle.
D0031 STO E	Speichert die reelle Nullstelle.
D0032 FS? 0	Komplexe Nullstellen?
D0033 GTO F	Berechnet vier Nullstellen des verbleibenden Polynoms vierten Grades.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
D0034 RCL F	Bestimmt größte reelle Nullstelle (y_0), falls es keine komplexen Nullstellen gibt.
D0035 x<y?	
D0036 x<>y	
D0037 RCL G	
D0038 x<y?	
D0039 x<>y	
D0040 STO E	Speichert die größte reelle Nullstelle des Polynoms dritten Grades.
Prüfsumme und Länge: C8B3 180	
F0001 LBL F	Startet die Routine für die Lösung vierten Grades.
F0002 2	
F0003 STO÷ D	$J = a_3/2$.
F0004 STO÷ E	$K = y_0/2$.
F0005 9	
F0006 10 ^x	
F0007 1/x	Erstellt 10^{-9} als untere Grenze für M^2 .
F0008 RCL E	K
F0009 x ²	K^2 .
F0010 RCL- A	$M^2 = K^2 - a_0$.
F0011 x<y?	
F0012 CLx	Wenn $M^2 < 10^{-9}$, 0 für M^2 verwenden.
F0013 √ x	$M = \sqrt{K^2 - a_0}$.
F0014 STO A	Speichert M .
F0015 RCL D	J .
F0016 RCL× E	JK .
F0017 RCL B	a_1 .
F0018 2	
F0019 ÷	$a_1/2$.
F0020 -	$JK - a_1/2$.
F0021 x=0?	
F0022 1	Verwendet 1, wenn $JK - a_1/2 = 0$
F0023 STO B	Speichert 1 oder $JK - a_1/2$.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

F0024 ABS	
F0025 STO÷ B	Berechnet das Signum von C.
F0026 RCL D	J.
F0027 x ²	J ²
F0028 RCL- C	J ² - a ₂ .
F0029 RCL+ E	
F0030 RCL+ E	J ² - a ₂ + y ₀ .
F0031 √ x	C = √(J ² - a ₂ + y ₀).
F0032 STO× B	Speichert C mit dem richtigen Vorzeichen.
F0033 RCL D	J.
F0034 RCL+ B	J + L.
F0035 RCL E	K.
F0036 RCL+ A	K + M.
F0037 XEQ T	Berechnet zwei Nullstellen des Polynoms vierten Grades und zeigt sie an.
F0038 RCL D	J.
F0039 RCL- B	J - L.
F0040 RCL E	K.
F0041 RCL- A	K - M.
Prüfsumme und Länge : 539D 171	
T0001 LBL T	Startet die Routine zum Berechnen und anzeigen von zwei Nullstellen.
T0002 XEQ Q	Verwendet die quadratische Routine zum Berechnen von zwei Nullstellen.
Prüfsumme und Länge: 410A 6	
N0001 LBL N	Startet Routine zur Anzeige zweier reeller oder zweier komplexer Nullstellen.
N0002 RCL F	Holt die erste reelle Nullstelle.
N0003 STO X	Speichert die erste reelle Nullstelle.
N0004 VIEW X	Zeigt die reelle Nullstelle oder den reellen Teil einer komplexen Nullstelle an.
N0005 RCL G	Holt die zweite reelle Nullstelle oder den imaginären Teil einer komplexen Nullstelle.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)	Beschreibung
N0006 FS? 0	Waren komplexe Nullstellen dabei?
N0007 GTO U	Zeigt die komplexen Nullstellen an, falls vorhanden.
N0008 STO X	Speichert die zweite reelle Nullstelle.
N0009 VIEW X	Zeigt die zweite reelle Nullstelle an.
N0010 RTN	Kehrt zur aufrufenden Routine zurück.
Prüfsumme und Länge: 96DA 30	

U0001 LBL U	Startet die Routine zum Anzeigen der komplexen Nullstellen.
U0002 STO i	Speichert den imaginären Teil der ersten komplexen Nullstelle.
U0003 VIEW i	Zeigt den imaginären Teil der ersten komplexen Nullstelle an.
U0004 VIEW X	Zeigt den reellen Teil der zweiten komplexen Nullstelle an.
U0005 RCL i	Holt den imaginären Teil der komplexen Nullstellen.
U0006 +/-	Generiert den imaginären Teil der zweiten komplexen Nullstelle.
U0007 STO i	Speichert den imaginären Teil der zweiten komplexen Nullstelle.
U0008 VIEW i	Zeigt den imaginären Teil der zweiten komplexen Nullstelle an.
Prüfsumme und Länge: 748D 24	

Verwendete Flags:

Flag 0 wird verwendet, um festzuhalten, ob die Nullstelle reell oder komplex ist (das bedeutet, das Signum von d wird festgehalten). Wenn d negativ ist, dann ist Flag 0 gesetzt. Flag 0 wird später im Programm geprüft, um sicherzustellen, dass beide Teile (imaginär und reell) angezeigt werden, wenn nötig.

Anmerkungen:

Das Programm erfasst Polynome der Grade 2, 3, 4 und 5. Es überprüft nicht, ob der eingegebene Grad gültig ist.

Der konstante Term a_0 für diese Polynome darf nicht Null sein. (Wenn $a_0 = 0$, dann ist 0 eine reelle Nullstelle. Reduzieren Sie das Polynom um einen Grad, indem Sie x ausklammern.)

Grad und Koeffizient werden *nicht* vom Programm gespeichert.

Aufgrund von Rundungsfehlern in numerischen Berechnungen kann das Programm Werte errechnen, die keine echten Nullstellen des Polynoms sind. Der einzige Weg, die Nullstellen zu bestätigen, ist die manuelle Auswertung des Polynoms, um zu sehen, ob es bei den Nullstellen wirklich Null ist.

Für ein Polynom dritten oder höheren Grades wird der Fehler **DIVIDE BY 0** angezeigt, wenn SOLVE keine reelle Nullstelle finden kann.

Sie können Zeit und Speicher sparen, indem Sie nicht verwendete Routinen auslassen. Wenn Sie keine Polynome fünften Grades lösen, können Sie Routine E auslassen. Wenn Sie keine Polynome vierten oder fünften Grades lösen, können Sie Routinen D, E und F auslassen. Wenn Sie keine Polynome dritten, vierten oder fünften Grades lösen, können Sie Routinen C, D, E und F auslassen.

Programmanweisungen

1. Drücken Sie **↵** **CLEAR** {ALL}, um alle Programme und Variablen zu löschen.
2. Geben Sie die Programmroutinen ein und drücken Sie anschließend **C**.
3. Drücken Sie **XEQ**, um den Nullstellen-Finder für Polynome zu starten.
4. Geben Sie F ein, den Grad des Polynoms, und drücken Sie **R/S**.
5. Geben sie bei jeder Eingabeaufforderung den Koeffizienten ein und drücken Sie **R/S**. Sie werden nicht dazu aufgefordert den Koeffizienten höchsten Grades anzugeben – es wird angenommen, dass dieser 1 beträgt. Sie müssen 0 für Koeffizienten eingeben, die 0 sind. A darf nicht 0 sein.

Grad	Terme und Koeffizienten					
	x^5	x^4	x^3	x^2	x	Konstante
5	1	E	D	C	B	A
4		1	D	C	B	A
3			1	C	B	A
2				1	B	A

6. Nachdem Sie den Koeffizienten eingegeben haben, wird die erste Nullstelle berechnet. Eine reelle Nullstelle wird als $\text{X}=\text{reeller Wert}$ angezeigt. Eine komplexe Nullstelle wird als $\text{X}=\text{reeller Teil}$ angezeigt. (Komplexe Nullstellen kommen immer in Paaren in Form von $u \pm i v$, vor und sind in der Ausgabe als $\text{X}=\text{reeller Teil}$ und $i =\text{imaginärer Teil}$, gekennzeichnet, wie Sie im nächsten Schritt sehen werden.)
 7. Drücken Sie **[R/S]** wiederholt, um die anderen Nullstellen anzuzeigen oder um $i =\text{imaginärer Teil}$, den imaginären Teil einer komplexen Nullstelle, zu sehen. Der Grad des Polynoms stimmt mit der Anzahl der erhaltenen Nullstellen überein.
 8. Kehren Sie für die Berechnung eines neuen Polynoms zu Schritt 3 zurück.
- A bis E Koeffizienten des Polynoms; Arbeitsvariablen.
 F Grad des Polynoms; Hilfswert
 G Hilfswert.
 H Zeiger auf polynomialen Koeffizienten.
 X Der Wert einer reellen Nullstelle oder der reelle Teil einer komplexen Nullstelle.
 i Der imaginäre Teil einer komplexen Nullstelle, auch als Indexvariable verwendet.

Beispiel 1:

Ermitteln Sie die Nullstellen von $x^5 - x^4 - 101x^3 + 101x^2 + 100x - 100 = 0$.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
[XEQ] P	F? wert	Startet den Nullstellen-Finder; fordert zur Eingabe auf.
5 [R/S]	E? wert	Speichert 5 in P; fordert zur Eingabe von E auf.
1 [+/-] [R/S]	D? wert	Speichert -1 in E; fordert zur Eingabe von D auf.
101 [+/-] [R/S]	C? wert	Speichert -101 in D, fordert zur Eingabe von C auf.
101 [R/S]	B? wert	Speichert 101 in C; fordert zur Eingabe von B auf.
100 [R/S]	A? wert	Speichert 100 in B; fordert zur Eingabe von A auf.

100 $\boxed{+/-}$ $\boxed{R/S}$	X= 1,0000	Speichert -100 in A; berechnet die erste Nullstelle.
$\boxed{R/S}$	X= -10,0000	Berechnet die zweite Nullstelle.
$\boxed{R/S}$	X= -1,0000	Zeigt die dritte Nullstelle an.
$\boxed{R/S}$	X= 1,0000	Zeigt die vierte Nullstelle an.
$\boxed{R/S}$	X= 10,0000	Zeigt die fünfte Nullstelle an.

Beispiel 2:

Ermitteln Sie die Nullstellen von $4x^4 - 8x^3 - 13x^2 - 10x + 22 = 0$. Weil der Koeffizient des höchstgradigen Terms 1 sein muss, teilen Sie die anderen Koeffizienten jeweils durch diesen Koeffizienten.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
\boxed{XEQ} P	F? wert	Startet den Nullstellen-Finder; fordert zur Eingabe auf.
4 $\boxed{R/S}$	D? wert	Speichert 4 in F; fordert zur Eingabe von D auf.
8 $\boxed{+/-}$ \boxed{ENTER} 4 $\boxed{\div}$ $\boxed{R/S}$	C? wert	Speichert -8/4 in D; fordert zur Eingabe von C auf.
13 $\boxed{+/-}$ \boxed{ENTER} 4 $\boxed{\div}$ $\boxed{R/S}$	B? wert	Speichert -13/4 in C; fordert zur Eingabe von B auf.
10 $\boxed{+/-}$ \boxed{ENTER} 4 $\boxed{\div}$ $\boxed{R/S}$	A? wert	Speichert -10/4 in B; fordert zur Eingabe von A auf.
22 \boxed{ENTER} 4 $\boxed{\div}$ $\boxed{R/S}$	X= 0,8820	Speichert 22/4 cm in A; berechnet die erste Nullstelle.
$\boxed{R/S}$	X= 3,1180	Berechnet die zweite Nullstelle.

R/S	X=	Zeigt den reellen Teil der dritten komplexen Nullstelle an.
	-1,0000	
R/S	i =	Zeigt den imaginären Teil der dritten Nullstelle an.
	1,0000	
R/S	X=	Zeigt den reellen Teil der vierten Nullstelle an.
	-1,0000	
R/S	i =	Zeigt den imaginären Teil der vierten Nullstelle an.
	-1,0000	

Die dritte und vierte Nullstelle lauten $-1,00 \pm 1,00 i$.

Beispiel 3:

Ermitteln Sie die Nullstelle des folgenden quadratischen Polynoms:

$$x^2 + x - 6 = 0$$

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
XEQ P	F?	Startet den Nullstellen-Finder; fordert zur Eingabe auf.
2 R/S	wert B?	Speichert 2 in F; fordert zur Eingabe von B auf.
1 R/S	wert A?	Speichert 1 in B; fordert zur Eingabe von A auf.
6 +/- R/S	wert X= -3,0000	Speichert -6 in A; berechnet die erste Nullstelle.
R/S	X= 2,0000	Berechnet die zweite Nullstelle.

Koordinaten-Umwandlung

Dieses Programm bietet zweidimensionale Koordinatenkonvertierung und -rotation.

Die folgenden Formeln werden verwendet, um einen Punkt P vom kartesischen Koordinatenpaar (x, y) im alten System zum Paar (u, v) im neuen, übersetzten, rotierten System zu konvertieren.

$$u = (x - m) \cos \theta + (y - n) \sin \theta$$

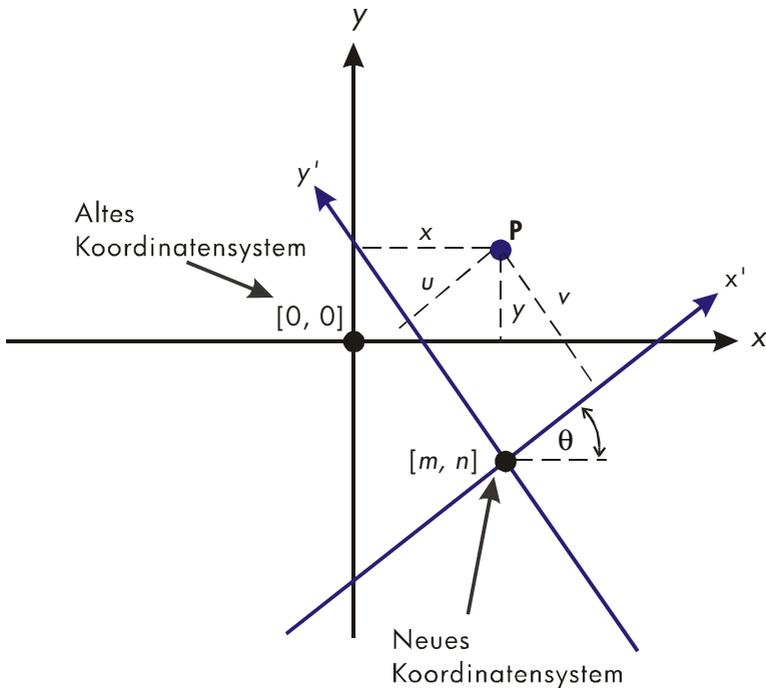
$$v = (y - n) \cos \theta - (x - m) \sin \theta$$

Die umgekehrte Umwandlung wird mit den nachstehenden Formeln durchgeführt.

$$x = u \cos \theta - v \sin \theta + m$$

$$y = u \sin \theta + v \cos \theta + n$$

Die komplexen und polar-zu-rechtwinklig Funktionen des HP 33s machen diese Berechnungen unkompliziert.



Programmauflistung:

Programmzeilen: (im RPN-Modus)

Beschreibung

D0001 LBL D	Diese Routine definiert das neue Koordinatensystem.
D0002 INPUT M	Fordert zur Eingabe von M auf und speichert diese, den neuen Ursprung der x -Koordinate.
D0003 INPUT N	Fordert zur Eingabe von N auf und speichert diese, den neuen Ursprung der y -Koordinate.
D0004 INPUT T	Fordert zur Eingabe von T auf und speichert diese, den Winkel θ .
D0005 GTO D	Springt zur Eingabeüberprüfung.
Prüfsumme und Länge: 1EDA 15	
N0001 LBL N	Diese Routine konvertiert vom alten ins neue System.
N0002 INPUT X	Fordert zur Eingabe auf und speichert X , die alte X -Koordinate.
N0003 INPUT Y	Fordert zur Eingabe auf und speichert Y , die alte Y -Koordinate.
N0004 RCL X	Verschiebt Y und ruft X ins X -Register.
N0005 RCL N	Verschiebt X und Y und ruft N im X -Register auf.
N0006 RCL M	Verschiebt N , X und Y und ruft M auf.
N0007 CMPLX-	Berechnet $(X - M)$ und $(Y - N)$.
N0008 RCL T	Verschiebt $(X - M)$ und $(Y - N)$ und ruft T auf.
N0009 +/-	Verlangt das Vorzeichen von T , weil $\sin(-T)$ gleich $-\sin(T)$ ist.
N0010 1	Setzt den Radius 1 zur Berechnung von $\cos(T)$ und $-\sin(T)$.
N0011 $\theta \cdot r \rightarrow y \cdot x$	Berechnet $\cos(T)$ und $-\sin(T)$ im X - und Y -Register.
N0012 CMPLXx	Berechnet $(X - M) \cos(T) + (Y - N) \sin(T)$ und $(Y - N) \cos(T) - (X - M) \sin(T)$.
N0013 STO U	Speichert die x -Koordinate in Variable U .
N0014 $x \langle \rangle y$	Tauscht die Position der Koordinaten aus.
N0015 STO V	Speichert die y -Koordinate in Variable V .
N0016 $x \langle \rangle y$	Tauscht die Position der Koordinaten wieder zurück.
N0017 VIEW U	Stoppt das Programm, um U anzuzeigen.
N0018 VIEW V	Stoppt das Programm, um V anzuzeigen.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)

Beschreibung

N0019 GTO N	Springt zurück für eine weitere Berechnung.
Prüfsumme und Länge: 921A 69	
00001 LBL 0	Diese Routine konvertiert vom neuen ins alte System.
00002 INPUT U	Fordert zur Eingabe auf und speichert U .
00003 INPUT V	Fordert zur Eingabe auf und speichert V .
00004 RCL U	Verschiebt V und ruft U auf.
00005 RCL T	Verschiebt U und V und ruft T auf.
00006 1	Setzt den Radius auf 1 zur Berechnung von $\cos(T)$ und $\sin(T)$.
00007 $\theta, r \rightarrow v, x$	Berechnet $\cos(T)$ und $\sin(T)$.
00008 CMPLX \times	Berechnet $U \cos(T) - V \sin(T)$ und $U \sin(T) + V \cos(T)$.
00009 RCL N	Verschiebt das vorherige Ergebnis und ruft N auf.
00010 RCL M	Verschiebt das Ergebnis und ruft M auf.
00011 CMPLX+	Führt die Berechnung durch Hinzufügen von M und N zu den vorherigen Ergebnissen durch.
00012 STO X	Speichert die x -Koordinate in Variable X .
00013 $x \langle \rangle y$	Tauscht die Position der Koordinaten.
00014 STO Y	Speichert die y -Koordinate in Variable Y .
00015 $x \langle \rangle y$	Tauscht die Position der Koordinaten zurück.
00016 VIEW X	Stoppt das Programm, um X anzuzeigen.
00017 VIEW Y	Stoppt das Programm, um Y anzuzeigen.
00018 GTO 0	Springt zurück für eine weitere Berechnung.
Prüfsumme und Länge: 8C82 66	

Verwendete Flags:

Keine.

Programmanweisungen

1. Geben Sie die Programmroutinen ein und drücken Sie anschließend **[C]**.
2. Drücken Sie **[XEQ]** D zum Starten der Eingabesequenz, welche die Koordinaten-Umwandlung definiert.

3. Geben Sie die x -Koordinate des Ursprungs des neuen Systems M ein und drücken Sie **[R/S]**.
4. Geben Sie die y -Koordinate des Ursprungs des neuen Systems N ein und drücken Sie **[R/S]**.
5. Geben Sie den Rotationswinkel T ein und drücken Sie **[R/S]**.
6. Um aus dem alten ins neue System zu übersetzen, fahren Sie mit Schritt 7 fort. Um vom neuen ins alte System zu übersetzen, springen Sie zu Schritt 12.
7. Drücken Sie **[XEQ]** N, um die Alt-zu-neu-Umwandlungsroutine zu starten.
8. Geben Sie X ein und drücken Sie **[R/S]**.
9. Geben Sie Y ein, drücken Sie **[R/S]** und zeigen Sie die x -Koordinate, U , im neuen System an.
10. Drücken Sie **[R/S]** und zeigen Sie die y -Koordinate, V , im neuen System an.
11. Drücken Sie für eine weitere Alt-zu-neu-Transformation **[R/S]** und wechseln Sie zu Schritt 8. Für eine Neu-zu-alt-Transformation fahren Sie mit Schritt 12 fort.
12. Drücken Sie **[XEQ]** O, um die Neu-zu-alt-Umwandlungsroutine zu starten.
13. Geben Sie U ein (die x -Koordinate im neuen System) und drücken Sie **[R/S]**.
14. Geben Sie V ein (die y -Koordinate im neuen System) und drücken Sie **[R/S]**, um X anzuzeigen.
15. Drücken Sie **[R/S]**, um Y anzuzeigen.
16. Drücken Sie für eine weitere Neu-zu-alt-Transformation **[R/S]** und wechseln Sie zu Schritt 13. Für eine Alt-zu-neu-Transformation fahren Sie mit Schritt 7 fort.

Verwendete Variablen:

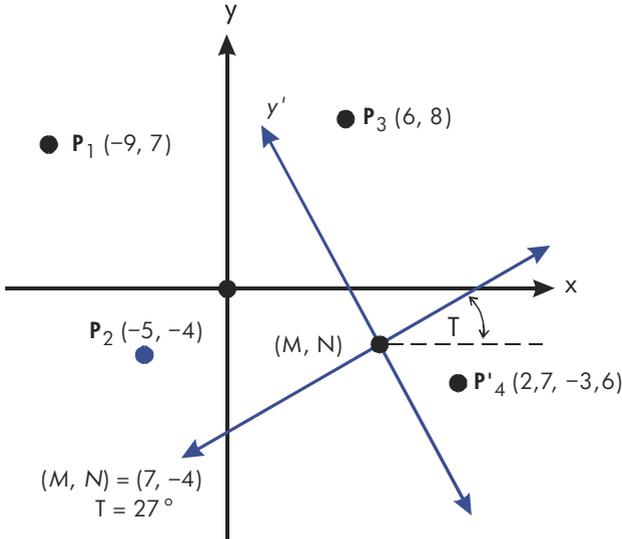
M	Die x -Koordinate des Ursprungs des neuen Systems.
N	Die y -Koordinate des Ursprungs des neuen Systems.
T	Der Rotationswinkel, θ , zwischen altem und neuem System.
X	Die x -Koordinate eines Punktes im alten System.
Y	Die y -Koordinate eines Punktes im alten System.
U	Die x -Koordinate eines Punktes im neuen System.
V	Die y -Koordinate eines Punktes im neuen System.

Anmerkung:

Geben Sie für eine reine Verschiebung Null für T ein. Geben Sie für eine reine Rotation Null für M und N ein.

Beispiel:

Konvertieren Sie in die Punkte P_1 , P_2 und P_3 in der untenstehenden Abbildung, die gegenwärtig im (X, Y) -System sind, zu Punkten im (X', Y') -System. Konvertieren Sie P'_4 , aus dem (X', Y') -System in das (X, Y) System.



Tasten:
(im RPN-Modus)

Display:

Beschreibung:

MODES {DEG}

Setzt den Grad-Modus, da T in Grad gegeben ist.

XEQ D

M?

Startet die Routine, welche die Transformation definiert.

7 **R/S**

N?

Speichert 7 in M.

4 **+/-** **R/S**

wert

T?

Speichert -4 in U.

27 **R/S**

wert

M?

Speichert 27 in T.

7.0000

XEQ N

X?

Startet die Alt-zu-neu-Routine.

wert

9 $\boxed{+/-}$ $\boxed{R/S}$

7 $\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

5 $\boxed{+/-}$ $\boxed{R/S}$

4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

6 $\boxed{R/S}$

8 $\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

\boxed{XEQ} \circ

2,7 $\boxed{R/S}$

3,6 $\boxed{+/-}$ $\boxed{R/S}$

$\boxed{R/S}$

Y?

wert

U=

-9,2622

V=

17,0649

X?

-9,0000

Y?

7,0000

U=

-10,6921

V=

5,4479

X?

-5,0000

Y?

-4,0000

U=

4,5569

V=

11,1461

U?

4,5569

V?

11,1461

X=

11,0401

Y=

-5,9818

Speichert -9 in X.

Speichert 7 in Y und berechnet U.

Berechnet V.

Setzt die Alt-zu-neu-Routine für das nächste Problem fort.

Speichert -5 in X.

Speichert -4 in Y.

Berechnet V.

Setzt die Alt-zu-neu-Routine für das nächste Problem fort.

Speichert 6 in X.

Speichert 8 in Y und berechnet U.

Berechnet V.

Startet die Neu-zu-alt Routine.

Speichert 2,7 in U.

Speichert -3,6 in V und berechnet X

Berechnet Y.

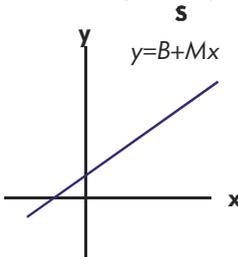
Statistik-Programme

Kurvenanpassung

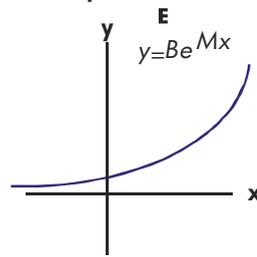
Dieses Programm kann zum Anpassen eines von vier Gleichungsmodellen an Ihre Daten verwendet werden. Diese Modelle sind die Gerade, die logarithmische Kurve, die Exponentialkurve und die Potenzkurve. Das Programm akzeptiert zwei oder mehr (x, y) Datenpaare und berechnet den Korrelationskoeffizienten r und die beiden Regressionskoeffizienten m und b . Das Programm enthält eine Routine, um die Schätzwerte \hat{x} und \hat{y} zu berechnen. (Eine Definition dieser Werte finden Sie unter "Lineare Regression" in Kapitel 11.)

Beispiele für Kurven und die relevanten Gleichungen finden Sie nachstehend. Die internen Regressionsfunktionen des HP 33s werden zur Berechnung der Regressionskoeffizienten verwendet.

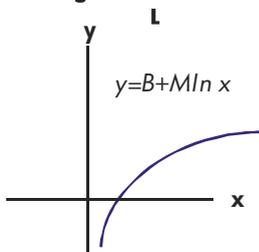
**Anpassung der
Ausgleichsgerade**



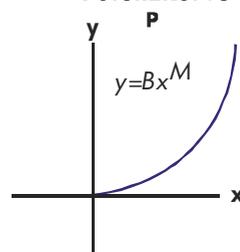
**Anpassung der
Exponentialkurve**



**Anpassung der
Logarithmuskurve**



**Anpassung der
Potenzkurve**



Um logarithmische Kurven anzupassen, müssen die x -Werte positiv sein. Um Exponentialkurven anzupassen, müssen die y -Werte positiv sein. Um Potenzkurven anzupassen, müssen sowohl x - als auch y -Werte positiv sein. Ein LOG<NEG>-Fehler tritt auf, falls in diesen Fällen eine negative Zahl eingegeben wird.

Sehr große Datenwerte mit relativ geringer Differenz können zu Präzisionsproblemen führen, wie auch Datenwerte stark unterschiedlicher Größenordnungen. Siehe auch "Einschränkungen bei der Genauigkeit von Daten" in Kapitel 11.

Programm-Listing:

Programmzeilen: (im RPN-Modus)

Beschreibung

S0001 LBL S	Diese Routine setzt den Status für das Modell Gerade.
S0002 1	Gibt Indexwerte zur späteren Speicherung in i ein (zur indirekten Adressierung).
S0003 CF 0	Löscht Flag 0, den Indikator für $\ln X$.
S0004 CF 1	Löscht Flag 1, den Indikator für $\ln Y$.
S0005 GTO Z	Verzweigt zum allgemeinen Einsprungpunkt Z.
Prüfsumme und Länge: E3F5 27	

L0001 LBL L	Diese Routine setzt das Statusflag für das logarithmische Modell.
L0002 2	Gibt Indexwerte zur späteren Speicherung in i ein (zur indirekten Adressierung).
L0003 SF 0	Setzt Flag 0, den Indikator für $\ln X$.
L0004 CF 1	Löscht Flag 1, den Indikator für $\ln Y$.
L0005 GTO Z	Verzweigt zum allgemeinen Einsprungpunkt Z.
Prüfsumme und Länge: F78E 27	

E0001 LBL E	Diese Routine setzt das Statusflag für das Exponential-Modell.
E0002 3	Gibt Indexwerte zur späteren Speicherung in i ein (zur indirekten Adressierung).
E0003 CF 0	Löscht Flag 0, den Indikator für $\ln X$.
E0004 SF 1	Setzt Flag 1, den Indikator für $\ln Y$.
E0005 GTO Z	Verzweigt zum allgemeinen Einsprungpunkt Z.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Prüfsumme und Länge: 293B 27

- P0001 LBL P Diese Routine setzt das Statusflag für das Potenz-Modell.
P0002 4 Gibt Indexwerte zur späteren Speicherung in i ein (zur indirekten Adressierung).
P0003 SF 0 Setzt Flag 0, den Indikator für $\ln X$.
P0004 SF 1 Setzt Flag 1, den Indikator für $\ln Y$.

Prüfsumme und Länge: 43AA 24

- Z0001 LBL Z Definiert den allgemeinen Einsprungpunkt für alle Modelle.
Z0002 CLΣ Löscht die Statistikregister.
Z0003 STO i Speichert den Indexwert zur indirekten Adressierung in i .
Z0004 0 Setzt den Schleifenzähler für die erste Eingabe auf Null.

Prüfsumme und Länge: 5AB9 24

- W0001 LBL W Definiert den Beginn der Eingabeschleife.
W0002 1 Passt den Schleifenzähler um eins an, um zur Eingabe aufzufordern.
W0003 +
W0004 STO X Speichert den Schleifenzähler in X , so dass er mit der Eingabeaufforderung für X erscheint.
W0005 INPUT X Zeigt den Zähler mit Eingabeaufforderung an und speichert die X -Eingabe.
W0006 FS? 0 Wenn Flag 0 gesetzt ist, ...
W0007 LN ... den natürlichen Logarithmus der X -Eingabe verwenden.
W0008 STO B Diesen Wert für die richtige Routine speichern.
W0009 INPUT Y Fragt Y ab und speichert dieses.
W0010 FS? 1 Wenn Flag 1 gesetzt ist, ...
W0011 LN ... den natürlichen Logarithmus der Y -Eingabe verwenden.
W0012 STO R
W0013 RCL B
W0014 Σ+ Akkumuliert B und R als x, y -Datenpaar in den

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

	Statistikregistern.
W0015 GTO W	Schleife für ein weiteres X, Y-Paar.
Prüfsumme und Länge: C95E 57	
U0001 LBL U	Definiert den Beginn der "undo" (Rückgängig)-Routine.
U0002 RCL R	Ruft das neueste Datenpaar ab.
U0003 RCL B	
U0004 Σ^-	Löscht dieses Paar aus der statistischen Akkumulation.
U0005 GTO W	Schleife für ein weiteres X, Y-Paar.
Prüfsumme und Länge: AB71 15	
R0001 LBL R	Definiert den Beginn der Ausgaberroutine.
R0002 r	Berechnet den Korrelationskoeffizienten.
R0003 STO R	Speichert diesen in R.
R0004 VIEW R	Zeigt den Korrelationskoeffizienten an.
R0005 b	Berechnet den Koeffizienten b.
R0006 FS? 1	Wenn Flag 1 gesetzt, natürlichen Antilogarithmus von b verwenden.
R0007 e ^X	
R0008 STO B	Speichert b in B.
R0009 VIEW B	Zeigt den Wert an.
R0010 m	Berechnet den Koeffizienten m.
R0011 STO M	Speichert m in M.
R0012 VIEW M	Zeigt den Wert an.
Prüfsumme und Länge: 9CC9 36	
Y0001 LBL Y	Definiert den Beginn der Schätzungs- (Projektions-) Schleife.
Y0002 INPUT X	Zeigt x-Wert an, fragt diesen ab und speichert diesen, wenn geändert, in X.
Y0003 XEQ(i)	Ruft Unteroutine zur Berechnung von \hat{y} auf.
Y0004 STO Y	Speichert \hat{y} -Wert in Y.
Y0005 INPUT Y	Zeigt y-Wert an, fragt diesen ab und speichert diesen, wenn geändert, in Y.
Y0006 6	

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Y0007 STO+ i Passt Indexwert zur Adressierung der passenden
Unterroutine an.

Y0008 XEQ(i) Ruft Unterroutine zur Berechnung von \hat{x} auf.

Y0009 STO X Speichert \hat{x} für die nächste Schleife in X.

Y0010 GTO Y Schleife für weitere Schätzung.

Prüfsumme und Länge: 9B34 42

A0001 LBL A Diese Unterroutine berechnet \hat{y} für das Modell Gerade.

A0002 RCL M

A0003 RCL× X

A0004 RCL+ B Berechnet $\hat{y} = MX + B$.

A0005 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: F321 15

G0001 LBL G Diese Unterroutine berechnet \hat{x} für das Modell Gerade.

G0002 STO- i Setzt den Indexwert auf seinen Originalwert zurück.

G0003 RCL Y

G0004 RCL- B

G0005 RCL÷ M Berechnet $\hat{x} = (Y - B) ÷ M$.

G0006 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 65AB 18

B0001 LBL B Diese Unterroutine berechnet \hat{y} für das logarithmische
Modell.

B0002 RCL X

B0003 LN

B0004 RCL× M

B0005 RCL+ B Berechnet $\hat{y} = M \ln X + B$.

B0006 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: A5BB 18

H0001 LBL H Diese Unterroutine berechnet \hat{x} für das logarithmische
Modell.

H0002 STO- i Setzt den Indexwert auf seinen Originalwert zurück.

H0003 RCL Y

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

H0004 RCL- B

H0005 RCL÷ M

H0006 e^X Berechnet $\hat{X} = e^{(Y - B) \div M}$

H0007 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 5117 21

C0001 LBL C Diese Unterroutine berechnet \hat{Y} für das Exponentialmodell.

C0002 RCL M

C0003 RCL× X

C0004 e^X

C0005 RCL× B Berechnet $\hat{Y} = Be^{MX}$.

C0006 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 1F92 18

I0001 LBL I Diese Unterroutine berechnet \hat{X} für das Exponentialmodell.

I0002 STO- i Setzt den Indexwert auf seinen Originalwert zurück.

I0003 RCL Y

I0004 RCL÷ B

I0005 LN

I0006 RCL÷ M Berechnet $\hat{X} = (\ln(Y \div B)) \div M$.

I0007 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: CC13 21

D0001 LBL D Diese Unterroutine berechnet \hat{Y} für das Potenz-Modell.

D0002 RCL X

D0003 RCL M

D0004 ψ^X

D0005 RCL× B Berechnet $Y = B(X^M)$.

D0006 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 018C 18

J0001 LBL J Diese Unterroutine berechnet \hat{X} für das Potenz-Modell.

J0002 STO- i Setzt den Indexwert auf seinen Originalwert zurück.

Programmzeilen: (im RPN-Modus)

Beschreibung

J0003 RCL Y

J0004 RCL ÷ B

J0005 RCL M

J0006 1/x

J0007 y^x Berechnet $\hat{x} = (Y/B)^{1/M}$

J0008 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 3040 24

Verwendete Flags:

Flag 0 wird gesetzt, falls ein natürlicher Logarithmus der X-Eingabe benötigt wird.
Flag 1 wird gesetzt, falls ein natürlicher Logarithmus der Y-Eingabe benötigt wird.

Programmanweisungen:

1. Geben Sie die Programmroutinen ein; drücken Sie **C**, wenn Sie damit fertig sind.
2. Drücken Sie **XEQ** und wählen Sie den gewünschten Kurventyp durch Drücken von:
 - S für eine Gerade;
 - L für eine logarithmische Kurve;
 - E für eine Exponentialkurve oder
 - P für eine Potenzkurve.
3. Geben Sie den x-Wert ein und drücken Sie **R/S**.
4. Geben Sie den y-Wert ein und drücken Sie **R/S**.
5. Wiederholen Sie die Schritte 3 und 4 für jedes Datenpaar. Falls Sie entdecken, dass Sie nach dem Drücken von **R/S** in Schritt 3 einen Fehler gemacht haben (die Eingabeaufforderung *Y?wert* ist noch sichtbar), drücken Sie **R/S** erneut (die Eingabeaufforderung *X?wert* wird angezeigt) und drücken dann **XEQ** U, um das letzte Datenpaar *zurückzunehmen*. Falls Sie einen Fehler nach Schritt 4 gemacht haben sollten, drücken Sie **XEQ** U. In beiden Fällen fahren Sie mit Schritt 3 fort.
6. Nachdem Sie alle Daten eingegeben haben, drücken Sie **XEQ** R, um den Korrelationskoeffizienten R zu sehen.

7. Drücken Sie **R/S**, um den Regressionskoeffizienten B zu sehen.
8. Drücken Sie **R/S**, um den Regressionskoeffizienten M zu sehen.
9. Drücken Sie **R/S**, um die Eingabeaufforderung X?wert für die \hat{x} , \hat{y} -Schätzungsroutine anzuzeigen.
10. Wenn Sie die Schätzung von \hat{y} auf der Basis von x sehen möchten, geben Sie x an der Eingabeaufforderung X?wert ein, drücken Sie dann **R/S**, um \hat{y} ($Y?$) zu sehen.
11. Wenn Sie \hat{x} auf der Basis von y schätzen möchten, drücken Sie **R/S**, bis Sie die Eingabeaufforderung $Y?wert$ sehen, geben Sie y ein, drücken Sie dann **R/S**, um \hat{x} ($X?$) zu sehen.
12. Für weitere Schätzungen fahren Sie bei Schritt 10 oder 11 fort.
13. Für einen Neuanfang beginnen Sie wieder bei Schritt 2.

Verwendete Variablen:

B	Regressionskoeffizient (y -Abschnitt einer Geraden); auch als Arbeitsvariable verwendet.
M	Regressionskoeffizient (Steigung einer Geraden).
R	Korrelationskoeffizient; auch als Arbeitsvariable verwendet.
X	Der x -Wert eines Datenpaares bei der Dateneingabe; das hypothetische x bei der Projektion von \hat{y} ; oder \hat{x} (x -Schätzung), wenn ein hypothetisches y gegeben ist.
Y	Der y -Wert eines Datenpaares bei der Dateneingabe; das hypothetische y bei der Projektion von \hat{x} ; oder \hat{y} (y -Schätzung), wenn ein hypothetisches x gegeben ist.
i	Indexvariable zur indirekten Adressierung der korrekten \hat{x} -, \hat{y} -Projektionsgleichung.
Statistische Register	Statistische Akkumulation und Berechnung.

Beispiel 1:

Passen Sie eine Gerade den nachstehenden Daten an. Machen Sie absichtlich einen Fehler bei der Eingabe des dritten Datenpaares und korrigieren Sie ihn mit der undo-Routine. Schätzen Sie darüber hinaus y für einen x -Wert von 37. Schätzen Sie x für einen y -Wert von 101.

X	40,5	38,6	37,9	36,2	35,1	34,6
Y	104,5	102	100	97,5	95,5	94

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
XEQ S	X? 1.0000	Beginn der Routine Gerade.
40,5 R/S	Y? wert	x-Wert des Datenpaares eingeben.
104,5 R/S	X? 2.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.
38,6 R/S	Y? 104,5000	x-Wert des Datenpaares eingeben.
102 R/S	X? 3.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.

Geben Sie jetzt absichtlich 379 statt 37,9 ein, so dass Sie sehen, wie Sie Fehleingaben korrigieren können.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
379 R/S	Y? 102,0000	Falschen x-Wert des Datenpaares eingeben.
R/S	X? 4.0000	X?-Eingabeaufforderung abrufen.
XEQ U	X? 3.0000	Letztes Paar löschen. Nun mit der korrekten Dateneingabe fortfahren.

37,9	R/S	Y? 102.0000	Korrekten x-Wert des Datenpaares eingeben.
100	R/S	X? 4.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.
36,2	R/S	Y? 100.0000	x-Wert des Datenpaares eingeben.
97,5	R/S	X? 5.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.
35,1	R/S	Y? 97.5000	x-Wert des Datenpaares eingeben.
95,5	R/S	X? 6.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.
34,6	R/S	Y? 95.5000	x-Wert des Datenpaares eingeben.
94	R/S	X? 7.0000	y-Wert des Datenpaares eingeben.
XEQ	R	R= 0.9955	Berechnet den Korrelationskoeffizienten.
R/S		B= 33.5271	Berechnet den Regressionskoeffizienten B.
R/S		M= 1.7601	Berechnet den Regressionskoeffizienten M.
R/S		X? 7.0000	Fragt den hypothetischen x-Wert ab.
37	R/S	Y? 98.6526	Speichert 37 in X und berechnet \hat{y} .
101	R/S	X? 38.3336	Speichert 101 in Y und berechnet \hat{x} .

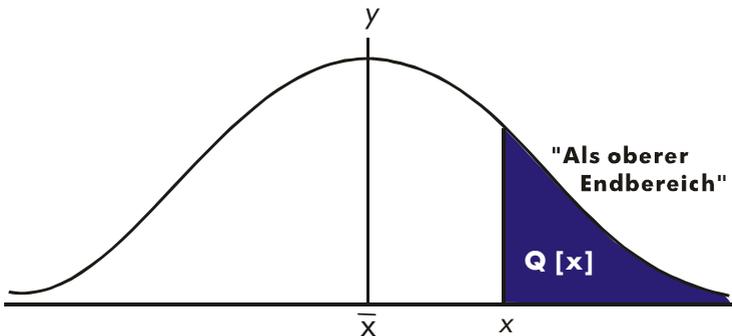
Beispiel 2:

Wiederholen Sie Beispiel 1 (verwenden Sie dieselben Daten) für logarithmische, Exponential- und Potenz-Kurvenanpassungen. Die nachstehende Tabelle liefert Ihnen das Start-Label und die Ergebnisse (die Korrelations- und Regressionskoeffizienten und die x - und y -Schätzungen) für jeden Kurventyp. Sie müssen die Daten bei jedem Programmlauf für ein anderes Kurvenmodell neu eingeben.

	Logarithmisch	Exponential	Potenz
Zum Starten:	<input type="checkbox"/> XEQ L	<input type="checkbox"/> XEQ E	<input type="checkbox"/> XEQ P
R	0,9965	0,9945	0,9959
M	-139,0088	51,1312	8,9730
B	65,8446	0,0177	0,6640
$Y(\hat{y}$ wenn $X = 37$)	98,7508	98,5870	98,6845
$X(\hat{x}$ wenn $Y = 101$)	38,2857	38,3628	38,3151

Normalverteilungen und deren Inverse

Die Normalverteilung wird oft benutzt, um das Verhalten von Zufallsvariation rund um ein arithmetisches Mittel zu modellieren. Dieses Modell setzt voraus, dass die Probenverteilung symmetrisch zum Mittelwert M mit einer Standardabweichung S verläuft und sich der Form einer glockenförmigen Kurve, nachstehend gezeigt, annähert. Wenn der Wert x gegeben ist, berechnet das Programm die Wahrscheinlichkeit, dass eine zufällige Auswahl aus den Probandaten einen höheren Wert hat. Dies ist als oberer Endbereich, $Q(x)$, bekannt. Dieses Programm liefert auch die Inverse: Bei gegebenem Wert $Q(x)$ berechnet das Programm den entsprechenden Wert x .



$$Q(x) = 0,5 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^x e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx$$

Das Programm verwendet die eingebauten Integrationsfunktionen des HP 33s, um die Gleichung der Häufigkeitskurve der Normalverteilung zu integrieren. Die Inverse wird über die Newton'sche Methode der iterativen Suche nach einem Wert für x ermittelt, der die gegebene Wahrscheinlichkeit $Q(x)$ ergibt.

Programm-Listing:

Programmzeilen: (im RPN-Modus)

Beschreibung

S0001 LBL S	Diese Routine initialisiert das Normalverteilungsprogramm.
S0002 0	Speichert den Standardwert für das Mittel.
S0003 STO M	
S0004 INPUT M	Fragt Mittel M ab und speichert den Wert.
S0005 1	Speichert den Standardwert für die Standardabweichung.

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

S0006 STO S
S0007 INPUT S Fragt Standardabweichung S ab und speichert den Wert.
S0008 RTN Beendet die Anzeige des Standardabweichungswertes.
Prüfsumme und Länge: D72F 48

D0001 LBL D Diese Routine berechnet $Q(X)$ bei gegebenem X .
D0002 INPUT X Fragt X ab und speichert den Wert.
D0003 XEQ Q Berechnet den oberen Endbereich.
D0004 STO Q Speichert den Wert in Q , so dass er von der VIEW-Funktion angezeigt werden kann.
D0005 VIEW Q Zeigt $Q(X)$ an.
D0006 GTO D Schleife zur Berechnung eines weiteren $Q(X)$.
Prüfsumme und Länge: EA54 18

I0001 LBL I Diese Routine berechnet X bei gegebenem $Q(X)$.
I0002 INPUT Q Fragt $Q(X)$ ab und speichert den Wert.
I0003 RCL M Ruft das Mittel ab.
I0004 STO X Speichert das Mittel als Schätzung von X , genannt X_{guess} .
Prüfsumme und Länge: 79B9 12

T0001 LBL T Dieses Label definiert den Beginn der iterativen Schleife.
T0002 XEQ Q Berechnet $(Q(X_{guess}) - Q(X))$.
T0003 RCL- Q
T0004 RCL X
T0005 STO D
T0006 R↓
T0007 XEQ F Berechnet die Ableitung bei X_{guess} .
T0008 RCL÷ T
T0009 ÷ Berechnet die Korrektur für X_{guess} .
T0010 STO+ X Addiert die Korrektur, um ein neues X_{guess} zu erhalten.
T0011 ABS
T0012 0.0001
T0013 x<y? Prüft, ob die Korrektur signifikant ist.
T0014 GTO T Springt an den Beginn der Schleife zurück, falls die

**Programmzeilen:
(im RPN-Modus)**

Beschreibung

Korrektur signifikant ist. Fährt fort, wenn die Korrektur nicht signifikant ist.

T0015 RCL X

T0016 VIEW X Zeigt den errechneten Wert von X an.

T0017 GTO I Schleife zur Berechnung eines weiteren X.

Prüfsumme und Länge: OE12 63

Q0001 LBL Q Diese Unteroutine berechnet den oberen Endbereich, $Q(x)$.

Q0002 RCL M Ruft die untere Integrationsgrenze ab.

Q0003 RCL X Ruft die obere Integrationsgrenze ab.

Q0004 FN= F Wählt die durch LBL F definierte Funktion zur Integration.

Q0005 \int FN \downarrow D Integriert die Normalverteilung unter Verwendung der Platzhaltervariable D.

Q0006 2

Q0007 π

Q0008 x

Q0009 $\sqrt{\quad}$ x

Q0010 RCL x S Berechnet $S \times \sqrt{2\pi}$.

Q0011 STO T Speichert das Ergebnis vorübergehend für die Inverseroutine.

Q0012 \div

Q0013 +/-

Q0014 0,5

Q0015 + Addiert den halben Bereich unter der Kurve, da mit dem Mittel als unterer Grenze integriert wurde.

Q0016 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: FA83 72

F0001 LBL F Diese Unteroutine berechnet den Integranden für die Normalfunktion $e^{-((X-M)+S)^2 \div 2}$.

F0002 RCL D

F0003 RCL - M

F0004 RCL \div S

F0005 \times^2

Programmzeilen:
(im RPN-Modus)

Beschreibung

F0006 2

F0007 ÷

F0008 +/-

F0009 e^x

F0010 RTN Rückkehr zur aufrufenden Routine.

Prüfsumme und Länge: 1981 42

Verwendete Flags:

Keine.

Bemerkungen:

Die Genauigkeit dieses Programms hängt von den Display-Einstellungen ab. Bei Eingaben im Bereich zwischen ± 3 Standardabweichungen ist die Anzeige von vier oder mehr signifikanten Ziffern für die meisten Anwendungen ausreichend.

Bei voller Genauigkeit beträgt die Eingabegrenze ± 5 Standardabweichungen. Die Berechnungszeit ist bei einer geringeren Anzahl von angezeigten Stellen bedeutend kürzer.

In Routine Q kann die Konstante 0,5 eventuell durch 2 und $\boxed{1/x}$ ersetzt werden.

Sie müssen die Inverse-Routine nicht eingeben (in den Routinen I und T), wenn Sie nicht an der Inverse-Funktionalität interessiert sind.

Programmanweisungen:

1. Geben Sie die Programmroutinen ein; drücken Sie \boxed{C} , wenn Sie damit fertig sind.
2. Drücken Sie \boxed{XEQ} S.
3. Nach der Eingabeaufforderung für M geben Sie den Mittelwert der Grundgesamtheit ein und drücken Sie $\boxed{R/S}$. (Falls das Mittel Null ist, drücken Sie einfach $\boxed{R/S}$.)
4. Nach der Eingabeaufforderung für S geben Sie die Standardabweichung der Grundgesamtheit ein und drücken $\boxed{R/S}$. (Falls die Standardabweichung 1 ist, drücken Sie einfach $\boxed{R/S}$.)

5. Um X bei gegebenem $Q(X)$ zu berechnen, überspringen Sie Schritt 9 dieser Anweisungen.
6. Um $Q(X)$ bei gegebenem X zu berechnen, drücken Sie **[XEQ]** D.
7. Nach der Eingabeaufforderung geben Sie den Wert von X ein und drücken **[R/S]**. Das Ergebnis, $Q(X)$, wird angezeigt.
8. Um $Q(X)$ für ein neues X mit demselben Mittel und derselben Standardabweichung zu berechnen, drücken Sie **[R/S]** und fahren bei Schritt 7 fort.
9. Um X bei gegebenem $Q(X)$ zu berechnen, drücken Sie **[XEQ]** I.
10. Nach der Eingabeaufforderung geben Sie den Wert von $Q(X)$ ein und drücken **[R/S]**. Das Ergebnis, X , wird angezeigt.
11. Um X für ein neues $Q(X)$ mit demselben Mittel und derselben Standardabweichung zu berechnen, drücken Sie **[R/S]** und fahren bei Schritt 10 fort.

Verwendete Variablen:

D	Platzhaltervariable der Integration.
M	Mittelwert der Grundgesamtheit, Standardwert <i>Null</i> .
Q	Wahrscheinlichkeit; entspricht dem oberen Endbereich.
S	Standardabweichung der Grundgesamtheit, Standardwert 1.
T	Vorübergehend genutzte Variable, um den Wert $S \times \sqrt{2\pi}$ an das Inverse-Programm zu übergeben.
X	Eingabewert, der die linke Grenze des oberen Endbereiches definiert.

Beispiel 1:

Ein guter Freund erzählt Ihnen, dass Ihr "Blind Date" eine Intelligenz von "3 σ " hat. Sie interpretieren dies so, dass diese Person intelligenter als die lokale Bevölkerung ist, allerdings nicht intelligenter als Leute, die mehr als drei Standardabweichungen über dem Mittel liegen.

Angenommen, Sie schätzen, dass die lokale Bevölkerung 10.000 mögliche "Blind Dates" enthält. Wie viele Leute fallen in den "3 σ "-Bereich? Da dieses Problem in Form der Standardabweichung angegeben ist, verwenden Sie die Standardwerte von Null für M und 1 für S.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
XEQ S	M? 0.0000	Startet die Initialisierungsroutine.
R/S	S? 1.0000	Übernimmt den Standardwert von Null für M.
R/S	1.0000	Übernimmt den Standardwert von 1 für S.
XEQ D	X? wert	Startet das Verteilungsprogramm und fragt X ab.
3 R/S	Q= 0.0013	Gibt 3 für X ein und startet die Berechnung Q(X). Zeigt den Anteil der Population an, die klüger als jeder innerhalb von drei Standardabweichungen vom Mittel ist.
10000 X	13.4984	Multipliziert mit der Grundgesamtheit. Zeigt die ungefähre Anzahl der "Blind Dates" in der lokalen Population, auf welche die Kriterien zutreffen.

Da Ihr Freund dafür bekannt ist, dass er gelegentlich übertreibt, möchten Sie feststellen, wie selten ein " 2σ "-Date ist. Beachten Sie, dass das Programm einfach durch Drücken von **[R/S]** neu gestartet werden kann.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
[R/S]	X? 3,0000	Setzt das Programm fort.
2 [R/S]	Q= 0,0228	Eingabe von 2 als X-Wert und Berechnung von Q(X).
10000 [X]	227,5012	Multipliziert mit der Grundgesamtheit für eine überarbeitete Schätzung.

Beispiel 2:

Das arithmetische Mittel einer Reihe von Testergebnissen ist 55. Die Standardabweichung ist 15,3. Angenommen, dass die Kurve der Standardnormalverteilung die Verteilung angemessen modelliert – wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein zufällig ausgewählter Student mindestens 90 Punkte erreicht hat? Wie hoch ist die Punktzahl, die nur von 10 Prozent der Studenten übertroffen würde? Wie hoch wäre die Punktzahl, die nur von 20 Prozent der Studenten nicht erreicht worden wäre?

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
[XEQ] S	M? 0,0000	Startet die Initialisierungsroutine.
55 [R/S]	S? 1,0000	Speichert 55 als Mittel.
15,3 [R/S]	15,3000	Speichert 15,3 als Standardabweichung.
[XEQ] D	X? wert	Startet das Verteilungsprogramm und fragt X ab.
90 [R/S]	Q= 0,0111	Eingabe von 90 als X-Wert und Berechnung von Q(X).

Daher würden wir annehmen, dass nur etwa 1 Prozent aller Studenten eine bessere Punktzahl als 90 hätten.

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
$\boxed{\text{XEQ}}$ |	Q? 0.0111	Startet die Inverse-Routine.
0,1 $\boxed{\text{R/S}}$	X= 74.6077	Speichert 0,1 (10 Prozent) in Q(X) und berechnet X.
$\boxed{\text{R/S}}$	Q? 0.1000	Setzt die Inverse-Routine fort.
0,8 $\boxed{\text{R/S}}$	X= 42.1232	Speichert 0,8 (100 Prozent minus 20 Prozent) in Q(X) und berechnet X.

Gruppierte Standardabweichung

Die Standardabweichung gruppierter Daten, S_{xy} , ist die Standardabweichung von Datenpunkten x_1, x_2, \dots, x_n , die mit positiven, ganzzahligen Häufigkeiten auftreten — f_1, f_2, \dots, f_n .

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}}$$

Diese Programm ermöglicht Ihnen die Eingabe von Daten, das Korrigieren von Einträgen und die Berechnung der Standardabweichung und des gewichteten Mittelwertes der gruppierten Daten.

Programm-Listing:

Programmzeilen: (im ALG-Modus)	Beschreibung
S0001 LBL S	Beginn des gruppierten Standardabweichungsprogramms.
S0002 CLΣ	Löscht Statistikregister (28 bis 33).
S0003 0	
S0004 STO N	Löscht den Zähler N.

Prüfsumme und Länge: EF85 24

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

I0001 LBL I	Eingabe statistischer Datenpunkte.
I0002 INPUT X	Speichert Datenpunkt in X.
I0003 INPUT F	Speichert Datenpunkthäufigkeit in F.
I0004 1	Gibt Inkrement für N an.
I0005 STO B	
I0005 RCL F	Ruft Datenpunkthäufigkeit f_i ab.
Prüfsumme und Länge: 184C 30	
F0001 LBL F	Summen akkumulieren.
F0002 28	
F0003 STO i	Index für Register 28 speichern.
F0004 RCL F	
F0005 STO+(i)	$\sum f_i$ in Register 28 aktualisieren.
F0006 RCL× X	$x_i f_i$
F0007 ENTER	
F0008 STO Z	
F0009 29	
F0010 STO i	Index für Register 29 speichern.
F0011 RCL Z	
F0012 STO+(i)	$\sum x_i f_i$ in Register 29 aktualisieren.
F0013 RCL× X	$x_i^2 f_i$
F0014 ENTER	
F0015 STO Z	Index für Register 31 speichern.
F0016 31	
F0017 STO i	
F0018 RCL Z	
F0019 STO+(i)	$\sum x_i^2 f_i$ in Register 31 aktualisieren.
F0020 RCL B	
F0021 STO+ N	Inkrementiert (oder dekrementiert) N.
F0022 RCL N	
F0023 RCL F	
F0024 ABS	

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

F0025 STO F
F0026 VIEW N Zeigt die aktuelle Zahl von Datenpaaren an.
F0027 GTO I Springt für die nächste Dateneingabe zu Label I.
Prüfsumme und Länge: 3080 117

G0001 LBL G Berechnet Statistiken für gruppierte Daten.
G0002 s_x Gruppierte Standardabweichung.
G0003 STO S
G0004 VIEW S Zeigt die gruppierte Standardabweichung an.
G0005 \bar{x} Gewichteter Mittelwert.
G0006 STO M
G0007 VIEW M Zeigt den gewichteten Mittelwert an.
G0008 GTO I Springt für weitere Punkte zurück.
Prüfsumme und Länge: 7246 24

U0001 LBL U Dateneingabefehler rückgängig machen (undo).
U0002 -1 Gibt Dekrement für N an.
U0003 STO B
U0004 RCL F Ruft die letzte Datenhäufigkeitseingabe ab.
U0005 +/- Ändert das Vorzeichen von f_i .
U0006 STO F
U0007 GTO F Passt Zähler und Summationen an.
Prüfsumme und Länge: E469 33

Verwendete Flags:

Keine.

Programmanweisungen:

1. Geben Sie die Programmroutinen ein; drücken Sie **[C]**, wenn Sie damit fertig sind.
2. Drücken Sie **[XEQ]** S, um mit der Eingabe neuer Daten zu beginnen.
3. Geben Sie einen x_i -Wert (Datenpunkt) ein und drücken Sie **[R/S]**.
4. Geben Sie einen f_i -Wert (Häufigkeit) ein und drücken Sie **[R/S]**.

5. Drücken Sie **[R/S]** nach dem Anzeigen (VIEW) der Anzahl eingegebener Punkte.
6. Wiederholen Sie die Schritte 3 bis 5 für jeden Datenpunkt.

Wenn Sie bemerken, dass Sie nach dem Drücken von **[R/S]** in Schritt 4 einen Dateneingabefehler gemacht haben (x_i or f_i), drücken Sie **[XEQ]** U und danach noch einmal **[R/S]**. Danach kehren Sie zu Schritt 3 zurück und geben die korrekten Daten ein.

7. Wenn das letzte Datenpaar eingegeben ist, drücken Sie **[XEQ]** G, um die gruppierte Standardabweichung berechnen und anzeigen zu lassen.
8. Drücken Sie **[R/S]**, um den gewichteten Mittelwert der gruppierten Daten anzeigen zu lassen.
9. Um weitere Datenpunkte zuzufügen, drücken Sie **[R/S]** und fahren bei Schritt 3 fort. Um eine neue Problemlösung zu starten, beginnen Sie bei Schritt 2.

Verwendete Variablen:

X	Datenpunkt.
F	Häufigkeit eines Datenpunkts.
N	Datenpaarzähler.
S	Gruppierte Standardabweichung.
M	Gewichteter Mittelwert.
i	Indexvariable zur indirekten Adressierung des korrekten Statistikregisters.
Register 28	Summierung Σf_i .
Register 29	Summierung $\Sigma x_i f_i$.
Register 31	Summierung $\Sigma x_i^2 f_i$.

Beispiel:

Geben Sie die folgenden Daten ein und berechnen Sie die gruppierte Standardabweichung.

Gruppe	1	2	3	4	5	6
x_i	5	8	13	15	22	37
f_i	17	26	37	43	73	115

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:
XEQ S	X? wert	Fragt den ersten x_i -Wert ab.
5 R/S	F? wert	Speichert 5 in X; fragt den ersten f_i -Wert ab.
17 R/S	N= 1,0000	Speichert 17 in F; zeigt den Zähler an.
R/S	X? 5,0000	Fragt den zweiten x_i -Wert ab.
8 R/S	F? 17,0000	Fragt den zweiten f_i -Wert ab.
26 R/S	N= 2,0000	Zeigt den Zähler an.
R/S	X? 8,0000	Fragt den dritten x_i -Wert ab.
14 R/S	F? 26,0000	Fragt den dritten f_i -Wert ab.
37 R/S	N= 3,0000	Zeigt den Zähler an.

Statt 13 haben Sie irrtümlich 14 für x_3 eingegeben. Machen Sie Ihren Fehler rückgängig, indem Sie Routine U ausführen:

XEQ U	N= 2,0000	Entfernt die fehlerhaften Daten; zeigt den korrigierten Zähler an.
R/S	X? 14,0000	Fragt den neuen dritten x_i -Wert ab.
13 R/S	F? 37,0000	Fragt den neuen dritten f_i -Wert ab.

R/S

N=
3,0000

Zeigt den Zähler an.

R/S

X?
13,0000

Fragt den vierten x_j -Wert ab.

15 **R/S**

F?
37,0000

Fragt den vierten f_j -Wert ab.

43 **R/S**

N=
4,0000

Zeigt den Zähler an.

R/S

X?
15,0000

Fragt den fünften x_j -Wert ab.

22 **R/S**

F?
43,0000

Fragt den fünften f_j -Wert ab.

73 **R/S**

N=
5,0000

Zeigt den Zähler an.

R/S

X?
22,0000

Fragt den sechsten x_j -Wert ab.

37 **R/S**

F?
73,0000

Fragt den sechsten f_j -Wert ab.

115 **R/S**

N=
6,0000

Zeigt den Zähler an.

XEQ G

S=
11,4118

Berechnet die gruppierte Standardabweichung (s_x) der sechs Datenpunkte und zeigt sie an.

R/S

M=
23,4084

Berechnet den gewichteten Mittelwert (\bar{X}) und zeigt ihn an.

C

23,4084

Löscht VIEW.

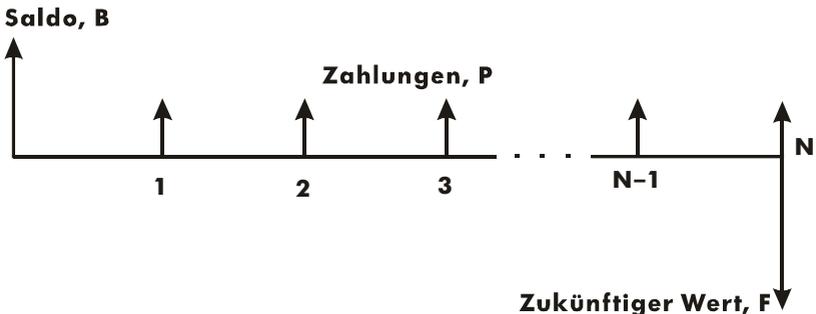
Verschiedene Programme und Gleichungen

Zeitwert des Geldes

Mit Hilfe von vier der fünf Werte der TVM-Gleichung (Time-Value-of-Money = Zeitwert des Geldes) (TVM) können Sie den fünften Wert berechnen. Diese Gleichung ist hilfreich bei einer Vielzahl von Finanzanwendungen, z. B. Verbraucherkredite, Haushypotheken und Sparkonten.

Die TVM-Gleichung lautet folgendermaßen:

$$P \left[\frac{1 - (1 + I/100)^{-N}}{I/100} \right] + F(1 + (I/100))^{-N} + B = 0$$



Die Vorzeichen der Barwerte (also Saldo, B ; Zahlungen, P ; und zukünftige Salden, F) entsprechen der Richtung des Cashflows. Eingehende Geldbeträge haben ein positives Vorzeichen, während ausgehende Zahlungen ein negatives Vorzeichen haben. Beachten Sie, dass dies aus zwei Perspektiven gesehen werden kann. Die Perspektive des Kreditgebers und die des Kreditnehmers betrachten dasselbe Problem mit unterschiedlichen Vorzeichen.

Gleichungseingabe-Modus:

Geben Sie die folgende Gleichung ein:

$$P \times 100 \times (1 - (1 + I \div 100)^{-N}) \div I + F \times (1 + I \div 100)^{-N} + B$$

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
	EQN LIST TOP oder die aktuelle Gleichung	Wählt den Gleichungsmodus.
P 100	P × 100 _	Startet die Gleichungseingabe.
	P × 100 × (1 - █	
	P × 100 × (1 - (1 + █	
I 100	× (1 - (1 + I ÷ 100 _	
	(1 - (1 + I ÷ 100) ^ █	
N	(1 + I ÷ 100) ^ -N █	
I F	100) ^ -N) ÷ I + F × █	
I	^ -N) ÷ I + F × (1 + I █	
100	I + F × (1 + I ÷ 100) █	
N	× (1 + I ÷ 100) ^ -N █	
B	1 + I ÷ 100) ^ -N + B █	
	P × 100 × (1 - (1 + I ÷	Beendet die Gleichungseingabe.
(halten)	CK=382E LN=41	Prüfsumme und Länge.

Anmerkungen:

Die TVM-Gleichung erfordert, dass I ungleich Null sein muss, um einen Fehler des Typs DIVIDE BY 0 zu vermeiden. Wenn Sie nach I lösen und sich bezüglich des aktuellen Wertes nicht sicher sind, drücken Sie 1 I, bevor Sie die SOLVE-Berechnung beginnen (I).

Die Reihenfolge, in der Sie zur Variableneingabe aufgefordert werden, ist abhängig von der Variable, nach der Sie lösen.

SOLVE-Anweisungen:

1. Wenn Ihre *erste* TVM-Berechnung das Lösen nach dem Zinssatz I ist, drücken Sie 1 **[STO]** I .
2. Drücken Sie **[\square]** **[EQN]** und blättern Sie, falls erforderlich, durch die Gleichungsliste (drücken Sie **[\uparrow]** oder **[\downarrow]**), um die TVM-Gleichung anzuzeigen.
3. Führen Sie eine der fünf folgenden Operationen aus:
 - a. Drücken Sie **[SOLVE]** N , um die Anzahl der Verzinsungszeiträume zu berechnen.
 - b. Drücken Sie **[SOLVE]** I , um den periodischen Zinssatz zu berechnen.

Für monatliche Zahlungen ist das zurückgegebene Ergebnis für I der monatliche Zinssatz, i ; drücken Sie 12 **[\times]**, um den jährlichen Zinssatz anzuzeigen.
 - c. Drücken Sie **[SOLVE]** B , um den Anfangssaldo eines Kredits oder eines Sparkontos zu berechnen.
 - d. Drücken Sie **[SOLVE]** P , um die periodischen Zahlungen zu berechnen.
 - e. Drücken Sie **[SOLVE]** F , um den zukünftigen Wert oder Saldo eines **Kredits** zu berechnen.
4. Geben Sie die Werte für die vier bekannten Variablen ein, wenn Sie dazu aufgefordert werden und drücken Sie nach jedem Wert die Taste **[R/S]**.
5. Wenn Sie **[R/S]** das letzte Mal drücken, wird der Wert der unbekanntenen Variable berechnet und angezeigt.
6. Um eine neue Variable zu berechnen oder dieselbe Variable mit anderen Daten neu zu berechnen, gehen Sie zurück zu Schritt 2.

SOLVE funktioniert in dieser Anwendung ohne Anfangsschätzungen sehr effizient.

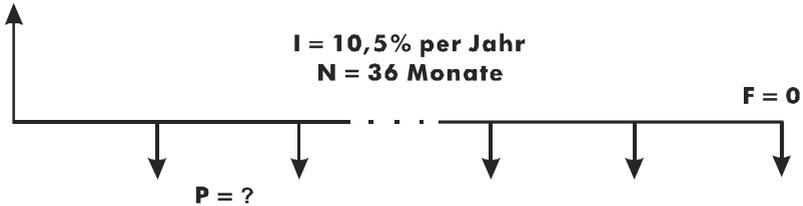
Verwendete Variablen:

N	Die Anzahl der Verzinsungszeiträume.
I	Der <i>periodische</i> Zinssatz als Prozentsatz. (Wenn der <i>jährliche</i> Zinssatz beispielsweise 15 % beträgt und es 12 Zahlungen pro Jahr gibt, beträgt der <i>periodische</i> Zinssatz, i , $15 \div 12 = 1,25$ %.)
B	Der Anfangssaldo des Darlehens oder des Sparkontos.
P	Der periodische Zahlungsbetrag.
F	Der zukünftige Wert eines Sparkontos oder der zukünftige Saldo eines Kredits.

Beispiel:

Teil 1. Angenommen, Sie finanzieren den Erwerb eines Autos mit einem Darlehen über 3 Jahre (36 Monate) zu einem jährlichen Zinssatz von 10,5 %, der monatlich berechnet wird. Der Beschaffungswert des Autos beträgt € 7.250 und die Anzahlung beträgt € 1.500.

$$B = 7,250 - 1,500$$



Tasten:
(im RPN-Modus)

Display:

Beschreibung:

[DISPLAY] {FI} 2

Legt das FIX 2-Anzeigeformat fest.

[>] **[EQN]** (**[↓]** as needed)

$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N}) / I$ Zeigt den äußersten linken Teil der TVM-Gleichung an.

[SOLVE] P

I?
wert

Wählt P , fordert zur Eingabe von I auf.

10,5 **[ENTER]** 12 **[÷]**

I?
0,88

Konvertiert den jährlichen Zinssatz in den äquivalenten monatlichen Satz.

[R/S]

N?
wert

Speichert 0,88 in I fordert zur Eingabe von N auf.

36 **[R/S]**

F?
wert

Speichert 36 in N ; fordert zur Eingabe von F auf.

0 **[R/S]**

B?
wert

Speichert 0 in F ; fordert zur Eingabe von B auf.

7250 **[ENTER]** 1500 **[−]**

B?
5.750,00

Berechnet B , den Anfangssaldo des Kredits.

[R/S]

SOLVING

Speichert 5750 in B ; berechnet die monatliche Zahlung P .

P=
-186,89

Das Ergebnis ist negativ, da das Darlehen aus der Sicht des Kreditnehmers betrachtet wurde. Das vom Kreditgeber empfangene Geld (der Anfangssaldo) ist positiv, während ausgehende Zahlungen negativ sind.

Teil 2. Welcher Zinssatz würde die monatlichen Zahlungen um €10 reduzieren?

Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
 	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N}) \div I$	Zeigt den äußersten linken Teil der TVM-Gleichung an.
|	P? -186,89	Wählt I , fordert zur Eingabe von P auf.
 	P? -186,89	Rundet die Zahlungen auf zwei Dezimalstellen.
10 	P? -176,89	Berechnet die neue Zahlung.
	N? 36,00	Speichert -176,89 in P ; fordert zur Eingabe von N auf.
	F? 0,00	Behält 36 in N ; fordert zur Eingabe von F auf.
	B? 5.750,00	Behält 0 in F ; fordert zur Eingabe von B auf.
	SOLVING I= 0,56	Behält 5750 in B ; berechnet den monatlichen Zinssatz.
12 	6,75	Berechnet den jährlichen Zinssatz.

Teil 3. Angenommen, Sie verkaufen das Auto unter Verwendung des berechneten Zinssatzes (6,75 %) nach 2 Jahren. Welcher Betrag steht noch aus? In anderen Worten, wie hoch ist der zukünftige Saldo in 2 Jahren?

Beachten Sie, dass der Zinssatz, I , in Teil 2 *nicht* Null ist, so dass Sie keinen DIVIDE BY 0-Fehler verursachen, wenn Sie den neuen Zinssatz I berechnen.

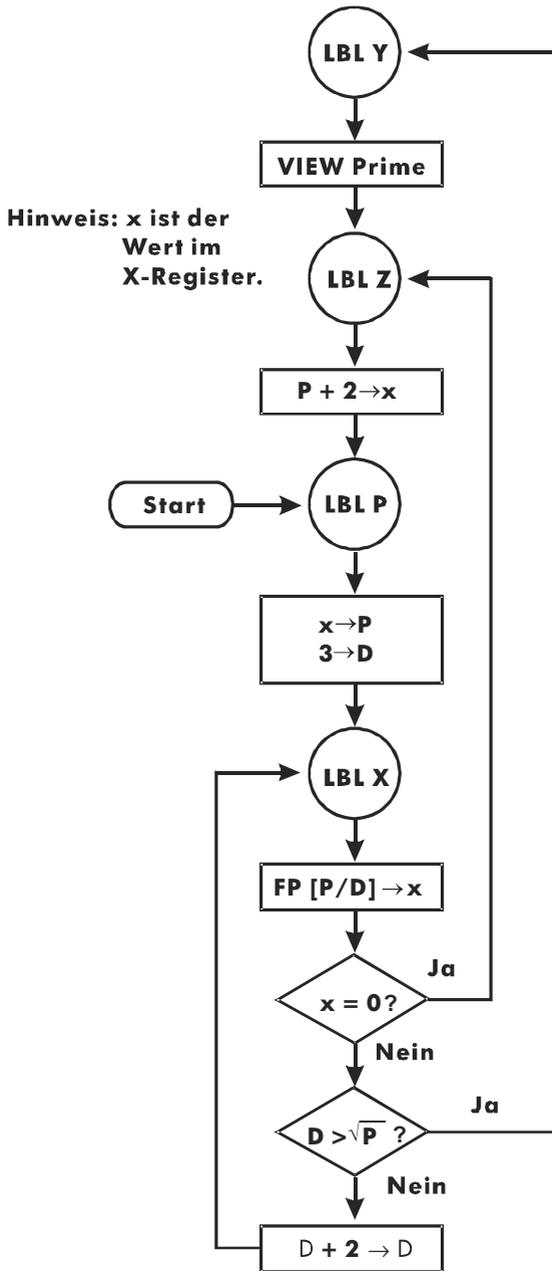
Tasten: (im RPN-Modus)	Display:	Beschreibung:
 	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N}) \div I$	Zeigt den äußersten linken Teil der TVM-Gleichung an.

SOLVE F	P?	Wählt F , fordert zur Eingabe von P auf.
	-176,89	
R/S	I?	Behält P , fordert zur Eingabe von I auf.
	0,56	
R/S	N?	Behält 0,56 in I ; fordert zur
	36,00	Eingabe von N . auf.
24 R/S	B?	Speichert 24 in N ; fordert zur
	5.750,00	Eingabe von B auf.
R/S	SOLVING	Behält 5750 in B ; berechnet F ,
	F=	den zukünftigen Saldo. Auch hier
	-2.047,05	ist das Vorzeichen negativ, ein
		Hinweis darauf, dass Sie diesen
		Betrag zahlen müssen.
DISPLAY {FIX} 4		Legt das FIX 4-Format fest.

Primzahlgenerator

Dieses Programm akzeptiert alle positiven Ganzzahlen größer 3. Wenn es sich bei der Zahl um eine Primzahl handelt (nicht teilbar durch Ganzzahlen außer durch sich selbst und 1), dann gibt das Programm den Eingabewert zurück. Wenn es sich bei der Eingabe nicht um eine Primzahl handelt, dann gibt das Programm die erste Primzahl zurück, die größer als die Eingabe ist.

Das Programm identifiziert Nicht-Primzahlen durch Ausprobieren aller möglichen Faktoren. Wenn es sich bei einer Zahl nicht um eine Primzahl handelt, fügt das Programm 2 hinzu (um sicherzustellen, dass der Wert immer noch ungerade ist) und prüft, ob es eine Primzahl gefunden hat. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis eine Primzahl gefunden wurde.



Programmliste:

Programmzeilen: (im ALG-Modus)

Beschreibung

Y0001 LBL Y Diese Routine zeigt die Primzahl P an.

Y0002 VIEW P

Prüfsumme und Länge: AA7A 6

Z0001 LBL Z Diese Routine fügt 2 zu P hinzu.

Z0002 2

Z0003 RCL+ P

Prüfsumme und Länge: 8696 21

P0001 LBL P Diese Routine speichert den Eingabewert für P .

P0002 STO P

P0003 ÷

P0004 2

P0005 ENTER

P0006 FP

P0007 x<>y

P0008 0

P0009 x=y? Prüft auf die Eingabe einer *geraden* Zahl.

P0010 1

P0011 STO+ P Inkrementiert P , wenn die Eingabe eine gerade Zahl ist.

P0012 3 Speichert 3 in Test-Divisor, D .

P0013 STO D

Prüfsumme und Länge: DOB8 87

X0001 LBL X Diese Routine testet P , um zu ermitteln, ob es sich um eine Primzahl handelt.

X0002 RCL P

X0003 RCL+D

X0004 FP Findet Nachkommastellen von $P ÷ D$.

X0005 x=0? Testet auf einen Rest von Null (*keine* Primzahl).

X0006 GTO Z Versucht die nächste Möglichkeit, wenn die Zahl keine Primzahl ist.

X0007 RCL P

**Programmzeilen:
(im ALG-Modus)**

Beschreibung

X0008 \sqrt{x}

X0009 $x \langle \rangle y$

X0010 RCL D

X0011 $x > y ?$

Überprüft, ob alle möglichen Faktoren probiert wurden.

X0012 GTO Y

Wenn alle Faktoren ausprobiert wurden, Verzweigung zur Display-Routine.

X0013 2

Berechnet den nächsten möglichen Faktor, $D + 2$.

X0014 STO+ D

X0015 GTO X

Verzweigt, um potenzielle Primzahl mit neuem Faktor zu testen.

Prüfsumme und Länge: 161E 57

Verwendete Flags:

Keine.

Programmieranweisungen:

1. Geben Sie die Programmroutinen ein und drücken Sie **[C]**.
2. Geben Sie die eine positive Ganzzahl größer als 3 ein.
3. Drücken Sie **[XEQ]** P , um das Programm auszuführen. Die Primzahl P wird angezeigt.
4. Um die nächste Primzahl anzuzeigen, drücken Sie **[R/S]**.

Verwendete Variablen:

P Primwert und potenzielle Primwerte.

D Divisor zum Testen des aktuellen Wertes von P .

Anmerkungen:

Es wird kein Test ausgeführt, um sicherzustellen, dass die Eingabe größer als 3 ist.

Beispiel:

Wie lautet die erste Primzahl nach 789? Wie lautet die nächste Primzahl?

Tasten: (im ALG-Modus)	Display:	Beschreibung:
789 ▣ ▣ P	P= 797,0000	Berechnet die nächste Primzahl nach 789.
▣ /S	P= 809,0000	Berechnet die nächste Primzahl nach 797.

Teil 3

Anhänge und Hinweise

Support, Batterien und Service

Rechner-Support (Technische Unterstützung)

Bei unserer Rechner-Support-Abteilung erhalten Sie Antworten zu Ihren Fragen zur Benutzung Ihres Taschenrechners. Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass viele Kunden ähnliche Fragen zu unseren Produkten haben – daher bieten wir Ihnen den folgenden Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen". Wenn Sie keine Antwort auf Ihre Frage finden, wenden Sie sich an die Support-Abteilung für den Taschenrechner. Siehe hierzu Seite A-9.

Antworten auf allgemeine Fragen

F: Wie kann ich herausfinden, ob der Rechner richtig funktioniert?

A: Lesen Sie auf Seite A-6 nach – dort finden Sie eine Beschreibung des diagnostischen Selbsttests.

F: Meine Zahlen verwenden als Dezimalzeichen ein Komma statt des Punktes. Wie verwende ich wieder den Punkt?

A: Verwenden Sie die **MODES** {·}-Funktion (Seite 1-18).

F: Wie ändere ich die Anzahl der Dezimalstellen im Display?

A: Verwenden Sie das **DISPLAY**-Menü (Seite 1-18).

F: Wie lösche ich Speicherteile oder den gesamten Speicher?

A: **←** **CLEAR** zeigt das CLEAR-Menü an, in dem Sie alle Variablen, alle Programme (nur im Programmeingabemodus), die Statistik-Register oder den gesamten Benutzerspeicher (nicht während der Programmeingabe) löschen können.

F: Was bedeutet ein "E" in einer Zahl (zum Beispiel in $2,51E-13$)?

A: *Exponent* von zehn; das bedeutet $2,51 \times 10^{-13}$.

F: Der Rechner zeigt die Meldung MEMORY FULL. Was soll ich tun?

A: Sie müssen einen Teil des Speichers löschen, bevor Sie fortfahren. (Siehe Anhang B.)

F: Warum zeigt die Berechnung des Sinus (oder Tangens) von π im Bogenmaß eine sehr kleine Zahl – statt 0?

A: π kann nicht *exakt* durch die 12-stellige Genauigkeit des Rechners dargestellt werden.

F: Warum erhalte ich falsche Antworten, wenn ich die Trigonometrie-Funktionen verwende?

A: Sie müssen dafür sorgen, dass sich der Rechner im richtigen Winkelmodus (**MODES** {DEG}, {RAD}, oder {GRAD}) befindet.

F: Was bedeutet ein *Indikator* im Display?

A: Er zeigt etwas über den Status des Rechners an. Siehe "Indikatoren" in Kapitel 1.

F: Zahlen werden als Brüche dargestellt. Wie kann ich Dezimalzahlen anzeigen lassen?

A: Drücken Sie  **FDISP**.

Umgebungsbedingungen

Um die Zuverlässigkeit des Produktes zu sicherzustellen, beachten sie die folgenden Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzen:

- Betriebstemperatur: 0 bis 45 °C (32 bis 113 °F).
- Lagerungstemperatur: -20 bis 65 °C (-4 bis 149 °F).
- Betriebs- und Lagerungsluftfeuchtigkeit: 90 % relative Luftfeuchtigkeit bei 40 °C (104 °F) maximal.

Batteriewechsel

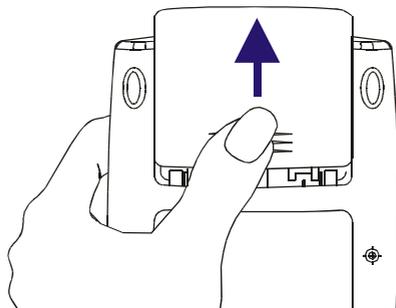
Der Rechner wird mit zwei 3 Volt-Lithium-Knopfzellen, CR2032, betrieben.

Tauschen Sie die Batterien so bald wie möglich, wenn die Warnanzeige für niedrigen Batteriestand (☐) erscheint. Falls die Batterie-Warnanzeige zu sehen ist und das Display schwächer wird, können Sie Daten verlieren. Falls es zu einem Datenverlust gekommen ist, wird MEMORY CLEAR angezeigt.

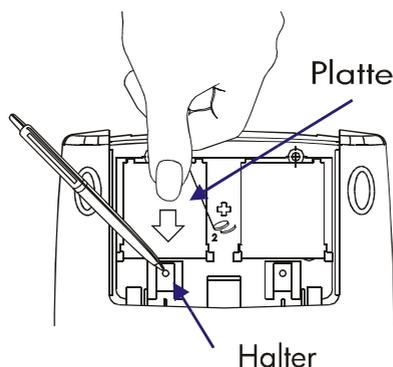
Sobald Sie die Batterien herausgenommen haben, ersetzen Sie sie innerhalb von 2 Minuten, um keine gespeicherten Daten zu verlieren. (Sorgen Sie dafür, dass Sie frische Batterien zur Hand haben, wenn Sie das Batteriefach öffnen.)

Einsetzen der Batterien:

1. Legen Sie zwei neue Knopfzellen-Batterien bereit. Kontakt mit den Batteriepolen vermeiden. Batterien nur am Rand anfassen.
2. Vergewissern Sie sich, dass der Rechner AUSgeschaltet ist. Drücken Sie nicht auf ON (☐), solange der Batteriewechsel nicht abgeschlossen ist. Falls der Rechner beim Batteriewechsel EINGeschaltet ist, wird der Permanent Speicher gelöscht.
3. Drehen Sie den Taschenrechner um, und schieben Sie die Abdeckung vom Batteriefach.



4. **Tauschen Sie niemals zwei verbrauchte Batterien gleichzeitig aus; dies kann zu Datenverlust führen.** Entnehmen Sie eine der beiden Batterien. Drücken Sie die Befestigung nach unten. Schieben Sie die Platte in die abgebildete Richtung, und heben Sie sie an.



Warnung **Zerstören Sie keine Batterien, stechen Sie sie nicht auf und werfen Sie sie nicht ins Feuer. Die Batterien können platzen oder explodieren und dabei giftige Chemikalien freisetzen.**



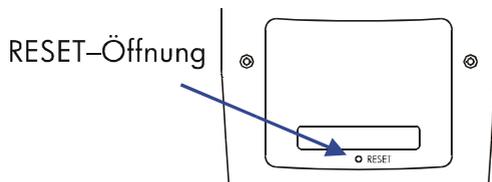
5. Legen Sie eine neue CR2032-Lithiumbatterie ein und stellen Sie sicher, dass das Pluszeichen (+) nach außen zeigt. Setzen Sie die Platte wieder ein und lassen Sie sie einrasten.
6. Wechseln Sie die zweite Batterie wie in den Schritten 4 bis 5. Achten Sie darauf, dass das (+)-Zeichen bei beiden Batterien nach außen zeigt.
7. Setzen Sie die Batteriefachabdeckung wieder auf.
8. Drücken Sie **[C]**.

Testen der Rechner-Funktionalität

Gehen Sie anhand der folgenden Richtlinien vor, um zu prüfen, ob der Rechner korrekt arbeitet. Testen Sie den Rechner nach jedem Schritt, um zu prüfen, ob seine Funktionalität wieder hergestellt ist. Falls Ihr Rechner repariert werden muss, lesen Sie auf Seite A-9 nach.

- **Der Rechner lässt sich nicht einschalten (Schritte 1 bis 4) oder reagiert nicht, wenn Sie die Tasten drücken (Schritte 1 bis 3):**

1. Setzen Sie den Rechner zurück. Halten Sie die **[C]**-Taste gedrückt und drücken Sie **[LN]**. Eventuell müssen Sie diese Tastenkombination einige Male wiederholen.
2. Löschen Sie den Speicher. Halten Sie **[C]** gedrückt und drücken Sie zusätzlich die beiden Tasten **[e^x]** und **[$\Sigma+$]**. Der Speicher wird gelöscht und es wird MEMORY CLEAR angezeigt, wenn Sie alle drei Tasten loslassen.
3. Entnehmen Sie die Batterien (siehe "Batteriewechsel") und drücken Sie leicht mit einer Münze gegen beide Batteriekontakte im Rechner. Tauschen Sie die Batterien und schalten Sie den Rechner ein. Er sollte MEMORY CLEAR anzeigen.
4. Wenn der Rechner auch dann nicht auf einen Tastendruck reagiert, führen Sie die nachfolgenden Schritte durch, drücken Sie mit einem spitzen, dünnen Gegenstand in die RESET-Öffnung. Gespeicherte Daten bleiben gewöhnlich erhalten.



Falls diese drei Schritte zur Wiederinbetriebnahme des Rechners fehlschlagen sollten, muss das Gerät repariert werden.

■ **Falls der Rechner auf Tastatureingaben reagiert, Sie aber vermuten, dass er nicht richtig funktioniert:**

1. Lassen Sie den Selbsttest ablaufen, der im nächsten Abschnitt beschrieben wird. Falls der Rechner diesen Test nicht besteht, muss er repariert werden.
2. Wenn der Rechner den Selbsttest besteht, haben Sie vielleicht einen Bedienungsfehler gemacht. Lesen Sie die entsprechenden Abschnitte dieses Handbuchs erneut und beachten Sie die "Antworten auf allgemeine Fragen" (Seite A-1).
3. Wenden Sie sich an die Support-Abteilung für den Taschenrechner. Siehe hierzu Seite A-9.

Der Selbsttest

Wenn das Display arbeitet, aber der Rechner nicht richtig zu funktionieren scheint, führen Sie den folgenden, diagnostischen Selbsttest durch.

1. Halten Sie die **[C]**-Taste gedrückt, drücken Sie dann gleichzeitig auf **[v^x]**.
2. Drücken Sie jede Taste achtmal und beobachten Sie die verschiedenen angezeigten Muster. Nachdem Sie eine Taste achtmal gedrückt haben, zeigt der Rechner die Copyright-Meldung © 2003 HP DEV CO. L. P. an, danach die Meldung **KBD 01**.
3. Starten Sie mit **[2^x]** und gehen Sie von links nach rechts vor. Drücken Sie dabei jede Taste in der obersten Reihe. Danach drücken Sie jede Taste in der zweiten Reihe, wieder von links nach rechts, dann die Tasten der dritten Reihe – und so weiter, bis Sie bei **[+]** angelangt sind. Drücken Sie dann die nachstehenden Tasten in Folge: **[ENG]** **[↑]** **[MODES]**
[←] **[→]** **[SOLVE]** **[↓]** **[DISPLAY]**.
 - Wenn Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge drücken und diese korrekt funktionieren, zeigt der Rechner **KBD** an, gefolgt von zweistelligen Zahlen. (Der Rechner zählt die Tastenanschlüsse im Hexadezimalsystem.)
 - Wenn Sie eine Taste außerhalb der Reihe drücken oder eine Taste nicht richtig funktioniert, wird beim nächsten Tastendruck eine Fehlermeldung angezeigt. (Siehe Schritt 4.)
4. Der Selbsttest liefert eines der folgenden zwei Ergebnisse:
 - Der Rechner zeigt **33S-OK**, wenn der Selbsttest bestanden ist. Fahren Sie mit Schritt 5 fort.
 - Der Rechner zeigt **33S-FAIL**, gefolgt von einer einstelligen Zahl, wenn der Selbsttest fehlgeschlagen ist. Falls Sie die Meldung angezeigt bekamen, weil Sie eine Taste außerhalb der Reihe gedrückt haben, setzen Sie den Rechner zurück (halten Sie **[C]** gedrückt, drücken Sie **[LN]**) und führen Sie den Selbsttest erneut aus. Haben Sie die Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt und bekamen diese Meldung dennoch angezeigt, so wiederholen Sie den Test, um das Ergebnis zu überprüfen. Falls der Rechner erneut beim Test versagt, muss er repariert werden (siehe Seite A-9). Legen Sie eine Abschrift der Fehlermeldung bei, wenn Sie den Rechner zur Reparatur einschicken.
5. Um den Selbsttest zu beenden, setzen Sie den Rechner zurück (halten Sie **[C]** gedrückt und drücken Sie **[LN]**).

Das Drücken von **C** und **1/x** startet einen Endlos-Selbsttest, der im Werk verwendet wird. Sie können diesen Werkstest anhalten, indem Sie eine beliebige Taste drücken.

Garantie

HP 33s Scientific Calculator; Garantiezeit: 12 Monate

1. HP garantiert Ihnen, dem Endkunden, im oben angegebenen Zeitraum, dass HP-Hardware, Zubehör und Zulieferteile frei von Material- und Herstellungsfehlern sind. Wenn HP während der Garantiezeit ein Defekt angezeigt wird, so wird HP die Produkte, die sich nachweislich als defekt erweisen, nach eigenem Ermessen entweder reparieren oder austauschen. Austauschprodukte sind entweder neu oder neuwertig.
2. HP garantiert Ihnen, dass HP-Software nicht aufgrund von Material- oder Herstellungsfehlern nach Kaufdatum und innerhalb der oben genannten Garantiezeit beim Ausführen ihrer Programmieranweisungen ausfallen wird, wenn sie bestimmungsgemäß installiert und verwendet wird. Wenn HP während der Garantiezeit ein Defekt angezeigt wird, so wird HP das Softwaremedium austauschen, das seine Programmieranweisungen aufgrund solcher Defekte nicht ausführt.
3. HP garantiert nicht, dass der Betrieb von HP-Produkten unterbrechungs- und fehlerfrei abläuft. Falls HP innerhalb einer zumutbaren Zeit nicht in der Lage sein sollte, ein Produkt wie garantiert zu reparieren oder auszutauschen, so erhalten Sie nach Einsendung des Produktes auf Aufforderung umgehend den Kaufpreis erstattet.
4. HP-Produkte können überholte Teile enthalten, die in ihrer Leistung gleichwertig mit Neuteilen sind oder die gelegentlich benutzt worden sind.
5. Die Garantie gilt nicht für Defekte, die verursacht wurden durch (a) inkorrekte oder unangemessene Wartung oder Kalibrierung, (b) Software, Schnittstellen, Teile oder Zulieferteile von Fremdherstellern (nicht von HP bereitgestellt), (c) unautorisierte Modifikation oder Missbrauch, (d) Betrieb jenseits der veröffentlichten Spezifikationen für die zulässigen Umgebungsbedingungen des Produktes oder (e) inkorrekte Standortaufbereitung oder -wartung.

6. HP GEWÄHRT KEINE WEITEREN VERTRAGLICHEN GARANTIEEN ODER KUNDENBEDINGUNGEN, WEDER SCHRIFTLICH NOCH MÜNDLICH. SOWEIT NACH LOKALEN GESETZEN ZULÄSSIG, WIRD JEGLICHE GESETZLICHE GEWÄHRLEISTUNG ODER KUNDENBEDINGUNG AUF ALLGEMEINE GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT, ZUFRIEDENSTELLENDE QUALITÄT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUF DIE DAUER DER OBEN FESTGESETZTEN VERTRAGLICHEN GEWÄHRLEISTUNG BESCHRÄNKT. Einige Länder, Staaten oder Provinzen erlauben keine Einschränkungen der Dauer der gesetzlichen Garantie, daher treffen die oben erwähnten Einschränkungen eventuell nicht auf Sie zu. Diese Garantie verleiht Ihnen spezifische juristische Rechte, darüber hinaus können Ihnen weitere Rechte zustehen, welche von Land zu Land, Staat zu Staat, Provinz zu Provinz variieren können.
7. SOWEIT NACH LOKALEN GESETZEN ZULÄSSIG, SIND DIE GEWÄHRLEISTUNGSANSPRÜCHE IN DIESER GARANTIEERKLÄRUNG IHRE EINZIGEN UND EXKLUSIVEN GEWÄHRLEISTUNGSANSPRÜCHE. ÜBER DEN OBEN ANGEGEBENEN UMFANG HINAUS, HAFTEN HP ODER HPs ZULIEFERER NICHT FÜR DATENVERLUSTE ODER FÜR DIREKTE, SPEZIELLE, INDIREKTE, FOLGE- (EINSCHLIESSLICH ENTGANGENER GEWINN ODER DATEN) ODER ANDERE SCHÄDEN, OB VERTRAGLICH, ALS SCHADENSERSATZ ODER AUF ANDERE WEISE. Einige Länder, Staaten oder Provinzen erlauben keinen Ausschluss oder keine Beschränkung hinsichtlich indirekter oder Folgeschäden, daher treffen die obigen Beschränkungen eventuell nicht auf Sie zu.
8. Die einzigen Garantien für HP-Produkte und -Dienste werden in den vertraglichen Garantieerklärungen festgelegt, die die Produkte und Dienste begleiten. Nichts hierin kann als Festlegung einer zusätzlichen Garantie ausgelegt werden. HP haftet nicht für technische und redaktionelle Fehler oder Auslassungen, die hierin enthalten sind.

FÜR KUNDENGESCHÄFTE IN AUSTRALIEN UND NEUSEELAND: DIE GARANTIEBEDINGUNGEN, DIE IN DIESER ERKLÄRUNG ENTHALTEN SIND, SCHLIESSEN, ÜBER DEN GESETZLICH ERLAUBTEN UMFANG HINAUS, KEINE RECHTSVERBINDLICHEN GESETZLICHEN RECHTE, DIE BEIM KAUF DIESES PRODUKTES DURCH SIE ANWENDBAR SIND, AUS, SCHRÄNKEN SIE EIN ODER ÄNDERN SIE, SONDERN ERGÄNZEN DIESE.

Service

Europa

Land:	Telefonnummern
Österreich	+43-1-3602771203
Belgien	+32-2-7126219
Dänemark	+45-8-2332844
Osteuropäische Länder	+420-5-41422523
Finnland	+35-89640009
Frankreich	+33-1-49939006
Deutschland	+49-69-95307103
Griechenland	+420-5-41422523
Niederlande	+31-2-06545301
Italien	+39-02-75419782
Norwegen	+47-63849309
Portugal	+351-229570200
Spanien	+34-915-642095
Schweden	+46-851992065
Schweiz	+41-1-4395358 (Deutsch) +41-22-8278780 (Französisch) +39-02-75419782 (Italienisch)
Türkei	+420-5-41422523
Großbritannien	+44-207-4580161
Tschechien	+420-5-41422523
Südafrika	+27-11-2376200
Luxemburg	+32-2-7126219
Andere Europäische Länder	+420-5-41422523

Asia-Pazifik

Land:	Telefonnummern
Australien	+61-3-9841-5211
Singapur	+61-3-9841-5211

Lateinamerika

Land:	Telefonnummern
Argentinien	0-810-555-5520 Sao Paulo 3747-7799; ROTC
Brasilien	0-800-157751
Mexiko	Mx City 5258-9922; ROTC 01-800-472-6684
Venezuela	0800-4746-8368
Chile	800-360999
Kolumbien	9-800-114726
Peru	0-800-10111
Zentralamerika und Karibik	1-800-711-2884
Guatemala	1-800-999-5105
Puerto Rico	1-877-232-0589
Costa Rica	0-800-011-0524

Nordamerika

Land:	Telefonnummern
USA	1800-HP INVENT
Kanada	(905)206-4663 oder 800-HP INVENT

ROTC = Rest of the country – übriges Land

Unter <http://www.hp.com> finden Sie die neuesten Service- und Support-Informationen.

Regulierungsinformationen

Dieser Abschnitt enthält Informationen, die zeigen, dass der HP 33s scientific calculator mit den Regulierungen in bestimmten Regionen übereinstimmt. Jegliche Modifikationen, die nicht ausdrücklich von Hewlett-Packard zugelassen sind, können das Recht zum Betreiben des 33s in diesen Regionen erlöschen lassen.

USA

Dieser Rechner erzeugt, verwendet und kann Hochfrequenzenergie abstrahlen und kann zu Störungen des Radio- und Fernsehempfangs führen. Der Rechner stimmt mit den Grenzwerten für Class B-Digitalgeräte überein, gemäß Teil 15 der FCC-Regulativen. Diese Grenzwerte wurden zum angemessenen Schutz vor schädlichen Störungen beim Einsatz in Wohngebieten entworfen.

Allerdings kann nicht garantiert werden, dass in bestimmten Installationen keine Störungen auftreten werden. Im unwahrscheinlichen Fall der Störung des Radio- oder Fernsehempfangs (was leicht durch Aus- und Einschalten des Rechners festgestellt werden kann), wird dem Anwender empfohlen, die Störung durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen zu beheben:

- Neuausrichtung oder Neuplatzierung der Empfangsantenne.
- Neuplatzierung des Rechners relativ zum Empfänger.

Kanada

Dieses Class B-Digitalgerät stimmt mit der Kanadischen ICES-003 überein.

Cet appareil numérique de la classe B est conforme a la norme NMB-003 du Canada.

Japan

この装置は、情報処理装置等電波障害自主規制協議会(VCCI)の基準に基づく第二情報技術装置です。この装置は、家庭環境で使用することを目的としていますが、この装置がラジオやテレビジョン受信機に近接して使用されると、受信障害を引き起こすことがあります。

取扱説明書に従って正しい取り扱いをしてください。

Erklärung zur Geräuschentwicklung. In Betriebsposition unter normalen Einsatzbedingungen (per ISO 7779): LpA < 70 dB.

Entsorgung von Altgeräten aus privaten Haushalten in der EU



Das Symbol auf dem Produkt oder seiner Verpackung weist darauf hin, dass das Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden darf. Benutzer sind verpflichtet, die Altgeräte an einer Rücknahmestelle für Elektro- und Elektronik-Altgeräte abzugeben. Die getrennte Sammlung und ordnungsgemäße Entsorgung Ihrer Altgeräte trägt zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen bei und garantiert eine Wiederverwertung, die die

Gesundheit des Menschen und die Umwelt schützt. Informationen dazu, wo Sie Rücknahmestellen für Ihre Altgeräte finden, erhalten Sie bei Ihrer Stadtverwaltung, den örtlichen Müllentsorgungsbetrieben oder im Geschäft, in dem Sie das Gerät erworben haben.

Benutzerspeicher und der Stack

Dieser Anhang befasst sich mit:

- Der Belegung und den Speicherbedarf des Benutzerspeichers,
- Wie man den Rechner zurücksetzt, ohne den Speicher zu beeinflussen,
- Wie man den gesamten Benutzerspeicher löscht (bereinigt) und die System-Standardvorgaben wiederherstellt, und
- Welche Operationen den Stack Lift (die Aufwärtsverschiebung des Stacks) beeinflussen.

Rechnerspeicher verwalten

Der HP 33s verfügt über 31KB an Benutzerspeicher, der Ihnen für jede Kombination gespeicherter Daten (Variablen, Gleichungen oder Programmzeilen) zur Verfügung steht. SOLVE, ∫FN und statistische Berechnungen benötigen ebenfalls Benutzerspeicher. (Die ∫FN-Operation ist ein besonders starker "Speicherfresser".)

All Ihre gespeicherten Daten bleiben erhalten, bis Sie sie ausdrücklich löschen. Die Meldung MEMORY FULL bedeutet, dass derzeit nicht genügend freier Speicher für die gerade versuchte Operation zur Verfügung steht. Sie müssen einen Teil des Speichers (oder den gesamten Speicher) löschen. Beispielsweise können Sie:

- Beliebige oder alle Gleichungen löschen (siehe "Gleichungen bearbeiten und löschen" in Kapitel 6).
- Beliebige oder alle Programme löschen (siehe "Ein Programm oder mehrere Programme löschen" in Kapitel 12).
- Den gesamten Benutzerspeicher löschen (drücken Sie  CLEAR {ALL}).

Um zu sehen, wie viel Speicher verfügbar ist, drücken Sie  MEM. Das Display zeigt die Anzahl verfügbarer Bytes.

Um den Speicherbedarf bestimmter Gleichungen in der Gleichungsliste abzurufen:

1. Drücken Sie  **EQN**, um den Gleichungsmodus zu aktivieren. (EQN LIST TOP oder das linke Ende der aktuellen Gleichung wird angezeigt.)
2. Scrollen (blättern / rollen) Sie, falls notwendig, durch die Gleichungsliste (drücken Sie  oder ), bis Sie die gewünschte Gleichung sehen.
3. Drücken Sie  **SHOW**, um die Prüfsumme (hexadezimal) und Länge (in Bytes) der Gleichung anzuzeigen. Beispiel: CK=382E LN=41.

So zeigen Sie den gesamten Speicherverbrauch eines bestimmten Programms an:

1. Drücken Sie  **MEM** {PGM}, um das erste Label in der Programmliste anzuzeigen.
2. Scrollen Sie durch die Programmliste (drücken Sie  oder ), bis Sie das gewünschte Programm-Label und die Größe sehen). Beispiel: LBL F LN=57.
3. Optional: Drücken Sie  **SHOW**, um die Prüfsumme (hexadezimal) und Länge (in Bytes) des Programms anzuzeigen. Beispiel: CK=9CC9 LN=57 für Programm F.

So zeigen Sie den Speicherbedarf einer Gleichung in einem Programm an:

1. Zeigen Sie die Programmzeile an, welche die Gleichung enthält.
2. Drücken Sie  **SHOW**, um Prüfsumme und Länge zu sehen, Beispiel: CK=AB71 LN=15.

Um manuell Speicher freizugeben, der von einer unterbrochenen SOLVE- oder ∫FN-Berechnung belegt wurde, drücken Sie  **RTN**. Diese Freigabe geschieht automatisch, wann immer Sie ein Programm oder eine andere SOLVE- oder ∫FN-Berechnung ausführen.

Rücksetzen des Rechners

Falls der Rechner nicht auf Tastenbetätigungen reagieren sollte oder sich sonstwie ungewöhnlich verhält, versuchen Sie, ihn zurückzusetzen. Das Rücksetzen des Rechners hält die Ausführung der aktuellen Berechnung an und beendet die Programmeingabe, Zifferneingabe, ein laufendes Programm, eine SOLVE-Berechnung, eine \int FN-Berechnung, eine VIEW-Anzeige oder eine INPUT-Anzeige. Gespeicherte Daten bleiben gewöhnlich erhalten.

Um den Rechner zurückzusetzen, halten Sie die **[C]**-Taste gedrückt und drücken dazu **[LN]**. Falls sich der Rechner nicht zurücksetzen lässt, versuchen Sie zunächst, frische Batterien einzusetzen. Falls sich der Rechner nicht zurücksetzen lässt oder nach wie vor nicht richtig arbeitet, sollten Sie versuchen, den Speicher mit Hilfe der speziellen Prozedur zu löschen, die im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

Wenn der Rechner auch dann nicht auf einen Tastendruck reagiert, führen Sie die nachfolgenden Schritte durch, drücken Sie mit einem spitzen, dünnen Gegenstand in die RESET-Öffnung.

Der Rechner kann sich selbst zurücksetzen, wenn er fallengelassen oder die Stromversorgung unterbrochen wird.

Speicher löschen

Der übliche Weg, den Speicher zu löschen, besteht darin, **[MC]** **[CLEAR]** **{ALL}** zu drücken. Allerdings gibt es eine wirksamere Löschmethode, die zusätzliche Daten zurücksetzt und nützlich ist, wenn die Tastatur nicht richtig funktioniert.

Falls der Rechner nicht auf Tastenanschläge reagiert und Sie den Betrieb nicht durch Rücksetzen oder Austausch der Batterien wiederherstellen können, probieren Sie die folgende MEMORY CLEAR-Methode. Diese Tastenfolgen löschen den gesamten Speicher, setzen den Rechner zurück und setzen sämtliche Formate und Modi auf ihre werksseitigen *Standardwerte* zurück (unten gezeigt):

1. Drücken und halten Sie die **[C]**-Taste.
2. Halten Sie die **[e^x]**-Taste gedrückt.
3. Drücken Sie **[Σ+]**. (Diese drei Tasten drücken Sie gleichzeitig.) Wenn Sie alle drei Tasten loslassen, zeigt das Display **MEMORY CLEAR**, wenn die Operation erfolgreich war.

Kategorie	CLEAR ALL	MEMORY CLEAR (Standard)
Winkelmodus	Unverändert	Grad
Basismodus	Unverändert	Dezimal
Kontrasteinstellung	Unverändert	Mittel
Dezimalzeichen	Unverändert	","
Nenner (\sqrt{c} -Wert)	Unverändert	4095
Anzeigeformat	Unverändert	FIX 4
Flags	Unverändert	Gelöscht
Bruchanzeigemodus	Unverändert	Aus
Zufallszahlen-Startwert	Unverändert	Null
Gleichungszeiger	EQN LIST TOP	EQN LIST TOP
Gleichungsliste	Gelöscht	Gelöscht
FN = Label	Null	Null
Programmzeiger	PRGM TOP	PRGM TOP
Programmspeicher	Gelöscht	Gelöscht
Stack Lift	Aktiviert	Aktiviert
Stack-Register	Zu Null gelöscht	Zu Null gelöscht
Variablen	Zu Null gelöscht	Zu Null gelöscht

Der Speicher kann versehentlich gelöscht werden, wenn der Rechner fallengelassen oder die Stromversorgung unterbrochen wird.

Der Status von Stack Lift

Die vier Stack-Register sind immer vorhanden, der Stack hat jederzeit einen *Stack-Lift-Status*. Das heißt, dass Stack Lift immer hinsichtlich seines Verhaltens *aktiviert* oder *deaktiviert* ist, wenn die nächste Zahl in das X-Register gesetzt wird. (Siehe Kapitel 2, "Der automatische Stack-Speicher".)

Sämtliche Funktionen, mit Ausnahme der nachstehend aufgeführten, aktivieren Stack Lift.

Deaktivierende Operationen

Die vier Operationen ENTER, $\Sigma+$, $\Sigma-$ und CLx deaktivieren Stack Lift. Eine Zahleneingabe nach einer dieser deaktivierenden Operationen überschreibt die aktuell im X-Register vorhandene Zahl. Die Y-, Z- und T-Register bleiben unverändert.

Zusätzlich wird Stack Lift ebenfalls deaktiviert, wenn **C** und **←** wie CLx arbeiten.

Die INPUT-Funktion *deaktiviert* Stack Lift, da sie das Programm zur Eingabeaufforderung anhält (so überschreibt jede zu diesem Zeitpunkt eingegebene Zahl das X-Register), *aktiviert* Stack Lift aber, wenn das Programm fortgesetzt wird.

Neutrale Operationen

Die folgenden Operationen beeinflussen den Status von Stack Lift nicht:

DEG, RAD, GRAD	FIX, SCI, ENG, ALL	DEC, HEX, OCT, BIN	CLVARS
PSE OFF	SHOW R/S und STOP	RADIX . RADIX , ↑ und ↓	CLΣ C * und ← *
MEM {VAR}**	MEM {PGM}**	GTO . .	GTO . label nnnn
EQN	FDISP	Fehler	PRGM und Programmeingabe
Umschalten binärer Fenster	Zifferneingabe		
* Außer, wenn wie CLx benutzt.			
**Einschließlich sämtlicher durchgeführter Operationen, wenn der Katalog angezeigt wird, außer {VAR} ENTER und {PGM} XEQ , welche Stack Lift aktivieren.			

Der Status von LAST X-Register

Die folgenden Operationen speichern x im LAST X-Register:

$+, -, \times, \div$	$\sqrt{x}, x^2, \sqrt[3]{x}, x^3$	$e^x, 10^x$
LN, LOG	$y^x, \sqrt[y]{y}$	$1/x, \text{INT}\div, \text{Rmdr}$
SIN, COS, TAN	ASIN, ACOS, ATAN	
SINH, COSH, TANH	ASINH, ACOSH, ATANH	IP, FP, SGN, INTG, RND, ABS
%, %CHG	$\Sigma+, \Sigma-$	RCL+, -, \times, \div
$y, x \rightarrow \theta, r$	$\rightarrow \text{HR}, \rightarrow \text{HMS}$	$\rightarrow \text{DEG}, \rightarrow \text{RAD}$
$\theta, r \rightarrow y, x$		
nCr	$x!$	CMPLEX +/-
nPr		
CMPLEX $+, -, \times, \div$	CMPLEX $e^x, \text{LN}, y^x,$ $1/x$	CMPLEX SIN, COS, TAN
$\rightarrow \text{kg}, \rightarrow \text{lb}$	$\rightarrow ^\circ\text{C}, \rightarrow ^\circ\text{F}$	$\rightarrow \text{cm}, \rightarrow \text{in}$
$\rightarrow \text{l}, \rightarrow \text{gal}$		

Beachten Sie, dass $/c$ das Last X-Register nicht beeinflusst.

Die Abruffolge x **RCL** **+** Variable speichert einen anderen Wert im LAST X-Register, als es die Folge x **RCL** Variable **+** tut. Die Erste speichert x in LAST X; die Letztere speichert die abgerufene Zahl in LAST X.

ALG: Zusammenfassung

Über ALG

Dieser Anhang fasst einige Merkmale, die nur für den ALG-Modus gelten, zusammen; dazu zählen:

- Zweistellige Arithmetik
- Kettenberechnung
- Stack betrachten
- Umwandlung von Koordinaten
- Operationen mit komplexen Zahlen
- Eine Gleichung integrieren
- Arithmetik in den Basen 2, 8 und 16
- Eingabe statistischer Zwei-Variablen-Daten

Um den ALG-Modus auszuwählen, drücken  **ALG**. Befindet sich der Rechner im ALG-Modus, ist der ALG-Indikator aktiviert.

Im ALG-Modus werden Operationen in folgender Priorität ausgeführt:

1. Operationen in Klammern
2. Funktionen, die Werte-Eingaben erwarten, bevor die Funktionstaste gedrückt wird, beispielsweise: COS, SIN, TAN, ACOS, ASIN, ATAN, LOG, LN, x^2 , $1/x$, \sqrt{x} , π , $\sqrt[3]{x}$, $X!$, %, CMPLX, RND, RAND, IP, FP, INTG, SGN, ABS, e^x , 10^x , Einheiten-Umrechnung.
3. $\sqrt[y]{x}$ und y^x .
4. nPr, nCr, %CHG.
5. \times , \div , INT \div , RMDR.
6. +, -.

Zweistellige Arithmetik im ALG-Modus

Diese Diskussion über Arithmetik im ALG-Modus ersetzt die nachfolgenden Teile, die vom ALG-Modus beeinflusst werden. Einstellige Funktionen (wie \sqrt{x}) funktionieren im ALG- genauso wie im RPN-Modus.

Zweistellige arithmetische Operationen werden vom ALG-Modus beeinflusst:

- einfache Arithmetik
- Potenzfunktionen (y^x , $\sqrt[y]{x}$)
- Prozentrechnungen ($\%$ oder \rightarrow $\%CHG$)
- Permutationen und Kombinationen (\leftarrow nCr , \leftarrow nPr)
- Quotienten und Rest einer Division (\leftarrow $INT\div$, \rightarrow $Rmdr$)

Einfache Arithmetik

Nachfolgend einige Beispiele für einfache Arithmetik. Beachten Sie:

Im ALG-Modus geben Sie die erste Zahl ein, drücken den Operator ($+$, $-$, \times , \div), geben die zweite Zahl ein und drücken anschließend die Taste ENTER .

Zur Berechnung:	Drücken Sie:	Anzeige:
$12 + 3$	12 $+$ 3 ENTER	12+3= 15,0000
$12 - 3$	12 $-$ 3 ENTER	12-3= 9,0000
12×3	12 \times 3 ENTER	12×3= 36,0000
$12 \div 3$	12 \div 3 ENTER	12÷3= 4,0000

Potenzfunktionen

Um im ALG-Modus eine Zahl y hoch x zu berechnen, geben Sie y y^x x ein und drücken die Taste **ENTER**.

Zur Berechnung:	Drücken Sie:	Anzeige:
12^3	12 y^x 3 ENTER	12^3= 1.728.0000
$64^{1/3}$ (dritte Wurzel)	3 \sqrt{y} 64 ENTER	$3 \times \sqrt{64} =$ 4.0000

Prozentberechnungen

Die Prozentfunktion. Die Taste **%** teilt eine Zahl durch 100. Kombiniert mit **+** oder **-**, addiert oder subtrahiert diese Funktion Prozentwerte.

Zur Berechnung:	Drücken Sie:	Anzeige:
27 % von 200	200 x 27 % ENTER	200x27%= 54.0000
200 minus 27 %	200 - 27 % ENTER	200-27%= 146.0000
25 plus 12 %	25 + 12 % ENTER	25+12%= 28.0000

Zur Berechnung:	Tastatureingabe:
$x\%$ von y	y x x % ENTER
Prozentuale Änderung von y nach x . ($y \neq 0$)	y ↔ %CHG x ENTER

Vergleichen Sie diese Tastenanschläge im RPN- und ALG-Modus:

	RPN-Modus	ALG-Modus
27% von 200	200 ENTER 27 %	200 x 27 % ENTER
200 minus 27%	200 ENTER 27 % -	200 - 27 % ENTER

Beispiel:

Angenommen, ein Produkt im Wert von €15,76 kostete im letzten Jahr €16,12. Wie hoch ist die prozentuale Preisänderung vom letzten Jahr im Vergleich zu diesem Jahr?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
16,12   %CHG		
15,76 	16,12%CHG15,76 =2,2333	Der diesjährige Preis ist im Vergleich zum Preis des vergangenen Jahres um 2,2 % gesunken.

Permutation und Kombination

Beispiel: Kombinationen mit Menschen.

Eine Firma, die 14 Frauen und 10 Männer beschäftigt, bildet ein Sechs-Personen-Sicherheitskomitee. Wie viele unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten von Menschen sind möglich?

Tasten:	Anzeige:	Beschreibung:
24   6 	24nCr6= 134.596,0000	Gesamtanzahl der möglichen Kombinationen.

Quotient und Rest einer Division

Sie können   und   verwenden, um entweder den Quotienten oder den Rest von Divisionsoperationen mit zwei Ganzzahlen zu erhalten.

Ganzzahl 1   Ganzzahl 2.

Ganzzahl 1   Ganzzahl 2.

Beispiel:

Anzeigen des Quotienten und des Restes von $58 \div 9$:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
58   9 	58INT÷9= 6,0000	Zeigt den Quotienten an.
58   9 	58RMDR9= 4,0000	Zeigt den Rest an.

Berechnungen mit Klammern

Im ALG-Modus können Sie bis zu 13 Klammerebenen verwenden. Nehmen wir an, Sie möchten Folgendes berechnen:

$$\frac{30}{85-12} \times 9$$

Wenn Sie 30 \div 85 $=$ eingäben, so errechnete der Rechner das Zwischenergebnis, 0,3529. Allerdings ist dies nicht das, was Sie wollen. Um die Division zurückzustellen, bis Sie 12 von 85 abgezogen haben, verwenden Sie Klammern:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
30 \div \rightarrow () 85 $=$	30 \div (85- 85,0000	Berechnung erfolgt nicht.
12 \rightarrow ()	30 \div (85-12) 73,0000	Berechnet 85-12.
\times 9	30 \div (85-12) \times 9_	Berechnet 30 / 73.
ENTER	30 \div (85-12) \times 9= 3,6986	Berechnet 30/(85-12) \times 9.

Sie können das Multiplikationszeichen (x) vor einer öffnenden Klammer weglassen. Implizite Multiplikation steht im Gleichungsmodus nicht zur Verfügung. Beispielsweise kann der Ausdruck $2 \times (5 - 4)$ als 2 \rightarrow () 5 $=$ 4 \rightarrow () eingegeben werden, ohne \times zwischen der 2 und der öffnenden Klammer einsetzen zu müssen.

Kettenberechnungen

Um eine Kettenberechnung durchzuführen, müssen Sie nicht nach jeder Operation **ENTER** drücken; nur ganz am Ende der Berechnung.

Um beispielsweise $\frac{750 \times 12}{360}$ zu berechnen, können Sie wahlweise so vorgehen:

750 **×** 12 **ENTER** **÷** 360 **ENTER**

oder

750 **×** 12 **÷** 360 **ENTER**

Im zweiten Fall fungiert die **÷**-Taste wie die **ENTER**-Taste, indem das Ergebnis von 750×12 angezeigt wird.

Hier ist eine längere Kettenberechnung: $\frac{456 - 75}{18,5} \times \frac{68}{1,9}$

Diese Berechnung kann so geschrieben werden: 456 **-** 75 **ENTER** **÷** 18,5 **×** 68 **÷** 1,9 **ENTER**. Schauen Sie, was im Display geschieht, wenn Sie sie eingeben:

Tasten:	Display:
456 - 75 ENTER	456-75= 381,0000
÷ 18,5 ×	381÷18,5× 20,5946
68 ÷	381÷18,5×68÷ 1.400,4324
1,9 ENTER	381÷18,5×68÷1,9= 737,0697

Stack betrachten

Die $\boxed{R\uparrow}$ - oder $\boxed{\rightarrow} \boxed{R\uparrow}$ -Tasten zeigen ein Menü im Display an – X1-, X2-, X3-, X4-Register, damit Sie sich den gesamten Inhalt des Stack anschauen können. Der Unterschied zwischen der $\boxed{R\uparrow}$ - und der $\boxed{\rightarrow} \boxed{R\uparrow}$ -Taste besteht in der Position des Unterstrichs im Display. $\boxed{\rightarrow} \boxed{R\uparrow}$ zeigt den Unterstrich am X4-Register an, $\boxed{R\uparrow}$ platziert den Unterstrich am X2-Register.

Wenn Sie $\boxed{R\uparrow}$, drücken, wird das folgende Menü angezeigt:

```
X1 X2 X3 X4  
Wert
```

Wenn Sie $\boxed{\rightarrow} \boxed{R\uparrow}$, drücken, wird das folgende Menü angezeigt:

```
X1 X2 X3 X4  
Wert
```

Sie können $\boxed{\rightarrow}$ oder $\boxed{\leftarrow}$ (oder $\boxed{R\uparrow}$ und $\boxed{\rightarrow} \boxed{R\uparrow}$) eingeben, um die gesamten Inhalte des Stack anzuschauen und diese abzurufen.

Allerdings weicht der Stack bei Normalbetrieb im ALG-Modus vom Stack im RPN-Modus ab. (Wenn Sie $\boxed{\text{ENTER}}$ drücken, wird unter anderem das Ergebnis nicht in X1, X2, usw. abgelegt.) Im ALG-Modus sind die Werte der vier Register *nur nach der Auswertung von Gleichungen, Programmen oder der Integration von Gleichungen* mit den Werten im RPN-Modus identisch.

Koordinatenumrechnungen

Um zwischen rechtwinkligen und polaren Koordinaten umzurechnen:

1. Geben Sie die Koordinaten (in rechtwinkliger oder polarer Form) ein, die Sie umrechnen möchten. Im ALG-Modus ist die Reihenfolge $y \boxed{x \leftrightarrow y}$ x oder $\theta \boxed{x \leftrightarrow y}$ r .
2. Führen Sie die gewünschte Umrechnung durch: Drücken Sie $\boxed{\leftarrow} \boxed{\rightarrow \theta, r}$ (rechtwinklig zu polar) oder $\boxed{\rightarrow} \boxed{\rightarrow y, x}$ (polar zu rechtwinklig). Die umgerechneten Koordinaten belegen die X- und Y-Register.
3. Die resultierende Anzeige (das X-Register) zeigt entweder r (polares Ergebnis) oder x (rechtwinkliges Ergebnis). Drücken Sie $\boxed{\downarrow}$, um θ oder y anzuzeigen.

Beispiel:

Wenn $x = 5$ ist und $y = 30$, wie lauten r , θ ?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
MODES {DEG}		Setzt den Grad-Modus.
30 x\leftrightarrowy 5 ↵ →θ,r	30,5 \rightarrow θ ,r r=30,4138	Berechnet die Hypotenuse (r).
↓	30,5 \rightarrow θ ,r θ =80,5377	Zeigt θ .

Wenn $r = 25$ ist und $\theta = 56$, wie lauten x , y ?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
MODES {DEG}		Setzt den Grad-Modus.
56 x\leftrightarrowy 25 ↵ →y,x	56,25 \rightarrow y,x X=13,9798	Berechnet x.
x\leftrightarrowy	56,25 \rightarrow y,x Y=20,7259	Zeigt y.

Wenn Sie eine Koordinatenumrechnung als Teil einer Kettenberechnung durchführen möchten, müssen Sie Klammern verwenden, um die erforderliche Reihenfolge der Operationen umzusetzen.

Beispiel:

Wenn $r = 4,5$ ist und $\theta = \frac{2}{3}\pi$, wie lauten x , y ?

Tasten:	Display:	Beschreibung:
MODES {RAD}		Setzt den Radiant-Modus.
↵ () 2 ÷ 3		Verwenden Sie Klammern,
x ↵ π ↵ ()	(2 \div 3 \times π) 2,0944	um die erforderliche Operationen-Reihenfolge umzusetzen.
x\leftrightarrowy 4,5 ↵ →y,x	2,09439510239,4, X=-2,2500	Berechnet x.
↓	2,09439510239,4, Y=3,8971	Zeigt y.

Eine Gleichung integrieren

1. Geben Sie die Gleichung ein, (siehe "Gleichungen in die Gleichungsliste eingeben" in Kapitel 6) und verlassen Sie den Gleichungsmodus.
2. Geben Sie die Integrationsgrenzen ein: Geben Sie die untere Grenze ein und drücken Sie $\boxed{x \leftrightarrow y}$, geben Sie dann die obere Grenze ein.
3. Zeigen Sie die Gleichung an: Drücken Sie $\boxed{\rightarrow}$ \boxed{EQN} und scrollen Sie – sofern nötig – durch die Gleichungsliste (drücken Sie $\boxed{\uparrow}$ oder $\boxed{\downarrow}$), um die gewünschte Gleichung anzuzeigen.
4. Wählen Sie die Integrationsvariable: Drücken Sie $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{/}$ Variable. Dies startet die Berechnung.

Operationen mit komplexen Zahlen

Zur Eingabe einer komplexen Zahl:

$$x + iy.$$

1. Geben Sie den reellen Teil, x , ein, drücken Sie dann die Funktionstaste.
2. Geben Sie den imaginären Teil, y , ein, drücken Sie dann $\boxed{\leftarrow}$ \boxed{CMPLX} .

Um beispielsweise $2 + i 4$ einzugeben, drücken Sie 2 $\boxed{+}$ 4 $\boxed{\leftarrow}$ \boxed{CMPLX} .

Um das Ergebnis komplexer Operationen anzuschauen:

Nach der Eingabe der komplexen Zahl drücken Sie \boxed{ENTER} zur Berechnung. Daraufhin wird der reelle Teil des Ergebnisses angezeigt; drücken Sie $\boxed{\downarrow}$, um den imaginären Teil anzeigen zu lassen.

Komplexe Operationen

Verwenden Sie komplexe Operationen wie reelle Operationen, lassen Sie dem imaginären Teil aber die Tastenkombination $\boxed{\leftarrow}$ \boxed{CMPLX} folgen.

Um eine Operation mit einer komplexen Zahl auszuführen:

1. Geben Sie die komplexe Zahl z ein. (Verwenden Sie Klammern für z , falls der reelle Teil existiert.)
2. Wählen Sie die komplexe Funktion.
3. Drücken Sie \boxed{ENTER} zur Berechnung.

Um eine arithmetische Operation mit zwei komplexen Zahlen auszuführen:

1. Geben Sie die erste komplexe Zahl ein, z_1 . (Verwenden Sie Klammern für z , falls der reelle Teil existiert.)
2. Wählen Sie die arithmetische Operation.
3. Geben Sie die zweite komplexe Zahl ein, z_2 . (Verwenden Sie Klammern für z , falls der reelle Teil existiert.)
4. Drücken Sie **ENTER** zur Berechnung.

Hier sind ein paar Beispiele mit komplexen Zahlen:

Beispiele:

Berechnen Sie $(2+3i)$.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 (2 + 3 	(2+3i)	
CMPLEX  	RE=2,0000	
SIN	SIN(2+3i)	
	RE=9,1545	
	SIN(2+3i)	Das Ergebnis ist
	IM=-4,1689	9,1545 - i 4,1689.

Beispiele:

Berechnen Sie den Ausdruck

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

wobei $z_1 = 23 + i 13, z_2 = -2 + i, z_3 = 4 - i 3$

Tasten:	Display:	Beschreibung:
		
		Reeller Teil des Ergebnisses.
		
		
	$(23+13i) \div (-2+1$	
	$RE=2,5000$	
	$(23+13i) \div (-2+1$	Das Ergebnis ist
	$IM=9,0000$	2,5000 - i 9,0000.

Beispiele:

Berechnen Sie $(4 - i 2/5)(3 - i 2/3)$.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
		
		Reeller Teil des Ergebnisses.
		
		
	$(4-0,4i) \times (3-$	
	$RE=11,7333$	
	$(4-0,4i) \times (3-$	Das Ergebnis ist
	$IM=-3,8667$	11,7333 - i 3,8667.

Arithmetik in den Basen 2, 8 und 16

Im ALG-Modus werden, falls der aktuelle Ausdruck in der ersten Zeile nicht in das Display passt, die Stellen ganz rechts durch Auslassungspunkte (· · ·) ersetzt – damit wird angezeigt, dass die Zeile zu lang ist, um vollständig dargestellt werden zu können.

Hier sind ein paar Beispiele für Arithmetik in den Hexadezimal-, Oktal- und Binär-Modi:

Beispiel:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
$12F_{16} + E9A_{16} = ?$		
BASE {HEX}		Setzt Basis 16; HEX -Indikator wird angezeigt.
12F + E9A ENTER	h12F+E9A= FC9	Ergebnis.
$7760_8 - 4326_8 = ?$		
BASE {OCT}	h12F+E9A= 7711	Setzt Basis 8: Der OCT -Indikator wird angezeigt.
7760 - 4326 ENTER	o7760-o4326= 3432	Wandelt angezeigte Zahl in Oktalzahl um.
$100_8 \div 5_8 = ?$		
100 ÷ 5 ENTER	o100÷o5= 14	Ganzzahliger Teil des Ergebnisses.
$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$		
BASE {HEX} 5A0 +	h5A0+ 5A0	Setzt Basis 16; HEX -Indikator wird angezeigt.
BASE {BIN} 10011000	h5A0+ 10011000_	Wechselt zur Basis 2; BIN -Indikator wird angezeigt.

ENTER	h5A0+b1001100... 11000111000	Ergebnis in Binär-Basis.
← BASE {HEX}	h5A0+b1001100... 638	Ergebnis in Hexadezimal-Basis.
← BASE {DEC}	h5A0+b10011000 1.592.0000	Stellt die dezimale Basis wieder her.

Eingabe statistischer Zwei-Variablen-Daten

Denken Sie im ALG-Modus daran, ein (x, y) -Paar in *umgekehrter Reihenfolge* ($y \leftrightarrow x$) einzugeben, so dass y im Y-Register landet, x im X-Register.

1. Drücken Sie **←** **CLEAR** $\{\Sigma\}$, um existierende statistische Daten zu löschen.
2. Geben Sie den y -Wert *zuerst* ein und drücken Sie $x \leftrightarrow y$.
3. Geben Sie den entsprechenden x -Wert ein und drücken Sie $\Sigma+$.
4. Das Display zeigt n , die Anzahl der von Ihnen gesammelten statistischen Datenpaare.
5. Fahren Sie mit der Eingabe von x, y -Paaren fort. n wird mit jeder Eingabe aktualisiert.

Beispiel:

Geben Sie die x, y -Werte links ein, diese ergeben die rechts gezeigten Korrekturen:

Anfangswerte x, y	Korrigierte x, y
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Tasten:	Display:	Beschreibung:
← CLEAR $\{\Sigma\}$		Löscht bestehende statistische Daten.
4 $x \leftrightarrow y$ 20 $\Sigma+$	20,4 $n=1.0000$	Gibt das erste neue Datenpaar ein.

6 $x \leftrightarrow y$ 400 $\Sigma+$

\leftarrow LASTx

\leftarrow $\Sigma-$

6 $x \leftrightarrow y$ 40 $\Sigma+$

4 $x \leftrightarrow y$ 20 \leftarrow $\Sigma-$

5 $x \leftrightarrow y$ 20 $\Sigma+$

400,6
n=2,0000
LASTx
400,0000

20,6
n=1,0000

40,6
n=2,0000

20,4
n=1,0000

20,5
n=2,0000

Display zeigt n , die Anzahl eingeegebener Datenpaare. Holt den letzten x -Wert zurück. Letzter y -Wert ist nach wie vor im Y-Register.

Löscht das letzte Datenpaar.

Gibt das letzte Datenpaar erneut ein.

Löscht das erste Datenpaar.

Gibt das erste Datenpaar erneut ein. Nach wie vor befinden sich insgesamt zwei Datenpaare in den Statistikregistern.

Mehr über SOLVE

Dieser Anhang liefert zusätzliche Informationen über die SOLVE-Operation, die über die Hinweise in Kapitel 7 hinausgehen.

Wie SOLVE eine Nullstelle findet

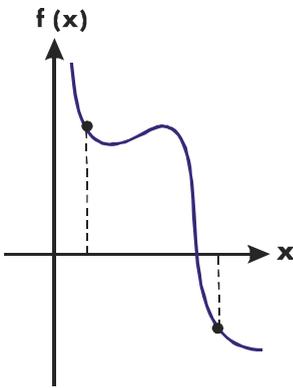
SOLVE versucht zunächst, die Gleichung direkt nach der unbekannt Variable zu lösen. Sollte der Versuch fehlschlagen, wechselt SOLVE zu einer iterativen (wiederholenden) Vorgehensweise. Die *iterative* Operation führt die angegebene Gleichung wiederholt aus. Der von der Gleichung zurückgegebene Wert ist eine Funktion $f(x)$ der unbekannt Variable x . ($f(x)$ ist ein mathematisches Kürzel für eine Funktion der unbekannt Variable x .) SOLVE beginnt mit einem geschätzten Wert für die unbekannt Variable, x , und definiert diese Schätzung mit jeder folgenden Ausführung der Funktion, $f(x)$, neu.

Wenn zwei aufeinander folgende Schätzungen der Funktion $f(x)$ entgegengesetzte Vorzeichen haben, so nimmt SOLVE an, dass die Funktion $f(x)$ die x -Achse an mindestens einer Stelle zwischen den beiden Schätzwerten schneidet. Dieses Intervall wird systematisch eingengt, bis eine Nullstelle gefunden wird.

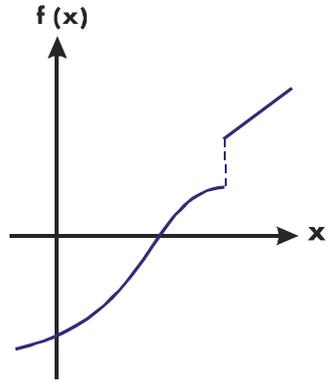
Damit SOLVE eine Nullstelle finden kann, muss die Nullstelle innerhalb des Zahlenbereiches des Rechners existieren, und die Funktion muss dort, wo die iterative Suche durchgeführt wird, mathematisch definiert sein. SOLVE findet immer eine Nullstelle – sofern diese existiert (innerhalb der Überlaufgrenzen) –, wenn mindestens eine dieser Bedingungen erfüllt ist:

- Zwei Schätzungen ergeben $f(x)$ -Werte mit gegensätzlichen Vorzeichen, und der Funktionsgraph schneidet die x -Achse an mindestens einer Stelle zwischen diesen Schätzwerten (Abbildung a, unten).
- $f(x)$ steigt oder fällt beständig für steigende x (Abbildung b, unten).
- Der Graph von $f(x)$ ist entweder überall konkav oder überall konvex (Abbildung c, unten).

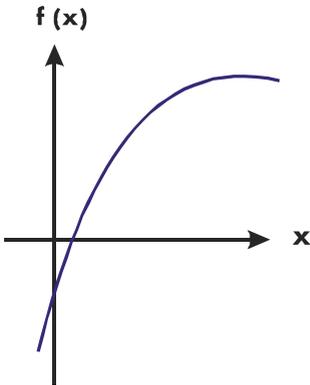
- Wenn $f(x)$ ein oder mehrere lokale Minima oder Maxima hat und jedes einzelne zwischen benachbarten Nullstellen von $f(x)$ liegt (Abbildung d, unten).



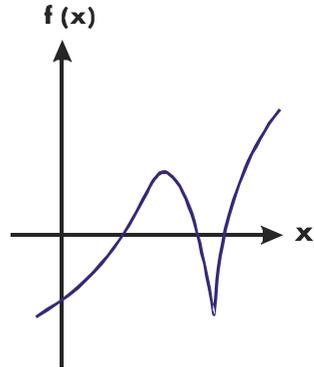
a



b



c



d

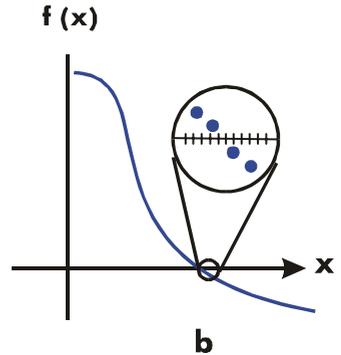
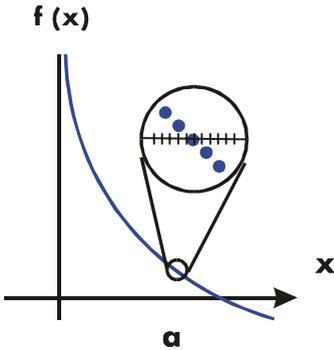
Funktionen, deren Nullstellen ermittelt werden können

In den meisten Situationen ist die errechnete Nullstelle ein akkurater Schätzwert der theoretisch unendlich präzisen Nullstelle der Gleichung. Eine "ideale" Lösung ist eine solche, bei der gilt: $f(x) = 0$. Allerdings ist ein kleiner Nicht-Null-Wert für $f(x)$ oftmals akzeptabel, da dieser aus Näherungswerten mit begrenzter (12-stelliger) Genauigkeit entsteht.

Ergebnisse interpretieren

Die SOLVE-Operation liefert unter den folgenden Bedingungen eine Lösung:

- Sie findet einen Schätzwert, für den $f(x)$ Null ist. (Siehe Abbildung a, unten.)
- Sie findet einen Schätzwert, für den $f(x)$ nicht gleich Null ist, aber die berechnete Nullstelle eine 12-stellige Zahl gleich neben der Stelle des x -Achsendurchgangs des Graphen ist (siehe Abbildung b, unten). Dies tritt dann ein, wenn die beiden letzten Schätzwerte "Nachbarn" sind (das bedeutet, dass sie an der zwölften Stelle um 1 abweichen) und der Funktionswert für einen Schätzwert positiv, für den zweiten Schätzwert negativ ist. Oder es sind $(0, 10^{-499})$ oder $(0, -10^{-499})$. In den meisten Fällen wird $f(x)$ relativ nahe bei Null liegen.



Fälle, in denen eine Nullstellen ermittelt wurde

- ✓ Um weitere Informationen zum Ergebnis zu erhalten, drücken Sie **[R↓]**, um den vorherigen Schätzwert der Nullstelle (x) anzuzeigen, der im Y-Register verblieben ist. Drücken Sie erneut auf **[R↓]**, um den Wert von $f(x)$ zu sehen, der im Z-Register verblieben ist. Falls $f(x)$ Null entspricht oder relativ klein ist, so ist es wahrscheinlich, dass eine Lösung gefunden wurde. Falls $f(x)$ aber relativ groß ist, müssen Sie bei der Interpretation der Ergebnisse etwas vorsichtig sein.

Beispiel: Eine Gleichung mit einer Nullstelle.

Finden Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0$$

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN		Wählt den Gleichungsmodus.
2		Gibt die Gleichung ein.
X 3		
4		
X 2		
6 X		
8	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \times$	
	CK=B9AD LN=18	Prüfsumme und Länge.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Lösen Sie nun die Gleichung, um die Nullstelle zu finden:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 X 10	10_	Anfangsschätzwerte für die Nullstelle.
EQN	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \times$	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt das linke Ende der Gleichung.
X	SOLVING X= 1,6506	Löst nach X; zeigt das Ergebnis.
✓	1,6506	Die letzten beiden Schätzwerte stimmen auf vier Dezimalstellen überein.
✓	$-4,00000E-11$	$f(x)$ ist <i>sehr</i> klein, daher ist die Annäherung eine gute Nullstelle.

Beispiel: Eine Gleichung mit zwei Nullstelle.

Finden Sie die beiden Wurzeln der Parabel-Gleichung:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein:

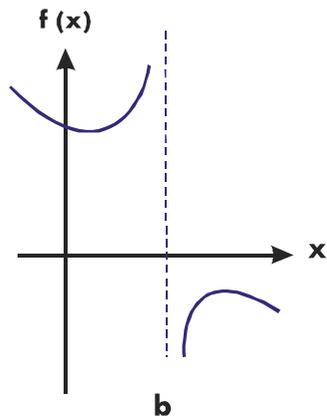
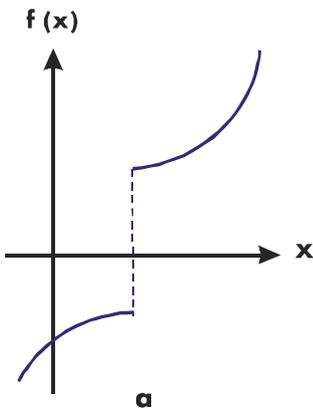
Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN		Wählt den Gleichungsmodus.
RCL X y^x 2 $\frac{1}{x}$		Gibt die Gleichung ein.
RCL X $\frac{1}{x}$ 6 ENTER	X^2+X-6	
	CK=3971 LN=7	Prüfsumme und Länge.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Lösen Sie die Gleichung nun, um ihre positiven und negativen Nullstellen zu finden:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 X 10	10_	Ihre Anfangsschätzwerte für die positive Nullstelle.
	X^2+X-6	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.
X	SOLVING X= 2,0000	Berechnet die positive Nullstelle mit Schätzwerten zwischen 0 und 10.
✓	2,0000	Die letzten beiden Schätzwerte sind identisch.
✓	0,000000000000	$f(x) = 0$.
0 X 10 $\frac{1}{x}$	-10_	Ihre Anfangsschätzwerte für die negative Nullstelle.
	X^2+X-6	Zeigt die Gleichung erneut an.
X	SOLVING X= -3,0000	Berechnet die negative Nullstelle mit Schätzwerten zwischen 0 und -10.
✓	0,000000000000	$f(x) = 0$.

Bestimmte Fälle bedürfen spezieller Überlegungen:

- Falls der Funktionsgraph eine Unstetigkeit aufweist, welche die x -Achse kreuzt, gibt die SOLVE-Operation einen der Unstetigkeit benachbarten Wert zurück (siehe Abbildung a, unten). In diesem Fall kann $f(x)$ relativ groß sein.
- Die Werte von $f(x)$ können an der Stelle, an welcher der Graph sein Vorzeichen ändert, gegen unendlich gehen (siehe Abbildung b, unten). Diese Situation wird *Pol* genannt. Da die SOLVE-Operation ermittelt, dass ein Vorzeichenwechsel zwischen zwei benachbarten x -Werten erfolgt, gibt sie die mögliche Nullstelle zurück. Allerdings wird der Wert für $f(x)$ relativ groß ausfallen. Falls die Polstelle bei einem x -Wert auftritt, der exakt mit 12 Stellen repräsentiert wird, so führt dieser Wert zum Anhalten der Berechnung mit einer Fehlermeldung.



Spezialfall: Eine Unstetigkeit und ein Pol.

Beispiel: Unstetige Funktion.

Finden Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$IP(x) = 1,5$$

Geben Sie die Gleichung ein.

Tasten:

Display:

Beschreibung:

EQN

Wählt den Gleichungsmodus.

IP X

Gibt die Gleichung ein.

= 1,5

IP(X)=1,5

 **SHOW**

CK=D2C1

Prüfsumme und Länge.

LN=9

C

Beendet den
Gleichungsmodus.

Lösen Sie jetzt, um die Nullstelle zu finden:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 STO X		Ihre Anfangsschätzwerte für die Nullstelle.
5	5_	
 EQN	IP(X)=1,5	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.
SOLVE X	SOLVING X=	Findet eine Nullstelle mit den Schätzwerten 0 und 5.
 SHOW	2,0000 1,999999999999	Zeigt die Nullstelle auf 11 Dezimalstellen genau.
✓ R↓  SHOW	2,000000000000	Der vorherige Schätzwert ist nur ein wenig größer.
✓ R↓	-0,5000	$f(x)$ ist relativ groß.

Beachten Sie sowohl die Differenz zwischen den beiden letzten Schätzwerten sowie den relativ großen Wert für $f(x)$. Das Problem ist, dass es keinen Wert für x gibt, bei dem $f(x)$ Null ergibt. Allerdings gibt es bei $x = 1,9999999999$ einen benachbarten Wert von x , der ein entgegengesetztes Vorzeichen für $f(x)$ ergibt.

Beispiel:

Finden Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0$$

Wenn sich x an $\sqrt{6}$ annähert, wird $f(x)$ zu einer sehr großen positiven oder negativen Zahl.

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
		Wählt den Gleichungsmodus.
X		Gibt die Gleichung ein.
X		
2 6		
1		
	X÷(X^2-6)-1	
	CK=7358 LN=11	Prüfsumme und Länge.
		Beendet den Gleichungsmodus.

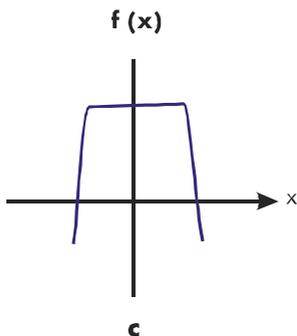
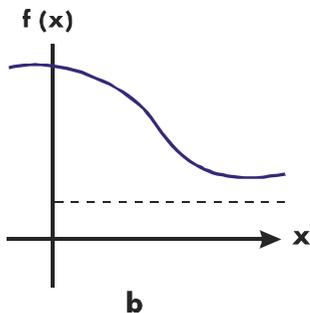
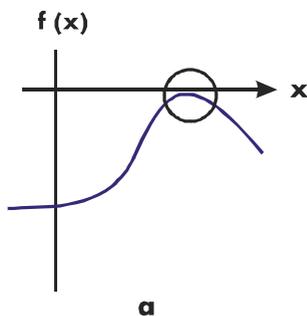
Lösen Sie jetzt, um die Nullstelle zu finden.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
2,3 X		Ihre Anfangsschätzwerte für die Nullstelle.
2,7	2,7_	
	X÷(X^2-6)-1	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.
X	NO ROOT FND	Keine Nullstelle für $f(x)$ gefunden.
	81.649.658.092.0	$f(x)$ ist relativ groß.

Wenn SOLVE keine Nullstelle finden kann

Manchmal kann SOLVE keine Nullstelle finden. Unter den folgenden Bedingungen kommt es zur Meldung **NO ROOT FND**:

- Die Suche endet nahe eines lokalen Minimums oder Maximums (siehe Abbildung a, unten). Falls der Endwert von $f(x)$ (im Z-Register gespeichert) relativ nah bei Null liegt, ist es möglich, dass eine Nullstelle gefunden wurde; die in der unbekanntenen Variablen gespeicherte Zahl könnte eine 12-stellige Zahl sein, die sehr nah an der theoretischen Nullstelle liegt.
- Die Suche wird angehalten, da SOLVE an einer horizontalen Asymptote arbeitet – einem Bereich, in dem $f(x)$ in einem weiten Bereich von x nahezu konstant ist (siehe Abbildung b, unten). Der Endwert von $f(x)$ ist der Wert der potenziellen Asymptote.
- Die Suche konzentriert sich auf einen lokalen, "flachen" Bereich der Funktion (siehe Abbildung c, unten). Der Endwert von $f(x)$ ist der Wert der Funktion in diesem Bereich.



Fälle, in denen keine Nullstelle ermittelt wurde

Beispiel: Ein relatives Minimum.

Berechnen Sie die Nullstelle dieser Parabel-Gleichung:

$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

Ihr Minimum liegt bei $x = 3$.

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
		Wählt den Gleichungsmodus.
X 2		Gibt die Gleichung ein.
6 X		
13	$X^2-6 \times X+13$	
		Prüfsumme und Länge.
	CK=EC74 LN=10	Beendet den Gleichungsmodus.

Lösen Sie jetzt, um die Nullstelle zu finden:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 X		Ihre Anfangsschätzwerte für die Nullstelle.
10	10_	
	$X^2-6 \times X+13$	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.
X	NO ROOT FND	Suche scheitert bei Schätzwerten 0 und 10.
	2,99999984596	Zeigt den letzten Schätzwert von x an.
✓	2,99999984594	Vorhergehender Schätzwert war nicht gleich.
✓	4,00000	Letzter Wert von $f(x)$ ist relativ groß.

Beispiel: Eine Asymptote.

Finden Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$10 - \frac{1}{X} = 0$$

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein.

Tasten:

Display:

Beschreibung:

EQN

Wählt den Gleichungsmodus.

10 X

Gibt die Gleichung ein.

ENTER

10-INV(X)

SHOW

CK=6EAB

Prüfsumme und Länge.

LN=9

C

Beendet den Gleichungsmodus.

,005 **STO** X

Ihre positiven Schätzwerte für die Nullstelle.

5

5_

EQN

10-INV(X)

Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.

SOLVE X

X=

Löst nach x, verwendet Schätzwerte 0,005 und 5.

0,1000

Vorheriger Schätzwert ist gleich.

0,1000

✓ **R↓**

0,000000000000 $f(x) = 0$

✓ **SHOW**

Schauen Sie, was passiert, wenn Sie negative Zahlen als Schätzwerte verwenden:

Tasten:

Display:

Beschreibung:

1 **STO** X

-1,0000

Ihre negativen Schätzwerte für die Nullstelle.

2 **EQN**

10-INV(X)

Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.

SOLVE X

X=

Löst nach X; zeigt das Ergebnis.

0,1000

Beispiel: Finden Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$\sqrt{[x \div (x + 0,3)]} - 0,5 = 0$$

Geben Sie die Gleichung als Ausdruck ein:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
EQN		Wählt den Gleichungsmodus.
X		Gibt die Gleichung ein.
X 3		
5	SQRT(X÷(X+0,3))	
	CK=9F3B LN=19	Prüfsumme und Länge.
		Beendet den Gleichungsmodus.

Erster Versuch, eine positive Nullstelle zu finden:

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 X		Ihre positiven Schätzwerte für die Nullstelle.
10	10_	
	SQRT(X÷(X+0,3))	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt das linke Ende der Gleichung.
X	X= 0,1000	Berechnet die Nullstelle mit Schätzwerten zwischen 0 und 10.

Versuchen Sie jetzt eine negative Nullstelle zu finden, indem Sie die Schätzwerte 0 und -10 eingeben. Beachten Sie, dass die Funktion bei x-Werten zwischen 0 und -0,3 nicht definiert ist, da diese Werte zwar zu einem positiven Nenner, jedoch zu einem negativen Zähler führen, was in einer negativen Quadratwurzel resultiert.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
0 X		
10	-10_	

Tasten:	Display:	Beschreibung:
 EQN	$\text{SQRT}(X \div (X + 0,3))$	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt das linke Ende der Gleichung.
SOLVE X	NO ROOT FND	Keine Nullstelle für $f(x)$ gefunden.
C		Löscht die Fehlermeldung; beendet den Gleichungsmodus.
 VIEW X	X= 0,0000	Zeigt den letzten Schätzwert von x an.

Beispiel: Ein lokaler, "flacher" Bereich.

Finden Sie die Nullstelle der Funktion:

$$f(x) = x + 2 \text{ wenn } x < -1.$$

$$f(x) = 1 \text{ für } -1 \leq x \leq 1 \text{ (ein lokaler, flacher Bereich),}$$

$$f(x) = -x + 2 \text{ wenn } x > 1.$$

Im RPN-modus, Geben Sie die Funktion als Programm ein:

```
J0001 LBL J
J0002 1
J0003 ENTER
J0004 2
J0005 RCL+ X
J0006 x<y?
J0007 RTN
J0008 4
J0009 -
J0010 +/-
J0011 x>y?
J0012 R↓
J0013 RTN
```

Prüfsumme und Länge: B956 75

Um Speicher zu sparen, können Sie die Zeile J0003 anschließend löschen.

Lösen Sie unter Verwendung der Anfangsschätzwerten 10^{-8} und -10^{-8} nach X.

Tasten: (Im RPN-modus)	Display:	Beschreibung:
\boxed{E} 8 $\boxed{+/-}$ \boxed{STO} X		Schätzwerte eingeben.
1 $\boxed{+/-}$ \boxed{E} 8 $\boxed{+/-}$	-1E-8_	
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{FN=}$ J	-1,0000E-8	Programm "J" als Funktion wählen.
\boxed{SOLVE} X	X=	Löst nach X; zeigt das Ergebnis.
	-2,0000	

Rundungsfehler

Die begrenzte Genauigkeit (12 Stellen) des Rechners kann zu Rundungsfehlern führen, welche die iterativen Lösungen von SOLVE und der Integration negativ beeinflussen können. Beispielsweise hat

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

keine Nullstellen, da $f(x)$ immer größer als Null ist. Bei Anfangsschätzwerten von 1 und 2 liefert SOLVE wegen Rundungsfehlern jedoch 1,0000 als Ergebnis.

Rundungsfehler können auch dazu führen, dass SOLVE keine Nullstelle finden kann. Die Gleichung

$$|x^2 - 7| = 0$$

hat eine Nullstelle bei $\sqrt{7}$. Allerdings kommt keine 12-stellige Zahl *exakt* an $\sqrt{7}$ heran, so dass der Rechner die Funktion niemals vollständig an Null annähern kann. Da die Funktion darüber hinaus niemals das Vorzeichen wechselt, gibt SOLVE die Meldung NO ROOT FND zurück. Allerdings ist die letzte Schätzung von x (drücken Sie zum Anzeigen auf $\boxed{\leftarrow}$) die bestmögliche 12-stellige Näherung an die Nullstelle, wenn die Routine beendet wird.

Unterlauf

Ein *Unterlauf* tritt auf, wenn eine Zahl kleiner ist, als der Rechner darstellen kann, so dass Sie als Null dargestellt wird. Dies kann sich auf SOLVE-Ergebnisse auswirken. Betrachten Sie als Beispiel die Gleichung

$$\frac{1}{x^2}$$

, der Wert der Nullstelle ist unendlich. Wegen des Unterlaufs gibt SOLVE eine *sehr* große Zahl als Nullstelle zurück. (Der Rechner kann ohnehin "unendlich" nicht darstellen.)

Mehr zur Integration

Dieser Anhang liefert zusätzliche Informationen über die Integration, die über die Hinweise in Kapitel 8 hinausgehen.

Wie das Integral berechnet wird

Der bei der Integrations-Operation verwendete Algorithmus, $\int f(x) dx$, berechnet das Integral einer Funktion $f(x)$ durch die Berechnung eines gewichteten Mittelwertes der Funktionswerte für viele Werte von x (Abtastpunkte genannt) innerhalb des Integrationsintervalls. Die Ergebnisgenauigkeit eines solchen Stichprobenverfahrens hängt von der Anzahl der Abtastpunkte ab: Allgemein gilt: Je größer die Anzahl der Abtastpunkte, desto größer die Genauigkeit; wenn $f(x)$ mit einer unendlichen Anzahl von Abtastpunkten ermittelt werden könnte, so könnte der Algorithmus – ungeachtet der durch die Ungenauigkeit der berechneten Funktion $f(x)$ hervorgerufenen Einschränkungen – immer ein exaktes Ergebnis liefern.

Die Auswertung einer Funktion mit unendlich vielen Abtastpunkten würde unendlich lange dauern. Allerdings ist dies nicht nötig, da die maximale Genauigkeit des berechneten Integrals durch die Genauigkeit der berechneten Funktionswerte begrenzt wird. Mit einer endlichen Anzahl von Abtastpunkten kann der Algorithmus ein Integral so exakt berechnen, wie es unter Berücksichtigung der inhärenten Ungenauigkeit in $f(x)$ möglich ist.

Der Integrationsalgorithmus berücksichtigt zunächst nur wenige Abtastpunkte – dies führt zu relativ ungenauen Näherungen. Falls diese Näherungen noch nicht so exakt ausfallen, wie es die Genauigkeit von $f(x)$ erlaubt, wird eine Iteration (eine Wiederholung) mit einer größeren Anzahl von Abtastpunkten durchgeführt. Diese Iterationen werden mit etwa doppelt so vielen Abtastpunkten je Durchlauf fortgesetzt, bis die sich daraus ergebende Näherung so exakt ist, wie es unter Berücksichtigung der inhärenten Ungenauigkeit in $f(x)$ möglich ist.

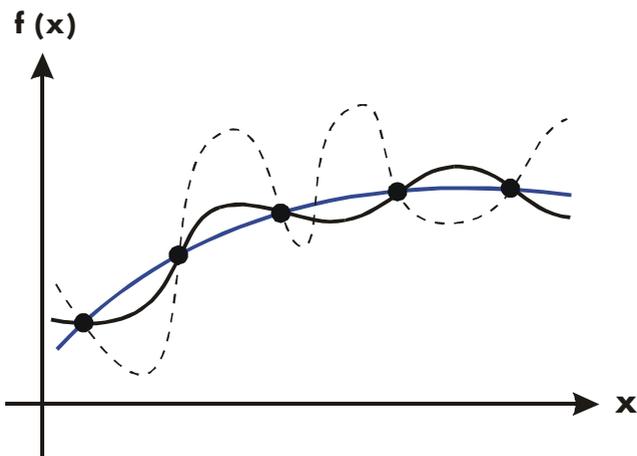
Wie in Kapitel 8 erläutert, ist die Ungenauigkeit der letzten Näherung eine vom Anzeigeformat abgeleitete Zahl, welche die Ungenauigkeit der Funktion spezifiziert. Am Ende jeder Iteration vergleicht der Algorithmus die während der Iteration berechnete Näherung mit den in den beiden vorherigen Iterationen berechneten Näherungen. Falls die Differenz zwischen einer dieser drei Näherungen und den anderen beiden geringer als die in der letzten Näherung zulässige Ungenauigkeit ist, endet die Berechnung, die aktuelle Näherung verbleibt im X-Register, ihre Ungenauigkeit im Y-Register.

Es ist extrem unwahrscheinlich, dass die Fehler in jeder der drei aufeinander folgenden Näherungen – also die Differenz zwischen dem tatsächlichen Integral und den Näherungen – allesamt größer als die Unterschiede zwischen den Näherungen selbst ausfallen. Demzufolge wird der Fehler in der letzten Näherung geringer als die Ungenauigkeit ausfallen (vorausgesetzt, dass $f(x)$ nicht in sehr kleinen Abständen variiert). Obwohl wir den Fehler in der letzten Näherung nicht kennen können, ist es sehr unwahrscheinlich, dass der Fehler die Anzeigengenauigkeit der Näherung überschreitet. Mit anderen Worten: Die Ungenauigkeitsschätzung im Y-Register ist eine nahezu sichere "Obere Schranke" für die Differenz zwischen der Näherung und dem tatsächlichen Integral.

Bedingungen, die zu falschen Ergebnissen führen können

Obwohl der Integrationsalgorithmus im HP 33s zu den besten zählt, kann er in bestimmten Situationen – wie alle andere Algorithmen zur numerischen Integration – zu inkorrekten Ergebnissen führen. *Die Wahrscheinlichkeit, dass dies eintritt, ist extrem gering.* Der Algorithmus wurde entworfen, um exakte Ergebnisse für nahezu jede *glatte* Funktion zu liefern. Lediglich bei Funktionen, die ein *extrem* unbeständiges Verhalten zeigen, besteht ein tatsächliches Risiko, ein falsches Ergebnis zu erhalten. Solche Funktionen kommen nur selten in aktuellen physikalischen Problemstellungen vor; wenn sie auftreten, können Sie gewöhnlich erkannt und auf einfache Weise behandelt werden.

Unglücklicherweise kann der Algorithmus nicht zwischen $f(x)$ und einer beliebigen anderen Funktion unterscheiden, die mit $f(x)$ an allen Abtastpunkten übereinstimmt, da alles, was er über $f(x)$ "weiß", die Werte an den Probenpunkten sind. Diese Situation ist nachfolgend dargestellt und zeigt (über einen Teil des Integrationsintervalls) drei Funktionen, deren Graphen viele gemeinsame Abtastpunkte besitzen.



Bei dieser Anzahl von Abtastpunkten berechnet der Algorithmus dieselben Näherungen für das Integral bei jeder der gezeigten Funktionen. Die tatsächlichen Integrale der mit durchgezogenen blauen und schwarzen Linien gezeichneten Graphen sind etwa gleich, so dass die Näherung recht genau ausfallen wird, wenn $f(x)$ eine dieser Funktionen ist. Allerdings unterscheidet sich das tatsächliche Integral der Funktion, die mit einer unterbrochenen Linie gezeichnet ist, deutlich von denen der anderen, so dass die aktuelle Näherung recht ungenau ausfallen wird, wenn diese Funktion $f(x)$ ist.

Der Algorithmus versucht die allgemeine Verhaltensweise der Funktion herauszufinden, indem er an immer mehr Punkten Stichproben für diese Funktion entnimmt. Falls eine Fluktuation der Funktion in einem Bereich nicht deutlich vom Verhalten im Rest des Integrationsintervalls abweicht, so wird der Algorithmus wahrscheinlich die Fluktuation bei einer Iteration erkennen. Wenn dies geschieht, wird die Anzahl der Abtastpunkte erhöht, bis nachfolgende Iterationen Näherungen liefern, welche die Präsenz schneller, aber *charakteristischer* Fluktuationen berücksichtigen.

Betrachten Sie als Beispiel die Näherung von

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx.$$

Da Sie dieses Integral numerisch auswerten, könnte man denken, dass Sie die obere Integrationsgrenze bei 10^{499} festlegen sollten. Dies ist praktisch die größte Zahl, die Sie in den Taschenrechner eingeben können.

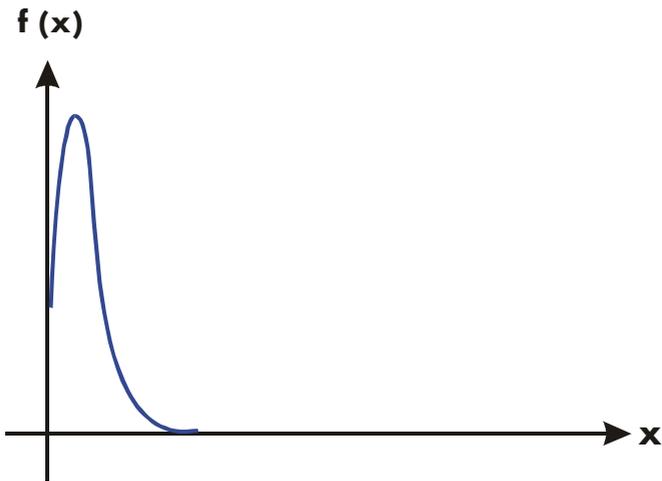
Probieren Sie es aus und schauen Sie, was passiert. Geben Sie die Funktion $f(x) = x e^{-x}$ ein.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
\rightarrow EQN		Wählt den Gleichungsmodus.
RCL X \times e^x	X \times EXP(	Gibt die Gleichung ein.
\leftarrow RCL X \rightarrow)		Ende der Gleichung.
ENTER	X \times EXP(-X)	
\rightarrow SHOW	CK=DF17 LN=9	Prüfsumme und Länge.
C		Beendet den Gleichungsmodus.

Stellen Sie das Anzeigeformat auf SCI 3 ein, geben Sie die Integrations-Unter- und -Obergrenzen als Null und 10^{499} an und starten Sie dann die Integration.

Tasten:	Display:	Beschreibung:
\checkmark DISPLAY {SCI} 3 0 ENTER E 499	1E499_	Gibt die Genauigkeitsstufe und die Integrationsgrenzen an.
\rightarrow EQN	X \times EXP(-X)	Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.
\rightarrow \int X	INTEGRATING $\int =$ 0,000E0	Näherung des Integrals.

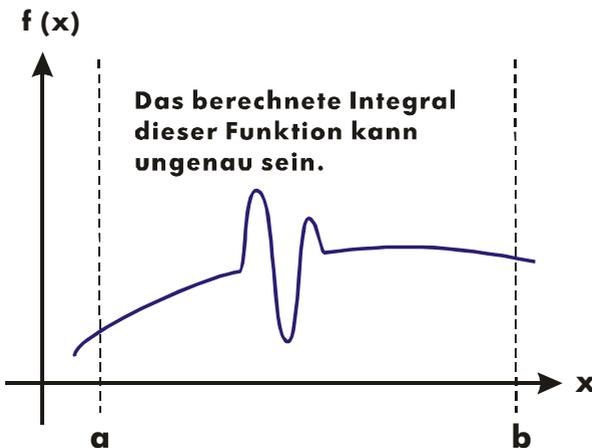
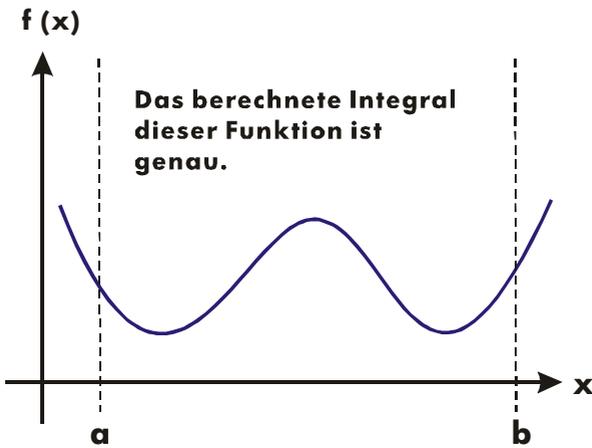
Das vom Rechner gelieferte Ergebnis ist eindeutig falsch, da das tatsächliche Integral von $f(x) = xe^{-x}$ von Null bis ∞ exakt 1 ist. Das Problem ist aber *nicht*, dass ∞ als 10^{499} repräsentiert wurde, da das tatsächliche Integral dieser Funktion von Null bis 10^{499} sehr nahe bei 1 liegt. Die Ursachen des falschen Ergebnisses werden durch den Graph von $f(x)$ über dem Integrationsintervall deutlich.



Der Graph ist eine Spitze, sehr nahe des Ursprungs. Da die Spitze durch keinen Abtastpunkt entdeckt wurde, nahm der Algorithmus an, dass $f(x)$ über das gesamte Integrationsintervall mit Null identisch war. Selbst wenn Sie die Anzahl von Abtastpunkten durch Berechnung des Integrals im SCI 11- oder ALL-Format erhöhten, würde die Spitze durch keinen der zusätzlichen Abtastpunkte entdeckt, wenn diese spezielle Funktion über dieses spezifische Intervall integriert wird. (Bessere Ansätze für Probleme wie dieses finden Sie unter dem nächsten Punkt, "Bedingungen, welche die Berechnungszeit erhöhen".)

Glücklicherweise sind Funktionen, die solche Abweichungen (eine Fluktuation, die für das Verhalten der Funktion an anderen Stellen uncharakteristisch ist) zeigen, so selten, dass es unwahrscheinlich ist, dass Sie eine solche unwissentlich integrieren. Eine Funktion, die zu falschen Ergebnissen führen kann, können Sie – einfach ausgedrückt – an der Schnelligkeit, mit der Sie und Ihre niedrigeren Ableitungen im Integrationsintervall variieren, erkennen. Grundsätzlich gilt: Je rascher die Variation der Funktion oder ihrer Ableitungen und je niedriger die Ordnung solch rasch variierender Ableitungen, desto länger braucht die Berechnung und desto weniger zuverlässig ist die sich ergebende Näherung.

Beachten Sie, dass die Geschwindigkeit der Variation der Funktion (oder ihrer niedrigeren Ableitungen) hinsichtlich der Breite des Integrationsintervalls ermittelt werden muss. Bei einer bestimmten Anzahl von Abtastpunkten kann eine Funktion $f(x)$ mit drei Fluktuationen besser durch ihre Abtastpunkte charakterisiert werden, wenn diese Variationen über einen weiten Bereich des Integrationsintervalls verteilt werden, als wenn sich diese nur auf einen kleinen Bruchteil des Intervalls konzentrierten. (Diese beiden Situationen werden in den zwei folgenden Abbildungen gezeigt.) Wenn man die Variationen oder Fluktuationen als eine Art Oszillation der Funktion betrachtet, so ist das relevante Kriterium das Verhältnis der Oszillationsperioden zur Breite des Integrationsintervalls: Je größer dieses Verhältnis, desto schneller erfolgt die Berechnung und desto exakter wird die sich daraus ergebende Näherung.



In vielen Fällen werden Sie soweit mit den Funktion vertraut sein, die Sie integrieren möchten, dass Sie wissen, ob diese Funktion schnelle Sprünge relativ zum Integrationsintervall aufweist. Falls Sie nicht mit der Funktion vertraut sein sollten und vermuten, dass sie Probleme bereiten könnte, so können Sie schnell ein paar Punkte zeichnen, indem Sie die Funktion mit Hilfe der Gleichung oder des Programms auswerten, das Sie für diesen Zweck geschrieben haben.

Falls Sie aus irgendwelchen Gründen die Gültigkeit einer Annäherung an ein Integral anzweifeln sollten, so gibt es einen einfachen Weg, diese zu überprüfen: Teilen Sie das Integrationsintervall in zwei oder mehr benachbarte Subintervalle auf, integrieren Sie die Funktion über jedes Subintervall und addieren Sie die daraus resultierenden Näherungen. Dies führt dazu, dass die Funktion an ganz neuen Punkten abgetastet wird – und macht es wahrscheinlicher, dass zuvor verborgen gebliebene Spitzen entdeckt werden. Falls die Anfangsschätzung gültig war, so entspricht sie der Summe der Näherungen für die Subintervalle.

Bedingungen, welche die Rechenzeit verlängern

Im vorhergehenden Beispiel lieferte der Algorithmus ein falsches Ergebnis, da er die Spitze in der Funktion nie erkannt hatte. Dies geschah, weil die Änderung des Funktionsverhaltens relativ zur Intervallbreite der Integration zu schnell verlief. Falls die Intervallbreite schmaler gewesen wäre, so hätten Sie ein korrektes Ergebnis erhalten; aber es hätte sehr lange gedauert, sofern das Intervall trotzdem noch zu breit gewesen wäre.

Stellen Sie sich ein Integral vor, bei dem das Integrationsintervall breit genug ist, um reichlich Rechenzeit zu benötigen, aber nicht zu breit, um zu falschen Ergebnissen zu führen. Beachten Sie, dass weil sich $f(x) = xe^{-x}$ sehr schnell an Null annähert, wenn x gegen ∞ geht, der Beitrag großer x -Werte zum Integral der Funktion ist vernachlässigbar. Daher können Sie das Intervall auswerten, indem Sie ∞ , die Obergrenze der Integration, durch eine Zahl ersetzen, die kleiner als 10^{499} ist – z. B. 10^3 .

Lassen Sie das vorherige Integrationsproblem noch einmal mit dieser neuen Integrationsgrenze durchlaufen:

	Tasten:	Display:	Beschreibung:
✓	0 [ENTER] [E] 3 [↩] [EQN]	1E3_ XxEXP(-X)	Neue Obergrenze. Wählt den Gleichungsmodus; zeigt die Gleichung an.



INTEGRATING

Integral. (Die Berechnung dauert ein bis zwei Minuten.)

$\int =$

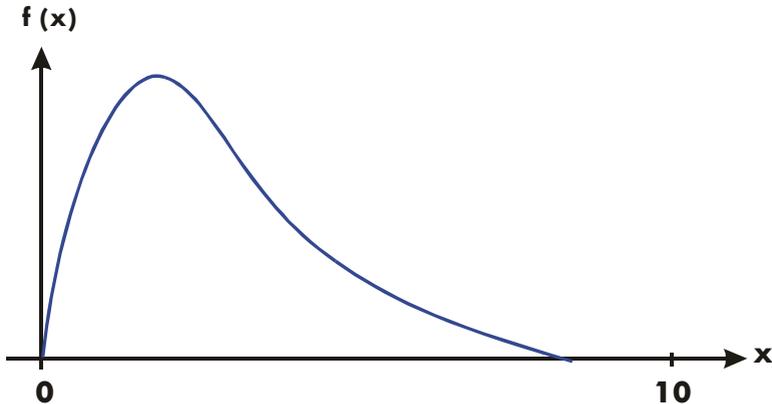
1,000E0



1,000E-3

Ungenauigkeit der Näherung.

Dies ist das richtige Ergebnis, aber es hat viel Zeit beansprucht. Um verstehen zu können, warum dies so ist, vergleichen Sie den Graphen der Funktion zwischen $x = 0$ und $x = 10^3$, der wie im vorherigen Beispiel gezeigt aussieht, mit dem Graphen der Funktion zwischen $x = 0$ und $x = 10$.



Sie sehen, dass diese Funktion nur bei kleinen x -Werten "interessant" ist. Bei größeren x -Werten ist die Funktion weniger interessant, da sie glatt und allmählich in vorhersehbarer Weise abfällt.

Der Algorithmus tastet die Funktion mit dichteren Abtastpunkten ab, bis der Unterschied zwischen aufeinander folgenden Näherungen ausreichend klein wird. Bei einem engeren Intervall in einem Bereich, in dem die Funktion "interessant" ist, braucht es weniger Zeit, die entscheidende Dichte zu erreichen.

Um dieselbe Dichte von Abtastpunkten zu erreichen, ist die Gesamtzahl der für das größere Intervall benötigten Abtastpunkte erheblich größer als die Anzahl, die für das kleinere Intervall benötigt wird. Folglich werden erheblich mehr Iterationen für das größere Intervall benötigt, um eine Näherung der gleichen Genauigkeit zu erreichen, und folglich braucht die Berechnung des Integrals deutlich mehr Zeit.

Da die Berechnungszeit davon abhängt, wie schnell eine bestimmte Dichte von Abtastpunkten im "interessanten" Bereich der Funktion erreicht wird, braucht die Berechnung des Integrals einer Funktion länger, wenn das Integrationsintervall hauptsächlich weniger interessante Funktionsbereiche enthält. Glücklicherweise können Sie das Problem so modifizieren, dass die Berechnungszeit deutlich verkürzt wird, falls Sie solch ein Integral berechnen müssen. Zwei geeignete Methoden bestehen in der Aufteilung des Integrationsintervalls und der Transformation von Variablen. Diese Methoden ermöglichen Ihnen das Ändern der Funktion oder der Integrationsgrenzen, so dass sich das Verhalten des Integranden über das/ die Integrationsintervall(e) verbessert.

Meldungen

Der Taschenrechner reagiert auf bestimmte Bedingungen oder Tastatureingaben, indem er eine Meldung anzeigt. Der Indikator  soll Sie auf die Meldung aufmerksam machen. Bei bedeutenden Vorfällen wird die Meldung so lange angezeigt, bis Sie sie löschen. Drücken von  oder  löscht die Meldung. Drücken einer anderen Taste löscht die Meldung und führt die Funktion dieser Taste aus.

∫ FN ACTIVE	Ein ausgeführtes Programm hat versucht, ein Programm-Label auszuwählen (FN=Label), während eine Integrationsberechnung ausgeführt wurde.
∫ < ∫ FN)	Ein ausgeführtes Programm hat versucht, ein Programm zu integrieren (< ∫ FN ≠ Variable), während eine andere Integrationsberechnung ausgeführt wurde.
∫ (SOLVE)	Ein ausgeführtes Programm hat versucht, ein Programm zu lösen, während eine Integrationsberechnung ausgeführt wurde.
ALL VARS=0	Der Variablenkatalog ( MEM) (VAR) zeigt an, dass keine Werte gespeichert wurden.
CALCULATING	Der Taschenrechner führt eine Funktion aus, die eine Weile dauern könnte.
CLR EQN? Y N	Ermöglicht die Bestätigung, ob <i>alle Programme</i> im Speicher gelöscht werden sollen. (Tritt nur im Gleichungseingabe-Modus auf.)
CLR PGMS? Y N	Ermöglicht die Bestätigung, ob <i>alle Programme</i> im Speicher gelöscht werden sollen. (Tritt nur im Programmeingabe-Modus auf.)
DIVIDE BY 0	Es wurde versucht, durch Null zu dividieren. (Inklusive  , wenn das Y-Register Null enthält.)

DUPLICAT .LBL	Sie haben versucht, ein Programm-Label einzugeben, das bereits für eine andere Programmroutine existiert.
EQN LIST TOP	Zeigt den Anfang des Gleichungsspeichers an. Das Speicherschema ist zirkulär, so dass EQN LIST TOP auch die "Gleichung" nach der letzten Gleichung im Gleichungsspeicher ist.
INTEGRATING	Der Taschenrechner berechnet das Integral einer Gleichung oder eines Programms. <i>Dies kann eine Weile dauern.</i>
INTERRUPTED	Eine ausgeführte SOLVE oder \int FN-Funktion wurde durch Drücken von C oder R/S unterbrochen.
INVALID DATA	Datenfehler: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sie haben versucht, Kombinationen oder Permutationen mit $r > n$, mit nicht-ganzzahligem r oder n, oder mit $n \geq 10^{16}$ zu berechnen. ■ Sie haben versucht, eine trigonometrische oder hyperbolische Funktion mit einem unzulässigen Argument zu verwenden: <ul style="list-style-type: none"> ■ TAN mit x als ungeradem Vielfachem von 90°. ■ ACOS oder ASIN mit $x < -1$ oder $x > 1$. ■ HYP ATAN mit $x \leq -1$; oder $x \geq 1$. ■ HYP ACOS mit $x < 1$.
INVALID EQN	Ein Syntaxfehler der Gleichung wurde beim Auswerten der Gleichung, bei SOLVE oder \int FN festgestellt.
INVALID VAR	Eingabeversuch eines ungültigen Variablennamens während der Lösung einer Gleichung.
INVALID $\times!$	Sie haben versucht eine Fakultät oder die Gammafunktion mit einem negativen x auszuführen.
INVALID ψ^x	Exponentiations-Fehler: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sie haben versucht, Null mit 0 oder einer negativen Zahl zu potenzieren. ■ Sie haben versucht, eine negative Zahl mit einer nicht-ganzzahligen Zahl zu potenzieren. ■ Sie haben versucht, eine komplexe Zahl ($0 + i 0$) mit einer Zahl mit negativem Realteil zu potenzieren.

INVALID (i)	Sie haben versucht, eine Funktion mit einer indirekten Adresse durchzuführen, aber die Zahl im Index-Register ist ungültig ( $|i| \geq 34$ oder $0 \leq |i| < 1$).
LOG(0)	Sie haben versucht, einen Logarithmus aus Null oder (0 + i0) zu berechnen.
LOG(NEG)	Sie haben versucht, einen Logarithmus einer negativen Zahl zu berechnen.
MEMORY CLEAR	Der gesamte Benutzerspeicher wurde gelöscht (siehe Seite B-3).
MEMORY FULL	Es ist nicht genügend Speicherplatz für die Durchführung dieser Funktion vorhanden (siehe Anhang B).
NO	Die von der Test-Anweisung geprüfte Bedingung trifft nicht zu. (Tritt nur auf, wenn über die Tastatur ausgeführt.)
NONEXISTENT	<p>Sie haben versucht, sich mit GTO, GTO □, XEQ, oder {FN} auf ein nicht vorhandenes Programm-Label (oder eine Zeilennummer) zu beziehen. Beachten Sie: der Fehler NONEXISTENT kann bedeuten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sie haben von der Tastatur aus ein Programm-Label aufgerufen, das nicht existiert oder ■ das aufgerufene Programm bezieht sich auf ein <i>anderes</i> Label, das nicht existiert.
NO LABELS	Der Programmkatalog (□ MEM {PGM}) zeigt an, dass keine Label gespeichert wurden.
NO ROOT FND	SOLVE kann die Nullstelle der Gleichung mit den aktuellen Anfangsschätzungen nicht finden (siehe Seite D-9). Eine SOLVE-Funktion, die in einem Programm ausgeführt wird, führt nicht zu solch einem Fehler; dieselbe Bedingung führt in diesem Fall dazu, dass die nächste Programmzeile übersprungen wird (die Zeile, die auf die Anweisung <i>SOLVE Variable</i> folgt).

STAT ERROR	<p>Statistikfehler:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sie haben versucht, eine Statistikberechnung mit $n = 0$ durchzuführen. ■ Sie haben versucht, s_x, s_y, \hat{x}, \hat{y}, m, r, oder b mit $n = 1$ zu berechnen. ■ Sie haben versucht, r, \hat{x} oder \bar{XW} nur mit x-Daten zu berechnen (alle y-Werte gleichen Null) ■ Sie haben versucht, \hat{x}, \hat{y}, r, m, oder b mit ausschließlich identischen x-Werten zu berechnen.
TOO BIG	Der Betrag der Zahl ist zu groß, um zur HEX-, OCT- oder BIN-Basis konvertiert zu werden; die Zahl muss innerhalb des Bereiches $-34.359.738.368 \leq n \leq 34.359.738.367$ liegen.
REQ OVERFLOW	Ein laufendes Programm hat versucht, ein achtetes verschachteltes <code>REQ label</code> aufzurufen. (Bis zu sieben Subroutinen können verschachtelt werden). Da SOLVE und FN jeweils eine Ebene verwenden, können sie diesen Fehler ebenfalls auslösen.
YES	Die von der Test-Anweisung geprüfte Bedingung ist wahr. (Kommt nur vor, wenn über die Tastatur ausgeführt).

Selbsttest-Meldungen:

33S-OK	Der Selbsttest und der Tastaturtest waren erfolgreich.
33S-FAIL n	Der Selbsttest und der Tastaturtest waren nicht erfolgreich, der Taschenrechner muss gewartet werden.
© 2003 HP DEV CO. L. P.	Copyright-Mitteilung, die nach dem erfolgreichen Abschluss des Selbsttests angezeigt wird.

Operations-Index

Dieser Abschnitt ist eine Kurzreferenz für sämtliche Funktionen, Operationen und soweit vorhanden - deren Formeln. Die Auflistung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge anhand des Funktionsnamens. Dieser Name ist der, welcher in Programmzeilen verwendet wird. Beispielsweise wird die Funktion mit Namen FIX n als $\boxed{\text{DISPLAY}} \{F I \times\} n$ ausgeführt.

Nichtprogrammierbare Funktionen sind mit einem Tasten-Rahmen umgeben. Als Beispiel: $\boxed{\leftarrow}$.

Zeichen, die keine Buchstaben oder griechischen Buchstaben sind, werden im Alphabet vor allen Buchstaben eingeordnet; Funktionsnamen, denen ein Pfeil vorausgeht (z. B. \rightarrow DEG) werden alphabetisch so eingeordnet, als wäre der führende Pfeil nicht vorhanden.

Die letzte Spalte, mit * markiert, bezieht sich auf Hinweise am Ende der Tabelle.

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
+/-	$\boxed{+/-}$ Ändert das Vorzeichen einer Zahl.	1-14	1
+	$\boxed{+}$ Addition. Gibt $y + x$ zurück.	1-17	1
-	$\boxed{-}$ Subtraktion. Gibt $y - x$ zurück.	1-17	1
\times	$\boxed{\times}$ Multiplikation. Gibt $y \times x$ zurück.	1-17	1
\div	$\boxed{\div}$ Division. Gibt $y \div x$ zurück.	1-17	1
\wedge	$\boxed{y^x}$ Potenz. Gibt einen Exponenten an.	6-16	2

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
	Löscht die zuletzt eingegebene Stelle; löscht x; löscht ein Menü; löscht die zuletzt in eine Gleichung eingegebene Funktion; startet Gleichungsbearbeitung; löscht einen Programmschritt.	1-3 1-9 6-4 12-6	
	Zeigt vorherigen Katalogeintrag; springt zur vorherigen Gleichung der Gleichungsliste; bewegt den Programmzeiger zum vorherigen Schritt.	1-24 6-4 12-10 12-19	
	Zeigt den nächsten Katalogeintrag; springt zur nächsten Gleichung in der Gleichungsliste; bewegt den Programmzeiger zur nächsten Zeile (während der Programmeingabe); führt die aktuelle Programmzeile aus (nicht bei der Programmeingabe).	1-24 6-4 12-10 12-19	
 oder 	Scrollt (rollt) das Display, um weitere Stellen links und rechts zu zeigen; zeigt den Rest einer Gleichung oder Binärzahl, wechselt in den CONST- und SUMS-Menüs zur nächsten Menüseite.	1-11 6-5 10-6	
 	Springt zur obersten Zeile der Gleichungs- oder Programmliste.	6-4	
 	Springt zur letzten Zeile der Gleichungs- oder Programmliste.	6-4	
:	 Trennt die beiden Argumente einer Funktion.	6-6	2
1/x	 Kehrwert.	1-16	1
10 ^x	  Allgemeine Exponentialfunktion Gibt 10 hoch x zurück.	4-2	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
%	 Prozent. Gibt $(y \times x) \div 100$ zurück.	4–6	1
%CHG	 %CHG prozentuale Änderung. Gibt $(x - y)(100 \div y)$ zurück.	4–6	1
π	 π Gibt die Approximation 3,14159265359 zurück (12 Stellen).	4–4	1
$\Sigma+$	 $\Sigma+$ Speichert (y, x) in den Statistik-Registern.	11–2	
$\Sigma-$	 $\Sigma-$ Entfernt (y, x) aus den Statistik-Registern.	11–2	
Σx	 SUMS $\{\Sigma x\}$ Gibt die Summe der x -Werte zurück.	11–11	1
Σx^2	 SUMS $\{\Sigma x^2\}$ Ergibt die Summe der Quadrate der x -Werte.	11–11	1
Σxy	 SUMS $\{\Sigma xy\}$ Gibt die Summe der Produkte von x - und y -Werten zurück.	11–11	1
Σy	 SUMS $\{\Sigma y\}$ Ergibt die Summe der y -Werte.	11–11	1
Σy^2	 SUMS $\{\Sigma y^2\}$ Ergibt die Summe der Quadrate der y -Werte.	11–11	1
σx	 S.σ $\{\sigma x\}$ Ergibt die Grundgesamtheitsstandardabweich ung der x -Werte. $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div n}$	11–7	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
σy	  $\{\sigma y\}$ Ergibt die Grundgesamtheitsstandardabweichung der y -Werte. $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div n}$	11–7	1
$\theta, r \rightarrow y, x$	  $\rightarrow y, x$ Polare in rechtwinklige Koordinaten. Wandelt (r, θ) in (x, y) .	4–10	
∫ FN d Variable	  $\{ \int \text{FN} d _ \}$ Variable Integriert die angezeigte Gleichung oder das durch FN= gewählte Programm, verwendet die Untergrenze der Integrationsvariable im Y-Register und die Obergrenze der Integrationsvariable im X-Register.	8–2 14–8	
(	Öffnende Klammer. Beginnt in einer Gleichung eine einer Funktion zugeordnete Menge.	6–6	2
)	  Schließende Klammer.. Beendet in einer Gleichung eine einer Funktion zugeordnete Menge.	6–6	2
A bis Z.	 Variable oder  Variable Wert einer benannten Variable.	6–5	2
ABS	  Absolutbetrag. Ergibt $|x|$.	4–17	1
ACOS	  Arcuscosinus. Ergibt $\cos^{-1}x$.	4–5	1
ACOSH	    Arcuscosinus hyperbolicus. Ergibt $\cosh^{-1} x$.	4–6	1
 	Aktiviert den algebraischen Modus.	1–10	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
ALOG	  Allgemeine Exponentialfunktion. Gibt 10 hoch x zurück (Antilogarithmus).	6–16	2
ALL	 {ALL} Wählt die Anzeige aller signifikanten Stellen.	1–20	
ASIN	  Arcussinus. Ergibt $\sin^{-1} x$.	4–5	1
ASINH	    Arcussinus hyperbolicus. Ergibt $\sinh^{-1} x$.	4–6	1
ATAN	  Arcustangens. Ergibt $\tan^{-1} x$.	4–5	1
ATANH	    Arcustangens hyperbolicus. Ergibt $\tanh^{-1} x$.	4–6	1
b	  {b} Ergibt den y -Achsenabschnitt der Regressionsgeraden: $\bar{Y} - m\bar{X}$.	11–11	1
 	Zeigt das Basiskonvertierungsmenü an.	10–1	
BIN	  {BIN} Wählt den Binärmodus (Basis 2).	10–1	
	Schaltet den Rechner ein; löscht x ; löscht Meldungen und Eingabeaufforderungen; bricht Menüs ab; bricht Kataloge ab; bricht Gleichungseingabe ab; bricht Programmeingabe ab; hält die Ausführung einer Gleichung an; hält ein laufendes Programm an.	1–1 1–3 1–9 1–24 6–4 12–6 12–18	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
/c	  <i>Nenner.</i> Setzt die Nennergrenze des angezeigten Bruches auf x. Wenn x = 1, wird der aktuelle /c-Wert angezeigt.	5–5	
→°C	  Wandelt ° F in ° C.	4–13	1
CB	  Dritte Potenz des Arguments.	4–2	2
CBRT	  Dritte Wurzel des Arguments.	4–2	2
CF n	  {CF} n Löscht Flag n (n = 0 bis 11).	13–12	
 	Zeigt Menü zum Löschen von Zahlen oder Teilen des Speichers; löscht angezeigte Variable oder Programm aus einem MEM-Katalog; löscht angezeigte Gleichung.	1–6 1–24	
  {ALL}	Löscht alle gespeicherten Daten, Gleichungen und Programme.	1–24	
  {PGM}	Löscht alle Programme (Rechner im Programmmodus).	12–21	
  {EQN}	Löscht die angezeigte Gleichung (Rechner im Programmmodus).	12–6	
CLΣ	  {Σ} Löscht Statistikregister.	11–12	
CLVARS	  {VARS} Setzt (löscht) alle Variablen auf Null.	3–4	
CLx	  {x} Setzt x (das X-Register) auf Null.	2–2 2–6 12–6	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
→CM	  Wandelt Zoll (Inches) in Zentimeter um.	4–13	1
 CMPLX	Zeigt das CMPLX_-Vorzeichen für komplexe Funktionen.	9–3	
CMPLX +/-	 CMPLX  <i>Komplex-Umkehrungszeichen.</i> Ergibt $-(z_x + iz_y)$.	9–3	
CMPLX +	 CMPLX  <i>Komplexe Addition.</i> Ergibt $(z_{1x} + iz_{1y}) + (z_{2x} + iz_{2y})$.	9–3	
CMPLX -	 CMPLX  <i>Komplexe Subtraktion.</i> Ergibt $(z_{1x} + iz_{1y}) - (z_{2x} + iz_{2y})$.	9–3	
CMPLX ×	 CMPLX  <i>Komplexe Multiplikation.</i> Ergibt $(z_{1x} + iz_{1y}) \times (z_{2x} + iz_{2y})$.	9–3	
CMPLX ÷	 CMPLX  <i>Komplexe Division.</i> Ergibt $(z_{1x} + iz_{1y}) \div (z_{2x} + iz_{2y})$.	9–3	
CMPLX 1/x	 CMPLX  <i>Komplexer Kehrwert.</i> Ergibt $1/(z_x + iz_y)$.	9–3	
CMPLXCOS	 CMPLX  <i>Komplexer Cosinus.</i> Ergibt $\cos(z_x + iz_y)$.	9–3	
CMPLXe ^x	 CMPLX  <i>Komplexer natürlicher Exponent.</i> Ergibt $e^{(z_x + iz_y)}$.	9–3	
CMPLXLN	 CMPLX  <i>Komplexer natürlicher Logarithmus.</i> Ergibt $\log_e(z_x + iz_y)$.	9–3	
CMPLXSIN	 CMPLX  <i>Komplexer Sinus.</i> Ergibt $\sin(z_x + iz_y)$.	9–3	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
CMPLXTAN	 CMPLX TAN <i>Komplexer Tangens.</i> Ergibt $\tan(z_x + iz_y)$.	9–3	
CMPLXy ^x	 CMPLX y^x <i>Komplexe Potenz.</i> Ergibt $(z_{1x} + iz_{1y})^{(z_{2x} + iz_{2y})}$.	9–3	
C _{n,r}	 nCr <i>Kombinationen bei gleichzeitiger Ziehung von r Elementen aus n.</i> Ergibt $n! \div (r! (n - r)!)$.	4–15	2
COS	COS <i>Cosinus.</i> Ergibt $\cos x$.	4–4	1
COSH	 HYP COS <i>Cosinus hyperbolicus.</i> Ergibt $\cosh x$.	4–6	1
 CONST	Funktionen zur Verwendung 40 physikalischer Konstanten.	4–8	
DEC	 BASE {DEC} <i>Wählt den Dezimalmodus.</i>	10–1	
DEG	MODES {DEG} <i>Wählt den Grad–Winkelmodus.</i>	4–4	
→DEG	 →DEG <i>Bogenmaß zu Grad.</i> Ergibt $(360/2\pi) x$.	4–13	1
DISPLAY	Zeigt das Menü zum Festlegen des Anzeigeformats an.	1–18	
DSE Variable	 DSE <i>Variable Vermindern; Überspringen, wenn kleiner oder gleich.</i> Zieht bei einer in einer Variablen gespeicherten Kontrollzahl cccccc.fffii ii (Schrittweite) von cccccc (Zählerwert) ab und überspringt zur nächsten Programmzeile, wenn Ergebnis ≤fff (Endwert).	13–19	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
	Beginnt die Exponenten-Eingabe und fügt ein "E" zur eingegebenen Zahl hinzu. Zeigt an, dass eine Zehnerpotenz folgt.	1-14	1
ENG n	 {ENG} n Wählt die "Engineering"-Anzeige mit n Stellen nach der ersten Stelle (n = 0 bis 11).	1-20	
 und   ENG	Wandelt die Exponentenanzeige der angezeigten Zahl in Vielfache von 3 um.	1-20	
	Trennt zwei nacheinander eingegebene Zahlen; vervollständigt eine Gleichungseingabe; berechnet die angezeigte Gleichung (und speichert das Ergebnis, wenn passend).	1-17 6-5 6-12	
ENTER	 Kopiert x in das Y-Register, hebt y in das Z-Register, hebt z in das T-Register und verwirft T.	2-5	
 	Aktiviert oder deaktiviert (Umschaltung) den Gleichungseingabemodus.	6-4 12-6	
e^x	 <i>Natürlicher Exponent.</i> Ergibt e hoch x.	4-1	1
EXP	 <i>Natürlicher Exponent.</i> Ergibt e hoch spezifizierter Potenz.	6-16	2
→ °F	  °F Wandelt °C in °F.	4-13	1
 	Schaltet den Bruchanzeigemodus ein oder aus.	5-1	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
FIX n	{FIX} n Wählt eine feste (fixed) Anzeige mit n Dezimalstellen: $0 \leq n \leq 11$.	1–19	
	Zeigt das Menü zum Setzen, Löschen und Testen von Flags an.	13–12	
FN = <i>label</i>	<i>label</i> Wählt ein Programm mit Label als aktuelle Funktion (von SOLVE und \int FN verwendet).	14–1 14–8	
FP	Nachkommastellen von x .	4–17	1
FS? n	{FS?} n Wenn Flag n ($n = 0$ bis 11) gesetzt ist: Ausführung der nächsten Programmzeile; wenn Flag n gelöscht ist, Überspringen der nächsten Programmzeile.	13–12	
→GAL	Wandelt Liter in Gallonen.	4–13	1
GRAD	{GRAD} Setzt den Grad–Winkelmodus.	4–4	
GTO <i>label</i>	<i>label</i> Setzt den Programmzähler an den Anfang des Programms <i>label</i> im Programmspeicher.	13–5 13–18	
<i>label</i> <i>nnnn</i>	Setzt den Programmzeiger auf die Zeile <i>nnnn</i> des Programms <i>label</i> .	12–20	
	Setzt den Programmzeiger auf PRGM TOP.	12–20	
HEX	{HEX} Wählt den Hexadezimalmodus (Basis 16).	10–1	
	Zeigt das HYP_–Vorzeichen für hyperbolische Funktionen.	4–6	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
→HMS	  <i>Stunden in Stunden, Minuten, Sekunden.</i> Wandelt x von einem Dezimalbruch in Stunden–Minuten–Sekunden–Format.	4–12	1
→HR	  <i>Stunden, Minuten, Sekunden in Stunden.</i> Wandelt x vom Stunden–Minuten–Sekunden–Format in einen Dezimalbruch.	4–12	1
i	 i oder  i Wert der Variable i .	6–5	2
(i)	    <i>Indirekt.</i> Wert einer Variable, deren Buchstabe auf den numerischen Wert verweist, der in Variable i gespeichert ist.	6–5 13–23	2
→IN	  Wandelt Zentimeter in Zoll (Inches).	4–13	1
IDIV	  Ergibt den Quotienten einer Division mit zwei Ganzzahlen.	6–16	2
INT÷	  Ergibt den Quotienten einer Division mit zwei Ganzzahlen.	4–2	1
INTG	  Ermittelt die größte Ganzzahl, die kleiner oder gleich der gegebenen Zahl ist.	4–17	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
INPUT Variable	 INPUT Variable Ruft die Variable in das X-Register ab, zeigt Variablenamen und Wert an und hält die Programmausführung an. Drücken von  (zur Programmfortführung) oder  (zur Ausführung der aktuellen Programmzeile) speichert Ihre Eingabe in der Variable. (Nur in Programmen verwendet.)	12-12	
INV	 $1/x$ Kehrwert des Arguments.	6-16	2
IP	 IP Ganzzahliger Teil von x .	4-17	1
ISG Variable	 ISG Variable Erhöhen, Überspringen, wenn größer. Addiert bei einer in einer Variable gespeicherten Kontrollzahl $cccccc.ffff ii$ (Schrittweite) zu $cccccc$ (Zählerwert) und überspringt die nächste Programmzeile, wenn Ergebnis > fff (Endwert).	13-19	
→KG	  kg Wandelt Pfund in Kilogramm um.	4-13	1
→L	  l Wandelt Gallonen in Liter um.	4-13	1
LASTx	 LASTx Ergibt die im LAST X-Register gespeicherte Zahl.	2-7	
→LB	  lb Wandelt Kilogramm in Pfund um.	4-13	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
LBL <i>label</i>	 LBL <i>label</i> Benennt ein Programm mit einem einzelnen Buchstaben, als Referenz für XEQ-, GTO- oder FN=Operationen. (Nur in Programmen verwendet.)	12-3	
LN	 LN <i>Natürlicher Logarithmus.</i> Ergibt $\log_e x$.	4-1	1
LOG	 LOG <i>Allgemeiner Logarithmus.</i> Ergibt $\log_{10} x$.	4-1	1
 L.R.	Zeigt das Menü für lineare Regression an.	11-4	
m	 L.R. {m} Ergibt die Steigung der Regressionsgeraden: $[\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] \div \Sigma(x_i - \bar{x})^2$	11-7	1
 MEM	Zeigt den verfügbaren Speicherplatz und das Katalog-Menü an.	1-24	
 MEM {PGM}	Beginnt den Programmkatalog.	12-21	
 MEM {VAR}	Beginnt den Variablenkatalog.	3-3	
MODES	Zeigt das Menü zur Einstellung der Gradmodi und Radix an (· oder ∙).	1-18 4-4	
n	 SUMS {n} Ergibt die Anzahl der Sätze von Datenpunkte.	11-11	1
OCT	 BASE {OCT} Wählt den Oktalmodus (Basis 8).	10-1	
 OFF	Schaltet den Rechner aus.	1-1	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
$P_{n,r}$	nPr Permutationen bei gleichzeitiger Ziehung von r Elementen aus n . Ergibt $n!/(n-r)!$.	4-15	2
	$PRGM$	Aktiviert oder deaktiviert (Umschaltung) den Programmeingabemodus.	12-5
PSE	PSE Pause. Hält die Programmausführung kurz zur Anzeige von x , Variable oder Gleichung an, setzt dann fort. (Nur in Programmen verwendet.)	12-17 12-18	
r	$L.R$ $\{r\}$ Ergibt den Korrelationskoeffizienten zwischen den x - und y -Werten. $\frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}}$	11-7	1
RAD	$MODES$ $\{RAD\}$ Wählt den Bogenmaß-Winkelmodus.	4-4	
$\rightarrow RAD$	$\rightarrow RAD$ Grad zu Bogenmaß. Ergibt $(2\pi/360) x$.	4-13	1
RADIX ,	$MODES$ $\{ , \}$ Wählt das Komma als Radixzeichen (Dezimalzeichen).	1-18	
RANDOM	$RAND$ Führt die RANDOM-Funktion aus. Ergibt eine Zufallszahl zwischen 0 und 1.	4-15	1
RCL Variable	RCL Variable Abruf. Kopiert Variable in das X-Register.	3-5	
RCL+ Variable	RCL $+$ Variable Ergibt $x + Variable$.	3-5	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
RCL— Variable	 Variable. Ergibt $x - \text{Variable}$.	3–5	
RCLx Variable	 Variable. Ergibt $x \times \text{Variable}$.	3–5	
RCL÷ Variable	 Variable. Ergibt $x \div \text{Variable}$.	3–5	
RMDR	  Ergibt den Rest einer Division mit zwei Ganzzahlen.	4–2	2
RND	  Runden. Rundet x auf n Dezimalstellen im FIX n -Anzeigemodus; auf $n + 1$ signifikante Stellen im SCI n - oder ENG n -Anzeigemodus; oder auf die Dezimalzahl, die dem im Bruchmodus angezeigten Bruch am nächsten kommt.	4–17 5–8	1
 	Aktiviert umgekehrte Polnische Notation.	1–10	
RTN	  Return. Markiert das Ende eines Programms; der Programmzeiger kehrt zum Anfang oder zur aufrufenden Routine zurück.	12–3 13–1	
R↓	 Abwärts rollen. Bewegt im RPN-Modus t in das Z-Register, z in das Y-Register, y in das X-Register und x in das T-Register. Zeigt das X1~ bis X4-Menü, um den Stack im ALG-Modus zu betrachten.	2–2 C–7	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
R↑	  <i>Aufwärts rollen.</i> Bewegt im RPN-Modus t in das X-Register, z in das T-Register, y in das Z-Register und x in das Y-Register. Zeigt das X1- bis X4-Menü, um den Stack im ALG-Modus zu betrachten.	2-2 C-7	
 	Zeigt das Standardabweichungs-Menü an.	11-4	
SCI n	 {SCI} n Wählt wissenschaftliche Anzeige mit n Dezimalstellen: ($n = 0$ bis 11)	1-19	
SEED	  Startet die Zufallszahlenreihe mit dem Startwert $|x|$ neu.	4-15	
SF n	  {SF} n Setzt Flag n ($n = 0$ bis 11).	13-12	
SGN	  Zeigt das Vorzeichen von x .	4-17	1
 	Zeigt die komplette Mantisse (alle 12 Stellen) von x (oder der Zahl in der aktuellen Programmzeile); zeigt Hex-Prüfsumme und dezimale Byte-Länge bei Gleichungen und Programmen.	6-20 12-22	
SIN	 <i>Sinus.</i> Ergibt $\sin x$.	4-4	1
SINH	   <i>Sinus hyperbolicus.</i> Ergibt $\sinh x$.	4-6	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
SOLVE <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Löst die angezeigte Gleichung oder das durch FN= gewählte Programm, verwendet die Initialschätzungen in <i>Variable</i> und <i>x</i> .	7–2 14–1	
	Fügt ein Leerzeichen während der Gleichungseingabe ein.	13–16	2
SQ	<i>Quadrat</i> des Argumentes.	6–16	2
SQRT	<i>Quadratwurzel</i> von <i>x</i> .	6–16	2
STO <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Speichern. Kopiert <i>x</i> in <i>Variable</i> .	3–2	
STO + <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> + <i>x</i> in <i>Variable</i> .	3–4	
STO – <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> – <i>x</i> in <i>Variable</i> .	3–4	
STO × <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> × <i>x</i> in <i>Variable</i> .	3–4	
STO ÷ <i>Variable</i>	<i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> ÷ <i>x</i> in <i>Variable</i> .	3–4	
STOP	<i>Start / Stopp</i> . Startet die Programmausführung an der aktuellen Programmzeile; stoppt ein laufendes Programm und zeigt das X-Register an.	12–18	
	Zeigt das Summenmenü an.	11–4	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
sx	  { Σx } Ergibt die Stichprobenstandardabweichung der x -Werte. $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1)}$	11-6	1
sy	  { Σy } Ergibt die Stichprobenstandardabweichung der y -Werte. $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div (n - 1)}$	11-6	1
TAN	 <i>Tangens.</i> Ergibt $\tan x$.	4-4	1
TANH	   <i>Tangens hyperbolicus.</i> Ergibt $\tanh x$.	4-6	1
VIEW <i>Variable</i>	  <i>Variable</i> Zeigt den gekennzeichneten Inhalt von <i>Variable</i> an, ohne die Variable in den Stack abzurufen.	3-3 12-14	
	Berechnet die angezeigte Gleichung.	6-13	
XEQ <i>label</i>	 <i>label</i> Führt das mit <i>label</i> bezeichnete Programm aus.	13-1	
x^2	 <i>Quadrat von x.</i>	4-2	1
x^3	  <i>Dritte Potenz von x.</i>	4-2	1
\sqrt{x}	 <i>Quadratwurzel von x.</i>	4-2	1
$\sqrt[3]{x}$	  <i>Kubikwurzel von x.</i>	4-2	1
$\sqrt[x]{y}$	 <i>Die x-te Wurzel von y.</i>	4-2	1
\bar{x}	  { \bar{x} } Ergibt den Mittelwert der x -Werte: $\Sigma x_i \div n$.	11-4	1

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
\hat{x}	  { \hat{x} } Bei gegebenem Wert y im X-Register ergibt dies die x -Schätzung auf der Basis der Regressionsgeraden: $\hat{x} = (y - b) \div m$.	11-11	1
$x!$	  Fakultät (oder Gamma). Ergibt $(x)(x-1) \dots (2)(1)$, oder $\Gamma(x+1)$.	4-15	1
XROOT	 Die <i>Argument</i> ₁ -te Wurzel von <i>Argument</i> ₂ .	6-16	2
\bar{x}_w	Ergibt den gewogenen Durchschnitt der x -Werte: $(\sum y_i x_i) \div \sum y_i$.	11-4	1
 	Zeigt das Mittelwert-Menü (arithmetisches Mittel) an.	11-4	
$x \leftrightarrow$ Variable	  x -Austausch Tauscht x mit einer Variable.	3-7	
$x \leftrightarrow y$	 x - y -Austausch Bewegt x in das Y-Register und y in das X-Register.	2-3	
 	Zeigt das "x?y"-Vergleichstest-Menü an.	13-7	
$x \neq y$	  { \neq } Wenn $x \neq y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x = y$: nächste Programmzeile überspringen.	13-7	
$x \leq y?$	  { \leq } Wenn $x \leq y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x > y$: nächste Programmzeile überspringen.	13-7	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
$x < y?$	  {<} Wenn $x < y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \geq y$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x > y?$	  {>} Wenn $x > y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \leq y$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x \geq y?$	  {≥} Wenn $x \geq y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x < y$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x = y?$	  {=} Wenn $x = y$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \neq y$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
 	Zeigt das "x?0"-Vergleichstest-Menü an.	13–7	
$x \neq 0?$	  {≠} Wenn $x \neq 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x = 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x \leq 0?$	  {≤} Wenn $x \leq 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x > 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x < 0?$	  {<} Wenn $x < 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \geq 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x > 0?$	  {>} Wenn $x > 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \leq 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	

Name	Tasten und Beschreibung	Seite	*
$x \geq 0?$	 $x \geq 0$ $\{\geq\}$ Wenn $x \geq 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x < 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
$x = 0?$	 $x = 0$ $\{=\}$ Wenn $x = 0$: nächste Programmzeile ausführen; wenn $x \neq 0$: nächste Programmzeile überspringen.	13–7	
\bar{y}	 \bar{x}, \bar{y} $\{\bar{y}\}$ Ergibt den Mittelwert der y -Werte. $\Sigma y_i \div n$.	11–4	1
\hat{y}	 $L.R.$ $\{\hat{y}\}$ Ergibt für einen x -Wert im X -Register die y -Schätzung auf Basis der Regressionsgeraden: $\hat{y} = m x + b$.	11–11	1
$y, x \rightarrow \theta, r$	 $\rightarrow \theta, r$ <i>Rechtwinklige in polare Koordinaten. Wandelt (x, y) in (r, θ).</i>	4–10	
y^x	 y^x <i>Potenz.</i> Ergibt y hoch x .	4–2	1

Hinweise:

1. Funktion kann in Gleichungen verwendet werden.
2. Funktion erscheint nur in Gleichungen.

Index

Sonderzeichen

- ∫FN. *Siehe* integration
- %–Funktionen, 4–7
- . *Siehe* Gleichungseingabe–Cursor
- ⬅. *Siehe* Rücktaste
- ↵. *Siehe* integration
- +↵, 1–14
- ▲, 1–24
- π , 4–4, A–2
- Ⓜ, 6–6
- ◀ ▶ Indikatoren
 - Binärzahlen, 10–6
 - Gleichungen, 6–8, 12–6
- Ⓜ (in Brüchen), 1–22, 5–1
- ▲ ▼ Indikatoren
 - in Brüchen, 3–3, 5–2, 5–3
 - in Katalogen, 3–3
- _. *Siehe* Zifferneingabe–Cursor
- 2er–Komplement, 10–3, 10–5
- Ⓜ Ⓜ Indikatoren, 1–3
- ☐ Indikator, 1–1, A–3

A

- A..Z** Indikator, 1–3, 3–2, 6–5
- Absolutbetrag (reelle Zahl), 4–17
- Achsenabschnitt (Kurvenanpassung), 11–8, 16–1
- Adressierung
 - indirekt, 13–22, 13–23, 13–24
- Aktueller Wert. *Siehe* Finanzberechnungen
- ALG, 1–10

- in Programmen, 12–4
- verglichen mit Gleichungen, 12–4
- Algebra–Modus, 1–10
- ALL–Format. *Siehe* Anzeigeformat festlegen, 1–20
 - in Gleichungen, 6–6
 - in Programmen, 12–6
- Alpha–Zeichen, 1–3
- Antworten auf Fragen, A–1
- Anzeigeformat
 - Auswirkung auf Integration, 8–2, 8–6, 8–7
 - Auswirkung auf Rundung, 4–17
 - Auswirkung auf Zahlen, 1–19
 - festlegen, 1–19, A–1
 - Punkte und Kommas, 1–18, A–1
 - Standard, B–4
- Arithmetik
 - Allgemeine Vorgehensweise, 1–16
 - Binär, 10–3
 - Hexadezimal, 10–3
 - lange Berechnungen, 2–10
 - Oktal, 10–3
 - Reihenfolge der Berechnung, 2–13
 - Stack–Operation, 2–4, 9–2
 - Zwischenergebnisse, 2–10
- Asymptoten von Funktionen, D–9
- Ausführen, wenn wahr, 13–6, 14–7
- Ausgangszahl (Zufallszahl), 4–15

B

Basis

- Arithmetik, 10–3
- Auswirkung auf Anzeige, 10–4
- Einstellung, 10–1, 14–12
- konvertieren, 10–1
- Programme, 12–23
- Standard, B–4

Basismodus

- Brüche, 5–2
- Einstellung, 12–23, 14–12
- Gleichungen, 6–6, 6–12, 12–23
- Programmieren, 12–23
- Standard, B–4

Batterien, 1–1, A–3

bedingte Tests, 13–6, 13–7, 13–8, 13–9, 13–13, 13–18

Bessel-Funktion, 8–3

Best-Fit-Regression, 11–7, 16–1

Betriebsindikator, A–3

Binärzahlen. *Siehe* Zahlen

- alle Stellen anzeigen, 3–3, 10–6

Arithmetik, 10–3

Bereich, 10–5

eingeben, 10–1

konvertieren, 10–1

Rollen, 10–6

BIN-Indikator, 10–1

Bogenmaß

- in Grad konvertieren, 4–13

Winkleinheit, 4–4

Winkleinheiten, A–2

Bruchanzeigemodus

- einstellen, A–2

Brüche

anzeigen, 1–23, 5–1, 5–2, 5–5

eingeben, 1–22, 5–1

Flags, 5–6, 13–10

Format einstellen, 5–5, 13–10, 13–16

Formate, 5–5

ganzzahlige Stellen anzeigen, 5–4

Genauigkeitsindikator, 5–2, 5–3

Gleichungen, 5–8

Nenner, 1–22, 5–5, 13–10, 13–16

Nicht-Statistikregister, 5–2

nur Basis 10, 5–2

rechnen mit, 5–1

reduzieren, 5–2, 5–6

runden, 5–8

und Programme, 5–8, 12–14, 13–10

Bruchmodus

Auswirkung auf Rundung, 5–8

Einfluss auf VIEW, 12–14

einstellen, 1–23, 5–1

Buchstabentasten, 1–3

C

%CHG-Argumente, 4–7

Ein und aus, 1–1

Eingabeaufforderungen

- abbrechen, 1–5, 6–15,

12–14

Gleichungsmodus verlassen,

- 6–4, 6–5

Integration stoppen, 8–2, 14–8

Kataloge verlassen, 1–5, 3–4

Kontrast anpassen, 1–1

Löschen des X-Registers, 2-2,
2-6

Meldungen löschen, 1-5, F-1

Menüs verlassen, 1-5, 1-9

Operation, 1-5

Programme unterbrechen,
12-18

Programm-Modus beenden,
12-6

SOLVE stoppen, 7-8, 14-1

VIEW abbrechen, 3-3

[CMPLX], 9-1, 9-3

/c-Wert, 5-5, B-4, B-6

Cashflows, 17-1

D

Dauerspeicher, 1-1

Dezimalmodus. *Siehe* Basismodus

Dezimalzeichen, 1-18, A-1

Display

Funktionsnamen, 4-18

Indikatoren, 1-11

Kontrast anpassen, 1-1

X-Register, 2-2

DSE, 13-19

E

[ENTER]

angezeigte Variablen kopieren,
12-15

Gleichungen auswerten, 6-11,
6-12

Gleichungseingabe beenden,
6-5, 6-9, 12-6

Löschen des Stacks, 2-5

Stack-Operation, 2-5

Zahlen doppelt verwenden,
2-5

Zahlen trennen, 1-16, 1-17,
2-5

[E] (Exponent), 1-15

E in Zahlen, 1-14, 1-20, A-1

Ein- und Ausschalten, 1-1

Eingabeaufforderungen

Auswirkung auf Stack, 6-15,
12-13

Gleichungen, 6-14

INPUT, 12-11, 12-13, 14-2,
14-9

löschen, 1-5, 6-15, 12-14

programmierte Gleichungen,
13-12, 14-1, 14-9

reagieren auf, 12-13

Reagieren auf, 6-14

verborgene Stellen anzeigen,
6-15

Einheiten konvertieren, 4-14

Einzelschritt-Ausführung, 12-10

ENG-Format, 1-20. *Siehe auch*
Anzeigeformat

EQN LIST TOP, 6-8, F-2

Exponentialfunktionen, 1-15, 4-1,
9-3

Exponentialkurvenanpassung, 16-1

F

∫FN. *Siehe* Integration

[FDISP]

Ändern des Anzeigemodus,
1-23, 5-1

Flags umschalten, 13-10

nicht programmierbar, 5-10

schaltet Displaymodus um, A-2

Fakultätsfunktion, 4–15
Fehler
 beheben, 2–7, F–1
 löschen, 1–5
Fehlermeldung, F–1
Fenster (Binärzahlen), 10–6
Feuchtigkeitsgrenzen für den Rechner,
 A–2
Finanzberechnungen, 17–1
FIX-Format, 1–19. *Siehe auch*
 Anzeigeformat
Flags
 Bedeutungen, 13–9
 Bruchdarstellung, 5–6, 13–10
 einstellen, 13–12
 Gleichungen auswerten, 13–11
 Gleichungs-Eingabeaufforderu
 ng, 13–12
 Indikatoren, 13–12
 löschen, 13–13
 nicht zugewiesen, 13–9
 Operationen, 13–12
 Standardzustände, 13–9, B–4
 testen, 13–9, 13–13
 Überlauf, 13–9
Flussdiagramme, 13–2
FN=
 in Programmen, 14–7, 14–10
 Programme integrieren, 14–8
 Programme lösen, 14–1
Fragen, A–1
Funktion für den Bruchteil, 4–17
Funktion für den ganzzahligen Teil,
 4–17
Funktionen
 einstellige, 1–16, 2–8, 9–3
 in Gleichungen, 6–6, 6–16

in Programmen, 12–7
Liste, G–1
Namen im Display, 4–18,
 12–7
nicht programmierbare, 12–23
reellwertige, 4–1
zweistellige, 1–17, 2–8, 9–3

G

GTO

findet PRGM TOP, 12–5,
 12–20, 13–6
findet Programm-Label, 12–9,
 12–21, 13–5
findet Programmzeilen, 12–19,
 12–21, 13–5
Gammafunktion, 4–15
Gehe zu. *Siehe* GTO
Geld (Finanzen), 17–1
Genauigkeit (Zahlen), 1–19, 1–21,
 D–14
Gewichte konvertieren, 4–14
Gewichtete Mittelwerte, 11–4
Gleichungen
 als Anwendungen, 17–1
 anzeigen, 6–8
 Anzeigen in Programmen,
 12–15, 12–17, 13–11
 auswerten, 6–11, 6–12, 6–13,
 7–6, 12–4, 13–11
 Auswertung steuern, 13–11
 Basismodus, 6–6, 6–12, 12–23
 bearbeiten, 1–5, 6–9
 Benutzung des Stack, 6–12
 Brüche, 5–8
 Eingabeaufforderung für Werte,
 6–12, 6–14

Eingabeaufforderung in
 Programmen, 14–1, 14–9
 Eingabeaufforderungen in
 Programmen, 13–12
 eingeben, 6–5, 6–9
 Funktionen, 6–6, 6–16, G–1
 In Programme eingeben, 12–6
 in Programmen, 12–4, 12–6,
 12–7, 12–23, 13–11
 in Programmen bearbeiten,
 12–6, 12–19
 in Programmen löschen, 12–19
 Integrieren, 8–2
 keine Nullstelle, 7–7
 Klammern, 6–6, 6–7, 6–15
 lange, 6–8
 Längen, 6–20, 12–6, B–2
 Liste. *Siehe* Gleichungsliste
 Löschen, 1–6, 6–9
 löschen in Programmen, 12–7
 lösen, 7–2, D–1
 mehrere Nullstellen, 7–9
 mit (i), 13–26
 Nullstellen, 7–1
 numerischer Wert, 6–11, 6–12,
 7–1, 7–6, 12–4
 Polynome, 15–21
 Priorität von Operatoren, 6–15
 Prüfsummen, 6–20, 12–6,
 12–23
 Rollen, 6–8, 12–6, 12–15
 simultane Systeme, 15–12
 Speicher in, 12–15
 Syntax, 6–15, 6–19, 12–15
 TVM-Gleichung, 17–1
 Typen von, 6–10
 Variablen, 6–4, 7–1
 Variablenwert speichern, 6–12
 verglichen mit ALG, 12–4
 verglichen mit RPN, 12–4
 Verwendung, 6–1
 Zahlen, 6–6
 Zusammenfassung der
 Operationen, 6–4
 Gleichungen vom Typ Ausdruck,
 6–10, 6–12, 7–1
 Gleichungen vom Typ Gleichsetzung,
 6–10, 6–12, 7–1
 Gleichungen vom Typ Zuordnung,
 6–10, 6–12, 7–1
 Gleichungseingabe-Cursor
 Arbeitsweise, 6–6
 Rücktaste, 1–5, 6–9, 12–20
 Gleichungsliste
 anzeigen, 6–8
 bearbeiten, 6–9
 hinzufügen, 6–5
 im Gleichungsmodus, 6–4
 Indikator **EQN**, 6–5
 Zusammenfassung der
 Operationen, 6–4
 Gleichungsmodus
 Gleichungsliste anzeigen, 6–4
 Rücktaste, 1–5, 6–9
 starten, 6–4, 6–8
 Verlassen, 1–5, 6–4
 Während der
 Programmeingabe, 12–6
 Grad
 in Bogenmaß konvertieren,
 4–13
 Winkleinheiten, 4–4, A–2
 Größte Ganzzahl, 4–17

Grundgesamtheitsstandardabweichungen, 11-7
gruppierte Standardabweichung, 16-19
GTO, 13-5, 13-18

H

Hexadezimalzahlen. *Siehe* Zahlen.
Siehe Hexadezimalzahlen

HEX-Indikator, 10-1

Hex-Zahlen

- Arithmetik, 10-3
- Bereich, 10-5
- eingeben, 10-1
- konvertieren, 10-1

Hilfe zum Rechner, A-1

Horner-Methode, 12-25

Hyperbolische Funktionen, 4-6

I

i, 3-7, 13-22

(i), 3-7, 13-22, 13-23, 13-26

Imaginärer Teil (komplexe Zahlen), 9-1, 9-2

Indikator **EQN**

- im Programm-Modus, 12-6
- in Gleichungsliste, 6-5, 6-8

Indikatoren

- Alpha, 1-3
- Batterie, 1-1, A-3
- Beschreibungen, 1-11
- Flags, 13-12
- Liste, 1-7
- niedriger Batteriestand, 1-1, A-3
- Umschaltasten, 1-2

indirekte Adressierung, 13-22, 13-23, 13-24

INPUT

- immer zur Eingabe auffordern, 13-12
- in Integrationsprogrammen, 14-9
- in SOLVE-Programmen, 14-2
- Programmdaten eingeben, 12-11
- reagieren auf, 12-13

Integration

- Anzeigeformat, 8-2, 8-6, 8-7
- Basismodus, 12-24, 14-12
- Einschränkungen, 14-12
- Ergebnisse im Stack, 8-2, 8-6
- Genauigkeit, 8-2, 8-6, E-1
- Grenzen, 8-2, 14-8, C-9, E-7
- in Programmen, 14-10
- Programme auswerten, 14-8
- schwierige Funktionen, E-2, E-7
- Speichernutzung, 8-2, B-2
- stoppen, 8-2, 14-8
- Subintervalle, E-7
- Ungenauigkeit des Ergebnisses, 8-2, 8-6, E-2
- unterbrechen, B-2
- Variable, 8-2, C-9
- Variablen transformieren, E-9
- verwenden, 8-2, C-9
- Wie es funktioniert, E-1
- Zeitbedarf, 8-6, E-7
- Zweck, 8-1

Integrationsgrenzen, 8-2, 14-8, C-9

Inverse der Normalverteilung, 16-12

Inverse hyperbolische Funktionen,
4–6
Inverse trigonometrische Funktionen,
4–5
Inversfunktion, 1–16, 9–3
ISG, 13–19

K

Kartesisch-zu-polar
 Koordinatenkonvertierung, 15–1
Kataloge
 Programm, 1–24, 12–21
 Variable, 1–24, 3–3
 verlassen, 1–5
 verwenden, 1–24
Kettenberechnungen, 2–10
Klammern
 Arithmetik, 2–10
 in Gleichungen, 6–6, 6–7,
 6–15
Kombinationen, 4–15
Kommas (in Zahlen), 1–18, A–1
Komplexe Zahlen
 anzeigen, 9–2
 eingeben, 9–1
 im Stack, 9–2
 Koordinatensysteme, 9–6
 Nullstellen von Polynomen,
 15–21
 Operationen, 9–1, 9–3
Konstanten (Stack füllen), 2–6
Kontrast anpassen, 1–1
Konvertierungen
 Koordinaten, 4–10, 9–6, 15–1
 Längeneinheiten, 4–14
 Masseeinheiten, 4–14
 Temperatureinheiten, 4–14

Volumeneinheiten, 4–14
Winkелеinheiten, 4–13
Winkelformat, 4–13
Zahlenbasen, 10–1
Zeitformat, 4–12
Konvertierungsfunktionen, 4–10
Koordinaten
 konvertieren, 4–6, 4–10, 15–1
 umwandeln, 15–34
Koordinaten umwandeln, 15–34
Koordinatenkonvertierung von polar
 in rechtwinklig, 4–10, 9–6
Koordinatenkonvertierung von
 rechtwinklig in polar, 4–10, 9–6
Korrelationskoeffizient, 11–8, 16–1
Kosinus (trig), 4–5, 9–3
Kreditgeber (Finanzen), 17–1
Kreditnehmer (Finanzen), 17–1
Kreuzprodukt, 15–1
kubische Gleichung, 15–21
Kurvenanpassung, 11–8, 16–1

L

Längen konvertieren, 4–14
LAST X-Register, 2–7, B–6
LASTx-Funktion, 2–7
Lineare Regression (Schätzung),
11–8, 16–1
logarithmische Kurvenanpassung,
16–1
Logarithmusfunktionen, 4–1, 9–3
Löschen
 Allgemeine Informationen, 1–5
 Gleichungen, 6–10
 Meldungen, 1–24
 Programme, 1–25, 12–21
 Speicher, 1–25, A–1

Statistikregister, 11–2, 11–12
Variablen, 1–24, 3–4
X-Register, 2–2, 2–6
Zahlen, 1–14, 1–16
Łukasiewicz, 2–1

M

MEM

Programmkatalog, 1–24,
12–21
Speicher prüfen, 1–24
Variablenkatalog, 1–24, 3–3
Mantisse, 1–15, 1–21
Masse konvertieren, 4–14
Mathematik
Allgemeine Vorgehensweise,
1–16
Komplexe Zahl, 9–1
lange Berechnungen, 2–10
Reelle Zahl, 4–1
Reihenfolge der Berechnung,
2–13
Stack-Operation, 2–4, 9–2
Zwischenergebnisse, 2–10
Matrixinversion, 15–12
Maximum einer Funktion, D–9
Meldungen
anzeigen, 12–15, 12–17
in Gleichungen, 12–15
löschen, 1–5, 1–24
reagieren, 1–24, F–1
Zusammenfassung, F–1
MEMORY CLEAR, A–5, B–3, F–3
MEMORY FULL, B–1, F–3
Menü CLEAR, 1–6
Menü DISPLAY, 1–19
Menü Mittelwert, 11–4

Menü MODES

Radix festlegen, 1–18
Winkelmodus, 4–4

Menü Standardabweichung, 11–6,
11–7

Menüs

Allgemeine Bedienung, 1–7
Liste, 1–7
verlassen, 1–5, 1–9
Verwendungsbeispiel, 1–9

Menü-Tasten, 1–7

Minimum einer Funktion, D–9

Mittelwert (Statistik)

Berechnen, 11–4
Normalverteilung, 16–12

Modi. *Siehe* Winkelmodus,
Basismodus, Gleichungsmodus,
Bruchanzeigemodus,
Programmeingabemodus

N

negative Zahlen, 1–14, 9–3, 10–5

Nenner

Bereich, 1–22, 5–1, 5–2
Maximale Größe festlegen,
5–5

steuern, 5–5, 13–10, 13–16

Normalverteilung, 16–12

Nullstelle

keine gefunden, 7–7, D–9
quadratische, 15–21

Nullstellen. *Siehe* SOLVE

in Programmen, 14–1, 14–7
mehrere, 7–9
Polynome, 15–21
prüfen, 7–7, D–3
Von Gleichungen, 7–1

O

OFF, 1–1

OCT-Indikator, 10–1

Oktalzahlen. *Siehe* Zahlen

Arithmetik, 10–3

Bereich, 10–5

eingeben, 10–1

konvertieren, 10–1

Oma Hinkle, 11–7

P

π , A–2

Pause. *Siehe* PSE

Permutationen, 4–15

Physikalische Konstanten, 4–8

Polar-zu-kartesisch

Koordinatenkonvertierung, 15–1

Pole von Funktionen, D–6

Polynome, 12–25, 15–21

Potenzfunktionen, 1–15, 4–2, 9–4

Potenzkurvenanpassung, 16–1

PRGM TOP, 12–4, 12–6, 12–20,

F–4

Primzahlgenerator, 17–6

Priorität (Gleichungsoperatoren),

6–15

Problemlösung, A–4, A–6

Programme. *Siehe* Programm-Label

ALG-Operationen, 12–4

alle löschen, 1–6, 12–22

ausführen, 12–9

Basismodus, 12–23

bearbeiten, 1–5, 12–6, 12–19

bedingte Tests, 13–7, 13–9,

13–13, 13–18, 14–7

Berechnungen, 12–12

Brüche, 5–8, 12–14, 13–10

Datenausgabe, 12–4, 12–13,
12–17

Dateneingabe, 12–4, 12–12,
12–13

durchblättern, 12–10

Eingabeaufforderung für Daten,
12–11

eingeben, 12–5

entwerfen, 12–3, 13–1

Fehler, 12–18

Flags, 13–9, 13–12

fortsetzen, 12–15

für SOLVE, 14–1, D–1

Gleichungen, 12–4, 12–6

Gleichungen auswerten, 13–11

Gleichungen bearbeiten,
12–19

Gleichungen löschen, 12–6,
12–19

Gleichungs-Eingabeaufforderu-
ng, 13–12

indirekte Adressierung, 13–22,
13–23, 13–24

Integration verwenden, 14–10

Katalog, 1–24, 12–21

lange Zahlen anzeigen, 12–6

Längen, 12–21, 12–22, B–2

löschen, 1–24, 12–5, 12–21,
12–22

Meldungen in, 12–15, 12–17

nicht unterbrechen, 12–17

nicht zulässige Funktionen,
12–23

pausieren, 12–18

Prüfsummen, 12–21, 12–22,
B–2

Return am Ende, 12–3

Routinen, 13–1

Routinen aufrufen, 13–2, 13–3
RPN-Operationen, 12–4
Schleifen, 13–18
Schleifenzähler, 13–19, 13–20
SOLVE verwenden, 14–7
Speichernutzung, 12–21
stoppen, 12–13, 12–15, 12–18
Techniken, 13–1
testen, 12–10
unterbrechen, 12–18
Variablen, 12–11, 14–1, 14–8
Vergleichstests, 13–7
verzweigen, 13–2, 13–5, 13–7, 13–18
Zahlen, 12–6
Zeilen einfügen, 12–5, 12–19
Zeilen löschen, 12–19
Zeilennummern, 12–19, 12–21
zur Integration, 14–8
Zweck, 12–1

Programme ausführen, 12–9
Programme starten, 12–9
Programmeingabe-Modus, 1–5, 12–5
Programmkatalog, 1–24, 12–21
Programm-Label
 anzeigen, 12–21
 ausführen, 12–9
 doppelt, 12–5
 eingeben, 12–3, 12–5
 indirekte Adressierung, 13–22, 13–23, 13–24
 löschen, 12–5
 Namen eingeben, 1–3
 Prüfsummen, 12–22
 springen zu, 12–21

 verzweigen zu, 12–10, 13–2, 13–5, 13–18
 Zweck, 12–3

Programmnamen. *Siehe* Programm-Label

Programmzeiger, 12–5, 12–10, 12–18, 12–20, B–4

Programmzeilen. *Siehe* Programme

Prozentänderungsfunktionen, 4–7

Prozentfunktionen, 4–6

Prüfsummen
 Gleichungen, 6–20, 12–6, 12–23
 Programme, 12–21

PSE
 Programme pausieren, 12–11, 12–18, 14–10
 Programmstopp verhindern, 13–11

Punkte (in Zahlen), 1–18, A–1

Q

Quadratfunktion, 1–16, 4–2
Quadratische Gleichungen, 15–21
Quadratwurzelfunktion, 1–16
Quotient und Rest der Division, 4–2

R

R/S

Eingabeaufforderungen
 beenden, 6–12, 6–14, 7–2, 12–14
Integration stoppen, 8–2, 14–8
Programme ausführen, 12–21
Programme fortsetzen, 12–15, 12–18

Programme unterbrechen, 12–18
SOLVE stoppen, 7–8, 14–1
R↓ und R↑, 2–2, C–7
Radixzeichen, 1–18, A–1
RCL, 3–2, 12–13
RCL–Arithmetik, 3–5, B–6
Recall–Arithmetik, 3–5, B–6
Rechner
 Betrieb testen, A–4, A–6
 Fragen über, A–1
 Kontakte kurzschließen, A–5
 Kontrast anpassen, 1–1
 rücksetzen, A–4, B–3
 Selbsttest, A–6
 Standardeinstellungen, B–4
 Umgebungsgrenzen, A–2
Rechner ein– und ausschalten, 1–1
Reelle Zahlen
 Integration, 8–1
 Operationen, 4–1
 SOLVE, 14–2
Reeller Teil (komplexe Zahlen), 9–1, 9–2
Regression (lineare), 11–7, 16–1
Return (Programm). *Siehe* Programme
Reverse Polish Notation. *Siehe* RPN
Rollen
 Binärzahlen, 10–6
 Gleichungen, 6–8, 12–6, 12–15
Routinen
 aufrufen, 13–2
 Teile von Programmen, 13–1
 verschachtelte, 13–3, 14–12
RPN

 in Programmen, 12–4
 Ursprünge, 2–1
 verglichen mit Gleichungen, 12–4
Rücksetzen des Rechners, A–4, B–3
Rücktaste
 Bearbeitung starten, 6–9, 12–7, 12–19
 Gleichungseingabe, 1–5, 6–9
 Löschen des X–Registers, 2–2, 2–6
 Meldungen löschen, 1–5, F–1
 Menüs verlassen, 1–5, 1–9
 Operation, 1–5
 Programmeingabe, 12–7
 Programmzeilen löschen, 12–19
 VIEW abbrechen, 3–3
Runden
 Brüche, 5–8
 Dezimalstellen, 12–18
 Integration, 8–6
 SOLVE, D–14
 Statistik, 11–10
 Trigonometrische Funktionen, 4–5
 Zahlen, 4–17

S

SHOW

Bruchstellen, 5–4
Gleichungslängen, 6–20, B–2
Programmlängen, 12–21, B–2
Programmprüfsummen, 12–21, B–2
Prüfsumme einer Gleichung, 6–20, B–2
Stellen anfordern, 6–15

- Variablenstellen, 3–3, 12–14
- Zahlenstellen, 12–6
- SPACE**, 13–16
- Saldo (Finanzen), 17–1
- Schätzung (Statistik), 11–8, 16–1
- Schätzungen (für SOLVE), 7–2, 7–6, 7–8, 7–11, 14–7
- Schleifen, 13–18
- Schleifenzähler, 13–19, 13–20, 13–24
- SCI-Format. *Siehe* Anzeigeformat festlegen, 1–19
in Programmen, 12–6
- Selbsttest (Rechner), A–6
- Simultane Gleichungssysteme, 15–12
- Sinus (trig), 4–5, 9–3, A–2
- Skalarprodukt, 15–1
- SOLVE
 - Anfangsschätzungen, 7–2, 7–6, 7–8, 7–11, 14–7
 - Asymptoten, D–9
 - Basismodus, 12–24, 14–12
 - Ergebnisse im Stack, 7–2, 7–7, D–3
 - Ergebnisse prüfen, 7–7, D–3
 - flache Bereiche, D–9
 - fortsetzen, 14–1
 - Funktionsweise, 7–6
 - Gleichungen auswerten, 7–1, 7–6
 - in Programmen, 14–7
 - keine Einschränkungen, 14–12
 - keine Nullstelle gefunden, 7–7, 14–7, D–9
 - mehrere Nullstellen, 7–9
 - Minimum oder Maximum, D–9
 - Pole, D–6
 - Programme auswerten, 14–1
 - Reelle Zahlen, 14–2
 - runden, D–14
 - Speichernutzung, B–2
 - stoppen, 7–2, 7–8
 - Unstetigkeit, D–6
 - unterbrechen, B–2
 - Unterlauf, D–15
 - verwenden, 7–2
 - Wie es funktioniert, D–1
 - Zweck, 7–1
- Spannungsanzeige, 1–1
- Speicher
 - beibehalten, wenn ausgeschaltet, 1–1
 - freigeben, B–2
 - Gleichungen löschen, 6–9
 - Größe, 1–24, B–1
 - löschen, 1–6, 1–25, A–1, A–5, B–1, B–3
 - Nutzung, B–1
 - Programme, 12–20, B–2
 - Programme löschen, 1–24, 12–5, 12–21
 - Stack, 2–1
 - Statistikregister, 11–12
 - Statistikregister löschen, 11–2, 11–12
 - Variablen, 3–4
 - Variablen löschen, 1–24, 3–4
 - verfügbarer Umfang, 1–24
 - voll, A–1
- Speicher löschen, A–4, B–3
- Speicherarithmetik, 3–4
- Stack. *Siehe* Stack Lift
 - austauschen mit Variablen, 3–7
 - Auswirkung von **ENTER**, 2–5

- Auswirkung von
 - Eingabeaufforderungen, 6–15, 12–13
- Benutzung in Gleichungen, 6–12
- betrachten, 2–2, C–7
- getrennt von Variablen, 3–2
- Größenbeschränkung, 2–4, 9–2
- kein Einfluss durch VIEW, 12–15
- Komplexe Zahlen, 9–2
- lange Berechnungen, 2–10
- mit Konstanten füllen, 2–6
- Operation, 2–1, 2–4, 9–2
- Programmausgabe, 12–11
- Programmberechnungen, 12–13
- Programmeingabe, 12–11
- Register, 2–1
- rollen, 2–2
- Rollen, C–7
- X und Y austauschen, 2–3
- Zweck, 2–1, 2–2
- Stack durchsuchen, 2–2
- Stack Lift
 - aktivieren, B–5
 - deaktivieren, B–5
 - nicht beeinflussend, B–5
 - Operation, 2–4
 - Standardzustand, B–4
- Stack rollen, C–7
- Stackverschiebung. *Siehe* Stack Lift
- Standardabweichungen
 - Berechnen, 11–6, 11–7
 - gruppierte Daten, 16–19
 - Normalverteilung, 16–12
- Statistik
 - Berechnen, 11–4
 - Daten mit einer Variable, 11–2
 - Daten mit zwei Variablen, 11–2
 - gruppierte Daten, 16–19
 - Kurvenanpassung, 11–8, 16–1
 - Operationen, 11–1
 - Verteilungen, 16–12
- Statistik mit einer Variable, 11–2
- Statistik mit zwei Variablen, 11–2
- Statistikdaten. *Siehe* Statistikregister
 - eine Variable, 11–2
 - eingeben, 11–1
 - Genauigkeit, 11–10
 - initialisieren, 11–2
 - korrigieren, 11–2
 - löschen, 1–6, 11–2
 - Summen von Variablen, 11–11
 - zwei Variablen, 11–2
- Statistikmenüs, 11–1, 11–4
- Statistikregister. *Siehe* Statistische Daten
 - anzeigen, 11–11
 - Daten korrigieren, 11–2
 - initialisieren, 11–2
 - keine Brüche, 5–2
 - löschen, 1–6, 11–2, 11–12
 - Speicher, 11–12
 - Summationen, 11–1, 11–11, 11–12
 - Zugriff, 11–12
- Steigung (Kurvenanpassung), 11–8, 16–1
- Stichprobenstandardabweichung, 11–6
- STO, 3–2, 12–11
- STO–Arithmetik, 3–4
- STOP, 12–18

Summen statistischer Variablen,
11–11
Syntax (Gleichungen), 6–15, 6–19,
12–15

T

Tangens (trig), 4–5, 9–3, A–2
Taschenrechner. *Siehe* Rechner
Tasten
 Alpha, 1–3
 Buchstaben, 1–3
 umgeschaltet, 1–3
Temperaturen
 Einheiten konvertieren, 4–14
 Rechner–Grenzen, A–2
Testen des Rechners, A–4, A–6
Testmenüs, 13–8
T–Register, 2–4
Trigonometrische Funktionen, 4–5,
9–3
TVM, 17–1

U

Überlauf
 Auftreten prüfen, 13–9
 Ergebnis der Berechnung, 1–16,
10–3, 10–6
 Flags, 13–9, F–4
 Rückgabe einstellen, 13–9, F–4
Umschalttasten, 1–3
Ungenauigkeit (Integration), 8–2,
8–6
Unstetigkeiten von Funktionen, D–6
Unterlauf, D–15
Unterrouninen. *Siehe* Routinen

V

Variablen
 abrufen, 3–2, 3–3
 alle löschen, 3–4
 alle Stellen anzeigen, 3–3,
12–14
 anzeigen, 3–3, 12–14, 12–17
 Arithmetik, 3–4
 aus Gleichungen speichern,
6–12
 austauschen mit X, 3–7
 getrennt vom Stack, 3–2
 in Gleichungen, 6–4, 7–1
 in Programmen, 12–11, 14–1,
14–8
 indirekte Adressierung, 13–22,
13–23
 Integration, 8–2, 14–8, C–9
 Katalog, 1–24, 3–3
 löschen, 1–6, 1–24, 3–4
 lösen nach, 7–2, 14–1, 14–7,
D–1
 Namen, 3–1
 Namen eingeben, 1–3
 Polynome, 12–25
 Programmausgabe, 12–14,
12–17
 Programmeingabe, 12–13
 Speichern, 3–2
 Standard, B–4
 während der Betrachtung
 löschen, 12–14
 Zahlen speichern, 3–1
Variablenkatalog, 1–24, 3–3
Vektoren
 Anwendungsprogramm, 15–1
 Koordinatenkonvertierungen,
4–12, 9–6, 15–1

Operationen, 15–1
Vergleichstests, 13–7
verschachtelte Routinen, 13–3,
14–12
verzweigen, 13–2, 13–18, 14–7
VIEW
kein Einfluss auf Stack, 12–15
Programmdateien anzeigen,
12–14, 12–17, 14–7
Programme stoppen, 12–14
Variablen anzeigen, 3–3
Volumen konvertieren, 4–14
Vorzeichen (von Zahlen), 1–14,
1–16, 9–3, 10–5
Vorzeichen von Zahlen ändern,
1–14, 1–16, 9–3
Vorzeichenkonventionen (Finanzen),
17–1
Vorzeichenwert, 4–17

W

Wahrscheinlichkeit
Normalverteilung, 16–12
Wahrscheinlichkeitsfunktionen,
4–15
Winkel
Einheiten konvertieren, 4–13
Format konvertieren, 4–13
verwendete Einheiten, 4–4,
A–2
zwischen Vektoren, 15–1
Winkelmodus, 4–4, A–2, B–4
Wurzelfunktionen, 4–3

X

XEQ

Gleichungen auswerten, 6–11,
6–13
Programme ausführen, 12–21
Programme starten, 12–9
X ROOT Argumente, 6–17
X-Register
Anzeige, 2–2
Arithmetik mit Variablen, 3–4
austauschen mit Variablen, 3–7
Austauschen mit Y, 2–3
Auswirkung der
Eingabeaufforderungen,
6–15
in Programmen löschen, 12–7
kein Einfluss durch VIEW,
12–15
löschen, 1–6, 2–2, 2–6
nicht löschen, 2–4
Teil des Stacks, 2–1
testen, 13–7
während einer Programmpause,
12–18

Z

Zahlen. *Siehe* Binärzahlen,
Hexadezimalzahlen, Oktalzahlen,
Variablen
abgeschnitten, 10–4
abrufen, 3–2
Anzeigeformat, 1–19, 10–4
Arithmetische Berechnungen,
1–16
austauschen, 2–3
Basen, 10–1, 12–23
bearbeiten, 1–5, 1–14, 1–16
Bereich, 1–16, 10–5
Brüche, 1–22, 5–1
Dezimalstellen, 1–19

E in, 1-14, 1-15, A-1
 eingeben, 1-14, 1-15, 10-1
 Einschränkungen, 1-14
 erneut verwenden, 2-5, 2-9
 Genauigkeit, 1-19, D-14
 große und kleine, 1-14, 1-16
 in Gleichungen, 6-6
 in Programmen, 12-6
 interne Darstellung, 1-19, 10-4
 komplexe, 9-1
 löschen, 1-5, 1-6, 1-14, 1-16
 Mantisse, 1-15
 negative, 1-14, 9-3, 10-5
 Primzahlen, 17-6
 Punkte und Kommas, 1-18,
 A-1
 reelle, 4-1, 8-1
 Reihenfolge in Berechnungen,
 1-18
 runden, 4-17

 Speichern, 3-2
 Teile suchen, 4-17
 Vorzeichen ändern, 1-14,
 1-16, 9-3
 Zahlung (Finanzen), 17-1
 Zehnerexponenten, 1-14, 1-15
 Zeitformate, 4-12
 Zeitwert des Geldes, 17-1
 Zentesimalgrad (Winkleinheiten),
 4-4
 Zifferneingabe-Cursor
 Bedeutung, 1-15
 in Gleichungen, 6-6
 in Programmen, 12-7
 Rücktaste, 1-5, 6-9, 12-7
 Zins (Finanz), 17-3
 Zufallszahlen, 4-15, B-4
 zukünftige Salden (Finanzen), 17-1
 Zwischenergebnisse, 2-10