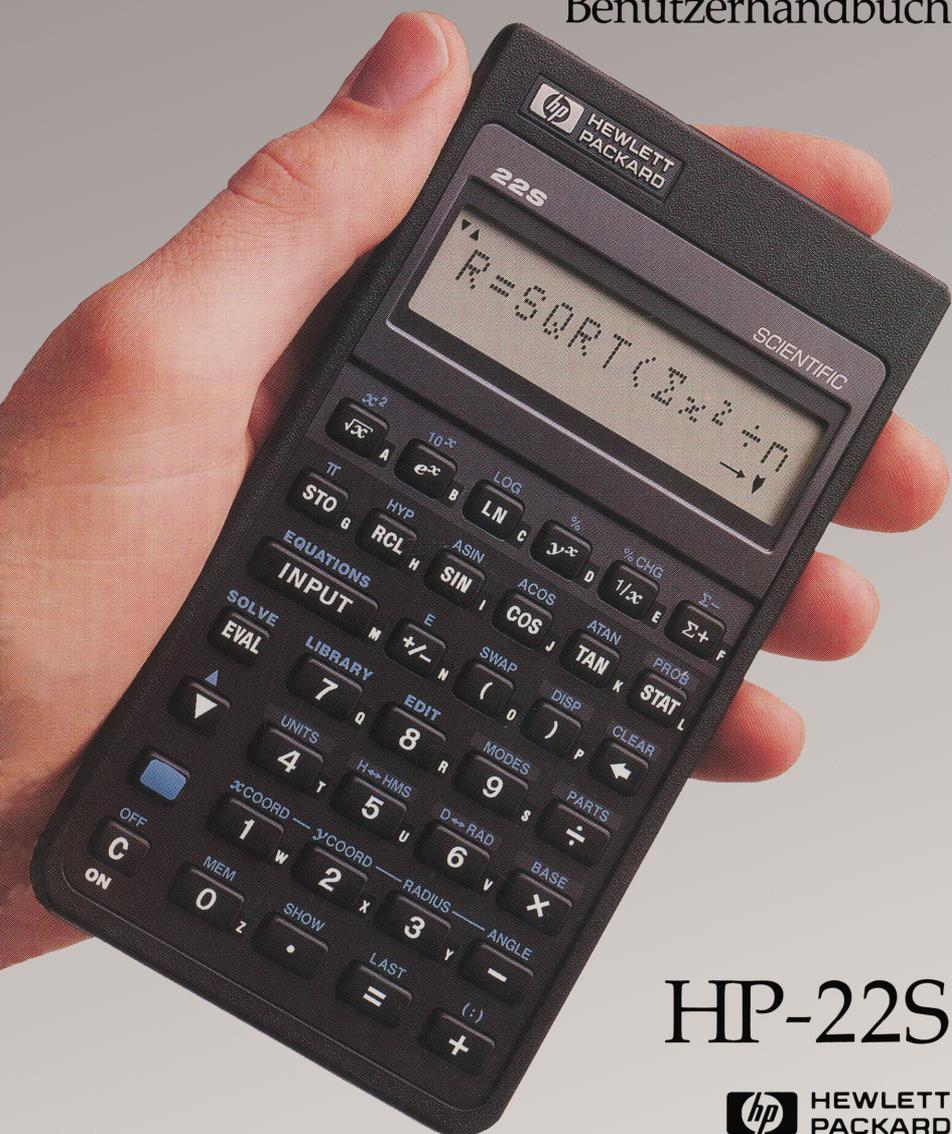


HEWLETT-PACKARD

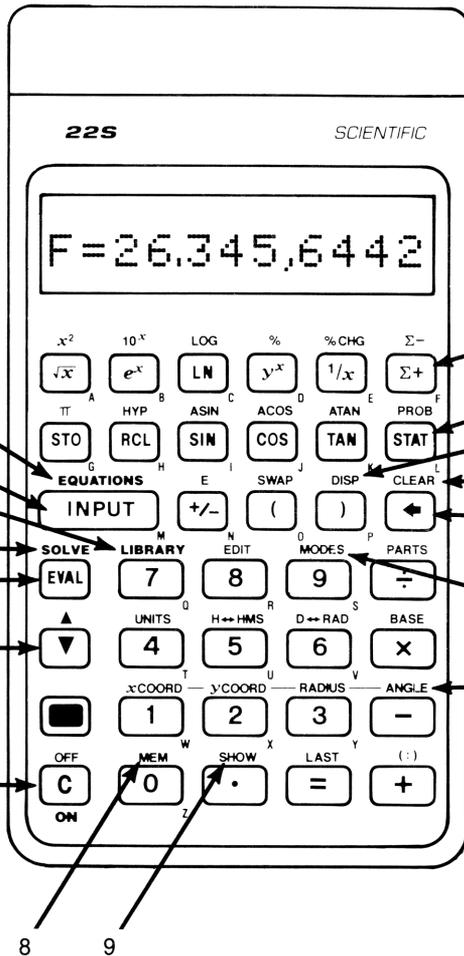
Scientific Calculator

Benutzerhandbuch



HP-22S

 HEWLETT
PACKARD



- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Gleichungsliste 2. Dateneingabe, wenn INPUT Indikator angezeigt ist 3. Gleichungsbibliothek 4. Gleichung nach beliebiger Variable lösen 5. Gleichung auswerten 6. Gleichungsliste durchsehen 7. Ein/Aus; Anzeige löschen, Operation aufheben 8. Freier Speicherbereich, Variablenkatalog | <ol style="list-style-type: none"> 9. Zeigt volle Genauigkeit einer Zahl 10. Koordinatenkonvertierungen 11. Ändern von Winkelmodus und Dezimalzeichen 12. Rückschritt-Taste 13. Teile des Speicherbereichs löschen 14. Anzeigeformat 15. Statistikfunktionen 16. Eingabe von Statistikdaten |
|---|---|

Kommentare zum HP-22S Benutzerhandbuch

Hewlett-Packard begrüßt Ihre sachkritische Auswertung dieses Handbuchs. Ihre Kommentare und Anregungen helfen mit zur Verbesserung unserer Publikationen.

HP-22S Benutzerhandbuch

Druckdatum (auf der Titelseite ersichtlich) _____

Bitte kreisen Sie für die nachstehenden Aussagen eine Kennziffer ein, die Ihre Auffassung wiedergibt. Sie können unter **Kommentare** nähere Angaben zu Ihrer Meinung machen.

1 = Große Zustimmung 4 = Ablehnung
2 = Zustimmung 5 = Große Ablehnung
3 = Neutral

- | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ■ Das Handbuch ist gut organisiert. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Ich kann die gesuchten Informationen auffinden. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Die enthaltenen Informationen sind zutreffend. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Die Anweisungen sind leicht verständlich. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Das Handbuch enthält genügend Beispiele. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Die Beispiele sind geeignet und hilfreich. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Die Handbuchgestaltung und das Format ist attraktiv und zweckmäßig. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Die Abbildungen sind klar und hilfreich. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| ■ Der Umfang des Handbuchs ist: zu lang zweckmäßig zu kurz | | | | | | | | | | | |
| ■ Die am häufigsten gelesenen Kapitel/Anhänge sind: | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | A | B | C |

Kommentare: _____

Name: _____

Straße: _____

PLZ / Ort: _____

Beruf: _____

bitte
freimachen

Postkarte

Antwort

Hewlett-Packard GmbH
Calculator Marketing
Hewlett-Packard-Str.
D-6380 Bad Homburg v.d.H.

Eine kleine Anstrengung ...

Bitte nehmen Sie sich die Zeit, um diese Karte auszufüllen. Sie helfen damit Hewlett-Packard, Ihre Anforderungen besser zu verstehen. Lesen Sie zuerst alle Fragen durch, bevor Sie mit dem Ausfüllen beginnen. Vielen Dank!

Eine kleine Anstrengung ...

Modell HP-22S

Kaufdatum _____

Name _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

Alter _____ Tel (_____) _____ Büro ___ oder Priv. ___

1. Was ist Ihre POSITION bzw. Ihr BERUF? (Bitte nur eine Angabe)

- | | | |
|---|--|--|
| 101 <input type="checkbox"/> Student | 105 <input type="checkbox"/> Höheres Management | 109 <input type="checkbox"/> Selbstständig |
| 102 <input type="checkbox"/> Ausbilder, Forscher | 106 <input type="checkbox"/> Firmeneigentümer | 110 <input type="checkbox"/> Im Ruhestand |
| 103 <input type="checkbox"/> Spezialist | 107 <input type="checkbox"/> Angestellter im Außendienst | 111 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |
| 104 <input type="checkbox"/> Mittleres Management | 108 <input type="checkbox"/> Techniker | |

2. Was ist Ihr momentanes ARBEITSUMFELD? (Bitte nur eine Angabe)

- | | |
|---|--|
| 201 <input type="checkbox"/> Mechanik, Feinwerktechnik | 209 <input type="checkbox"/> Einkauf, Planung, Bestandskontrolle |
| 202 <input type="checkbox"/> Hoch- und Tiefbau | 210 <input type="checkbox"/> Buchhaltung, Buchprüfung |
| 203 <input type="checkbox"/> Elektrotechnik | 211 <input type="checkbox"/> Finanzwesen, Investitionsanalyse |
| 204 <input type="checkbox"/> Chemie | 212 <input type="checkbox"/> Allgemeine Verwaltung/Management |
| 205 <input type="checkbox"/> Anderer Ingenieurbereich _____ | 213 <input type="checkbox"/> Marketing |
| 206 <input type="checkbox"/> Vermessungswesen | 214 <input type="checkbox"/> Vertrieb |
| 207 <input type="checkbox"/> Datenverarbeitung | 215 <input type="checkbox"/> Kundendienst, Wartung |
| 208 <input type="checkbox"/> Qualitätskontrolle | 216 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |

3. In welchem WIRTSCHAFTSZWEIG arbeiten Sie? (Auslassen, falls Student oder Rentner. Bitte nur eine Angabe)

- | | |
|--|--|
| 301 <input type="checkbox"/> Ausbildung | 310 <input type="checkbox"/> Chemie |
| 302 <input type="checkbox"/> Banken, Finanz/Investment-Bereich | 311 <input type="checkbox"/> Land- und Forstwirtschaft |
| 303 <input type="checkbox"/> Versicherungen | 312 <input type="checkbox"/> Nahrungsmittel-Verarbeitung/Handel |
| 304 <input type="checkbox"/> Immobilien | 313 <input type="checkbox"/> Herstellung von Industriegütern |
| 305 <input type="checkbox"/> Consulting Service (Finanzwesen) | 314 <input type="checkbox"/> Herstellung von Konsumgütern |
| 306 <input type="checkbox"/> Consulting Service (Technik) | 315 <input type="checkbox"/> Verkehrswesen |
| 307 <input type="checkbox"/> Software, Computer Service | 316 <input type="checkbox"/> Kommunikation, Dienstleistung |
| 308 <input type="checkbox"/> Straßenbau, Stadtplanung | 317 <input type="checkbox"/> Öffentliche Verw./Regierung/Militär |
| 309 <input type="checkbox"/> Bergbau, Ölförderung/Exploration | 318 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |

4. Wo haben Sie Ihren HP Rechner gekauft? (Bitte nur eine Angabe)

- | | |
|--|--|
| 401 <input type="checkbox"/> Computer-Laden | 407 <input type="checkbox"/> Direkt von Versandhandel |
| 402 <input type="checkbox"/> Büroausstattungs-geschäft | 408 <input type="checkbox"/> Fachhandel |
| 403 <input type="checkbox"/> Buchhandlung | 409 <input type="checkbox"/> Von Firma/Schule zur Verfügung gestellt |
| 404 <input type="checkbox"/> Kaufhaus | 410 <input type="checkbox"/> Direkt von Hewlett-Packard |
| 406 <input type="checkbox"/> Katalog-Geschäft | 411 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |

5. Wie haben Sie zuerst von diesem Modell erfahren?

- | | |
|--|---|
| 501 <input type="checkbox"/> HP Taschenrechner-Besitzer | 505 <input type="checkbox"/> Postwurfsendung |
| 502 <input type="checkbox"/> Hinweis von Bekannten, Kollegen | 506 <input type="checkbox"/> Verkaufspersonal |
| 503 <input type="checkbox"/> Anzeige in Magazin bzw. Zeitung | 507 <input type="checkbox"/> Ladenprospekt/-Broschüre |
| 504 <input type="checkbox"/> Pressebericht | 508 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |

bitte
freimachen

Postkarte

Antwort

Hewlett-Packard GmbH
Calculator Marketing
Hewlett-Packard-Str.
D-6380 Bad Homburg v.d.H.

HP-22S

Scientific Calculator

Benutzerhandbuch



1. Ausgabe Mai 1988
Bestellnummer 00022-90017

Hinweis

Änderungen der in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen sind vorbehalten. Allgemeine Informationen über den Rechner und zur Gewährleistung finden Sie auf den Seiten 150 und 153.

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

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

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

- © 1988 Hewlett-Packard GmbH
- © 1988 Hewlett-Packard Company

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

Druckgeschichte

1. Ausgabe

Mai 1988

Fertigungsnr. 00022-90018

Vorwort

Ihr HP-22S reflektiert die hervorragende Qualität und die Aufmerksamkeit bis zum Detail bei der Entwicklung und Fertigung, wodurch sich Hewlett-Packard Produkte seit über 40 Jahren im Markt hervorheben. Hewlett-Packard steht hinter diesem Taschenrechner: Sie erhalten Unterstützung bei der Anwendung des Rechners (siehe Innenseite des Rückumschlags) und weltweiten Reparaturservice.

Hewlett-Packard Qualität

HP Taschenrechner zeichnen sich durch einfache Handhabung, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit aus.

- Der Rechner wurde so konzipiert, daß er den Beanspruchungen der täglichen Arbeitswelt hinsichtlich Mechanik, Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen widersteht.
- Der Rechner und das zugehörige Handbuch wurden auf einfache Handhabung ausgelegt und getestet. Es wurde die Spiralbindung gewählt, damit Sie das Handbuch problemlos aufgeschlagen lassen können; außerdem wurden viele Beispiele aufgenommen, um die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des Rechners aufzuzeigen.
- Hochqualitative Materialien und permanent eingeprägte Tastenbezeichnungen sorgen für eine lange Lebenszeit und eine gute Bedienbarkeit des Tastenfelds.
- CMOS Technologie hält die Daten auch noch nach dem Ausschalten gespeichert und sorgt für eine lange Lebenszeit der Batterien.
- Der Mikroprozessor wurde hinsichtlich schneller und zuverlässiger Berechnungen optimiert. (15-stellige interne Genauigkeit!)
- Extensive Forschung führte zu einem Design, welches praktisch die Einflüsse statischer Elektrizität eliminiert (ein potentielles Risiko für Störungen und Datenverlust in Rechnern).

Leistungsmerkmale des Rechners

Die Fähigkeiten des HP-22S beruhen auf den Bedürfnissen und Wünschen vieler Kunden. Der Rechner enthält unter anderem:

- Eine 12-stellige alphanumerische Anzeige, welche Meldungen, Eingabeaufforderungen, Benennungen und natürlich Zahlen mit einschließt.
- Menüs und Meldungen, die Optionen sowie eine Hilfestellung bei Problemen aufzeigen.
- Eine Vielzahl von numerischen Funktionen, einschließlich Konvertierungsfunktionen für Koordinaten, Zahlensysteme und physikalischen Einheiten.
- Die `EVAL` und `SOLVE` Funktionen, welche Ihnen das Lösen nach einer beliebigen Variablen innerhalb einer Gleichung ermöglichen.
- Eine Bibliothek mit internen Gleichungen sowie eine Gleichungsliste zum Speichern eigener Gleichungen.
- Statistikfunktionen, welche Mittelwert, Standardabweichung, gewogenes Mittel, lineare Regression und Näherungsberechnungen einschließen.
- 26 Speicherregister und genügend Speicherplatz zum Speichern von Statistikdaten und eigenen Gleichungen.

Inhaltsverzeichnis

11 Verwenden dieses Handbuchs

1	12	Bedienungsgrundlagen
	12	Ein- und Ausschalten
	12	Einstellen des Anzeigekontrasts
	12	Einfache Berechnungen
	15	Kennenlernen von Anzeige und Tastatur
	15	Der Cursor
	15	Korrigieren und Löschen der Anzeige ( und )
	16	Indikatoren
	16	Die Umschalttaste 
	16	Menüs und Zeiger
	20	Buchstabentasten und Variablen
	21	Die Taste 
	21	Einführung in mathematische Funktionen
	22	Anzeige- und Zahlenformat
	23	Einstellen der anzuzeigenden Dezimalstellen
	23	Wissenschaftliche und technische Notation von Zahlen
	25	Anzeigen aller Nachkommastellen
	25	Tauschen von Punkt und Komma
	26	Anzeigen von Zahlen ( )
	27	Wertebereich von Zahlen
	27	Die MEM Funktion ( )
	27	Freier Speicherbereich
	28	Der VARS (Variablen) Katalog
	28	Löschen von Teilen des Speicherbereichs

- 28 Meldungen und Achtungs-Indikator
 - 29 Einführung von **◻** EVAL **◻** und **◻** SOLVE **◻**
 - 29 Schreiben und Eingeben einer Gleichung
 - 30 Auswerten einer Gleichung
 - 31 Lösen einer Gleichung
-

- 2** **32 Arithmetik und Variablen**
 - 32 Arithmetische Operatoren
 - 33 Kettenrechnungen
 - 33 Operatorpriorität
 - 34 Verwenden von Klammern in Berechnungen
 - 36 Wiederverwenden des vorherigen Ergebnisses
(**◼** LAST **◻**)
 - 36 Austauschen der angezeigten Zahl mit der
vorangehenden Zahl
 - 37 Variablen (Register)
 - 39 Speicherarithmetik mit Variablen
 - 40 Der VARS (Variablen) Katalog
 - 40 Löschen von Variableninhalten
-

- 3** **41 Numerische Funktionen**
- 42 Potenz- und Logarithmusfunktionen
- 43 Kehrwert
- 43 Prozentfunktionen
- 43 Prozent
- 44 Prozentuale Differenz
- 44 Pi (π)
- 45 Winkelmodi
- 45 Trigonometrische Funktionen
- 46 Winkel- und Stunden-Konvertierungen
- 48 Polar/Rechtecks-Koordinatenkonvertierungen
- 50 Wahrscheinlichkeitsfunktionen
- 51 Hyperbolische Funktionen
- 52 Teile von Zahlen
- 53 Konvertierung von Einheiten

4	54	Rechnen in verschiedenen Zahlensystemen
	54	Wechseln zwischen Zahlensystemen
	56	Darstellung von Zahlen
	57	Wertebereich von HEX, OCT und BIN Zahlen
	58	Arithmetische Operationen

5	60	Statistische Berechnungen
	60	Eingeben von Statistikdaten
	60	Eingabe für Berechnungen mit einer Variablen
	61	Eingabe für Berechnungen mit zwei Variablen
	61	Korrigieren von Statistikdaten
	62	Löschen von Statistikdaten
	62	Ausführen von statistischen Berechnungen
	63	Statistikberechnungen mit einer Variablen
	64	Berechnung der wahren Standardabweichung
	65	Lineare Regression und Näherung
	68	Gewogenes Mittel
	69	Summationsstatistik

6	70	Auswerten und Lösen von Gleichungen
	70	Ein Beispiel
	72	Einführung in die <code>EVAl</code> und <code>SOLVE</code> Funktionen
	73	Eingeben von eigenen Gleichungen
	74	Ansehen und Wählen von Gleichungen
	74	Modifizieren und Löschen von Gleichungen
	75	Anweisungen zur Verwendung von <code>EVAl</code>
	76	Beantworten von Eingabeaufforderungen
	77	Anweisungen zur Verwendung von <code>SOLVE</code>
	78	Syntax von Gleichungen
	80	Gleichungsfunktionen
	87	Arbeitsweise von <code>SOLVE</code>
	87	Eingabe eigener Anfangsnäherungen
	89	Anhalten und Fortsetzen der <code>SOLVE</code> Iteration
	90	Wenn <code>SOLVE</code> keine Lösung auffinden kann
	90	Anzeigen weiterer Informationen über <code>SOLVE</code> Ergebnisse

7

- 91 Die Gleichungsbibliothek**
91 Berechnungen mit Bibliotheksgleichungen
92 Länge einer Strecke oder eines Vektors
93 Lösen einer quadratischen Gleichung
94 Gleichungen von Bewegungsabläufen
97 Kinetische Energie
98 Kraft zwischen zwei Objekten
99 Joule'sches Gesetz
100 Zustandsgleichung für Gase
102 Gibb'scher Energiesatz
102 Druck in Flüssigkeiten
103 Radioaktiver Zerfall
104 Abbildungsgleichung für Linsen
106 Beugungsgitter
107 Berechnungen zu Differentialgleichungen
1. Ordnung
108 Quadratischer Mittelwert
109 Finanzmathematik (TVM)

8

- 113 Zusätzliche Beispiele**
113 Berechnungen mit Vektoren
113 Addieren zweier Vektoren in Polarnotation
115 Winkel zwischen zwei Vektoren
116 Projektion eines Vektors auf einen anderen
117 Sinus- und Cosinussatz
120 Kovarianz
122 Nichlineare Kurvenanpassung
124 Wahrscheinlichkeitsrechnung
126 Kurvenverlauf eines Projektils
129 Gleichung für Kettenlinie
131 Entfernung zwischen zwei Orten
132 Umrechnung von Zinssätzen
134 Finanzmathematische Berechnungen (TVM)

Anhänge und Indexe

A	140	Kundenunterstützung, Batterien, Speicher und Service
	140	Unterstützung beim Anwenden des Rechners
	140	Antworten auf allgemeine Fragen
	142	Stromversorgung und Batterien
	142	"Schwache Batterien" Indikator
	143	Einsetzen der Batterien
	145	Verwalten des Speicherbereichs
	146	Zurücksetzen des Rechners
	146	Löschen des Speicherbereichs
	147	Umgebungsbedingungen
	147	Feststellen der Reparaturbedürftigkeit
	148	Funktionsprüfung des Rechners—der Selbsttest
	150	Einjährige Gewährleistungsfrist
	150	Gewährleistungsumfang
	150	Gewährleistungsausschluß
	151	Im Reparaturfall
	151	Service-Adressen
	152	Reparaturkosten
	152	Versandanweisungen
	153	Gewährleistung bei Reparaturen
	153	Servicevereinbarungen
	153	Sicherheitsbestimmungen
	153	Funkschutz

B	155	Näheres zur Arbeitsweise von SOLVE
	155	Wie <code>SOLVE</code> eine Nullstelle auffindet
	157	Fähigkeit zum Auffinden einer Nullstelle
	158	Interpretation von Ergebnissen
	163	Wenn <code>SOLVE</code> keine Lösung findet
	170	Rundungsfehler und Unterlauf

C	171	Vom Rechner verwendete Gleichungen
	171	Allgemeine Funktionen
	172	Statistikfunktionen

173 Meldungen

176 Funktionsindex

184 Sachindex

Verwenden dieses Handbuchs

Nachfolgend finden Sie einige Vorschläge, wie Sie sich am schnellsten mit den Fähigkeiten und Eigenschaften des HP-22S vertraut machen können:

- *Nehmen Sie sich die Zeit, Kapitel 1 durchzulesen.* Es gibt Ihnen einen Überblick über die Funktionsweise des Rechners und führt Sie in Terme und Konzepte ein, welche im restlichen Teil des Handbuchs verwendet werden. Nachdem Sie Kapitel 1 gelesen haben, werden Sie in der Lage sein, von den vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten des Rechners Gebrauch zu machen.
- Es gibt mehrere Möglichkeiten, bestimmte Informationen im Handbuch aufzufinden: Inhaltsverzeichnis, Funktionsindex oder Sachindex.
- Lesen Sie sich die Beispiele in Kapitel 7 und 8 durch. Vielleicht ist dort bereits eine Tastenfolge aufgeführt, welche Sie für Ihre Aufgabenstellung übernehmen können. Andererseits finden Sie darin sicher einige Ideen, wie Sie den Rechner für Ihre tägliche Arbeit einsetzen können.

1

Bedienungsgrundlagen

Ein- und Ausschalten

Der HP-22S wird von drei Alkali-Batterien mit Strom versorgt, welche bereits beim Versand eingesetzt wurden.

Um den Rechner einzuschalten, drücken Sie \boxed{C} ; Sie schalten ihn wieder aus, indem Sie \blacksquare (Umschalttaste) und anschließend \boxed{C} drücken (auch durch die Notation $\blacksquare\boxed{OFF}$ dargestellt). Da der Rechner über einen *Permanentspeicher* verfügt, bleiben Ihre Daten auch nach dem Ausschalten erhalten. Um den Batteriesatz zu schonen, schaltet sich der Rechner etwa 10 Minuten nach dem letzten Tastendruck automatisch ab.

Unter normalen Umständen halten die Batterien gut über ein Jahr. Wenn in der Anzeige der Indikator für "schwache Batterien" ($\boxed{\text{BATT}}$) erscheint, sollten Sie die Batterien ersetzen. Anweisungen hierzu finden Sie in Anhang A.

Einstellen des Anzeigekontrasts

Um den Anzeigekontrast zu ändern, halten Sie \boxed{C} gedrückt, während Sie die Taste $\boxed{+}$ oder $\boxed{-}$ drücken.

Einfache Berechnungen

Dieser Abschnitt ist eine kurze Einführung in arithmetische Berechnungen. Weitere Hinweise dazu finden Sie in Kapitel 2.

Wenn Ihnen ein Tippfehler unterläuft, drücken Sie $\boxed{\blacktriangleleft}$ zum Überschreiben des falschen Zeichens.

Arithmetische Operatoren. Die nachfolgenden Beispiele zeigen die Verwendung der arithmetischen Operatoren— $+$, $-$, \times , \div und y^x (Potenzfunktion).

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
24,715 $+$ 62,471 $=$	87,1860	Addiert 24,715 und 62,471.

Wenn eine Berechnung abgeschlossen wurde (durch Drücken von $=$), dann beginnt mit dem Eintippen einer Zahl eine neue Berechnung.

19 \times 12,68 $=$	240,9200	Berechnet $19 \times 12,68$.
-----------------------	----------	-------------------------------

y^x zeigt den Potenz-Operator $^$ an.

4,7 y^x 3	$^$ 3	y^x zeigt $^$.
$=$	103,8230	Berechnet $4,7^3$.

Wenn Sie am Ende einer Berechnung eine Operatortaste drücken, wird die Berechnung fortgesetzt:

$+$ 115,5	+ 115,5	Setzt die Berechnung fort.
$=$	219,3230	Schließt die Berechnung ab.

Sie können "Kettenrechnungen" ausführen, ohne $=$ nach jedem Schritt zu drücken.

6,9 \times 5,35 \div	36,9150÷	Drücken von \div zeigt das Zwischenergebnis an.
,918	\div 0,918	Setzt die Berechnung fort.
$=$	40,2124	Schließt die Berechnung ab.

Kettenrechnungen werden aufgrund der Operatorpriorität im jeweiligen Ausdruck ausgeführt (siehe auch Seite 33).

4 $\boxed{+}$ 9 $\boxed{\times}$	9,00000 \times	Die Addition wird verschoben; $\boxed{\times}$ hat höhere Priorität als $\boxed{+}$.
3 $\boxed{=}$	31,00000	Berechnet $4 + (9 \times 3)$.

Negative Zahlen. Es gibt zwei Wege, negative Zahlen einzutippen:

- Tippen Sie die Zahl ein und drücken Sie $\boxed{+/-}$.
- Folgt die Zahl einem Operator, so können Sie $\boxed{+/-}$ oder $\boxed{-}$ vor dem Eintippen der Zahl drücken.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
Berechnen Sie $-75 \div 3$:		
75 $\boxed{+/-}$	-75	Ändert das Vorzeichen von 75.
$\boxed{+}$ 3 $\boxed{=}$	-25,00000	
Berechnen Sie $4,52 \times -7,1 \div 12$:		
4,52 $\boxed{\times}$ $\boxed{-}$ 7,1	$\times -7,1$	$\boxed{-}$ nach $\boxed{\times}$ ändert das Vorzeichen von 7,1.
$\boxed{\div}$	-32,09200 \div	$4,52 \times -7,1$.
12 $\boxed{=}$	-2,6743	Schließt die Berechnung ab.
Berechnen Sie $0,4 - e^{-1,1}$		
,4 $\boxed{-}$ $\boxed{+/-}$ 1,1	--1,1	
$\boxed{e^x}$	-0,3329	Berechnet $e^{-1,1}$.
$\boxed{=}$	0,0671	Schließt die Berechnung ab.

Kennenlernen von Anzeige und Tastatur

Der Cursor

Der Cursor (|) ist während der *Zahleneingabe* sichtbar—d.h., wenn Sie gerade beim Eintippen von Zahlen sind. Er ist ebenso beim Eintippen einer Gleichung sichtbar. (Das Eingeben von Gleichungen wird an späterer Stelle in diesem Kapitel erläutert.)

Korrigieren und Löschen der Anzeige (◀ und C)

Ist der Cursor sichtbar oder haben Sie gerade eine Operatortaste gedrückt, dann löscht ▶ das zuletzt eingetippte Zeichen. In anderen Situationen löscht ▶ die ganze Zahl.

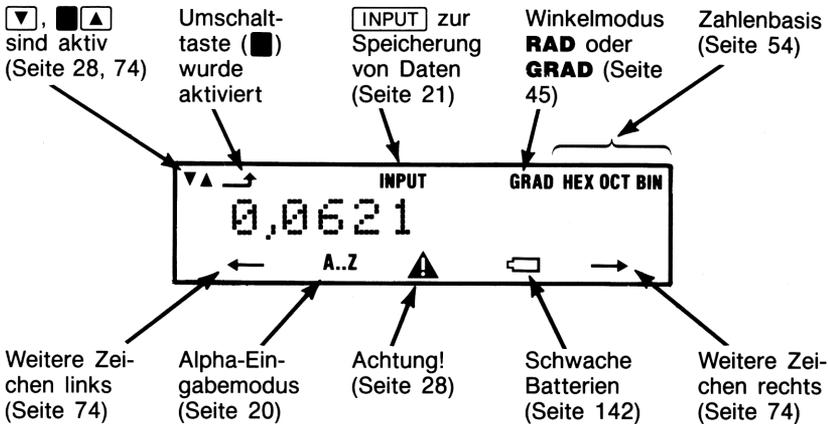
Während der Zahleneingabe löscht C die eingetippte Zahl, ansonsten wird durch C der Anzeigehalt gelöscht und die momentane Berechnung aufgehoben.

Löschen von Meldungen und Menüs. ▶ und C löschen auch Meldungen und Menüs:

- Zeigt der HP-22S eine Meldung an, wird mit ▶ oder C die Meldung gelöscht und der ursprüngliche Inhalt der Anzeige wieder angezeigt.
- Wenn der HP-22S ein Menü anzeigt, wird durch ▶ oder C das Menü gelöscht. In mehrstufigen Menüs bewirkt ▶ das Springen zur nächsthöheren Menüebene, während C das ganze Menü löscht und den ursprünglichen Inhalt wieder anzeigt (siehe auch "Menüs und Zeiger" auf Seite 16.)

Indikatoren

Die nachstehend abgebildeten Symbole werden als *Indikatoren* bezeichnet und kennzeichnen einen bestimmten Rechnerstatus.



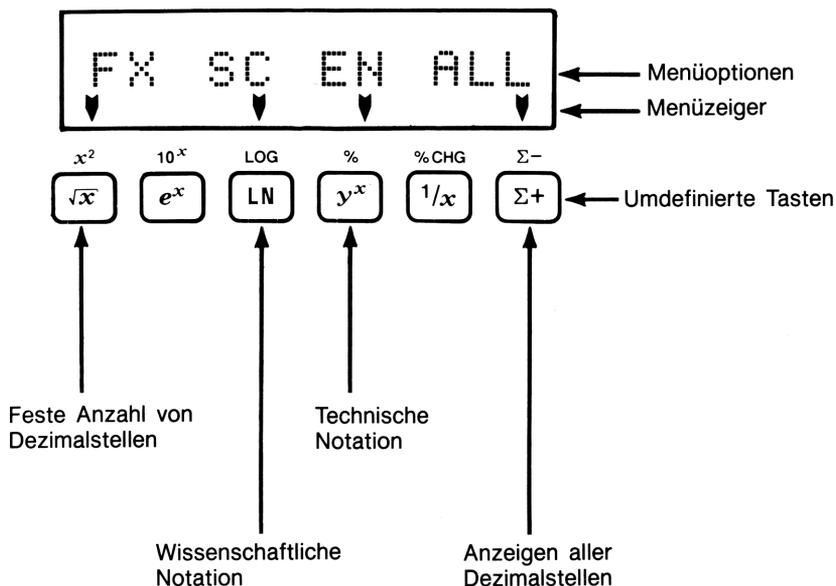
Die Umschalttaste \blacksquare

Einige der Tasten haben eine zweite Funktion, welche über den Tasten aufgedruckt ist. Auf diese Funktionen wird über die Umschalttaste zugegriffen. Zur Ausführung einer "umgeschalteten" Operation wird zuerst \blacksquare gedrückt (zeigt \curvearrowright Indikator an) und anschließend die gewünschte Taste. So bewirkt z.B. das Drücken von \blacksquare , gefolgt von C (auch als \blacksquare **OFF** dargestellt) das Ausschalten des Rechners.

Wenn Sie versehentlich \blacksquare gedrückt haben, so drücken Sie erneut \blacksquare , um die aktivierte Funktion wieder auszuschalten.

Menüs und Zeiger

Der HP-22S verwendet *Menüs* zur Erweiterung der Tastenfeldfunktionen. Zum Beispiel bewirkt das Drücken von \blacksquare **DISP** die Anzeige des DISP Menüs (*DISPlay format*).



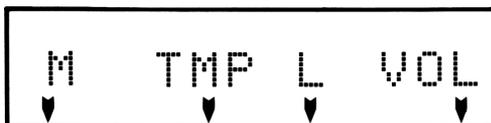
Die *Menüoptionen* beschreiben neue, temporäre Zuordnungen für die Tasten der obersten Tastenfeldreihe, wobei die *Menüzeiger* die eigentliche Zuordnung der Tasten festlegen. Wenn der HP-22S ein Menü anzeigt, so wird von Ihnen die Wahl einer der angezeigten Optionen erwartet (durch Drücken der jeweiligen Taste). Im Handbuch werden geschweifte Klammern zur Darstellung der Tasten verwendet, welchen eine neue Funktion zugewiesen wurde. So weist z.B. das DISP Menü der Taste \sqrt{x} temporär die Funktion {FX} (FIX) zu.

Die nachstehende Tabelle listet die im HP-22S enthaltenen Menüs auf. Beachten Sie, daß die in der Tabelle enthaltenen Tasten auf dem Tastenfeld des Rechners besonders hervorgehoben sind.

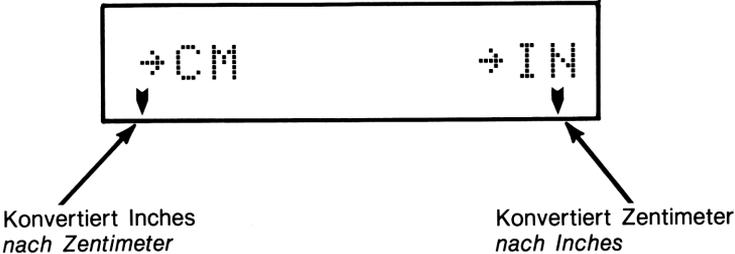
HP-22S Menüs

Tasten	Beschreibung	Siehe Kapitel:
<input type="checkbox"/> STAT	Statistik (Summationsstatistik, Mittelwert, Standardabweichung, lineare Regression) unter Verwendung der Statistikregister.	5
<input type="checkbox"/> PROB	Wahrscheinlichkeitsrechnung: Fakultät, Kombinationen, Permutationen.	3
<input type="checkbox"/> UNITS	Einheitenkonvertierungen: Masse (Kilogramm/Pounds), Temperatur (°C/°F), Länge (Zentimeter/Inches), Volumen (Liter/Gallonen).	3
<input type="checkbox"/> H↔HMS	Stunden.Dezimalstunden/ Stunden.MinutenSekunden Konvertierungen.	3
<input type="checkbox"/> D↔RAD	Grad/Bogenmaß Konvertierungen.	3
<input type="checkbox"/> PARTS	Zahlen-Änderungsfunktionen: Ganzzahliger Teil, Nachkommateil, Rundungen, Absolutbetrag.	3
Andere Operationen		
<input type="checkbox"/> DISP	Anzeigeformat: FIX, wissenschaftliche Notation, technische Notation, alle Nachkommastellen.	1
<input type="checkbox"/> CLEAR	Löschen: Variablen, Gleichungen, Speicherbereich, Statistikregister.	1
<input type="checkbox"/> MODES	Modi: Winkel (Grad/Bogenmaß/Neugrad), Dezimalkomma und Zahlengruppen-Trennzeichen (Punkt/Komma).	1, 3
<input type="checkbox"/> MEM	Speicherbereich: freier Speicherbereich, Variablenkatalog.	1
<input type="checkbox"/> BASE	Zahlensysteme: dezimaler, hexadezimaler, oktaler und binärer Modus.	4

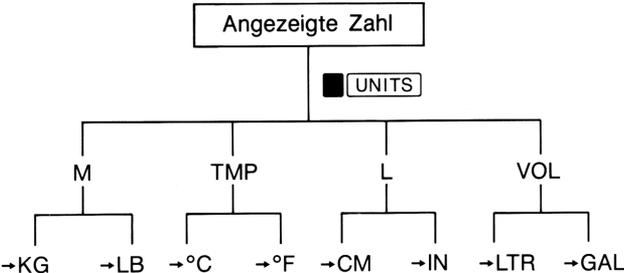
Mehrstufige Menüs. Einige Menüs haben mehr als eine "Ebene." Z.B. wird durch Drücken von UNITS das UNITS Menü (*Einheiten-Konvertierungsmenü*) angezeigt:



Jede der vier Tasten im UNITS Menü zeigt ein weiteres Menü an. Z.B. wird nach Drücken von {L} das L Menü (*Länge*) angezeigt, welches diese zwei Konvertierungsfunktionen enthält:



Die folgende Menüstruktur stellt das UNITS Menü und die daraus "verzweigenden" Menüs dar.

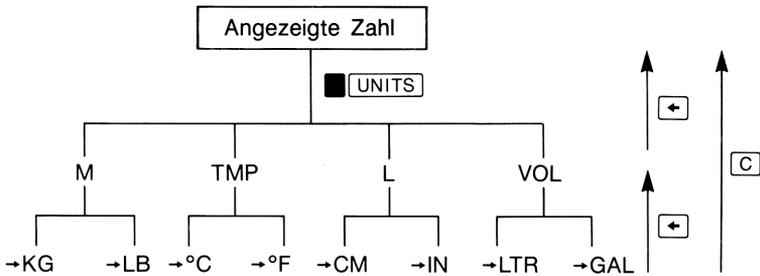


Tastensequenz zur Konvertierung von 12,7 Inch in Zentimeter:

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
12,7 ■ UNITS	M TMP L VOL	Eintippen der Zahl und Anzeige des UNITS Menüs.
{L}	→CM →IN	Zeigt das <i>Längen</i> -Menü an.
{→CM}	32,2580	32,2580 Zentimeter entsprechen 12,7 Inch.

Aufheben von Menüs. Aufheben eines Menüs bewirkt das Löschen der momentanen Menüoptionen. Hierzu gibt es mehrere Wege:

- Menüs werden automatisch aufgehoben, wenn Sie eine Menütaste zur Ausführung einer Funktion drücken.
-  hebt ein Menü ohne Ausführung einer Funktion auf. Bei mehrstufigen Menüs wird durch  zur nächsthöheren Ebene gesprungen.
-  hebt das Menü auf, unabhängig von der angezeigten Menüebene.
- Menüs ersetzen sich gegenseitig. Wenn z.B. versehentlich  anstatt von  gedrückt wurde, so können Sie  drücken, ohne vorher das MODES Menü zu löschen.



Buchstabentasten und Variablen

Den meisten Tasten ist ein Buchstabe zugeordnet, wobei jeder Buchstabe den Namen einer *Variablen* darstellt. Die 26 Variablen stellen Speicherorte im Rechner dar, welche zum Speichern und Zurückrufen von Zahlen dienen.

Drücken von  (*STO*re) oder  (*ReCall*) schaltet den **A..Z** Indikator ein, um Sie an den Alpha-Eingabemodus zu erinnern. So wird z.B. durch 12  der **A..Z** Indikator angezeigt; Drücken von  zeigt danach $A=12,0000$ an, was das Speichern von 12 in der Variablen A kennzeichnet. Diese Tastenfolge wird im Handbuch als 12  A dargestellt.

Speichern und Zurückrufen von Zahlen unter Verwendung von Variablen ist ausführlich in Kapitel 2 behandelt. Das Verwenden von Variablen zusammen mit  und  ist in Kapitel 6 behandelt.

Die Taste INPUT

INPUT wird in folgendem Zusammenhang benutzt:

- Bei zweiwertigen Funktionen, um die erste Zahl einzugeben (siehe "Zweiwertige Funktionen", unten).
- Bei Statistikberechnungen mit zwei Variablen, um den x -Wert einzugeben (siehe Seite 61).
- EVAL und SOLVE, um Gleichungen einzugeben und Variablenwerte zu speichern (siehe Seite 73).

Einführung in Mathematikfunktionen

Viele der Mathematikfunktionen sind direkt auf dem Tastenfeld ersichtlich. Durch Menüs wird die Anzahl der verfügbaren Funktionen weiter erhöht. In Kapitel 3 erfolgt eine nähere Beschreibung der verfügbaren Mathematikfunktionen.

Einwertige Funktionen. Funktionen, die sich auf eine Zahl beziehen, verwenden die zuletzt eingetippte Zahl.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
89,25 \sqrt{x}	9,4472	Berechnet $\sqrt{89,25}$.
3,57 + 2,36 $1/x$	+0,4237	Berechnet $1/2,36$.
=	3,9937	Schließt die Berechnung ab.
180 D↔RAD {→RAD}	3,1416	Konvertiert 180° in Bogenmaß-Darstellung.

Zweiwertige Funktionen. Erfordert eine Funktion zwei Zahlenwerte, so werden diese durch die Folge $Zahl_1$ INPUT $Zahl_2$ eingegeben. Drücken von INPUT zeigt einen Doppelpunkt, um die Zahlen zu trennen.

Berechnen Sie die prozentuale Differenz zwischen 17 und 29:

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
17 <input type="text" value="INPUT"/>	17,0000:	Eingabe von $Zahl_1$.
29	: 29	Doppelpunkt geht $Zahl_2$ voran.
<input type="checkbox"/> <input type="text" value="%CHG"/>	70,5882	Berechnet Differenz in %.

Berechnen Sie die Anzahl von Kombinationen mit 2 Elementen aus einer Gesamtheit von 4:

4 <input type="text" value="INPUT"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="text" value="PROB"/>		Berechnet Anzahl
{ C_n, r }	6,0000	Kombinationen.

Anzeige- und Zahlenformat

Wenn Sie den HP-22S zum ersten Mal einschalten, werden Zahlen mit 4 Dezimalstellen und einem Dezimalpunkt angezeigt. Über das *Anzeigeformat* wird gesteuert, wie Zahlen in der Anzeige erscheinen.

Unabhängig vom momentanen Anzeigeformat wird jede Zahl als 12-stellige Mantisse (mit Vorzeichen) und einem 3-stelligen Exponenten* (mit Vorzeichen) dargestellt. Z.B. wird durch Drücken von im FIX 4 Modus (4 Dezimalstellen) die Zahl 3,1416 angezeigt. Intern wird die Zahl als $3,14159265359 \times 10^0$ gespeichert.

Paßt eine Zahl nicht in das momentane Anzeigeformat, so wird die angezeigte Zahl entsprechend gerundet.

* Während komplexer interner Berechnungen verwendet der HP-22S eine 15-stellige Genauigkeit für Zwischenergebnisse.

Einstellen der anzuzeigenden Dezimalstellen

Um die Anzahl (*fix*) angezeigter Dezimalstellen zu spezifizieren:

1. Drücken Sie zuerst **DISP**, anschließend {FX}.
2. Tippen Sie die Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen ein.
Für 10 oder 11 Stellen ist ,0 oder ,1 einzutippen.

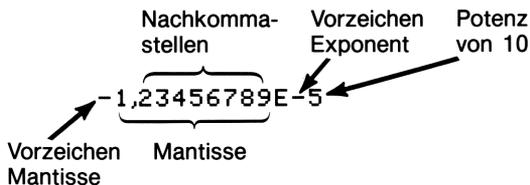
Tastensequenz	Anzeige	Beschreibung
45,6 DISP {FX} 3	5,727	Zeigt 3 Dezimalstellen an.
DISP {FX} ,0	5,7273600000	Zeigt 10 Dezimalstellen an.
DISP {FX} 4	5,7274	Spezifiziert wieder 4 Dezimalstellen.

Wenn eine Zahl zu groß oder zu klein ist, um im FIX Format angezeigt werden zu können, wird sie in wissenschaftlicher Notation angezeigt.

Wissenschaftliche und technische Notation von Zahlen

Wissenschaftliche und technische Notation stellen eine Zahl als Mantisse, multipliziert mit einer Potenz von 10, dar. Der Buchstabe E trennt dabei den Exponenten von der Mantisse.

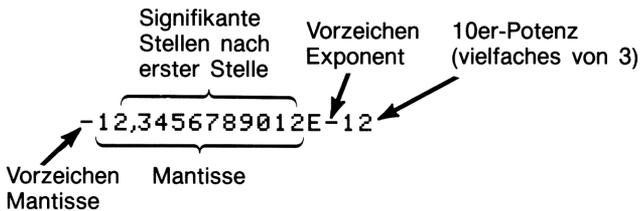
Wissenschaftliche Notation. In der wissenschaftlichen Notation erscheint die Mantisse mit einer Vorkommatestelle ungleich Null.



Um die wissenschaftliche Notation zu spezifizieren:

1. Drücken Sie zuerst **■**[DISP], danach {SC}.
2. Tippen Sie die Anzahl der Nachkommastellen ein.* Für 10 oder 11 Stellen ist ,0 oder ,1 einzutippen.

Technische Notation. In technischer Notation wird eine Zahl als Mantisse, die bis zu drei Vorkommastellen besitzt, multipliziert mit einer Potenz von 10, die sich ohne Rest durch 3 teilen läßt, dargestellt.



Um die technische Notation zu spezifizieren:

1. Drücken Sie zuerst **■**[DISP], dann {EN}.
2. Tippen Sie die Anzahl der signifikanten Stellen nach der ersten Stelle ein.* Für 10 oder 11 Stellen ist entweder ,0 oder ,1 einzutippen.

* Das Maximum der anzeigbaren Dezimalstellen beträgt 9. Allerdings wird bei {SC} (oder {EN}) 10 oder 11 die 10. und 11. Stelle beibehalten, wenn die Rundungsfunktion ({RN}) benutzt wird.

Eingeben von Zahlen mit Exponenten. Unabhängig vom momentanen Anzeigeformat können Sie eine Zahl immer als Mantisse, gefolgt von einem Exponenten, eingeben:

1. Tippen Sie die Mantisse ein. Falls sie negativ ist, ist durch $\boxed{+/-}$ das Vorzeichen zu ändern.
2. Drücken Sie $\boxed{\blacksquare} \boxed{E}$, um mit der Eingabe des Exponenten zu beginnen.
3. Ist der Exponent negativ, so drücken Sie $\boxed{-}$ oder $\boxed{+/-}$.
4. Tippen Sie den Exponenten ein.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
-----------------------	-----------------	----------------------

Berechnen Sie $4,78 \times 10^{13} \div 8 \times 10^{25}$:

4,78 $\boxed{\blacksquare} \boxed{E}$ 13 $\boxed{+}$	4,7800E13÷	
8 $\boxed{\blacksquare} \boxed{E}$ 25 $\boxed{=}$	5,9750E-13	$5,9750 \times 10^{-13}$.

Berechnen Sie $-2,36 \times 10^{-15} \times 12$:

2,36 $\boxed{+/-} \boxed{\blacksquare} \boxed{E}$ $\boxed{-}$ 15 $\boxed{\times}$		$-2,832 \times 10^{-14}$.
12 $\boxed{=}$	-2,8320E-14	

Anzeigen aller Nachkommastellen

Drücken Sie $\boxed{\blacksquare} \boxed{DISP}$ {ALL}, um eine Zahl mit der größtmöglichen Genauigkeit anzuzeigen.

Tauschen von Punkt und Komma

Sie können die bei der Anzeige von Zahlen verwendeten Trennzeichen für ihre Funktionsweise austauschen. Eine Million kann als

1.000.000,0000 oder 1,000,000.0000

angezeigt werden. Um Dezimalzeichen und Zifferngruppen-Trennzeichen auszutauschen, ist $\boxed{\blacksquare} \boxed{MODES}$ zu drücken. Wählen Sie danach { . } oder { , } als Dezimalzeichen.

Anzeigen von Zahlen (**SHOW**)

Ansehen aller 12 Stellen. Um temporär eine Zahl mit größtmöglicher Genauigkeit anzuzeigen, drücken Sie zuerst  und halten anschließend **SHOW** gedrückt. Wenn die 12-stellige Version der Zahl nicht in die Anzeige paßt, so werden die 12 Stellen ohne Dezimalzeichen angezeigt.

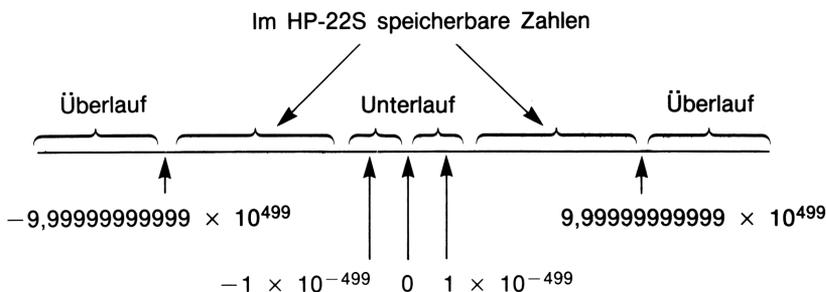
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
10  7 	1,4286	
 SHOW	1,42857142857	Zeigt 12-stellige Zahl an.
1  80 	0,0125	
 SHOW	125000000000	Zeigt 12 Stellen an.

Ansehen von benannten Zahlenwerten. Wenn eine benannte Zahl zu viele Zeichen enthält, dann zeigt der HP-22S kurz die Benennung an und anschließend den Zahlenwert. Verwenden Sie  **SHOW**, um die Benennung erneut anzusehen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
 DISP { ALL }		
10  30  STO A	A= 3,33333333E-1	Kurzzeitige Anzeige der Benennung. Anzeige des Zahlenwerts.
 SHOW	333333333333 A= 3,33333333E-1	Zeigt alle 12 Stellen. Erneute Anzeige der Benennung. Anzeige des Zahlenwerts.

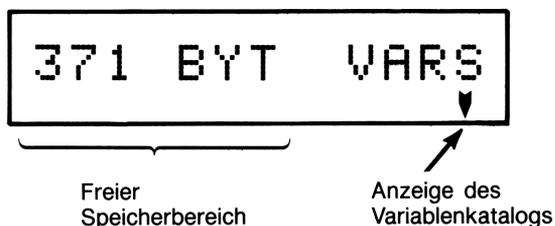
Wertebereich von Zahlen

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Wertebereich der im HP-22S speicherbaren Zahlen. Bei einem Unterlauf wird 0 angezeigt, während beim Überlauf die größte positive oder negative Zahl angezeigt wird.



Die MEM Funktion (MEM)

Drücken von  MEM zeigt den freien Speicherbereich im Rechner an und gewährt Ihnen Zugriff zum Variablenkatalog. Drücken Sie  oder , um die Meldung zu löschen.



Freier Speicherbereich

Der HP-22S stellt insgesamt über 371 Speichereinheiten bzw. Bytes für Ihre Anwendungszwecke zur Verfügung. Wenn für die vorgesehene Operation nicht mehr genügend Speicherplatz vorhanden ist, wird MEMORY FULL angezeigt. Sie müssen einen Teil des Speicherbereichs löschen, bevor Sie die Operation fortsetzen können (siehe nächste 2 Abschnitte).

Der VARS (Variablen) Katalog

Die {VARS} Menütaste zeigt einen Katalog mit Variablen an. Drücken Sie \blacktriangledown oder \blacksquare \blacktriangle , um den ganzen Katalog anzusehen. Mit \square können Sie den Katalog verlassen (siehe auch Seite 40).

Löschen von Teilen des Speicherbereichs

Drücken von \blacksquare \square CLEAR zeigt das CLEAR Menü an (außer beim Ansehen einer Gleichung oder des VARS Katalogs).

Das CLEAR Menü

Taste	Beschreibung
{VAR}	Löscht alle Variablen. (Löschen einzelner Variablen ist in Kapitel 2 behandelt.)
{EQ}	Löscht alle Gleichungen und Ausdrücke, welche in die Gleichungsliste eingegeben wurden.
{ALL}	Löscht alle von Ihnen im Speicherbereich gespeicherten Daten (Variablen, Statistikdaten, Gleichungen).
{Σ}	Löscht alle Statistikregister.

Drücken von {VAR}, {EQ} oder {ALL} zeigt eine Meldung an, welche zu einer Bestätigung auffordert:

CL VARS? Y N CL EQNS? Y N CLR ALL? Y N

{N} erlaubt Ihnen das Aufheben einer evtl. unbeabsichtigten Operation.

Meldungen und Achtungs-Indikator

Bei der Ausführung bestimmter Operationen wird der Achtungs-Indikator (\blacktriangle) und eine Meldung angezeigt. Der Achtungs-Indikator erscheint auch beim Versuch einer unzulässigen Operation (siehe auch Seite 173 bezüglich der Liste aller Fehlermeldungen).

Einführung von **EVAL** und **SOLVE**

EVAL erlaubt Ihnen das Auswerten (*EVALuate*) eines algebraischen Ausdrucks bzw. das Auswerten einer Gleichung für eine Variable, welche einzeln auf der linken Seite der Gleichung steht. **SOLVE** erlaubt das Lösen einer Gleichung für eine beliebige Variable.

Schreiben und Eingeben einer Gleichung

Die Gleichung zur Berechnung der Periodendauer eines einfachen Pendels lautet:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

wobei $T =$ Periodendauer des Pendels
 $l =$ Länge des Pendels
 $g =$ Fallbeschleunigung, 9,80665 m/s².

Die Gleichung muß in einer vom HP-22S interpretierbaren Form geschrieben werden:

Gleichungsfunktionen

↓ ↓

$$T = 2 \times \pi \times \text{SQRT}(L \div G)$$

Nachstehende Tastenfolge dient zum Eingeben der Gleichung:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[EQUATIONS]	TYPE NEW EQN	Wenn die Gleichungsliste bereits Gleichungen enthält, drücken Sie [▼] , bis diese Meldung angezeigt wird.
[STO] T	T	Verwenden Sie [STO] oder [RCL] zum Eintippen eines Buchstabens.

$\boxed{=}$ 2 $\boxed{\times}$ $\boxed{\pi}$

$$T = 2 \times \pi$$

“ π ” ist eine Funktion; Tippfunktionen verwenden die gleichen Tasten wie mathematische Berechnungen.

$\boxed{\times}$ $\boxed{\sqrt{x}}$

$$T = 2 \times \pi \times \text{SQRT}(<$$

$\boxed{\sqrt{x}}$ zeigt $\text{SQRT}(<$ an.

$\boxed{\text{STO}}$ L $\boxed{+}$ $\boxed{\text{STO}}$ G $\boxed{)}$

$$\pi \times \text{SQRT}(L \div G >$$

Gleichung wird verschoben.

$\boxed{\text{INPUT}}$

$$T = 2 \times \pi \times \text{SQRT}(L$$

Eingabe der Gleichung.

Auswerten einer Gleichung

Beispiel: Periodendauer eines Pendels. Teil 1: Berechnen Sie die Periodendauer eines 3 m langen Pendels.

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

$\boxed{\text{EVAL}}$

$L?$ Wert

Eingabeaufforderung für L und Anzeige von L .

3 $\boxed{\text{INPUT}}$

$L=3,0000$
 $G?$ Wert

Speichert L , Eingabeaufforderung für G .

$9,80665$ $\boxed{\text{INPUT}}$

$G=9,8067$
 $T=3,4752$

Speichert G , berechnet T (Sekunden).

Teil 2: Berechnen Sie die Periodendauer für ein 4 m langes Pendel.

$\boxed{\text{EVAL}}$

$L?$ $3,0000$

Eingabeaufforderung für L .

4 $\boxed{\text{INPUT}}$

$G?$ $9,8067$

Speichert L , Eingabeaufforderung für G .

$\boxed{\text{INPUT}}$

$T=4,0128$

Speichert vorangehenden Wert von G ; berechnet T .

Lösen einer Gleichung

Wenn die Unbekannte nicht isoliert auf der linken Seite der Gleichung steht, ist **SOLVE** zu verwenden. Drücken von **SOLVE** zeigt ein Menü der Gleichungsvariablen an. Wählen Sie über dieses die Unbekannte aus.

Beispiel: Länge eines Pendels. Welche Länge muß ein Pendel mit der Periodendauer von 8 Sekunden haben?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
SOLVE	G L T	Menü zur Auswahl der unbekanntenen Variablen.
{L}	T?4,0128	Wählt L , Eingabeaufforderung für T .
8 INPUT	G?9,8067	Speichert T , Eingabeaufforderung für G .
INPUT	L=15,8979	Speichert vorangehenden Wert für G , berechnet L .*

* Wenn der HP-22S **SQRT(NEG)** anstatt der Antwort anzeigt, so war ein negativer Wert vor dem Beginn der Berechnung in L gespeichert. Löschen Sie L (drücken Sie 0 **STO** L) und beginnen Sie die Berechnung erneut.

2

Arithmetik und Variablen

Arithmetische Operatoren

Die nachfolgenden Tastenfolgen demonstrieren einige einfache arithmetische Berechnungen:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
54,69 $\boxed{+}$ 28,33 $\boxed{=}$	83,0200	Addition.
750 $\boxed{\times}$ 12 $\boxed{=}$	9.000,0000	Multiplikation; Drücken einer Zifferntaste nach $\boxed{=}$ beginnt eine neue Berechnung.
$\boxed{\div}$ 360 $\boxed{=}$	25,0000	Division; Drücken einer Operatortaste nach $\boxed{=}$ setzt die Berechnung fort.
5 $\boxed{y^x}$ 4 $\boxed{=}$	625,0000	Potenzrechnung.

Kettenrechnungen

Kettenrechnungen stellen eine Reihe von Operationen dar, ohne daß [=] nach jeder Operation gedrückt wird. Der HP-22S interpretiert Ausdrücke unter der Verwendung der *Operatorpriorität*, welche im nächsten Abschnitt beschrieben ist.

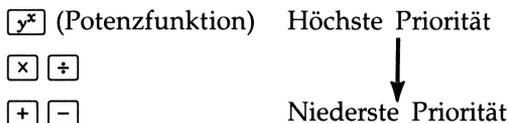
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
750 [x] 12 [÷]	9.000,0000÷	Berechnet Zwischenwert.
360 [=]	25,0000	Schließt die Berechnung ab.

Operatorpriorität

Einige Kettenrechnungen können auf verschiedene Weise interpretiert werden. So hat der Ausdruck $9 + 12 \div 3$ zwei Interpretationsmöglichkeiten:

$$9 + \frac{12}{3} \quad \text{oder} \quad \frac{9 + 12}{3} = 7$$

Der HP-22S verwendet eine bestimmte Operatorpriorität bei der Interpretation von Ausdrücken:



Der HP-22S berechnet ein Zwischenergebnis, wenn der als nächstes eingetippte Operator die gleiche oder eine kleinere Priorität hat. Besitzt der nächste Operator eine höhere Priorität, behält der Rechner die vorherige Zahl bei. Z.B. wird die Berechnung:

$$9 [+] 12 [÷] 3 [=]$$

in der Form $9 + (12 \div 3)$ ausgeführt, da Division eine höhere Priorität als Addition besitzt.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
9 [=+] 12 [=÷]	12,0000÷	Drücken von [=÷] <i>verhindert</i> Addition von 9 + 12.
3 [=]	13,0000	
Berechnen Sie 4×7^3 plus 5×7^2 plus 6.		
4 [=×] 7 [=y^x]	7,0000^	[=y^x] hat höhere Priorität als [=×].
3 [=+]	1.372,0000+	Berechnet 4×7^3 .
5 [=×]	5,0000×	[=×] hat höhere Priorität als [=+].
7 [=y^x]	7,0000^	[=y^x] hat höhere Priorität als [=+].
2	^ 2	
[=+]	1.617,0000+	Addiert 5×7^2 zu 1 372.
6 [=]	1.623,0000	Schließt die Berechnung ab.

Wenn eine Berechnung die Reihenfolge von Operatoren erfordert, welche von der Operatorpriorität abweicht (z.B. Addition *vor* Multiplikation), dann sind Klammern zu verwenden.

Verwenden von Klammern in Berechnungen

Verwenden Sie Klammern zur Festlegung einer individuellen Berechnungsfolge.* Sie können z.B. in der Aufgabe:

$$\frac{9 + 12}{3}$$

die Summanden in Klammern setzen, um die Addition der Division vorzuziehen.

*Schließende Klammern am Ende eines Ausdrucks können weggelassen werden. Z.B. ist $25 \div (3 \times (9 + 12) [=]$ gleichwertig zu $25 \div (3 \times (9 + 12)) [=]$.

Tastenfolge:

(9 + 12)

Anzeige:

21,0000

Beschreibung:

) wertet den Klammerninhalt aus.

÷ 3 =

7,0000

Berechnen Sie $\frac{30}{85 - 12} \times \sqrt{16,9 - 8}$:

30 ÷ (

÷ <

85

< 85

-

85,0000-

(verhindert Division von 30 durch 85.

12)

÷73,0000

) wertet Klammerninhalt aus (85 - 12).

x

0,4110x

Berechnet $30 \div 73$.

(16,9

< 16,9

- 8)

×8,9000

) wertet (16,9 - 8) aus.

√x

×2,9833

Berechnet $\sqrt{8,9}$.

=

1,2260

Schließt die Berechnung ab.

Wiederverwenden des vorherigen Ergebnisses (LAST)

Wenn Sie eine neue Berechnung beginnen, ist noch eine Kopie des seitherigen Ergebnisses im LAST Register gespeichert. Um den Wert in die Anzeige zurückzurufen, ist  LAST zu drücken. LAST kann z.B. zur Verkürzung der Eingabe bei den zwei nachstehenden Berechnungen eingesetzt werden:

$$,0821 \times (18 + 273,1)$$
$$2 + \frac{13}{,0821 \times (18 + 273,1)}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
,0821  ( 18  273,1  	23,8993	Erstes Ergebnis.
2  13   LAST	÷23,8993	 LAST ruft das alte Ergebnis zurück.
	2,5439	Zweites Ergebnis.

Austauschen der angezeigten Zahl mit der vorangehenden Zahl

 SWAP tauscht die für eine Berechnung eingegebenen letzten 2 Zahlen aus. Wurde z.B. 44  75 eingetippt, so kehrt  SWAP die Reihenfolge der beiden Zahlen um. Erneutes Drücken von  SWAP speichert wieder 44 ÷ 75.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
44  75	÷ 75	Halt! Eigentlich wollten Sie 75 ÷ 44 eintippen.
 SWAP	÷44,0000	Tauscht 75 und 44 um.
	1,7045	Schließt die Berechnung ab.

8 $\boxed{+}$ 4 $\boxed{\div}$ 5	$\div 5$	Stop! Tatsächlich soll $8 + \frac{5}{4}$ berechnet werden.
\blacksquare $\boxed{\text{SWAP}}$	$\div 4,0000$	Tauscht 5 und 4 aus.
$\boxed{=}$	9,2500	Schließt die Berechnung ab.
7 $\boxed{\times}$ ((6 $\boxed{-}$ 9	$- 9$	Nein! Sie meinten $9 - 6!$
\blacksquare $\boxed{\text{SWAP}}$ $\boxed{=}$	21,0000	Berechnet $7 \times (9 - 6)$.

Von Bedeutung ist \blacksquare $\boxed{\text{SWAP}}$ im Zusammenhang mit Funktionen, welche 2 Zahlen erfordern, die durch $\boxed{\text{INPUT}}$ voneinander getrennt werden. Um z.B. x,y -Daten in den Statistikregistern zu summieren, tippen Sie x -Wert $\boxed{\text{INPUT}}$ y -Wert $\boxed{\Sigma+}$ ein. Das Drücken von \blacksquare $\boxed{\text{SWAP}}$ (vor dem Drücken von $\boxed{\Sigma+}$) tauscht x -Wert und y -Wert aus.

Variablen (Register)

Der HP-22S verfügt über 26 Register (oder "Variablen") zum Speichern und Zurückrufen von Zahlen. Die Variablen werden durch die Buchstaben A bis Z identifiziert. (Sie dienen gleichzeitig zum Eingeben, Auswerten und Lösen von Gleichungen; siehe Kapitel 6.)

Drücken von $\boxed{\text{STO}}$ oder $\boxed{\text{RCL}}$ schaltet den Alphamodus sowie den **A..Z** Indikator ein.

- $\boxed{\text{STO}}$ *Buchstabe* speichert eine Kopie der angezeigten Zahl in der gewünschten Variablen.* Die Zahl wird mit voller Genauigkeit (12 Stellen) kopiert. Der neue Wert überschreibt den alten Inhalt.
- $\boxed{\text{RCL}}$ *Buchstabe* kopiert den momentanen Variableninhalt in die Anzeige.* Die Zahl wird dabei entsprechend dem momentanen Anzeigeformat angezeigt.

$\boxed{\text{STO}}$ und $\boxed{\text{RCL}}$ zeigen auch benannte Ergebnisse an (z.B. $A=1,2345$), außer die Operation wurde mitten in einer Berechnung ausgeführt (siehe nachstehendes Beispiel).

* Während der Eingabe von Gleichungen bewirken $\boxed{\text{STO}}$ *Buchstabe* und $\boxed{\text{RCL}}$ *Buchstabe* das Eintippen des spezifizierten Buchstabens (siehe Seite 73).

Um nach dem Drücken von **[STO]** oder **[RCL]** die Operation wieder aufzuheben, ist **[◀]** oder **[C]** zu drücken.

Nachstehende Tastenfolge verwendet die Variablen *A* und *B* zur Berechnung von:

$$\frac{(27,1 + 35,6) \times 1,0823}{(27,1 + 35,6)^{1,0823}}$$

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
27,1 [+] 35,6 [=]	62,7000	
[STO] A	A=62,7000	Speichert 62,7 in A.
[x]	62,7000x	[x] löscht die Benennung und setzt die Berechnung fort.
1,0823 [STO] B	×1,0823	Es wird keine Benennung angezeigt, wenn [STO] in der Mitte einer Berechnung erscheint.
[÷]	67,8602÷	Der Zähler wird berechnet.
[RCL] A	÷62,7000	Ruft den Inhalt von A zurück.
[y^x] [RCL] B	^1,0823	Ruft den Inhalt von B zurück.
[=]	0,7699	Potenzfunktion wird vor Division ausgeführt.

Speicherarithmetik mit Variablen

Diese arithmetischen Operationen können auf in Variablen gespeicherte Zahlen angewendet werden.

Speicherarithmetik

Tastenfolge	Neuer Variableninhalt
$\boxed{\text{STO}} \boxed{+}$ <i>Buchstabe</i>	Seitheriger Wert + angezeigter Wert
$\boxed{\text{STO}} \boxed{-}$ <i>Buchstabe</i>	Seitheriger Wert - angezeigter Wert
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\times}$ <i>Buchstabe</i>	Seitheriger Wert \times angezeigter Wert
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\div}$ <i>Buchstabe</i>	Seitheriger Wert \div angezeigter Wert

Nachstehende Tastenfolge verwendet die Variablen *C* und *D* zur Berechnung von:

$$1,097 \times 25,6671$$

$$1,097 \times 35,6671$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
1,097 $\boxed{\text{STO}}$ C	C=1,0970	Speichert 1,097 in C.
$\boxed{\times}$ 25,6671 $\boxed{\text{STO}}$ D	$\times 25,6671$	Speichert 25,6671 in D.
$\boxed{=}$	28,1568	Erstes Ergebnis.
$\boxed{\text{RCL}}$ C	C=1,0970	Zurückrufen von C.
$\boxed{\times}$ 10 $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{+}$	STO + _	Der Rechner erwartet einen Variablennamen.
D	$\times 10,0000$	Addiert 10 zu D.
$\boxed{\text{RCL}}$ D	$\times 35,6671$	Inhalt von D ersetzt 10,0000.
$\boxed{=}$	39,1268	Zweites Ergebnis.

Der VARS (Variablen) Katalog

Wenn Sie eine Zahl ungleich Null in einer Variablen speichern, so wird ein Teil des Speicherbereichs der Variablen *zugeteilt*. Der VARS Katalog, welcher durch Drücken von **MEM** {VARS} angesehen werden kann, listet alle Variablen mit ihren Inhalten. Drücken Sie **▼** oder **▲**, um den Katalog "durchzublättern". Um die Kataloganzeige zu beenden, drücken Sie **C**.

Soll eine Variable direkt aus dem Katalog übernommen werden, so drücken Sie **RCL**, während die Variable angezeigt ist.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
5 STO A	A=5,0000	Speichert 5 in A.
Berechnen Sie $9 \times A$:		
9 x	9,0000x	Beginnt eine Berechnung.
Wenn Sie den Inhalt von A überprüfen möchten, bevor er in der Berechnung verwendet wird:		
MEM {VARS}	A=5,0000	Zeigt A im Katalog an.
RCL =	45,0000	Berechnet $9 \times A$.

Löschen von Variableninhalten

Das Löschen setzt den Variableninhalt auf 0.

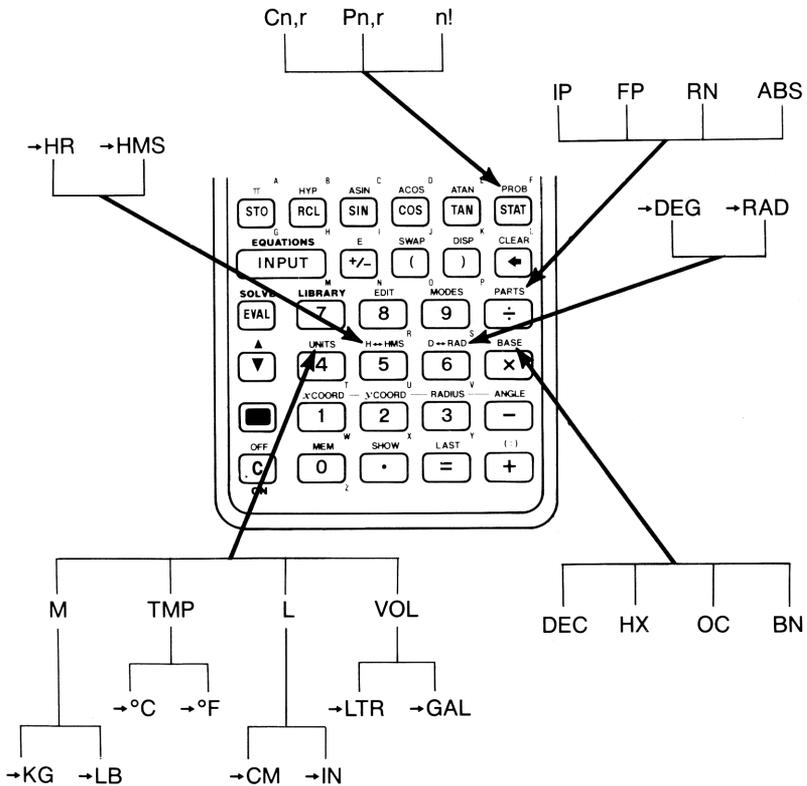
Löschen individueller Variablen. Es gibt zwei Wege zum Löschen einer individuellen Variablen:

- Anzeigen der Variablen im VARS Katalog und Drücken von **CLEAR**.
- Speichern von Null in der Variablen.

Löschen aller Variablen. Um den Inhalt aller Variablen zu löschen, ist zunächst **CLEAR** zur Anzeige des CLEAR Menüs zu drücken, und anschließend {VAR}. Drücken Sie {Y} als Antwort auf die Eingabeaufforderung.

Numerische Funktionen

Viele der numerischen Funktionen sind direkt auf dem Tastenfeld ersichtlich—zum Beispiel **SIN** (Sinus), **LOG** (Dekadischer Logarithmus). Andere sind über *Funktionenmenüs* zugänglich.



Funktionen erfordern ein oder zwei Argumente (ein Argument ist eine Zahl, auf welche eine Funktion angewendet wird):

- Funktionen mit einem Argument beziehen sich auf die angezeigte Zahl. So berechnet z.B. $6 \sqrt{x}$ die Quadratwurzel von 6. Eine Funktion kann nicht ausgeführt werden, wenn das zuletzt eingetippte Zeichen ein Operator ist (z.B. ist $6 + \sqrt{x}$ nicht möglich).
- Funktionen mit zwei Argumenten und einem Ergebnis verwenden **INPUT** zur Trennung der Argumente. So wird z.B. mit 4 **INPUT** 5 **%CHG** die Differenz zwischen 4 und 5 in Prozent berechnet. Als Argumente können auch Ausdrücke wie z.B. $1 + 3$ **INPUT** $2 + 3$ **%CHG** verwendet werden, was ebenfalls die Differenz zwischen 4 und 5 in Prozent berechnet.
- Polar/Rechteckskoordinaten-Konvertierungen verwenden 2 Argumente und geben 2 Ergebnisse zurück. Der HP-22S benutzt für diese Berechnungen vier spezielle Register (siehe Seite 48).

Potenz- und Logarithmusfunktionen

Der HP-22S enthält nachstehende Potenz- und Logarithmusfunktionen.

Potenz- und Logarithmusfunktionen

Taste	Beschreibung	Taste	Beschreibung
\sqrt{x}	Quadratwurzel	x^2	Quadrieren
e^x	Natürliche Exponentialfunktion	10^x	Dekadische Exponentialfunktion
LN	Natürlicher Logarithmus	LOG	Dekadischer Logarithmus

Tastenfolge:

Anzeige:

Beschreibung:

45 \sqrt{x}	6,7082	$\sqrt{45}$.
4,5 \div 10^x	3,1623E-5	Berechnet $10^{-4,5}$.
\times 3,7 \div 10^x	$\times 0,0002$	Berechnet $10^{-3,7}$.
=	6,3096E-9	Multipliziert die beiden Potenzen.

Kehrwert

$\boxed{1/x}$ berechnet den Kehrwert der angezeigten Zahl.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
3 $\boxed{1/x}$ $\boxed{+}$ 4 $\boxed{1/x}$	+0,2500	Berechnet $1 \div 3$, $1 \div 4$.
$\boxed{=}$	0,5833	Addiert die 2 Kehrwerte.

Prozentfunktionen

Prozent

Die $\boxed{\%}$ Funktion führt 2 unterschiedliche Operationen aus:

- Gibt es keinen ausstehenden Operator (Klammer oder Operator ist angezeigter Zahl nicht vorangestellt), oder der ausstehende Operator ist \times , \div oder \wedge , dann bewirkt $\boxed{\%}$ die Division der angezeigten Zahl durch 100.
- Wenn $+$ oder $-$ der angezeigten Zahl vorangestellt ist, so interpretiert $\boxed{\%}$ die angezeigte Zahl als Prozentsatz und gibt den entsprechenden Wert der Zahl zurück, die $+$ oder $-$ vorangeht.

Berechnen Sie 27% von 85,3.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
85,3 $\boxed{\times}$ 27 $\boxed{\%}$	$\times 0,2700$	Dividiert 27 durch 100.
$\boxed{=}$	23,0310	27% von 85,3.

Berechne die Zahl, welche um 25% kleiner als 200 ist.

200 $\boxed{-}$ 25 $\boxed{\%}$	-50,0000	Berechnet 25% von 200.
$\boxed{=}$	150,0000	Schließt die Berechnung ab.

Prozentuale Differenz

Um die prozentuale Differenz zwischen 2 Zahlen n_1 und n_2 zu berechnen (als Prozentsatz von n_1 ausgedrückt), ist folgende Eingabe erforderlich:

$$n_1 \text{ [INPUT]} n_2 \text{ [■] [%CHG]}$$

Berechnen Sie die prozentuale Differenz zwischen 291,7 und 316,8.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
291,7 [INPUT]	291,7000:	Eingabe von n_1 . (Doppelpunkt trennt n_1 und n_2 .)
316,8 [■] [%CHG]	8,6047	Berechnet prozentuale Differenz.

Berechnen Sie die Differenz in % zwischen (12×5) und $(65 + 18)$.

12 [x] 5 [INPUT]	60,0000:	Berechnung und Eingabe von n_1 .
65 [+] 18 [■] [%CHG]	38,3333	Differenz in % zwischen 60 und $(65 + 18)$.

Pi (π)

Drücken von [■] [π] zeigt die numerische Näherung von π an. Es wird der 12-stellige Wert verwendet, unabhängig vom gerundeten Wert in der Anzeige.

Beispiel: Kugeloberfläche. Berechnen Sie die Oberfläche einer Kugel mit Radius = 4,5 cm (Oberfläche = $4\pi r^2$).

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
4 [x] [■] [π]	$\times 3,1416$	Zeigt π an.
[x] 4,5 [■] [x^2] [=]	254,4690	Oberfläche in cm^2 .

Winkelmodi

Der "Winkelmodus" bestimmt, wie Zahlen beim Aufruf einer trigonometrischen Funktion oder Koordinatenkonvertierung interpretiert werden.

Winkelmodi

Tastenfolge	Beschreibung	Indikator
<input type="checkbox"/> MODES {DG}	Spezifiziert <i>Grad</i> Modus (Altgrad). Ein Kreis ist in 360 Grad aufgeteilt, wobei Dezimalgrad verwendet werden (anstatt Grad-Minuten-Sekunden).	keiner
<input type="checkbox"/> MODES {RD}	Spezifiziert <i>Radian</i> bzw. <i>Bogenmaß</i> Modus. Ein Kreis ist in 2π Radianen eingeteilt.	RAD
<input type="checkbox"/> MODES {GR}	Spezifiziert <i>Neugrad</i> Modus. Ein Kreis ist in 400 Neugrad eingeteilt.	GRAD

Trigonometrische Funktionen

Die Winkel werden als Dezimalgrad, Radian oder Neugrad interpretiert, abhängig vom jeweils eingestellten Winkelmodus.

Trigonometrische Funktionen

Taste	Funktion	Taste	Funktion
<input type="checkbox"/> SIN	Sinus	<input type="checkbox"/> ASIN	Arcussinus
<input type="checkbox"/> COS	Cosinus	<input type="checkbox"/> ACOS	Arcuscosinus
<input type="checkbox"/> TAN	Tangens	<input type="checkbox"/> ATAN	Arcustangens

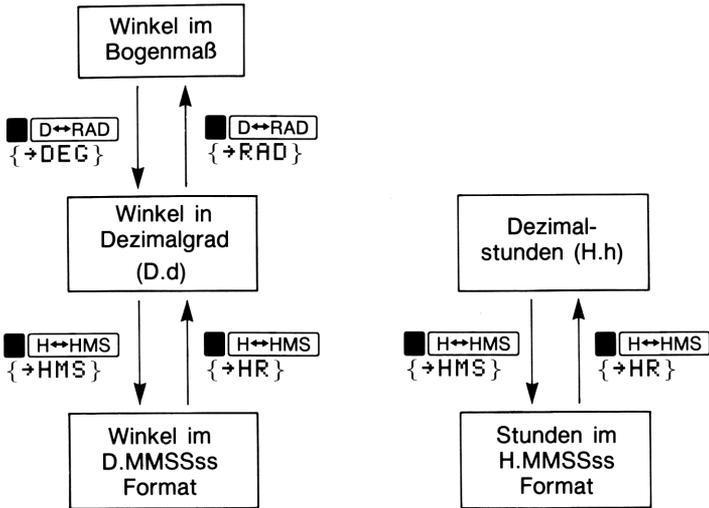
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
■ MODES { DG }		Stellt Grad-Modus ein.
15 SIN	0,2588	Sinus von 15°.
1 + 60 TAN	+1,7321	Tangens von 60°.
=	2,7321	Berechnet $1 + \tan 60^\circ$.
,35 ■ ACOS	69,5127	Arcuscosinus von ,35.
- ,62 ■ ACOS	-51,6839	Arcuscosinus von ,62.
=	17,8288	Arcuscosinus von ,35 minus Arcuscosinus von ,62.

Winkel- und Stundenkonvertierungen

Der HP-22S ermöglicht folgende Winkel-/Stundenkonvertierungen:

Winkel/Stunden-Konvertierungsfunktionen

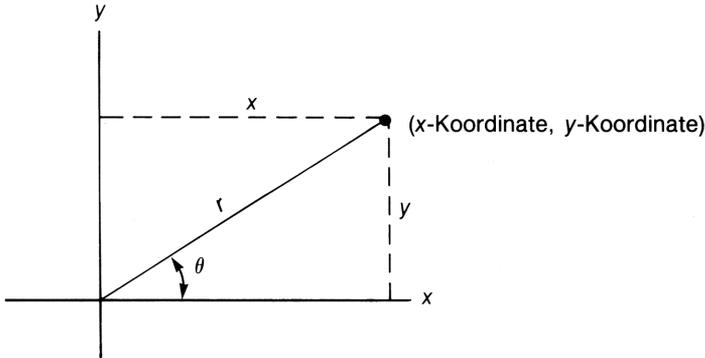
Tastenfolge	Funktion
■ H↔HMS { →HR }	<i>Nach Stunden:</i> Konvertiert die Zahl von Stunden/Grad-Minuten-Sekunden-Format (H.MMSSss oder D.MMSSss) nach Dezimalstunden/-grad-Format.
■ H↔HMS { →HMS }	<i>Nach Stunden-Minuten-Sekunden:</i> Konvertiert die Zahl von Dezimalstunden/-grad nach Stunden/Grad-Minuten-Sekunden-Dezimalsekunden-Format (H.MMSSss oder D.MMSSss).
■ D↔RAD { →DEG }	<i>Nach Grad (Degrees):</i> Konvertiert den Wert im Bogenmaß in Dezimalgrad.
■ D↔RAD { →RAD }	<i>Nach Radiant/Bogenmaß:</i> Konvertiert den Dezimalgrad-Wert in den äquivalenten Wert im Bogenmaß.



Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
1,79 \times π =	5,6235	Berechnet $1,79\pi$.
\blacksquare D↔RAD {→DEG}	322,2000	Konvertiert $1,79\pi$ in Grad (Altgrad).
90,2015 \blacksquare H↔HMS {→HR}	90,3375	Konvertiert 90 Grad, 20 Minuten, 15 Sekunden in Dezimalgrad.
25,2589 \blacksquare H↔HMS {→HMS}	25,1532	25,2589 Grad = 25 Grad, 15 Minuten, 32 Sekunden.
\blacksquare SHOW	25,1532040000	Zeigt Dezimalsekunden (32,04 Sekunden) an.

Polar/Rechtecks-Koordinatenkonvertierungen

Koordinatenkonvertierungen benutzen 4 besondere Konvertierungsregister. Im allgemeinen wird nach dem Eintippen einer Zahl und Drücken einer Koordinaten-Konvertierungstaste die Zahl in diesem Register gespeichert. Die Berechnung erfolgt erst, wenn Sie zwei Konvertierungstasten nacheinander drücken.



Koordinaten-Konvertierungstasten und -Register

Tasten	Register	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> xCOORD	x^*	Speichert oder berechnet die x -Koordinate [†] unter Verwendung des Inhalts von r und θ .
<input type="checkbox"/> yCOORD	y^*	Speichert oder berechnet die y -Koordinate [†] unter Verwendung des Inhalts von r und θ .
<input type="checkbox"/> RADIUS	r^*	Speichert oder berechnet den Radius [†] unter Verwendung von x und y .
<input type="checkbox"/> ANGLE	θ	Speichert oder berechnet den Winkel [†] unter Verwendung von x und y . Der Wert wird entsprechend dem momentanen Winkelmodus interpretiert—Dezimalgrad, Bogenmaß oder Neugrad.

* Diese Speicherorte sind von den Variablen X , Y und R getrennt.

† Beide Koordinaten werden berechnet. Z.B. ändert sich durch Berechnung von x der Inhalt von beiden, x und y ; Berechnen von r ändert den Inhalt von beiden, r und θ .

Um Rechteckskordinaten in Polarkordinaten zu konvertieren:

1. *Speichern* Sie die Rechteckskordinaten: x eintippen und \blacksquare **xCOORD** drücken; y eintippen und \blacksquare **yCOORD** drücken.
2. *Berechnen* Sie die Polarkordinaten: \blacksquare **RADIUS** und/oder \blacksquare **ANGLE** drücken.

Um Polarkordinaten in Rechteckskordinaten zu konvertieren:

1. *Speichern* Sie die Polarkordinaten: r eintippen und **RADIUS** drücken; θ eintippen und \blacksquare **ANGLE** drücken.
2. *Berechnen* Sie die Rechteckskordinaten: \blacksquare **xCOORD** und/oder \blacksquare **yCOORD** drücken.

Beispiel: Koordinatenkonvertierung. Teil 1: Konvertieren der Rechteckskordinaten $(10, -15)$ in Polarkordinaten.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
\blacksquare MODES {DG}		Grad-Modus einstellen.
10 \blacksquare xCOORD	$x=10,0000$	Speichert x .
15 \uparrow/\downarrow \blacksquare yCOORD	$y=-15,0000$	Speichert y .
\blacksquare RADIUS	$r=18,0278$	Berechnet r .
\blacksquare ANGLE	$\theta=-56,3099$	Berechnet θ .

Teil 2: Konvertieren der Polarkordinaten $(7, 30^\circ)$ in Rechteckskordinaten:

7 \blacksquare RADIUS	$r=7,0000$	Speichert r .
30 \blacksquare ANGLE	$\theta=30,0000$	Speichert θ .
\blacksquare xCOORD	$x=6,0622$	Berechnet x .
\blacksquare yCOORD	$y=3,5000$	Berechnet y .

Teil 3: Konvertieren von $(6, 30^\circ)$ in Rechteckskordinaten:

6 \blacksquare RADIUS	$r=6,0000$	Speichert r . (30° ist noch in θ gespeichert.)
\blacksquare xCOORD	$x=5,1962$	Berechnet x .
\blacksquare yCOORD	$y=3,0000$	Berechnet y .

Die in den Koordinaten-Konvertierungsregister gespeicherten Werte bleiben so lange gespeichert, bis sie durch eine nachfolgende Konvertierung überschrieben werden.

Verwenden von $\boxed{\text{STO}}$ und $\boxed{\text{RCL}}$ für Konvertierungsregister. Sie können die gleichen Speicher/Abruf-Operationen mit den x , y , r und θ Register ausführen, wie Sie es mit Variablen tun können. So ruft z.B. $\boxed{\text{RCL}}$ \blacksquare $\boxed{\text{RADIUS}}$ den Inhalt von r zurück, und $5 \boxed{\text{STO}}$ $\boxed{+}$ \blacksquare $\boxed{\text{xCOORD}}$ addiert 5 zum Inhalt von x .

Sie können mit $\boxed{\text{STO}}$ auch eine Speicherung "erzwingen". So kann z.B. 3 in x und y gespeichert werden, indem Sie $3 \blacksquare$ $\boxed{\text{xCOORD}}$ $\boxed{\text{STO}}$ \blacksquare $\boxed{\text{yCOORD}}$ drücken. (Wenn Sie $\boxed{\text{STO}}$ weglassen, bewirkt das Drücken von \blacksquare $\boxed{\text{yCOORD}}$ eine Rechenoperation.)

Wahrscheinlichkeitsfunktionen

Das PROB Menü (*PROB*ability) dient zur Berechnung von Kombinationen, Permutationen und Fakultäten.

Kombinationen und Permutationen. Die Tastenfolgen zu diesen Berechnungsarten sind:

n -Wert $\boxed{\text{INPUT}}$ r -Wert \blacksquare $\boxed{\text{PROB}}$ $\{C_{n,r}\}$

und

n -Wert $\boxed{\text{INPUT}}$ r -Wert \blacksquare $\boxed{\text{PROB}}$ $\{P_{n,r}\}$

Die Anzahl *aller Möglichkeiten*, n verschiedene Elemente zu Mengen mit jeweils r Elementen ohne Beachtung der Reihenfolge zusammenzufassen, wird als *Kombination* bezeichnet. Jedes Element darf nur einmal vorkommen, wobei Mengen, die die gleichen Elemente in unterschiedlicher Reihenfolge enthalten, *nicht* einzeln mitgezählt werden.

Die Anzahl *aller verschiedener Möglichkeiten*, n verschiedene Elemente zu Mengen mit r Elementen zusammenzufassen, wird als *Permutation* bezeichnet. Jedes Element darf in einer Menge nur einmal vorkommen, wobei Mengen, die die gleichen Elemente in unterschiedlicher Reihenfolge enthalten, einzeln mitgezählt werden.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
5 <input type="text" value="INPUT"/>	5,000:	Eingabe des n -Werts. (Der Doppelpunkt trennt n und r .)
3 <input type="text" value="PROB"/> {Cn,r }	10,0000	Berechnet mögliche Kombinationen von 3 Objekten aus einer Gesamtheit von 5.
5 <input type="text" value="INPUT"/>	5,000:	Eingabe des n -Werts.
3 <input type="text" value="PROB"/> {Pn,r }	60,0000	Berechnet mögliche Permutationen von 3 Objekten aus einer Gesamtheit von 5.

Fakultät. {n!} berechnet die Fakultät der angezeigten Zahl. Die Zahl muß dabei ganzzahlig sein und im Bereich zwischen 0 und 253 liegen.

Hyperbolische Funktionen

Nachstehend sind die hyperbolischen Funktionen gelistet.

Hyperbolische Funktionen

Tastenfolge	Funktion
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="SIN"/>	Sinus hyperbolicus
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="ASIN"/>	Inverser Sinus hyperbolicus
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="COS"/>	Cosinus hyperbolicus
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="ACOS"/>	Inverser Cosinus hyperbolicus
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="TAN"/>	Tangens hyperbolicus
<input type="text" value="HYP"/> <input type="text" value="ATAN"/>	Inverser Tangens hyperbolicus

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
5 <input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> SIN	74,2032	Sinus hyperbolicus.
540,25 <input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> ACOS	6,9852	Inverser Cosinus hyperbolicus.

Teile von Zahlen

Die über das PARTS Menü zugänglichen Funktionen dienen zur Modifikation von Zahlen.

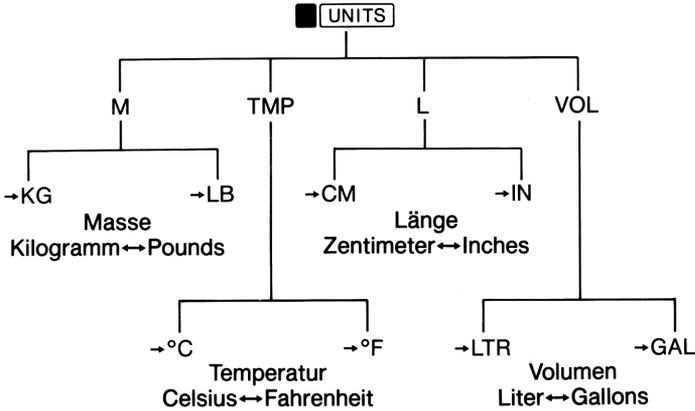
PARTS Menü

Menütaste	Funktion
{IP}	Ganzzahliger Teil (<i>Integer Part</i>).
{FP}	Gebrochener Teil (<i>Fractional Part</i>).
{RN}	Rundet intern die gespeicherte Zahl entsprechend dem spezifizierten FIX, SCI oder ENG Anzeigeformat (es erfolgt keine Rundung im ALL Modus).
{ABS}	Absolutbetrag der Zahl.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> DISP {FX} 4		Spezifiziert 4 Dezimalstellen.
12,3456789 [=]	12,3457	Eingabe von 9-stelliger Zahl.
<input type="checkbox"/> SHOW	12,3456789000	Zeigt maximale Genauigkeit der Zahl an.
<input type="checkbox"/> PARTS {RN}		Zahl wird intern gerundet.
<input type="checkbox"/> SHOW	12,3457000000	

Konvertierung von Einheiten

Die nachstehende Abbildung beschreibt das UNITS Menü und die darin enthaltenen Konvertierungsfunktionen.



Konvertieren Sie 100 Pounds in Kilogramm.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
100 UNITS {M} {→KG}	45,3592	Konvertiert Pounds in Kilogramm.

Konvertieren Sie 6 Feet in Zentimeter.

6 x 12 =	72,0000	Konvertiert 6 Feet in Inches.
UNITS {L} {→CM}	182,8800	Konvertiert 72 Inches in Zentimeter.

4

Rechnen in verschiedenen Zahlensystemen

Wechseln zwischen Zahlensystemen

Das BASE Menü (■ **BASE**) erlaubt Ihnen, zwischen 4 Zahlensystemen (*Basen*) zu wechseln—dezimal, hexadezimal, oktal und binär. Sie können die BASE Modi zur Konvertierung von Zahlen in unterschiedliche Zahlensysteme und zum Rechnen in einem beliebigen Zahlensystem verwenden.

Wechseln von Zahlensystemen

Tastenfolge	Beschreibung	Indikator
■ BASE {DEC}	Schaltet in <i>dezimalen</i> Modus (Basis 10) um.	Keiner
■ BASE {HX}	Schaltet in <i>hexadezimalen</i> Modus (Basis 16) um. Der obersten Tastenreihe werden die Buchstaben A bis F zugewiesen.	HEX
■ BASE {OC}	Schaltet in <i>oktalen</i> Modus (Basis 8) um.	OCT
■ BASE {BN}	Schaltet in <i>binären</i> Modus (Basis 2) um. Ist der Binärwert länger als 12 Stellen, so werden die niederwertigsten (rechten) 12 Stellen angezeigt. Verwenden Sie die Tasten {←} und {→} (√x und Σ+) zum Ansehen der restlichen Stellen in 12-stelligen Segmenten.	BIN

Das Umschalten zwischen den Basismodi hat diese Auswirkungen:

- Die angezeigte Zahl wird entsprechend der neuen Basis konvertiert. Sind Sie mitten in einer Berechnung (z.B. wäre 4 $\boxed{+}$ 5 $\boxed{\times}$ 3 eingetippt), so werden alle Zahlen in der neuen Basis dargestellt.
- Wenn Sie *vom* Dezimalsystem in ein anderes System wechseln, so wird der *ganzzahlige* Teil der Zahl in der neuen Basis angezeigt. Intern bleibt die 12-stellige Darstellung der Dezimalzahl erhalten. Beim Wechseln zurück in das Dezimalsystem wird wieder die ganze Zahl angezeigt, gerundet auf das eingestellte Anzeigeformat. Zahlen werden nur dann intern auf ganze Teile *gekürzt*, wenn sie in einer arithmetischen Operation bei hexadezimaler, oktaler oder binärer Basis verwendet werden.
- Hexadezimale, oktale und binäre Zahlen werden rechtsbündig angezeigt.
- Im hexadezimalen, oktalen und binären Modus werden bestimmte Tasten deaktiviert. So lassen sich z.B. die Tasten $\boxed{8}$ und $\boxed{9}$ nicht im oktalen Zahlensystem anwenden, ebenso nicht die Tasten $\boxed{2}$ bis $\boxed{9}$ im binären Modus. Zusätzlich kann auf mehrere der HP-22S Funktionen nicht zugegriffen werden.

Beispiel: Konvertieren zwischen Zahlensystemen. Nachstehende Tastenfolgen führen eine Reihe von Basiskonvertierungen aus.

Konvertieren Sie 125_{10} in binäre, oktale und hexadezimale Zahlen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
125 \blacksquare $\boxed{\text{BASE}}$ {BN}	1111101	Schaltet in binären Modus um; $125_{10} = 1111101_2$.
\blacksquare $\boxed{\text{BASE}}$ {OC}	175	Schaltet in oktalen Modus um; $1111101_2 = 175_8$.
\blacksquare $\boxed{\text{BASE}}$ {HX}	7D	Spezifiziert HEX als Zahlenbasis; $175_8 = 7D_{16}$.
\blacksquare $\boxed{\text{BASE}}$ {DEC}	125,0000	Stellt wieder das Dezimalsystem ein.

Rechnen Sie $24FF_{16}$ in eine Binärzahl um.

■ BASE {HX}	7D	Spezifiziert hexadezimale Basis.
24FF ■ BASE {BN}	010011111111	Konvertiert $24FF_{16}$ in eine Binärzahl und zeigt die niederwertigsten 12 Stellen an.
{←} (√x Taste)	10	Zeigt die restlichen linken Stellen an. Die ganze Zahl ist 1001001111111_2 .
{→} (Σ+ Taste)	010011111111	Zeigt die niederwertigsten Stellen an.
■ BASE {DEC}	9.471,0000	Stellt wieder Dezimalsystem ein.

Darstellung von Zahlen

Dezimalzahlen werden intern als 12-stellige Mantisse mit einem 3-stelligen Exponenten gespeichert. Wird eine Zahl von ihrem dezimalen Wert in HEX, OCT oder BIN Darstellung umgerechnet, so wird der ganzzahlige Anteil als 36-stellige binäre Zahl dargestellt. Das hochwertigste Bit (ganz links) enthält dabei das Vorzeichen.

Negative Zahlen. Das linke Bit eines Binärwerts enthält das Vorzeichen. Es ist für negative Zahlen auf 1 gesetzt, wobei negative Zahlen intern als das Zweierkomplement des positiven Wertes dargestellt sind.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
8738 ■ BASE {HX}	2222	Konvertiert 8738_{10} in Hexadezimalzahl.
+/-	FFFFFFDDE	Zweierkomplement.
■ BASE {DEC}	-8.738,0000	Negative Dezimalzahl.

Wertebereich von HEX, OCT und BIN Zahlen

Die Wortlänge von 36 Bits legt die Größe des Zahlenbereichs fest, in welchem hexadezimale, oktale und binäre Zahlen dargestellt werden können, sowie den Bereich der Dezimalzahlen, welche in ein anderes Zahlensystem konvertiert werden können.

Zahlenbereich für Zahlensystem-Konvertierungen

Basis	Größe pos. ganze Zahl	Größe neg. ganze Zahl
DEC	34.359.738.367	-34.359.738.368
HEX	7FFFFFFF	80000000
OCT	37777777777	40000000000
BIN	11111111111 11111111111 11111111111	10000000000 00000000000 00000000000

Bei der Eingabe von Zahlen in HEX, OCT oder BIN Basis wird die Eingabe abgebrochen, wenn Sie zu viele Stellen eintippen möchten. So verursacht z.B. der Eingabeversuch einer 10-stelligen hexadezimalen Zahl nach der neunten Stelle einen Warnton und den Abbruch der Zahleneinabe.

Enthält die Anzeige eine Dezimalzahl außerhalb des erlaubten Bereichs, so erscheint nach dem Wechsel in ein anderes Zahlensystem die Meldung TOO BIG.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
1 <input type="checkbox"/> [E] 20 <input type="checkbox"/> [BASE] {OC}	TOO BIG	1×10^{-20} ist nicht in oktale Darstellung konvertierbar.
<input type="checkbox"/> [BASE] {DEC}	1,0000E20	Stellt wieder Dezimalsystem ein.

Wenn Sie mitten in einer Berechnung sind, werden Zahlen außerhalb des konvertierbaren Bereichs durch die Meldung **T00 BIG** dargestellt.

3 **[E]** 11 **[-]** 3 **[E]** 8 $3E8_{10} = 11E1A300_{16}$
[BASE] {HX} - 11E1A300

[◀] **T00 BIG-** 3E11 liegt außerhalb des Konvertierungsbereichs.

[BASE] {DEC} 3,0000E11- Stellt wieder Dezimalsystem ein.

[C] 0,0000 Löscht die Anzeige.

Arithmetische Operationen

Die arithmetischen Operationen **[+]**, **[-]**, **[x]** und **[÷]** lassen sich in jedem Zahlensystem ausführen. Sie können außerdem **[STO]** und **[RCL]** zum Durchführen von Speicherarithmetik verwenden.

Alle arithmetischen Operationen verwenden Zweierkomplement-Arithmetik, wobei Operationen in hexadezimaler, oktaler und binärer Basis nur ganzzahlige Werte benutzen. Entsteht bei einer Division ein Rest, so wird nur der ganzzahlige Teil beibehalten.

Kann das Ergebnis (HEX, OCT, BIN) nicht mit 36 Bits dargestellt werden, dann zeigt der HP-22S eine Überlauf-Meldung an, der die größte darstellbare positive oder negative Zahl folgt.

Beispiel: Arithmetik in hexadezimaler, oktaler und binärer Basis. Berechnen Sie $12F_{16} + E9A_{16}$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[BASE] {HX}		Spezifiziert hexadezimale Basis.

12F **[+]** E9A **[=]** FC9 Addition.

Berechnen Sie $7760_8 - 4326_8$.

[BASE] {OC}	7711	Schaltet in oktale Basis um ($FC9_{16} = 7711_8$).
--------------------	------	--

7760 4326

3432 Berechnet das Ergebnis.

Berechnen Sie $100_8 \div 5_8$:

100 5

14 Ganzzahliger Teil des Ergebnisses.

Vergleichen Sie das vorangehende Ergebnis mit der nachstehenden dezimalen Division:

100 5 {BASE}
{DEC}

$\div 5,0000$

Konvertiert Ausdruck in Dezimalzahl.

12,8000

Division von $64_{10} \div 5_{10}$. ($100_8 = 64_{10}$).

{OC}

14 Ganzzahliger Teil von $12,8_{10}$ als Oktalzahl.

Addieren Sie $5A0_{16}$ und 1001100_2 .

{BASE} {HX} 5A0

5A0 Eingabe der Hexadezimalzahl.

{BASE} {BN}

10110100000

Schaltet in binäres System um.

1001100

10111101100

Berechnet Ergebnis in binärem Modus.

Arithmetische Ergebnisse, die nicht mit 36 Bits dargestellt werden können, erzeugen eine Überlauf-Meldung:

{BASE} {HX}

5EC Schaltet in hexadezimalen System um.

5AAAAAAAA 4

OVERFLOW
7FFFFFFF

Kurzzeitige Anzeige. Größte positive Zahl.

EBBBBBBBB

Größte negative Zahl.

6CCCCCCC

OVERFLOW
80000000

5

Statistische Berechnungen

Die Tasten $\boxed{\Sigma+}$ und $\boxed{\Sigma-}$ dienen zur Eingabe und Modifikation von Statistikdaten. Diese werden in einem Satz von Statistikregistern akkumuliert, die automatisch beim Eingeben der Daten reserviert werden. Anschließend können Sie durch Drücken von $\boxed{\text{STAT}}$ das STAT Menü aufrufen und folgende Berechnungen anstellen:

- Mit einer Variablen: Mittelwert und Standardabweichung.
- Mit zwei Variablen: Lineare Regression und Näherung.
- Gewogenes Mittel.
- Summationsstatistik: n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 und Σxy .

Eingeben von Statistikdaten

Es gibt keine Begrenzung der Anzahl von Werten, welche in den Statistikregistern akkumuliert werden können. Verursacht $\boxed{\Sigma+}$ jedoch die Überschreitung von $9,9999999999 \times 10^{499}$ in einem der Register, so zeigt der HP-22S temporär eine Überlauf-Meldung an.

Eingabe für Berechnungen mit einer Variablen

Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Löschen Sie zuvor gespeicherte Daten durch Drücken von $\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}} \{ \Sigma \}$.
2. Tippen Sie den ersten Wert ein und drücken Sie $\boxed{\Sigma+}$. Der HP-22S zeigt $n=1,0000$ an.
3. Setzen Sie die Dateneingabe wie oben beschrieben fort; n wird nach jeder Eingabe aktualisiert.

Um einen Wert unmittelbar nach der Eingabe in die Anzeige zurückzurufen, ist **▣** **LAST** zu drücken.

Eingabe für Berechnungen mit zwei Variablen

Um x,y -Paare von Statistikdaten einzugeben:

1. Löschen Sie zuvor gespeicherte Statistikdaten durch Drücken von **▣** **CLEAR** { Σ } .
2. Tippen Sie zuerst den x -Wert ein und drücken Sie **INPUT**. Der HP-22S zeigt den x -Wert an, gefolgt von einem Doppelpunkt.
3. Tippen Sie den korrespondierenden y -Wert ein und drücken Sie **$\Sigma+$** . Der HP-22S zeigt $n=1,00000$ an.
4. Setzen Sie die Eingabe der x,y -Paare fort. Der n -Wert wird bei jeder Eingabe aktualisiert.

Um Daten zur Berechnung des gewogenen Mittels einzugeben, ist der Datenwert als x einzutippen und die zugehörige Gewichtung als y .

Korrigieren von Statistikdaten

Wurden durch Drücken von **$\Sigma+$** falsche Werte eingegeben, so können diese Werte durch **$\Sigma-$** gelöscht werden. Danach sind die korrekten Werte durch Drücken von **$\Sigma+$** einzugeben. Ist nur ein Wert des x,y -Paares falsch, so *müssen* Sie beide löschen und erneut eingeben.

Um eingegebene Statistikdaten zu korrigieren:

1. Tippen Sie den zu löschenden x -Wert ein. Bestehen die Daten aus Paaren, so ist **INPUT** zu drücken und anschließend der y -Wert einzutippen.
2. Drücken Sie **$\Sigma-$** zum Löschen der Werte.* n wird dabei um 1 verringert.
3. Geben Sie über **$\Sigma+$** den korrekten Wert bzw. das x,y -Paar ein.

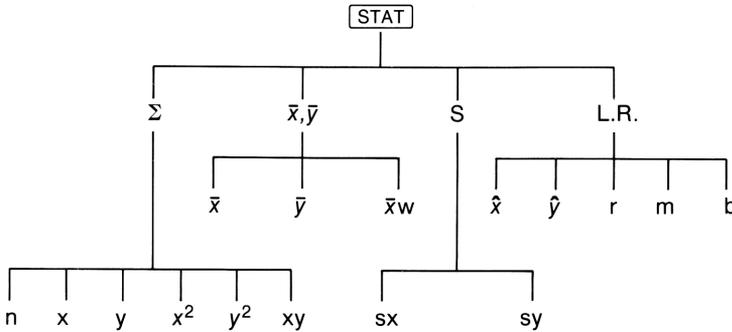
* **$\Sigma-$** hebt keine Rundungsfehler auf, welche evtl. beim Eingeben falscher Daten entstanden sind. Demzufolge können Ergebnisse von korrigierten Daten von den Ergebnissen abweichen, welche korrekt ohne Verwendung von **$\Sigma-$** eingegeben wurden. Allerdings ist die Abweichung nicht signifikant, sofern es sich bei den falschen Daten um keine großen Beträge im Vergleich zu den korrekten Daten handelt; in diesen Fällen sollten Sie die Statistikregister löschen und alle Daten neu eingeben.

Löschen von Statistikdaten

Sie sollten den Inhalt der Statistikregister löschen, bevor Sie mit einer neuen Berechnung beginnen oder wenn Sie den belegten Speicherbereich freigeben möchten. Drücken Sie **CLEAR** { Σ }, um die Statistikregister zu löschen.

Statistische Berechnungen

Das STAT Menü, welches durch Drücken von **STAT** angezeigt wird, enthält folgende Statistikfunktionen:



Funktionen im STAT Menü

Menütaste	Beschreibung
{ Σ }	Zeigt Menü der Summationsfunktionen:
{n}	Anzahl der eingegebenen Datenpunkte.
{ Σx }	Summe der x-Werte.
{ Σy }	Summe der y-Werte.
{ Σx^2 }	Summe der Quadrate der x-Werte.
{ Σy^2 }	Summe der Quadrate der y-Werte.
{ Σxy }	Summe der Produkte der x- und y-Werte.

Funktionen im STAT Menü (Fortsetzung)

Menütaste	Beschreibung
$\{\bar{x}, \bar{y}\}$ $\{\bar{x}\}$ $\{\bar{y}\}$ $\{\bar{x}w\}$	Zeigt Menü für Mittelwerte an: Arithmetisches Mittel (Durchschnitt) der x -Werte. Arithmetisches Mittel (Durchschnitt) der y -Werte. Gewogenes Mittel der x -Werte, gewichtet nach y -Werte.
$\{s\}$ $\{s_x\}$ $\{s_y\}$	Zeigt Menü für Standardabweichung der Stichprobe* an: Standardabweichung der x -Werte. Standardabweichung der y -Werte.
$\{L.R.\}$ $\{\hat{x}\}$ $\{\hat{y}\}$ $\{r\}$ $\{m\}$ $\{b\}$	Zeigt Menü für lineare Regression und lineare Näherung an: Näherung für x bei vorgegebenem y . Näherung für y bei vorgegebenem x . Korrelationskoeffizient.† Steigung der berechneten Geraden. y -Schnittpunkt der berechneten Geraden.
<p>* Die Standardabweichung gibt an, mit welcher Streuung die Zahlen um den Mittelwert liegen. Der HP-22S berechnet die <i>Standardabweichung der Stichprobe</i>, welche davon ausgeht, daß die vorliegenden Daten die Stichprobe einer größeren Grundgesamtheit darstellen. Trifft dies nicht zu, so beziehen Sie sich auf Seite 64, "Berechnen der wahren Standardabweichung".</p> <p>† Der Korrelationskoeffizient ist eine Zahl zwischen -1 und $+1$ und gibt Auskunft darüber, wie nahe die Daten an der berechneten Geraden liegen; $+1$ kennzeichnet eine perfekte positive Korrelation, -1 eine perfekte negative Korrelation. Ein Wert nahe 0 bedeutet, daß die Kurve eine schlechte Anpassung darstellt.</p>	

Statistikberechnungen mit einer Variablen

Wenn Sie eine Liste mit einzelnen Zahlen eingeben, werden diese als x -Werte gespeichert. Sie können danach berechnen:

- Mittelwert und Standardabweichung von x (\bar{x} und s_x).
- Summationen: n , Σx und Σx^2 .

Beispiel: Berechnung des Mittelwerts und der Standardabweichung. Die Zeiterfassung für einen bestimmten Produktionsprozeß ergab folgende sechs Meßwerte:

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

Berechnen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung der ermittelten Zeiten.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
CLEAR { Σ }		Löscht Statistikregister.
15,5 $\Sigma+$	n=1,0000	Eingabe der ersten Zeit.
9,25 $\Sigma+$ 10 $\Sigma+$ 12,5 $\Sigma+$ 12 $\Sigma+$ 8,5 $\Sigma+$	n=6,0000	Eingabe der restlichen Zeiten.
STAT { \bar{x}, \bar{y} } { \bar{z} }	$\bar{x}=11,2917$	Berechnet den Mittelwert.
STAT {s} {s _x }	s _x =2,5808	Berechnet die Standardabweichung.

Berechnung der wahren Standardabweichung

Die durch {s_x} und {s_y} berechneten Werte unterstellen, daß die Daten eine Stichprobe aus einer größeren Grundgesamtheit darstellen. Ist dies nicht der Fall und es liegt die Grundgesamtheit vor, so kann die *wahre Standardabweichung* berechnet werden, indem der Mittelwert der Originalwerte berechnet und dieser Mittelwert unter Verwendung von $\Sigma+$ den Statistikdaten hinzugefügt wird. Eine anschließende Berechnung der Standardabweichung ergibt die wahre Standardabweichung.

Beispiel: Wahre Standardabweichung. Oma Häberle hat 4 erwachsene Enkel, die 170, 173, 174 und 180 cm groß sind. Bestimmen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung von deren Größe.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
CLEAR { Σ }		Löscht die Statistikregister.
170 $\Sigma+$ 173 $\Sigma+$ 174 $\Sigma+$ 180 $\Sigma+$	$n=4,0000$	Eingabe der Daten.
STAT { \bar{x}, \bar{y} } { \bar{x} }	$\bar{x}=174,2500$	Berechnet den Mittelwert.
$\Sigma+$	$n=5,0000$	Addiert den Mittelwert zu den Statistikdaten.
STAT { s } { s_x }	$s_x=3,6315$	Berechnet die Standardabweichung der Grundgesamtheit.

Lineare Regression und Näherung

Lineare Regression ist ein statistisches Verfahren zum Auffinden derjenigen Geraden, die die Quadrate der Abstände von zwei oder mehreren x,y -Datenpaaren von der Geraden minimiert und damit einen Zusammenhang zwischen den x - und y -Variablen schafft.

Lineare Regression. Um eine lineare Regression anzustellen:

1. Geben Sie die x,y -Daten ein (siehe Anleitung auf Seite 61).
2. Drücken Sie **STAT**, danach {L,R}.
3. Drücken Sie:
 - { r } zum Berechnen des Korrelationskoeffizienten.
 - { m } zum Berechnen der Steigung.
 - { b } zum Berechnen des y -Achsenabschnitts.

Die berechnete Regressionsgerade kann zur Vorhersage eines y -Wertes bei einem gegebenen x -Wert, oder umgekehrt, verwendet werden.

Lineare Näherung. Um eine Vorhersageberechnung mit Hilfe der linearen Regression anzustellen:

1. Geben Sie die x,y -Daten ein (siehe Seite 61).
2. Wenn Sie die Steigung, den y -Achsenabschnitt und/oder den Korrelationskoeffizienten für die Kurvenanpassung sehen möchten, so erreichen Sie dies durch Drücken von $\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\} \{\text{m}\}$, $\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\} \{\text{b}\}$ und $\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\} \{\text{r}\}$.
3. Tippen Sie den bekannten x - oder y -Wert ein.
4. Drücken Sie $\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\}$, danach:
 - $\{\hat{x}\}$, um x bei gegebenem y zu berechnen.
 - $\{\hat{y}\}$, um y bei gegebenem x zu berechnen.

In Kapitel 8 finden Sie unter Verwendung von $\boxed{\text{EVAL}}$ eine Alternative zur Berechnung linearer Näherungen.

Beispiel: Lineare Regression und Näherungen. Teil 1. Nach dem mittelmäßigen Abschneiden in der ersten Statistiklausur nehmen 4 Studenten ein Tutorium bei Professor Böhme auf. Dieser stellte dann aufgrund der Ergebnisse in der zweiten Klausur folgenden Zusammenhang fest:

X Tutoriumsstunden	1	3	4	6
Y Klausurpunkte	64	88	76	98

Berechnen Sie den Korrelationskoeffizient und den y -Abschnitt für die Daten.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
$\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}} \{\Sigma\}$		Löscht die Statistikregister.
1 $\boxed{\text{INPUT}}$ 64 $\boxed{\Sigma+}$		Eingabe der x,y -Daten.
3 $\boxed{\text{INPUT}}$ 88 $\boxed{\Sigma+}$		
4 $\boxed{\text{INPUT}}$ 76 $\boxed{\Sigma+}$		
6 $\boxed{\text{INPUT}}$ 98 $\boxed{\Sigma+}$	$n=4,0000$	
$\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\} \{\text{r}\}$	$r=0,8587$	Berechnet den Korrelationskoeffizient.
$\boxed{\text{STAT}} \{\text{L.R.}\} \{\text{b}\}$	$b=60,2308$	Berechnet den y -Abschnitt.

Teil 2: Berechnen Sie den Mittelwert der 4 Klausurergebnisse.

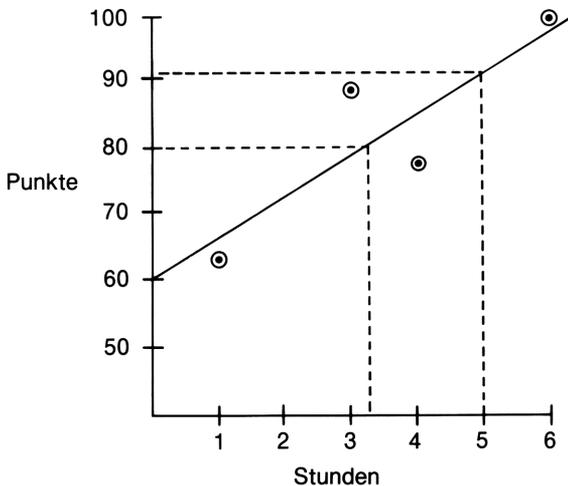
{ \bar{x}, \bar{y} } { \bar{y} } $\bar{y}=81,5000$ Berechnet den Mittelwert.

Teil 3: Berechnen Sie die erforderlichen Tutoriumsstunden, um ein Klausurergebnis von 80 Punkten zu erreichen.

80 {L.R.} { \hat{x} } $\bar{x}=3,2532$ Berechnet Schätzwert von x für $y = 80$.

Teil 4: Berechnen Sie das Ergebnis nach einem Tutorium von 5 Stunden.

5 {L.R.} { \hat{y} } $\hat{y}=90,6154$ Berechnet Schätzwert von y für $x = 5$.



Gewogenes Mittel

Die nachstehende Vorgehensweise berechnet das gewogene Mittel der Datenpunkte x_1, x_2, \dots, x_n , welche mit der Gewichtung y_1, y_2, \dots, y_n auftreten. Die Gewichtungen können aus ganzen oder gebrochenen Zahlen dargestellt sein.

1. Verwenden Sie $\boxed{\Sigma+}$ zur Eingabe der Daten als x,y -Paare. Die y -Werte stellen die Gewichtungen der x -Werte dar.
2. Drücken Sie $\boxed{\text{STAT}}$ $\{\bar{x},\bar{y}\}$ $\{\bar{x}w\}$.

Beispiel: Gewogenes Mittel. Ein Fertigungsbetrieb kauft ein bestimmtes Teil vier Mal pro Jahr ein; im letzten Jahr wurden dabei folgende Einkäufe vorgenommen:

Preis je Teil	DM 4,25	DM 4,60	DM 4,70	DM 4,10
Anzahl Teile	250	800	900	1000

Berechnen Sie das gewogene Mittel der Preise.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
\blacksquare $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{\Sigma\}$		Löscht die Statistikregister.
4,25 $\boxed{\text{INPUT}}$ 250 $\boxed{\Sigma+}$		Eingabe der Daten sowie ihrer Gewichtungen.
4,6 $\boxed{\text{INPUT}}$ 800 $\boxed{\Sigma+}$		
4,7 $\boxed{\text{INPUT}}$ 900 $\boxed{\Sigma+}$		
4,1 $\boxed{\text{INPUT}}$ 1000 $\boxed{\Sigma+}$	n=4,0000	
$\boxed{\text{STAT}}$ $\{\bar{x},\bar{y}\}$ $\{\bar{x}w\}$	$\bar{x}w=4,4314$	Berechnet das gewogene Mittel.

Summationsstatistik

Im STAT Menü ist auch $\{\Sigma\}$ zur Berechnung von n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 und Σxy eingeschlossen.

Beispiel: Summationsstatistik. Berechnen Sie Σx und Σx^2 für die nachstehenden Werte von x : 2,345, 3,456, 4,567.

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

■ CLEAR $\{\Sigma\}$

Löscht die Statistikregister.

2,345 $\{\Sigma+\}$

Eingabe der Daten.

3,456 $\{\Sigma+\}$

4,567 $\{\Sigma+\}$

$n=3,0000$

STAT $\{\Sigma\}$ $\{x\}$

$\Sigma x=10,3680$

Berechnet Σx .

STAT $\{\Sigma\}$ $\{x^2\}$

$\Sigma x^2=38,3005$

Berechnet Σx^2 .

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L	$=,25 \times \pi \times D^2 \times L$	V wird über linken Anzeigerand hinausverschoben.
<input type="checkbox"/> INPUT	$V = ,25 \times \pi \times D^2 \times L$	<input type="checkbox"/> INPUT speichert Gleichung.
<input type="checkbox"/> EVAL	D?Wert	Eingabeaufforderung für D; Wert ist der momentane Wert von D.
2,5 <input type="checkbox"/> INPUT	D=2,5000 L?Wert	Speichert D, Eingabeaufforderung für L.
16 <input type="checkbox"/> INPUT	L=16,0000 V=78,5398	Speichert L, berechnet V in Kubikzentimetern.

Um V zu berechnen, wertet der Rechner die rechte Seite der Gleichung aus. EVAL automatisiert Tastenfolgen, welche ansonsten wiederholt für jede Berechnung ausgeführt werden müßten.

SOLVE ermöglicht Ihnen das Lösen jeder Variablen in einer Gleichung, ohne daß die Gleichung umgeschrieben werden muß. So könnten Sie z.B. berechnen, wie lang eine 2½ cm Röhre sein muß, um 40 Kubikzentimeter Wasser zu speichern. Unter der Annahme, Sie hätten gerade die vorherige Tastenfolge ausgeführt:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SOLVE	D L V	Menü zum Wählen der unbekannt Variablen.
{L}	V?78,5398	Wahl von L, Eingabeaufforderung für V.
40 <input type="checkbox"/> INPUT	V=40,0000 D?2,5000	Speichert V, Eingabeaufforderung für D.
<input type="checkbox"/> INPUT	D=2,5000 SOLVING L=8,1487	Speichert vorheriges D, berechnet L.

Einführung in die **EVAL** und **SOLVE** Funktionen

Nachstehende Tasten bieten die Möglichkeit, Berechnungen mit Gleichungen auszuführen:

■ **EQUATIONS** Drücken von ■ **EQUATIONS** zeigt die Gleichungsliste, in welcher die von Ihnen eingegebenen Gleichungen gespeichert sind. Drücken Sie ▼ oder ■ ▲, um die Liste durchzusehen. Die Anzahl der eingebbaren Gleichungen ist nur durch den verfügbaren Speicherbereich begrenzt. Sie können außerdem auch algebraische Ausdrücke eingeben (Ausdrücke haben keine 2 Seiten, welche durch ein Gleichheitszeichen getrennt sind). Einträge in der Gleichungsliste können gelöscht und modifiziert werden.

■ **LIBRARY** Drücken von ■ **LIBRARY** zeigt die Gleichungsbibliothek an. Die Bibliothek besteht aus einer Liste von 16 internen Gleichungen. Drücken Sie ▼ oder ■ ▲, um die Liste durchzusehen; die in der Bibliothek enthaltenen Gleichungen können nicht gelöscht oder geändert werden. Eine detaillierte Beschreibung der Bibliothek finden Sie in Kapitel 7.

EVAL **EVAL** berechnet den Wert der "unbekannten" Variablen (Variable, nach welcher gelöst wird), wenn die Gleichung die Form besitzt:

$$\text{unbekannte Variable} = \text{algebraischer Ausdruck}$$

Die Unbekannte muß isoliert auf der linken Seite der Gleichung stehen. **EVAL** kann auch zur Auswertung von Ausdrücken verwendet werden.

■ **SOLVE** **SOLVE** ermöglicht Ihnen das Lösen einer beliebigen Variablen in einer Gleichung; die Unbekannte muß nicht isoliert auftreten. **SOLVE** bietet demnach die einfachere Anwendungsmöglichkeit, da ein Umschreiben der Gleichung nicht erforderlich ist.

■ **EDIT** Erlaubt Ihnen die Modifikation einer Gleichung, nachdem sie in der Gleichungsliste gespeichert ist.

Eingeben von eigenen Gleichungen

Um eine Gleichung oder einen Ausdruck in die Gleichungsliste einzugeben:

1. Überprüfen Sie die Gleichung auf Einhaltung der Syntax (siehe "Syntax von Gleichungen" auf Seite 78).
2. Drücken Sie **▀** **EQUATIONS**.
3. Falls erforderlich, so drücken Sie **▾**, bis der HP-22S die Meldung zeigt:
TYPE NEW EQN.
4. Tippen Sie die Gleichung ein.
 - Drücken Sie **STO** oder **RCL**, um eine Variable einzutippen bzw. in den Alphamodus umzuschalten (der **A..Z** Indikator erscheint). Drücken Sie danach eine Buchstabentaste.
 - Durch Drücken einer Operatortaste wird ein Operator eingetippt—**+**, **-**, **x**, **÷** oder **y^x** (**^**).
 - Um eine Funktion einzutippen, ist die gleiche Tastenfolge erforderlich, die während einer Berechnung gedrückt werden muß (siehe Tabellen auf Seite 80 bis 83). Als Beispiel:

Einzugeben:

Erforderliche Tastenfolge:

SIN(A)

SIN **STO** A **]**

ACOSH(A÷B)

▀ **HYP** **▀** **ACOS** **RCL** A **÷** **STO** B **]**

SIN(ACOS(A))

SIN **▀** **ACOS** **STO** A **]** **]**

COMB(T;Q)

▀ **PROB** {Cn,r} **STO** T **▀** **:** **RCL** Q **]**

5. Führen Sie einen der drei Schritte aus:
 - a. Drücken Sie **INPUT** zur Eingabe der Gleichung.
 - b. Drücken Sie **EVAL** zur Eingabe und Auswertung der Gleichung.
 - c. Drücken Sie **▀** **SOLVE** zur Eingabe der Gleichung und zum Lösen für eine beliebige Variablen.

Ansehen und Wählen von Gleichungen

[EVAL] und [SOLVE] verwenden jeweils die Gleichung, welche vor dem Drücken von [EVAL] oder [SOLVE] angezeigt wurde. Um eine andere Gleichung auszuwählen, drücken Sie [EQUATIONS] oder [LIBRARY]. Die ▲ und ▼ Indikatoren werden daraufhin angezeigt, sofern sich mehrere Gleichungen in der Liste befinden. Drücken Sie ▼ oder ▲, um die Liste "durchzurollen".

Sie kommen immer an die Stelle in der Gleichungsliste bzw. Bibliothek zurück, wo Sie die Liste verlassen haben.

Ansehen langer Gleichungen. Durch die Verschiebungs-Indikatoren (→ und/oder ←) wird angezeigt, wenn eine Gleichung nicht mehr vollständig angezeigt werden kann. Halten Sie die Tasten neben den Zeigern (▼) gedrückt, um die Gleichung durchzusehen.

Modifizieren und Löschen von Gleichungen

Modifizieren einer Gleichung. Um die gewählte Gleichung zu ändern, ist [EDIT] zu drücken. Der Cursor wird dabei am Ende der Gleichung positioniert. Falls erforderlich, so drücken Sie ↓, um an die gewünschte Stelle zu kommen. Tippen Sie den Rest der Gleichung ein und drücken Sie [INPUT].

Haben Sie versehentlich [EDIT] gedrückt, so drücken Sie unmittelbar darauf [C], um den vorherigen Anzeigehalt zurückzurufen.

Löschen einer Gleichung. Um eine individuelle Gleichung zu löschen, bringen Sie diese in die Anzeige und drücken [CLEAR] {Y}.

Löschen aller Gleichungen. Um alle Gleichungen in der Liste zu löschen, verlassen Sie die Gleichungsliste bzw. die Bibliothek. (Der Rechner zeigt keine Gleichung an.) Drücken Sie [CLEAR] zur Anzeige des CLEAR Menüs und drücken Sie danach {EQ} {Y}.

Anweisungen zur Verwendung von EVAL

Verwenden Sie EVAL, wenn die Unbekannte isoliert auf der linken Seite der Gleichung auftritt. Sie können EVAL auch zur Auswertung von Ausdrücken verwenden, wenn Sie z.B. folgende Aufgabenstellung lösen möchten:

Berechnung von F in der Gleichung: $F = M \times A$

Berechnung von E in der Gleichung: $E = ,5 \times M \times V^2$

Berechnung von S^* in der Gleichung: $S = S \times (1 + I)^N$

Auswertung des Ausdrucks: $T^2 \div (P + 12)$

Um eine Gleichung auszuwerten:

1. Drücken Sie EVAL.†
2. Der HP-22S fragt nach Werten für jede Variable auf der rechten Seite der Gleichung, indem *Buchstabe?Wert* angezeigt wird, wobei *Wert* den momentanen Variableninhalt darstellt. Folgen Sie jeder Eingabeaufforderung:
 - Um den momentanen Wert beizubehalten, ist INPUT zu drücken.
 - Um einen anderen Wert zu speichern, ist die Zahl (unter Verwendung von +/- für negative Zahlen) oder ein algebraischer Ausdruck (z.B. $13 \times 6 \sqrt{x}$) einzutippen und INPUT zu drücken.
3. Wurden alle Anforderungen beantwortet, so wertet der Rechner die Gleichung bzw. den Ausdruck aus und zeigt das Ergebnis an.

Bei der Auswertung von Ausdrücken fordert EVAL für jede Variable zu einer Eingabe auf und berechnet anschließend den Wert des Ausdrucks. Das Ergebnis wird mit **EXPR** benannt.

* Unter Verwendung des eingegebenen Wertes für S wird ein neuer Wert für S berechnet.

† Liegt eine Gleichung nicht in der Form *unbekannte Variable* = *algebraischer Ausdruck* vor, dann schaltet der HP-22S automatisch in den SOLVE Modus um.

Beispiel: Auswerten eines Ausdrucks. Werten Sie den Ausdruck

$$e^x + y + z$$

für $x = 1$, $y = 2$ und $z = 2,5$ aus.

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

■ EQUATIONS

Falls erforderlich, drücken Sie \blacktriangledown , bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt; anschließend:

e^x [STO] X [+] [STO] Y
 [+] [STO] Z []

EXP(X+Y+Z)

Eintippen des Ausdrucks.

[EVAL]

X?Wert

Eingabeaufforderung für X.

1 [INPUT]

Y?Wert

Speichert X, Eingabeaufforderung für Y.

2 [INPUT]

Z?Wert

Speichert Y, Eingabeaufforderung für Z.

2,5 [INPUT]

EXPR=244,6919

Auswerten des Ausdrucks.

Beantworten von Eingabeaufforderungen

Berechnen von Eingabewerten. Sie können den angefragten Wert auch über eine Berechnung ermitteln. Z.B. bewirkt bei der Eingabe für die Aufforderung A?Wert das Drücken von 7 [+] 4 [\sqrt{x}] [INPUT] die Speicherung von 9 in A. Analog dazu wird bei der Beantwortung von B?Wert nach Drücken von 5 [:] 8 [%CHG] [INPUT] der Wert 60 in B gespeichert. (Beachten Sie, daß [:] die Anzeige des Doppelpunkts bewirkt, welcher zur Trennung der zwei Argumente von der Prozentrechnungsfunktion dient.)

Ansehen kurzzeitig angezeigter Informationen. In 2 Situationen werden von und kurzzeitig Informationen angezeigt:

- **Neu zugewiesene Werte.** Nachdem Sie auf eine Aufforderung hin gedrückt haben, zeigt der HP-22S kurzzeitig *Buchstabe=neuer Wert* an, bevor er mit der Berechnung fortfährt. Um die Anzeige zu verlängern, ist gedrückt zu halten.
- **Benennungen und große Zahlen.** Wenn eine Variable zusammen mit ihrem Inhalt zu groß ist, um vollständig angezeigt werden zu können, dann wird der Buchstabe nur kurz angezeigt. Ist z.B. der momentane Inhalt von A gleich 1 234 567 891,23, dann erhalten Sie als Eingabeaufforderung für A:

A?	Kurz angezeigt.
1.234.567.891,23	HP-22S erwartet Eingabe.

Um den ersten Teil der Eingabeaufforderung nochmals zu sehen, ist zu drücken.

Anweisungen zur Verwendung von

Verwenden Sie , wenn sich die Unbekannte *nicht isoliert* auf der linken Seite der Gleichung befindet. Zum Lösen einer Variablen:

1. **Optional:** Geben Sie Ihre eigenen Anfangsnäherungen für das Ergebnis ein (siehe Seite 87).
2. Drücken Sie .
3. Wenn die Gleichung mehr als eine Variable besitzt, zeigt der HP-22S ein Menü aller Variablen an. Wählen Sie die Unbekannte durch Drücken der entsprechenden Menütaste. (Bei mehr als sechs Variablen ist ggf. {→} zu verwenden, um die restlichen Variablen anzuzeigen.)
4. Der HP-22S fordert zur Eingabe eines Werts für jede bekannte Variable auf, indem die Meldung *Buchstabe?Wert* angezeigt wird; hierbei stellt *Wert* den momentanen Inhalt der Variablen dar:
 - Drücken Sie , um den Wert beizubehalten.
 - Tippen Sie den neuen Wert (verwenden Sie für negative Zahlen) oder einen algebraischen Ausdruck ein (z.B. 13 6) und drücken Sie .

5. Nachdem Werte für alle bekannten Variablen gespeichert sind, zeigt der HP-22S SOLVING an. Bei komplexeren Berechnungen kann der Berechnungsvorgang mehrere Minuten in Anspruch nehmen. Wenn **SOLVE** eine Lösung berechnen konnte, so erscheint ein benanntes Ergebnis in der Anzeige.

Wenn **SOLVE** aus irgendwelchen Gründen kein Ergebnis ermitteln konnte, so wird eine entsprechende Meldung angezeigt, um Ihnen bei der Suche nach der Fehlerursache behilflich zu sein. Falls erforderlich, so beziehen Sie sich auf "Arbeitsweise von **SOLVE**" auf Seite 87, oder auf Anhang B für zusätzliche Informationen über **SOLVE**.

Syntax von Gleichungen

Gleichungen und Ausdrücke müssen einer bestimmten Syntax genügen:

- Die Länge einer Gleichung ist nur durch den verfügbaren freien Speicherbereich begrenzt.
- Gleichungen können jede der 26 Variablen, A bis Z. Es gibt keine Einschränkung, wie oft eine bestimmte Variable in einer Gleichung erscheint.
- Verwenden Sie **■****[E]** zur Eingabe von Exponenten.
- Gleichungen können jede der auf den Seiten 80 bis 83 gelisteten Funktionen enthalten. Die Argumente—die Zahl(en), auf welche die Funktion angewendet wird—sind in Klammern eingeschlossen.
- Algebraische Ausdrücke werden entsprechend der nachfolgenden Operatorpriorität interpretiert:

: (Trennen von Argumenten)

Ausdrücke innerhalb von Klammern

Funktionen (z.B. SIN, ABS, PERM)

[y^x]

[x] **[÷]**

[+] **[-]**

Höchste Priorität



Niederste Priorität

Zum Beispiel:

$A \times B^3 = C$ wird als $A \times B^3 = C$ interpretiert. Um $A \times B$ zur 3. Potenz zu erheben, ist $(A \times B)^3 = C$ einzutippen.

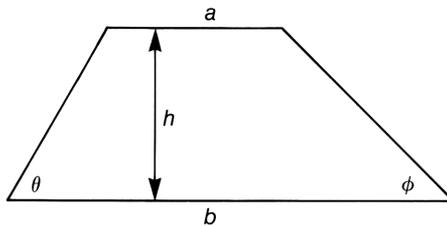
$A + B \div C = 12$ wird als $A + (B \div C) = 12$ interpretiert. Um die Summe von $A + B$ durch C zu dividieren, ist $(A + B) \div C = 12$ einzugeben.

Bei der Interpretation von $\text{CHG}(T+12; A-6)^2$ wertet der Löser die Argumente $T + 12$ und $A - 6$ aus, berechnet danach den Funktionswert und quadriert am Schluß den Funktionswert.

- Sie können Klammern nicht für implizite Multiplikation verwenden. So muß z.B. der Ausdruck $P(1-F)$ als $P \times (1-F)$ eingegeben werden, wobei der \times Operator zwischen P und der Klammer einzufügen ist.

Beispiel: Korrekte Syntaxanwendung beim Schreiben einer Gleichung. Die nachstehende Gleichung berechnet den Umfang eines Trapezes. Die Gleichung könnte in einer Formelsammlung wie folgt dargestellt sein:

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



In der folgenden Gleichung wurde die Syntax für HP-22S Gleichungen eingehalten:

Verwendung von Klammern zum Gruppieren von Termen

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

Einzelne Buchstaben Keine implizite Multiplikation Division vor Addition

Die nächste Gleichung entspricht ebenfalls der korrekten Syntax. Sie verwendet die *Umkehrfunktion* INV (eingetippt durch $\boxed{1/x}$) anstatt von $1 \div$. Beachten Sie, daß die Sinus (SIN) Funktion "geschachtelt" in der INV Funktion enthalten ist:

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

Gleichungsfunktionen

Sie können die meisten der numerischen Funktionen im HP-22S in Gleichungen verwenden. Kommen Argumente zur Anwendung, so sind diese in Klammern einzuschließen; 2 Argumente sind durch einen Doppelpunkt (:) zu trennen. (Argumente sind die Zahlenwerte, auf welche die Funktion angewendet wird; z.B. ist X das Argument in $\text{SIN}(X)$, was den Sinus von X berechnet.)

Die Argumente von Funktionen können aus Konstanten, Variablen, algebraischen Ausdrücken und sonstigen Funktionen bestehen.

Die Funktionen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Allgemeine Mathematikfunktionen
- Statistikfunktionen
- Funktionen zur Konvertierung von Einheiten

Allgemeine Mathematikfunktionen

Funktion	Beschreibung	Eingabehilfe
ABS(x)	Absolutbetrag.	<input type="checkbox"/> PARTS {ABS}
ACOS(x)	Arcuscosinus.*	<input type="checkbox"/> ACOS
ACOSH(x)	Arcuscosinus hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> ACOS
ALOG(x)	Dekadische Exponentialfunktion; 10^x .	<input type="checkbox"/> 10^x
ASIN(x)	Arcussinus.*	<input type="checkbox"/> ASIN
ASINH(x)	Arcussinus hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> ASIN
ATAN(x)	Arcustangens.*	<input type="checkbox"/> ATAN
ATANH(x)	Arcustangens hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> ATAN

* Verwendet momentanen Winkelmodus—Grad oder Bogenmaß.

Allgemeine Mathematikfunktionen (Fortsetzung)

Funktion	Beschreibung	Eingabehilfe
CHG($n_1:n_2$)	Differenz zwischen n_1 und n_2 in %.	<input type="checkbox"/> %CHG
COMB($n:r$)	Kombinationen von r Elementen aus Grundgesamtheit von n Objekten.	<input type="checkbox"/> PROB {Cn,r}
COS(x)	Cosinus.*	<input type="checkbox"/> COS
COSH(x)	Cosinus hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> COS
DEG(x)	Konvertiert x im Bogenmaß nach Dezimalgrad.	<input type="checkbox"/> D↔RAD {→DEG}
EXP(x)	Natürliche Exponentialfunktion; e^x .	<input type="checkbox"/> e^x
FACT(x)	Fakultät; x ganzzahlig, ≥ 0 .	<input type="checkbox"/> PROB {n!}
FP(x)	Nachkommateil einer Dezimalzahl.	<input type="checkbox"/> PARTS {FP}
HMS(x)	Konvertiert x von Dezimalstunden/ -grad nach H.MMSS (G.MMSS) Format.	<input type="checkbox"/> H↔HMS {→HMS}
HR(x)	Konvertiert x von H.MMSS (G.MMSS) Format nach Dezimalformat.	<input type="checkbox"/> H↔HMS {→HR}
INV(x)	Kehrwert, $1/x$.	<input type="checkbox"/> $1/x$
IP(x)	Ganzzahliger Teil einer Dezimalzahl.	<input type="checkbox"/> PARTS {IP}
LN(x)	Natürlicher Logarithmus (Basis e).	<input type="checkbox"/> LN
LOG(x)	Dekadischer Logarithmus (Basis 10).	<input type="checkbox"/> LOG
PERM($n:r$)	Permutationen mit r Elementen aus Grundgesamtheit von n Objekten.	<input type="checkbox"/> PROB {Pn,r}
π	π ; 3,14159265359 (12 Stellen).	<input type="checkbox"/> π
RAD(x)	Konvertiert x in Dezimalgrad nach Bogenmaß.	<input type="checkbox"/> D↔RAD {→RAD}
$r(x:y)$	<i>Radius</i> von Polarkoordinaten für (x,y) Rechteckskoordinaten.*†	<input type="checkbox"/> RADIUS
RN(x)	x aufgerundet auf die Anzahl Dezimalstellen des momentanen Anzeigeformats.	<input type="checkbox"/> PARTS {RN}
SIN(x)	Sinus.*	<input type="checkbox"/> SIN
SINH(x)	Sinus hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> SIN
SQ(x)	x^2 .	<input type="checkbox"/> x^2

* Verwendet momentanen Winkelmodus—Grad oder Bogenmaß.

† Die Funktion verwendet *nicht* die Register für Koordinatenkonvertierung.

Allgemeine Mathematikfunktionen (Fortsetzung)

Funktion	Beschreibung	Eingabehilfe
SQRT(x)	\sqrt{x} .	<input type="text" value="√x"/>
TAN(x)	Tangens.*	<input type="text" value="TAN"/>
TANH(x)	Tangens hyperbolicus.	<input type="checkbox"/> HYP <input type="checkbox"/> TAN
$\theta(x:y)$	θ Polarkoordinate für (x,y) Rechteckskoordinaten.*†	<input type="checkbox"/> ANGLE
$x(r:\theta)$	x-Koordinate von Polarkoordinaten.*†	<input type="checkbox"/> xCOORD
$y(r:\theta)$	y-Koordinate von Polarkoordinaten.*†	<input type="checkbox"/> yCOORD
<p>* Verwendet momentanen Winkelmodus—Grad oder Bogenmaß. † Die Funktion verwendet <i>nicht</i> die Register für Koordinatenkonvertierung.</p>		

Statistikfunktionen*

Funktion	Beschreibung	Eingabehilfe
b	y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden.	<input type="text" value="STAT {L,R.} {b}"/>
m	Steigung der Regressionsgeraden.	<input type="text" value="STAT {L,R.} {m}"/>
n	Anzahl von x Einträgen oder x,y-Datenpaaren.	<input type="text" value="STAT {Σ} {n}"/>
r	Korrelationskoeffizient zwischen den Daten und der Regressionsgeraden.	<input type="text" value="STAT {L,R.} {r}"/>
sx	Standardabweichung der x-Werte.	<input type="text" value="STAT {s} {sx}"/>
sy	Standardabweichung der y-Werte.	<input type="text" value="STAT {s} {sy}"/>
Σx	Summe der x-Werte.	<input type="text" value="STAT {Σ} {x}"/>
Σx^2	Summe der Quadrate der x-Werte.	<input type="text" value="STAT {Σ} {x^2}"/>
Σxy	Summe der Produkte der x-und y- Werte.	<input type="text" value="STAT {Σ} {xy}"/>
<p>* Die Statistikfunktionen verwenden die in den Statistikregistern gespeicherten Daten.</p>		

Statistikfunktionen* (Fortsetzung)

Funktion	Beschreibung	Eingabehilfe
Σy	Summe der y -Werte.	<input type="button" value="STAT"/> { Σ } { y }
Σy^2	Summe der Quadrate der y -Werte.	<input type="button" value="STAT"/> { Σ } { y^2 }
\bar{x}	Arithmetischer Mittelwert (Durchschnitt) der x -Werte.	<input type="button" value="STAT"/> { \bar{x}, \bar{y} } { \bar{x} }
$\hat{x}(y)$	Berechnet Näherung für x -Wert bei gegebenem y -Wert unter Verwendung linearer Regression.	<input type="button" value="STAT"/> {L.R.} { \hat{x} }
\bar{x}_w	Gewogenes Mittel der x -Werte, gewichtet nach den y -Werten.	<input type="button" value="STAT"/> { \bar{x}, \bar{y} } { \bar{x}_w }
\bar{y}	Arithmetisches Mittel (Durchschnitt) der y -Werte.	<input type="button" value="STAT"/> { \bar{x}, \bar{y} } { \bar{y} }
$\hat{y}(x)$	Berechnet Näherung für y -Wert bei gegebenem x -Wert unter Verwendung linearer Regression.	<input type="button" value="STAT"/> {L.R.} { \hat{y} }

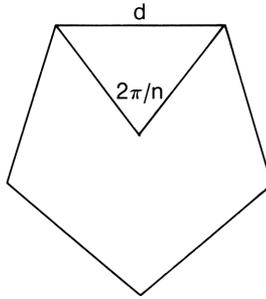
* Die Statistikfunktionen verwenden die in den Statistikregistern gespeicherten Daten.

Funktionen für Konvertierung von Einheiten

Funktion	Konvertierung	Eingabehilfe
$^{\circ}\text{C}(x)$	$^{\circ}$ Fahrenheit nach $^{\circ}$ Celsius.	<input type="button" value="UNITS"/> {TMP} { $\rightarrow^{\circ}\text{C}$ }
CM(x)	Inch nach Zentimeter.	<input type="button" value="UNITS"/> {L} { $\rightarrow\text{CM}$ }
$^{\circ}\text{F}(x)$	$^{\circ}$ Celsius nach $^{\circ}$ Fahrenheit.	<input type="button" value="UNITS"/> {TMP} { $\rightarrow^{\circ}\text{F}$ }
GAL(x)	Liter nach U.S. Gallonen.	<input type="button" value="UNITS"/> {VOL} { $\rightarrow\text{GAL}$ }
IN(x)	Zentimeter nach Inch.	<input type="button" value="UNITS"/> {L} { $\rightarrow\text{IN}$ }
KG(x)	Pounds nach Kilogramm.	<input type="button" value="UNITS"/> {M} { $\rightarrow\text{KG}$ }
LTR(x)	U.S. Gallonen nach Liter.	<input type="button" value="UNITS"/> {VOL} { $\rightarrow\text{LTR}$ }
LB(x)	Kilogramm nach Pounds.	<input type="button" value="UNITS"/> {M} { $\rightarrow\text{LB}$ }

Beispiel: Fläche eines Polygons. Die Gleichung zum Berechnen des Flächeninhalts eines Polygons mit n Seiten von der Länge d lautet:

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



Die Gleichung wird wie folgt in die Gleichungsliste eingegeben:

$$A=N \times D^2 \times \text{COS}(\pi \div N) \div (4 \times \text{SIN}(\pi \div N))$$

Berechnen Sie die Fläche eines Pentagons mit einer Seitenlänge von je 6 Zentimeter.

Tastensequenz:

EQUATIONS

Anzeige:

Beschreibung:

Zeigt die Gleichungsliste an.

Falls erforderlich, so drücken Sie , bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie die Gleichung ein,* anschließend:

EVAL

N?Wert

Eingabeaufforderung für N.

5 INPUT

D?Wert

Speichert N, Eingabeaufforderung für D.

6 INPUT

A=4.103,3434

Berechnet Fläche.

* Die Tastensequenz zum Eintippen der Gleichung ist STO A = STO N x STO D y^x 2 x COS π + STO N) + (4 x SIN π + STO N))

Beispiel: Gleichung für lineare Näherung. Die folgende Gleichung verwendet die x,y -Datenpaare in den Statistikregistern zur Bestimmung von y für verschiedene Werte von x . (Obwohl diese Berechnung auch über das STAT Menü ausgeführt werden kann, erlaubt Ihnen die Gleichung das wiederholte Berechnen über eine kürzere Tastenfolge.)

$$Y = \hat{y}(X)$$

Verwenden Sie nachfolgende x,y -Datenpaare für Schätzungen von y für $x = 2,5, 3,5,$ und $4,5$.

X	2	1	3	5	5	4
Y	140	92	110	226,5	289	220

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

2 **EQ** **UATIONS**

Zeigt die Gleichungsliste an.

Falls erforderlich, so drücken Sie **▼**, bis der HP-22S TYPE NEW EQN angezeigt. Tippen Sie die Gleichung ein* und drücken Sie **INPUT**. Fahren Sie dann wie folgt fort:

C **2** **CLEAR** **{Σ}**

Löscht Inhalt der Statistikregister.

2 **INPUT** **140** **Σ+**

Eingabe der x,y -Daten.

1 **INPUT** **92** **Σ+**

3 **INPUT** **110** **Σ+**

5 **INPUT** **226,5** **Σ+**

5 **INPUT** **289** **Σ+**

4 **INPUT** **220** **Σ+**

$n=6,0000$

EVAL **2,5** **INPUT**

$Y=144,0938$

Schätzt y für $x=2,5$.

EVAL **3,5** **INPUT**

$Y=186,6813$

Schätzt y für $x=3,5$.

EVAL **4,5** **INPUT**

$Y=229,2688$

Schätzt y für $x=4,5$.

* Die Tastensequenz zum Eintippen der Gleichung ist **STO** **Y** **=** **STAT** **{L,R}** **{}** **{}** **STO** **X** **]**.

Beispiel: Konvertierung zwischen Feet und Meter. Teil 1:

Schreiben Sie eine Gleichung zur Umrechnung von Feet in Meter.

Aufgrund der Beziehung

$$\text{Anzahl Inches} = \text{Anzahl Feet} \times 12$$

$$\text{Anzahl Zentimeter} = \text{Anzahl Meter} \times 100$$

ergibt sich die Gleichung:

$$IN(M \times 100) = F \times 12$$

Teil 2: Konvertieren Sie 22 Feet in Meter.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
---------------------	-----------------	----------------------

■ <input type="text" value="EQUATIONS"/>		
--	--	--

Falls erforderlich, so drücken Sie , bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie die Gleichung ein* und drücken Sie . Fahren Sie dann wie folgt fort:

■ <input type="text" value="SOLVE"/> {M}	F?Wert	Wählt M, Eingabeaufforderung für Feet.
--	--------	--

22 <input type="text" value="INPUT"/>	M=6,7056	Berechnet Meter.
---------------------------------------	----------	------------------

Teil 3: Konvertieren Sie 200 Meter in Feet.

■ <input type="text" value="SOLVE"/> {F}	M?6.7056	Wählt F, Eingabeaufforderung für Meter
--	----------	--

200 <input type="text" value="INPUT"/>	M=200.0000 F=656.1680	Speichert M. Berechnet Feet.
--	--------------------------	---------------------------------

* Die Tastenfolge zum Eingeben der Gleichung ist: ■ {L} {→IN} M 100 F 12.

Arbeitsweise von **SOLVE**

SOLVE verwendet einen iterativen Lösungsprozess beim Lösen der Unbekannten. Der Prozess substituiert zuerst zwei Anfangsnäherungen für die Unbekannte in der Gleichung. Basierend auf dem Ergebnis durch diese Näherungen erzeugt **SOLVE** eine neue, bessere Näherung. Dieser Prozess wiederholt sich, bis **SOLVE** einen Wert gefunden hat, der die linke Seite mit der rechten Seite gleich setzt.

Einige Gleichungen sind schwieriger zu lösen als andere. Manchmal kann es erforderlich sein, daß Sie Anfangsnäherungen eingeben müssen, um eine Lösung aufzufinden (siehe "Eingabe eigener Anfangsnäherungen", unten). Wenn **SOLVE** keine Lösung berechnen kann, wird eine Meldung angezeigt (siehe auch Anhang B).

Eingabe eigener Anfangsnäherungen

Die zwei von **SOLVE** verwendeten Anfangsnäherungen sind:

- Die momentan in der Unbekannten gespeicherte Zahl.
- Die vor dem Drücken von **SOLVE** angezeigte Zahl.

Da **SOLVE** beim Berechnen der Lösung im Bereich zwischen den beiden Anfangsnäherungen sucht, erreichen Sie durch Eingabe eigener Näherungen folgende Vorteile:

- Gute Anfangsnäherungen können die Rechenzeit verkürzen.
- Sind mehrere Lösungen möglich, so können die Anfangsnäherungen bei der Wahl der gewünschten Lösung behilflich sein. So kann z.B. die Gleichung:

$$X = S + V \times T + 5 \times A \times T^2$$

2 Lösungen für T besitzen. Sie können jedes Ergebnis durch Vorgabe der geeigneten Anfangsnäherungen berechnen.

- Erlaubt eine Gleichung nicht alle Werte für die Unbekannte, so können die richtigen Schätzwerte helfen, diese Werte zu vermeiden. Die Gleichung:

$$Y = T + \text{LOG}(X)$$

erlaubt z.B. keine Werte $X \leq 0$. Geeignete Schätzwerte helfen, daß **SOLVE** nicht auf $\text{LOG}(0)$ und $\text{LOG}(\text{NEG})$ trifft.

Um Ihre Näherungen einzugeben:

1. Drücken Sie , wenn der HP-22S die Gleichung anzeigt.
2. Speichern Sie eine Anfangsnäherung in der Unbekannten. Ist z.B. X die Unbekannte, so speichert 2 X den Wert 2.
3. Wenn Sie eine zweite Anfangsnäherung verwenden möchten, so tippen Sie den Wert ein. (Unterlassen Sie dies, dann liegt nur eine Anfangsnäherung vor, da Variableninhalt und Anzeige den gleichen Wert enthalten.)
4. Fahren Sie mit Schritt 2 von "Anweisungen zur Verwendung von " auf Seite 77 fort.

Beispiel: Verwenden von Anfangsnäherungen. Teil 1: Wie lange braucht ein Objekt mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 10 m/s und einer Beschleunigung von 2 m/s², um eine Strecke von 1000 Metern zurückzulegen? (Verwenden Sie die Bibliotheksgleichung $X=S+V\times T+.5\times A\times T^2.$)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="button" value="LIBRARY"/>		Zeigt die Bibliothek an.
Falls erforderlich, so drücken Sie <input type="button" value="v"/> , bis der HP-22S den Beginn der Gleichung anzeigt. Fahren Sie dann wie folgt fort:		
<input type="button" value="C"/> 10 <input type="button" value="STO"/> T	T=10,0000	Eingabe der 1. Anfangsnäherung.
50 <input type="button" value="SOLVE"/>	A S T V X	Eingabe der 2. Anfangsnäherung.
{ T }	X?Wert	Wählt T, Eingabeaufforderung für X.
1000 <input type="button" value="INPUT"/>	S?Wert	Speichert X, Eingabeaufforderung für S.
0 <input type="button" value="INPUT"/>	V?Wert	Speichert Ausgangspunkt 0, Eingabeaufforderung für V.
10 <input type="button" value="INPUT"/>	A?Wert	Speichert V, Eingabeaufforderung für A.
2 <input type="button" value="INPUT"/>	T=27,0156	Lösen nach T.

Teil 2: Beachten Sie, was bei der Wahl von -10 und -50 als Anfangsnäherungen geschieht:

10	$\boxed{+/-}$	$\boxed{\text{STO}}$	T						Eingabe der
50	$\boxed{+/-}$	$\boxed{\blacksquare}$	$\boxed{\text{SOLVE}}$	A	S	T	V	X	Schätzwerte.
{ T }				X?	1,000,00				Behält seitherige Werte
$\boxed{\text{INPUT}}$				S?	0,0000				für X, S, V und A bei;
$\boxed{\text{INPUT}}$				V?	10,0000				berechnet T.
$\boxed{\text{INPUT}}$				A?	2,0000				
$\boxed{\text{INPUT}}$				T=	-37,0156				

Das negative Vorzeichen von T ist physikalisch bedeutungslos für die Aufgabenstellung.

Anhalten und Fortsetzen der $\boxed{\text{SOLVE}}$ Iteration

Um den Iterationsprozeß anzuhalten, ist $\boxed{\text{C}}$ zu drücken, während der HP-22S die Meldung SOLVING anzeigt. Der HP-22S zeigt daraufhin INTERRUPTED an. Drücken Sie $\boxed{\text{RCL}}$ *unbekannte Variable*, um die beste Näherung angezeigt zu erhalten, die von $\boxed{\text{SOLVE}}$ bisher gefunden werden konnte. Wenn Sie die Suche nach einer Lösung an der Unterbrechung fortsetzen möchten, dann müssen Sie die beste Näherung in die Anzeige rufen (sie wird zur Anfangsnäherung) und erneut die Gleichung lösen.

Sollten Sie aufgrund der seither erreichten Näherung den Eindruck erhalten, daß sich $\boxed{\text{SOLVE}}$ keiner sinnvollen Lösung nähert, so können Sie neue Anfangsnäherungen eingeben und den Iterationsprozeß erneut starten.

Wenn **SOLVE** keine Lösung auffinden kann

Es gibt zwei allgemeine Situationen, wo **SOLVE** keine Lösung auffinden kann.

- **SOLVE** kann u.U. keinen Wert finden, bei welchem beide Seiten der Gleichung äquivalent sind. Der HP-22S zeigt in diesem Fall: NO ROOT FND. So hat z.B. die Gleichung:

$$\text{ABS}(X) + Y = 0$$

keine Lösung, wenn $Y > 0$, da $|X|$ nie negativ sein kann.

- **SOLVE** kann auf einen mathematisch bedingten Fehler stoßen, wenn eine Näherung zu einer unzulässigen Operation führt. Zum Beispiel führt der Versuch zum Lösen von:

$$X \div Y - 12 = Z$$

für X mit $Y=0$ zur Anzeige von DIVIDE BY 0.

Anzeigen weiterer Informationen über **SOLVE** Ergebnisse

Anhang B enthält Einzelheiten zu diesem Thema.

Weitere Informationen über Ergebnisse. Wenn **SOLVE** eine Antwort zurückgibt, wird durch Drücken von **LAST** der Wert *links* – *rechts* angezeigt, wobei *links* und *rechts* die Werte der jeweiligen Seite der Gleichung sind. Der Wert in LAST sollte 0 oder sehr nahe 0 sein.

Weitere Informationen über NO ROOT FND. Wenn **SOLVE** NO ROOT FND anzeigt, so drücken Sie **C** zur Anzeige der Endnäherung für die Unbekannte. Durch Drücken von **LAST** erhalten Sie *links* – *rechts* angezeigt, wobei *links* und *rechts* die Werte der Gleichung darstellen, wenn die Näherung in der Gleichung eingesetzt wird.

Weitere Informationen über mathematische Fehler. Wenn **SOLVE** eine Fehlermeldung anzeigt, dann drücken Sie **RCL** *Unbekannte* zur Anzeige der Endnäherung. Dieser Wert kann manchmal dabei behilflich sein, die Ursache zu ermitteln, warum **SOLVE** keine Lösung finden konnte.

Die Gleichungsbibliothek

Die Gleichungsbibliothek besteht aus einer Liste von Gleichungen, welche permanent im Rechner gespeichert sind. Das Löschen des Speicherbereichs oder aller Gleichungen in der Gleichungsliste hat keinen Einfluß auf die Bibliothek.

Berechnungen mit Bibliotheksgleichungen

Um eine Gleichung aus der Gleichungsbibliothek zu verwenden:

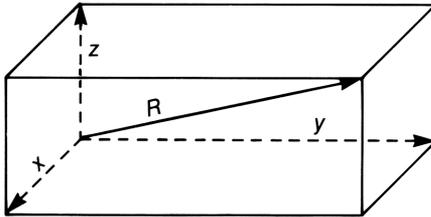
1. Sie wählen eine Gleichung, indem Sie sich die Gleichung anzeigen lassen: Drücken Sie zuerst **LIBRARY**, danach **▼** oder **▲**, falls erforderlich, um durch die Bibliothek zu "rollen". Sie können **{→}** (die **Σ+** Taste) verwenden, um den Rest einer Gleichung anzusehen, die mehr als 12 Zeichen enthält.
2. Werten Sie die Gleichung aus oder lösen Sie sie:
 - Verwenden Sie **EVAL** zum *Auswerten* der Gleichung für eine Variable, welche isoliert auf der linken Seite der Gleichung steht. (Die Gleichung zu den Beispielen über den Gaszustand, Linsenabbildung, radioaktiven Zerfall und Finanzmathematik können nicht ausgewertet werden.) Falls erforderlich, so beziehen Sie sich auf "Anweisungen zur Verwendung von **EVAL**" auf Seite 75.
 - Verwenden Sie **SOLVE** zum *Lösen* der Gleichung nach einer beliebigen Variablen. Falls erforderlich, so beziehen Sie sich auf "Anweisungen zur Verwendung von **SOLVE**" auf Seite 77.

Länge einer Strecke oder eines Vektors

Eine Gleichung zur Berechnung der Länge einer Strecke oder eines Vektors $x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ ist:

$$R = \text{SQRT}(X^2 + Y^2 + Z^2)$$

wobei R = Länge von Strecke/Vektor
 X = Länge des x -Segments
 Y = Länge des y -Segments
 Z = Länge des z -Segments



Beispiel: Länge eines Vektors. Berechnen Sie die Länge des Vektors:

$$(12 - 7)\mathbf{i} + (6 - 2)\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$$

Tastenfolge:

12 7

6 2

3

Anzeige:

X?Wert

Y?Wert

Z?Wert

R=7,0711

Beschreibung:

Eingabeaufforderung für X.

Speichert X, Eingabeaufforderung für Y.

Speichert Y, Eingabeaufforderung für Z.

Speichert Z, berechnet die Länge.

Beispiel: Länge einer Strecke. Teil 1: Berechnen Sie die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Seiten 7 und 8 cm.

Tastensequenz	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="button" value="EVAL"/>	X?Wert	Eingabeaufforderung für X.
7 <input type="button" value="INPUT"/>	Y?Wert	Speichert X, Eingabeaufforderung für Y.
8 <input type="button" value="INPUT"/>	Z?Wert	Speichert Y, Eingabeaufforderung für Z.
0 <input type="button" value="INPUT"/>	R=10,6301	Setzt Z = 0, berechnet die Hypotenuse.

Teil 2: Ein rechtwinkliges Dreieck hat eine Hypotenuse von 9 cm, eine Seite ist 4 cm. Bestimmen Sie die Länge der dritten Seite.

<input checked="" type="button" value="SOLVE"/> {X}	R?10,6301	Wählt X, Eingabeaufforderung für die Hypotenuse.
9 <input type="button" value="INPUT"/>	Y?8,0000	Speichert R, Eingabeaufforderung für Y.
4 <input type="button" value="INPUT"/>	Z?0,0000	Speichert Y, Eingabeaufforderung für Z.
<input type="button" value="INPUT"/>	X=8,0623	Behält Z=0 bei, berechnet X.

Lösungen einer quadratischen Gleichung

Nachstehende Gleichung bestimmt die reelle(n) Lösung(en) der quadratischen Gleichung $ax^2 + bx + c = 0$:

$$X = (-B + J \times \text{SQRT}(B^2 - 4 \times A \times C)) \div 2 \div A$$

wobei A, B, C = Koeffizienten
 J = Steuerungsvariable ($J = \pm 1$). Um beide Lösungen zu berechnen, ist die Gleichung mit den Werten $J = +1$ und $J = -1$ auszuwerten.

Beispiel: Berechnen Sie die Lösungen der Gleichung $2x^2 + 12x - 20 = 0$.

Tastensequenz	Anzeige	Beschreibung
<input type="button" value="EVAL"/>	B?Wert	Eingabeaufforderung für B.
12 <input type="button" value="INPUT"/>	J?Wert	Speichert B, J, A und C; berechnet X.
1 <input type="button" value="INPUT"/>	A?Wert	
2 <input type="button" value="INPUT"/>	C?Wert	
20 <input type="button" value="+/-"/> <input type="button" value="INPUT"/>	X=1,3589	
<input type="button" value="EVAL"/>	B?12,0000	Vorzeichenänderung von J, berechnet zweite Lösung.
<input type="button" value="INPUT"/>	J?1,0000	
<input type="button" value="+/-"/> <input type="button" value="INPUT"/>	A?2,0000	
<input type="button" value="INPUT"/>	C?-20,0000	
<input type="button" value="INPUT"/>	X=-7,3589	

Gleichungen für Bewegungsabläufe

Die nachstehenden Gleichungen beschreiben die zurückgelegte Strecke und die Geschwindigkeit eines Objekts, wobei eine konstante Beschleunigung unterstellt wird:

$$X = S + V \times T + 0,5 \times A \times T^2 \quad (\text{Gleichung 1})$$

$$F = V + A \times T \quad (\text{Gleichung 2})$$

wobei

- A = Beschleunigung
- F = Endgeschwindigkeit
- S = Ausgangsort
- T = verbrauchte Zeit
- V = Anfangsgeschwindigkeit (bei $T = 0$)
- X = Ort zum Zeitpunkt T

Beispiel. Teil 1: Ein Objekt wird aus dem Ruhezustand mit einer konstanten Beschleunigung von 2 m/s^2 für eine Zeitdauer von 5 s beschleunigt. Welche Strecke legt das Objekt in dieser Zeit zurück?

Anwendung von Gleichung 1:

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="button" value="EVAL"/>	S?Wert	Eingabeaufforderung für S.
0 <input type="button" value="INPUT"/>	V?Wert	Speichert S, Eingabeaufforderung für V.
0 <input type="button" value="INPUT"/>	T?Wert	Speichert V, Eingabeaufforderung für T.
5 <input type="button" value="INPUT"/>	A?Wert	Speichert T, Eingabeaufforderung für A.
2 <input type="button" value="INPUT"/>	X=25,0000	Speichert A, berechnet X (Strecke).

Teil 2: Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit:

<input type="button" value="LIBRARY"/> <input type="button" value="v"/>	$F = V + A \times T$	Zeigt Gleichung 2 an.
<input type="button" value="EVAL"/>	V?0,0000	Berechnet F unter Verwendung der vorherigen Werte für V, A und T.
<input type="button" value="INPUT"/>	A?2,0000	
<input type="button" value="INPUT"/>	T?5,0000	
<input type="button" value="INPUT"/>	F=10,0000	

Teil 3: Die Beschleunigung hört nach 5 Sekunden auf, das Objekt bewegt sich jedoch für 3 Sekunden mit der erreichten Endgeschwindigkeit weiter. Welche Gesamtstrecke wird zurückgelegt (nach 8 Sekunden)?

<input type="button" value="LIBRARY"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="u"/>	$X = S + V \times T + \frac{1}{2} \times A \times T^2$	Zeigt Gleichung 1 an.
<input type="button" value="EVAL"/>	S?0,0000	Eingabeaufforderung für S.
<input type="button" value="RCL"/> X	S?25,0000	Speichert Strecke aus Teil 1 in S, Eingabeaufforderung für V.
<input type="button" value="INPUT"/>	V?0,0000	
<input type="button" value="RCL"/> F	V?10,0000	Speichert Endgeschwindigkeit von Teil 2 in V, Eingabeaufforderung für T.
<input type="button" value="INPUT"/>	T?5,0000	

3	<input type="text" value="INPUT"/>	R?2,0000	Speichert T , Eingabeaufforderung für A .
0	<input type="text" value="INPUT"/>	X=55,0000	Setzt $A = 0$, berechnet X .

Beispiel: Freier Fall. Teil 1: Ein Objekt fällt aus einer Höhe von 600 Metern. Welche Höhe hat es nach 5 Sekunden erreicht?

Anwendung von Gleichung 1:

Tastensequenz:		Anzeige:	Beschreibung:
	<input type="text" value="EVAL"/>	S?Wert	Eingabeaufforderung für S .
600	<input type="text" value="INPUT"/>	V?Wert	Speichert S , Eingabeaufforderung für V .
0	<input type="text" value="INPUT"/>	T?Wert	Speichert V , Eingabeaufforderung für T .
5	<input type="text" value="INPUT"/>	R?Wert	Speichert T , Eingabeaufforderung für A .
9,8067	<input type="text" value="+/-"/> <input type="text" value="INPUT"/>	X=477,4163	Speichert A , berechnet Höhe.

Teil 2: Wie lange dauert es, bis ein Höhenunterschied von 500 Metern zurückgelegt wird?

	<input type="text" value="SOLVE"/> {T}	X?447,4163	Wählt T , Eingabeaufforderung für X .
100	<input type="text" value="INPUT"/>	S?600,0000	Speichert X , Eingabeaufforderung für S .
	<input type="text" value="INPUT"/>	V?0,0000	Behält vorheriges S , V und A bei, berechnet T .
	<input type="text" value="INPUT"/>	R?-9,8067	
	<input type="text" value="INPUT"/>	T=10,0981	

Kinetische Energie

Die nachstehende Gleichung berechnet die kinetische Energie eines Objekts:

$$E = 0,5 \times M \times V^2$$

wobei E = Kinetische Energie des Objekts
 M = Masse des Objekts
 V = Geschwindigkeit des Objekts

Beispiel. Teil 1: Berechnen Sie die kinetische Energie eines Objekts mit einer Masse von 5 Gramm, welches sich mit einer Geschwindigkeit von 450 m/s bewegt.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="text" value="EVAL"/>	M?Wert	Eingabeaufforderung für M .
5 <input type="text" value="÷"/> 1000 <input type="text" value="INPUT"/>	V?Wert	Speichert M (kg), Eingabeaufforderung für V .
450 <input type="text" value="INPUT"/>	E=506,2500	Speichert V , berechnet E (Joule).

Teil 2: Welche Masse besitzt ein Objekt mit der gleichen kinetischen Energie, jedoch mit einer Geschwindigkeit von 300 m/s?

<input type="checkbox"/> <input type="text" value="SOLVE"/> {M}	E?506,2500	Wählt M , Eingabeaufforderung für E .
<input type="text" value="INPUT"/>	V?450,0000	Behält E bei, Eingabeaufforderung für V .
300 <input type="text" value="INPUT"/>	M=0,0113	Speichert V , berechnet M (kg).
<input type="text" value="x"/> 1000 <input type="text" value="="/>	11,2500	Berechnet Masse in Gramm.

Kraft zwischen zwei Objekten

Die folgende Gleichung kann zur Berechnung der Gravitationskraft zwischen zwei Massen oder der elektrischen Kraft zwischen zwei aufgeladenen Objekten verwendet werden:

$$F = K \times A \times B \div R^2$$

- wobei
- A = Masse (in Kilogramm) oder elektrischer Ladung (in Coulomb) von Objekt A.
 - B = Masse (in Kilogramm) oder elektrische Ladung (in Coulomb) von Objekt B.
 - F = Kraft (in Newton).
 - K = Konstante. $K = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ (Gravitation) oder $K = 8,98756 \times 10^9 \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.
 - R = Entfernung zwischen den Objekten (in Meter).

Beispiel: Gravitationskraft. Berechnen Sie Gravitationskraft zwischen Erde und Sonne. Die Erdmasse beträgt $5,983 \times 10^{24} \text{ kg}$; die Sonnenmasse beträgt $1,938 \times 10^{30} \text{ kg}$. Der mittlere Abstand Erde-Sonne ist $149,5 \times 10^6 \text{ km}$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="text" value="EVAL"/>	$K?Wert$	Eingabeaufforderung für K .
6,67 <input type="text" value="E"/> <input type="text" value="-"/> 11 <input type="text" value="INPUT"/>	$A?Wert$	Speichert K , Eingabeaufforderung für Masse von Objekt A (Erde).
5,983 <input type="text" value="E"/> 24 <input type="text" value="INPUT"/>	$B?Wert$	Speichert A , Eingabeaufforderung für Masse von Objekt B (Sonne).
1,938 <input type="text" value="E"/> 30 <input type="text" value="INPUT"/>	$R?Wert$	Speichert B , Eingabeaufforderung für R .
149,5 <input type="text" value="E"/> 9 <input type="text" value="INPUT"/>	$F=3,4603E22$	Speichert R (in Meter), berechnet F .

Beispiel: Coulomb'sches Gesetz. Berechnen Sie die Anziehungskraft zwischen einem Elektron (Ladung = $-1,6022 \times 10^{-19}$ C) und einem Alpha-Teilchen in einem Abstand von 2 Angström. (Ein Alpha-Teilchen ist positiv geladen; die Ladung ist doppelt so groß wie bei einem Elektron; 1 Angström = 10^{-10} m.)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[EVAL]	K?Wert	Eingabeaufforderung für die Konstante.
8,98756 [E] 9 [INPUT]	A?Wert	Speichert K, Eingabeaufforderung für Ladung des Elektrons.
1,6022 [+/-] [E] [-] 19 [INPUT]	B?Wert	Speichert A, Eingabeaufforderung für Ladung des Alpha-Teilchens.
[RCL] A [+/-] [x] 2 [INPUT]	B=3,2044E-19 R?Wert	Berechnet Alpha-Ladung, speichert Ergebnis in B.
2 [E] [-] 10 [INPUT]	F=-1,1536E-8	Speichert R (Meter), berechnet F.

Joule'sches Gesetz

Die Joule'sche Gleichung lautet:

$$P = I^2 \times R$$

wobei I = Stromstärke (in Ampere).
 P = Leistung (in Watt).
 R = Widerstand (in Ohm).

Beispiel. Bei einer Stromstärke von 1,5 A entwickelt sich in einem Widerstand eine Wärmeleistung von 50 Watt. Berechnen Sie den Widerstand.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="button" value="SOLVE"/> {R}	P?Wert	Wählt R, Eingabeaufforderung für P.
50 <input type="button" value="INPUT"/>	I?Wert	Speichert P, Eingabeaufforderung für I.
1,5 <input type="button" value="INPUT"/>	R=22,2222	Speichert I, berechnet R.

Zustandsgleichung für Gase

Eine Gleichung für die Beschreibung des Zustands eines Gases lautet:

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

wobei N = Anzahl Mole des Gases.
 P = Druck (in Atmosphären oder N/m^2).
 R = allgemeine Gaskonstante (0,0821 liter-atm/Mole-K oder 8,314 J/Mole-K).
 T = Temperatur, in Kelvin ($K = \text{°C} + 273,1$).
 V = Volumen, in Liter.

Beispiel: Druck eines Gases. Ein 2 Liter Behälter enthält 0,005 Mole Kohlendioxid bei 24°C. Berechnen Sie den Druck des Gases unter der Annahme, das Gas verhält sich wie ein ideales Gas.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="button" value="SOLVE"/> {P}	V?Wert	Wählt P, Eingabeaufforderung für V.
2 <input type="button" value="INPUT"/>	N?Wert	Speichert V, Eingabeaufforderung für N.
,005 <input type="button" value="INPUT"/>	R?Wert	Speichert N, Eingabeaufforderung für R.

,0821	<input type="text" value="INPUT"/>	T?Wert	Speichert R, Eingabeaufforderung für T.
24	<input type="text" value="+"/> 273,1 <input type="text" value="INPUT"/>	T=297,1000 P=0,0610	Berechnet und speichert T (K), berechnet P (atm.)

Beispiel: Dichte eines Gases. Ein 5 Liter großer Stahlbehälter enthält Stickstoff. Der Druck beträgt 0,05 Atmosphären bei einer Temperatur von 18°C. Berechnen Sie die Dichte des Gases.

Schritt 1: Berechnen Sie N.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="text" value="SOLVE"/> {N}	P?Wert	Lösen nach N, Eingabeaufforderung für P.
,05 <input type="text" value="INPUT"/>	V?Wert	Speichert P, Eingabeaufforderung für V.
5 <input type="text" value="INPUT"/>	R?Wert	Speichert V, Eingabeaufforderung für R.
,0821 <input type="text" value="INPUT"/>	T?Wert	Speichert R, Eingabeaufforderung für T.
18 <input type="text" value="+"/> 273,1 <input type="text" value="INPUT"/>	T=291,1000 N=0,0105	Berechnet und speichert T, berechnet N.

Schritt 2: Berechnen Sie die Masse (Masse = $N \times$ Molekulargewicht; für Stickstoff = 28).

<input type="text" value="x"/> 28 <input type="text" value="="/>	0,2929	Berechnet die Masse.
--	--------	----------------------

Schritt 3: Berechnen Sie die Dichte (Dichte = Masse \div Volumen):

<input type="text" value="+"/> <input type="text" value="RCL"/> V <input type="text" value="="/>	0,0586	Berechnet die Dichte.
--	--------	-----------------------

Gibb'scher Energiesatz

Die Änderung von Gibbs freier Energie wird durch folgende Gleichung berechnet:

$$G = H - T \times S$$

wobei G = Änderung in freier Energie (ΔG).
 H = Änderung in Enthalpie (ΔH).
 S = Änderung in Entropie (ΔS).
 T = Temperatur (in K).

Beispiel: Für eine bestimmte chemische Reaktion, welche bei 25 °C abläuft, ergaben sich diese Werte: $\Delta H = -133,1$ Kcal/Mol und $\Delta S = 3,4$ cal/K-Mol. Berechnen Sie ΔG .

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="text" value="EVAL"/>	H?Wert	Eingabeaufforderung für H .
133,1 <input type="text" value="+/-"/> <input type="text" value="INPUT"/>	T?Wert	Speichert H , Eingabeaufforderung für T .
25 <input type="text" value="+"/> 273,1 <input type="text" value="INPUT"/>	T=298,1 S?Wert	Speichert T (K), Eingabeaufforderung für S .
3,4 <input type="text" value="E"/> <input type="text" value="-"/> 3 <input type="text" value="INPUT"/>	G=-134,1135	Speichert S (Kcal), berechnet G (Kcal).

Druck in Flüssigkeiten

Die Gleichung zur Berechnung des Drucks in einer Flüssigkeitssäule lautet:

$$P = I + D \times G \times H$$

wobei D = Flüssigkeitsdichte.
 G = Fallbeschleunigung.
 H = Höhe der Flüssigkeitssäule.
 I = Druck bei $H = 0$.
 P = Druck.

Beispiel: Der Swimming Pool von Herrn Maier hat eine Tiefe von 3,5 Meter unterhalb des Sprungbretts. Wie hoch ist der Druck in dieser Tiefe. (Der atmosphärische Druck beträgt $1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, $G = 9,81 \text{ m/s}^2$, und die Dichte von Wasser ist $1\,000 \text{ kg/m}^3$).

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="text" value="EVAL"/>	I?Wert	Eingabeaufforderung für I.
1,01 <input type="text" value="E"/> 5 <input type="text" value="INPUT"/>	D?Wert	Speichert I, Eingabeaufforderung für D.
1000 <input type="text" value="INPUT"/>	G?Wert	Speichert D, Eingabeaufforderung für G.
9,81 <input type="text" value="INPUT"/>	H?Wert	Speichert G, Eingabeaufforderung für H.
3,5 <input type="text" value="INPUT"/>	P=135.335,0000	Speichert H, berechnet Druck (N/m^2).

Radioaktiver Zerfall

Die Gleichung zur Berechnung der Zerfallszeit radioaktiver Substanzen lautet:

$$-K \times T = \ln(N \div I)$$

- wobei
- I = Anzahl vorhandener Kerne zur Zeit $T = 0$.
 - K = Zerfallskonstante. Die Variablen T und K müssen die gleichen Zeiteinheiten besitzen.
 - N = Anzahl der Kerne, welche zur Zeit T vorhanden sind.
 - T = Dauer des Zerfallsvorgangs.

Beispiel: Altersbestimmung über C-14 Verfahren. Teil 1: Das Holz der Außenrinde eines Mammutbaums tauscht Kohlenstoff mit seiner Umgebung aus. Die Radioaktivität der Außenrinde beträgt 15,3 Impulse pro Minute und Gramm Kohlenstoff. Eine Probe vom Zentrum des Stammes ergibt 10,9 Impulse pro Minute und Gramm Kohlenstoff. Die Zerfallskonstante für die radioaktive Form von C^{14} beträgt $1,20 \times 10^{-4}$. Wie alt ist der Baum? Welche Halbwertszeit besitzt C^{14} ?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="button" value="SOLVE"/> { T }	K?Wert	Lösen nach T , Eingabeaufforderung für K .
1,2 ■ <input type="button" value="E"/> <input type="button" value="-"/> 4 <input type="button" value="INPUT"/>	N?Wert	Speichert K , Eingabeaufforderung für N .
10,9 <input type="button" value="INPUT"/>	I?Wert	Speichert N , Eingabeaufforderung für I .
15,3 <input type="button" value="INPUT"/>	T=2.825,7503	Speichert I , berechnet T (in Jahren).

Teil 2: Wie groß wäre die Strahlung einer ähnlichen Probe, welche in 500 Jahren genommen wird?

5 ■ <input type="button" value="SOLVE"/> { N }	K?0,0001	Lösen nach N . <input type="button" value="SOLVE"/> verwendet die Anfangsnäherungen 5 und 10,9 (Werte in N gespeichert).*
<input type="button" value="INPUT"/>	T?2.825,7503	Speichert K , Eingabeaufforderung für T .
<input type="button" value="+"/> 500 <input type="button" value="INPUT"/>	T=3325,7503 I?15,3000	Addiert 500 zum seitherigen T , Eingabeaufforderung für I .
<input type="button" value="INPUT"/>	N=10,2652	Speichert I , berechnet N .

Abbildungsgleichung für Linsen

Die nachstehende Gleichung gilt für paralleles Licht, welches auf einen sphärischen Spiegel oder brechende Oberfläche einfällt:

$$\frac{1}{i} + \frac{1}{o} = \frac{1}{f}$$

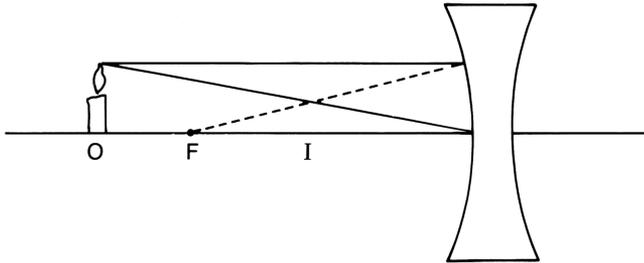
* Die Anfangsnäherungen sind erforderlich, um den LOG(NEG) Fehler zu vermeiden. Auf Seite 87 finden Sie weitere Informationen über das Eingeben von Anfangsnäherungen.

Die in der Bibliothek gespeicherte Gleichung wurde durch Multiplikation vorheriger Gleichung mit *iof* erhalten. Dadurch wird verhindert, daß **SOLVE** für eine Näherung von 0 für eine der Variablen zu einem Fehler führt. (Sie sollten trotzdem 0 als Variablenwert vermeiden, da dies zu einem bedeutungslosen Ergebnis führt.)

$$O \times F + I \times F = O \times I$$

- wobei F = Brennweite. F ist positiv für eine konvergierende Linse bzw. konkaven Spiegel, negativ für eine divergierende Linse bzw. konvexen Spiegel.
 I = Abstand zwischen Bild (*Image*) und Linsenscheitel. I ist negativ für ein imaginäres Bild.
 O = Abstand zwischen Objekt und Linsenscheitel. O ist negativ für ein virtuelles Objekt.

Beispiel: Eine dünne divergierende Linse hat eine Brennweite von 30 cm. Berechnen Sie den Abstand des Bildes, wenn sich das Objekt in 45 cm Abstand vom Linsenscheitel befindet.



Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
SOLVE { I }	O?Wert	Lösen nach I , Eingabeaufforderung für O .
45 INPUT	F?Wert	Speichert O , Eingabeaufforderung für F .
30 +/- INPUT	I=-18,0000	Das <i>virtuelle</i> Bild ist 18 cm vom Linsenscheitel entfernt.

Beugungsgitter

Ein Beugungsgitter besteht aus vielen nebeneinanderliegenden Spalten, wobei die *Gitterkonstante* den Abstand zweier Spaltmitten (also die Summe von Spaltbreite und Zwischenraum) bestimmt. Der Beugungswinkel berechnet sich dabei aufgrund folgender Beziehung:

$$A = \text{ASIN}(M \times L \div D)$$

- wobei
- A = Winkel.
 - D = Gitterkonstante.
 - L = Wellenlänge des Lichts.
 - M = Ordnungszahl; $M = 0, 1, 2$, usw.

Beispiel: Licht mit einer Wellenlänge von 5 890 Angström ist auf ein Gitter mit 4 000 Spalten/cm ausgerichtet. Berechnen Sie den Winkel für die Ordnungszahl 1. (1 Angström = 10^{-8} cm.)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> MODES {DG}		Spezifiziert Grad-Modus.
<input type="text" value="EVAL"/>	M?Wert	Eingabeaufforderung für M .
1 <input type="text" value="INPUT"/>	L?Wert	Speichert M , Eingabeaufforderung für L .
5890 <input type="checkbox"/> <input type="text" value="E"/> <input type="text" value="-"/> 8 <input type="text" value="INPUT"/>	D?Wert	Speichert L (cm), Eingabeaufforderung für D .
4000 <input type="text" value="1/x"/> <input type="text" value="INPUT"/>	A=13,6270	Speichert D (Gitterkonstante), berechnet A (Grad).

Berechnungen zu Differentialgleichungen

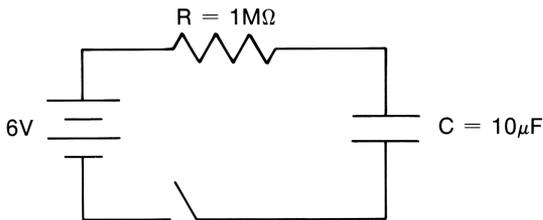
1. Ordnung

Die nachstehende Gleichung kann für Berechnungen verwendet werden, welche sich auf exponentielles Wachstum und Zerfall beziehen:

$$Y = F + (I - F) \times \text{EXP}(K \times T)$$

- wobei
- K = Wachstums- oder Zerfallsrate.
 - F = Endwert. F tritt bei $T = +\infty$ für negative Werte von K auf, und bei $T = -\infty$ für positive Werte von K .
 - I = Wert bei $T = 0$.
 - T = Vergangene Zeit.
 - Y = Wert bei T .

Beispiel: Ein RC Schaltkreis. Teil 1. Berechnen Sie für den nachstehend abgebildeten Schaltkreis die Spannung über dem Kondensator, 5 Sekunden nachdem der Schalter geschlossen wurde. Zum Zeitpunkt $T = 0$ ist die Spannung = 0. ($K = -1 \div (R \times C)$).



Tastensequenz:

6

0

6 10 -6

Anzeige:

F?Wert

I?Wert

K?Wert

K=-0,1000
T?Wert

Beschreibung:

Eingabe für F .

Speichert F (Spannung bei $T = \infty$), Eingabeaufforderung für I .

Speichert I (Spannung bei offenem Schalter), Eingabe für K .

Berechnet K , Eingabeaufforderung für T .

5 $Y=2,3608$ Speichert T , berechnet Y .

Teil 2: Welche Spannung ist erforderlich, um nach 5 Sekunden eine Spannung von 4 V über dem Kondensator aufzubauen? (Lösen Sie nach F —die Spannung für den Schaltkreis und die Spannung nach 5 Sekunden am Kondensator.)

■ { F } $Y?2,3608$ Lösen nach F , Eingabeaufforderung für Y .

4 $I?0,0000$ Speichert vorheriges I ,
 $K?-0,1000$ K , und T , berechnet F .
 $T?5,0000$
 $F=10,1660$

Quadratischer Mittelwert

Die nachstehende Gleichung verwendet die Statistikregister zur Berechnung des *quadratischen Mittelwerts* einer Zahlenfolge:

$$R = \text{SQRT}(\Sigma x^2 \div n)$$

wobei $R =$ quadratischer Mittelwert.

Beispiel: Berechnen Sie den quadratischen Mittelwert von den Werten 3, 4, 5, 6, 6, 7, 9.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="text" value="CLEAR"/> { Σ }		Löscht die Statistikregister.
3 <input type="text" value="Σ+"/> 4 <input type="text" value="Σ+"/>		Eingabe der Statistikdaten.
5 <input type="text" value="Σ+"/> 6 <input type="text" value="Σ+"/>		
6 <input type="text" value="Σ+"/> 7 <input type="text" value="Σ+"/>		
9 <input type="text" value="Σ+"/>	$n=7,0000$	

Falls erforderlich, so spezifizieren Sie die Gleichung für den quadratischen Mittelwert als momentane Gleichung. Anschließend:

$R=6,0000$ Berechnet den quadratischen Mittelwert.

Finanzmathematik (TVM)

Die TVM Gleichung (*Time Value of Money*) beschäftigt sich mit der Lösung von Aufgabenstellungen, welche sich aus der Relation zwischen Zeit, Kapital und Zins ergeben. Bei der *Zinseszins*-Berechnung wird berücksichtigt, daß Zinsen, welche nach Ablauf einer bestimmten *Verzinsungsperiode* dem Anfangskapital zugeschlagen werden, ebenfalls zu einem bestimmten Zinsertrag führen. Viele der finanzmathematischen Aufgabenstellungen—z.B. Hypotheken, Schuldverschreibungen oder Leasing—befassen sich mit der Berechnung von Zinseszinsen.

Die TVM Gleichung lautet:

$$(P \times 100 \div I - F) \times (1 + I \div 100)^{-N} - P \times 100 \div I = B$$

- wobei
- $B =$ Barwert einer Reihe zukünftiger Zahlungen. Für einen Kreditnehmer/-geber ist der Barwert gleichbedeutend mit einem Kredit; für einen Investor entspricht B der ursprünglichen Investitionssumme.
 - $F =$ Endwert (*Future Value*) einer Reihe früherer Zahlungen unter Berücksichtigung des Verzinsungseffekts—oder der Betrag des letzten Cashflows. F tritt immer am Ende der letzten Periode auf.
 - $I =$ Nominaler periodischer Zinssatz (*Interest*) in Prozent. Wenn z.B. ein Konto mit nominal 10% p.A. verzinst wird, (unter monatlicher Verzinsung), dann ist der periodische Zinssatz gleich $10/12$, oder 0,8333%.
 - $N =$ Anzahl der vorzunehmenden Zahlungen bzw. Verzinsungsperioden. N kann als beliebige Zeiteinheit—z.B. Jahre oder Monate—aufgefaßt werden.*
 - $P =$ Betrag der wiederkehrenden periodischen Zahlung (*Payment*). Dabei ist die Höhe der Zahlung, welche zu Beginn oder am Ende jeder Periode geleistet wird, immer gleich.

* Wenn SOLVE einen gebrochenen Wert für N berechnet, muß das Ergebnis sorgfältig interpretiert werden. Berechnungen mit einem gespeicherten, gebrochenen N liefern ein mathematisch korrektes Ergebnis, welches jedoch keine einfache, sinnvolle Interpretation besitzt.

Um die TVM Gleichung anzuwenden, müssen die Cashflows (abfließende oder zufließende Zahlungen) folgenden Anforderungen genügen:

- Der Betrag ist bei jeder Zahlung gleich.
- Die Zahlungen treten immer in bestimmten Perioden auf.
- Zahlungszeitpunkt stimmt mit Verzinsungszeitpunkt überein.
- Zahlungen treten immer am Ende jeder Periode auf.

Vorzeichenkonvention. Die Vorzeichenkonvention für TVM Aufgabenstellungen lautet:

- Zufließendes Kapital wird als positiver Betrag betrachtet.
- Abfließendes Kapital wird als negativer Betrag betrachtet.

Cashflow Diagramme. Die grafische Darstellung von Cashflows in Form eines *Cashflow-Diagramms* kann bei vielen finanzmathematischen Berechnungen hilfreich sein. Das Diagramm beginnt mit einer waagrechten Linie, dem "Zeitstrahl", und ist in *Zahlungsperioden* bzw. *Verzinsungsperioden* unterteilt. Ein- oder Auszahlungen werden durch senkrechte Pfeile dargestellt. Einnahmen entsprechen einem positiven Wert und die Pfeile weisen in diesem Fall nach oben, während Ausgaben negative Beträge darstellen und die Pfeile nach unten weisen. So stellt z.B. die Auszahlung eines Kreditbetrags einen *positiven* ursprünglichen Cashflow für den Kreditnehmer dar, während es sich um einen *negativen* Cashflow für den Kreditgeber handelt (siehe Abbildung 7-1 und 7-2).

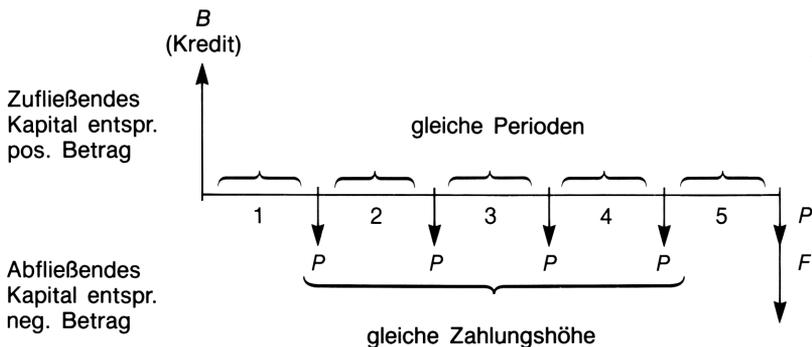


Abbildung 7-1: Kredit aus Sicht des Kreditnehmers

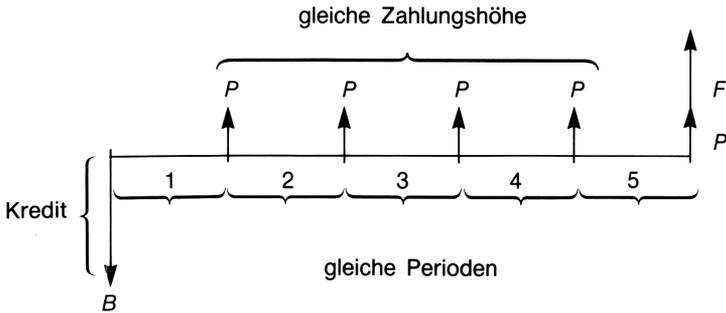
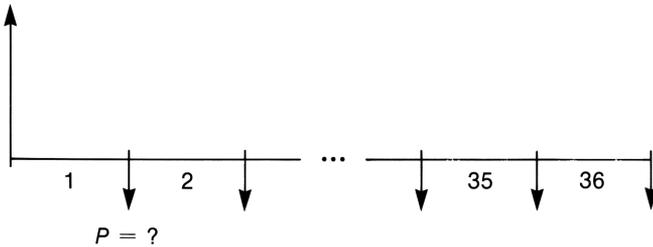


Abbildung 7-2: Kredit aus Sicht des Kreditgebers

Beispiel: Autokredit. Teil 1: Zum Kauf eines Neuwagens erhalten Sie einen Kredit mit 3 Jahren Laufzeit und einem jährlichen Zinssatz von 8,5% (bei monatlicher Zinsverrechnung) angeboten. Der Kaufpreis des Neuwagens beträgt DM 27 250, wobei Ihr betagtes Gefährt noch mit DM 3 500 in Zahlung genommen würde. Wie hoch sind Ihre monatlichen Zahlungen? (Unterstellen Sie, daß die Rückzahlungen einen Monat nach dem Kauf beginnen.)

$$B = 27\,250 - 3\,500$$



Tastenfolge:

■ {F \times } 2

■ {P}

8,5 12

Anzeige:

I?Wert

I=0,71
F?Wert

Beschreibung:

Spezifiziert 2 Dezimalstellen.

Lösen nach P , Eingabeaufforderung für I .

Berechnet und speichert I , Eingabeaufforderung für F .

0	<input type="text" value="INPUT"/>	N?Wert	Speichert F , Eingabeaufforderung für N .
36	<input type="text" value="INPUT"/>	B?Wert	Speichert N , Eingabeaufforderung für B .
27250	<input type="text" value="-"/> 3500 <input type="text" value="INPUT"/>	B=23.750,00 P=-749,73	Berechnet und speichert B , berechnet P .

Teil 2: Welcher Zinssatz wäre erforderlich, um die monatlichen Zahlungen um DM 30 zu senken?

<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="SOLVE"/> { I }	P?-749,73	Lösen nach I , Eingabeaufforderung für P .
<input type="text" value="+"/>	30 <input type="text" value="INPUT"/>	P=-719,73 F?0,00	Berechnet und speichert reduziertes P , Eingabeaufforderung für F .
<input type="text" value="INPUT"/>		N?36,00	Behält seitheriges F , N und B , berechnet I .
<input type="text" value="INPUT"/>		B?23.750,00	
<input type="text" value="INPUT"/>		I=0,48	
<input type="text" value="x"/>	12 <input type="text" value="="/>	5,74	Berechnet den Jahreszinssatz.

Beziehen Sie sich auf Kapitel 8 für weitere finanzmathematische Berechnungen.

Zusätzliche Beispiele

Berechnungen mit Vektoren

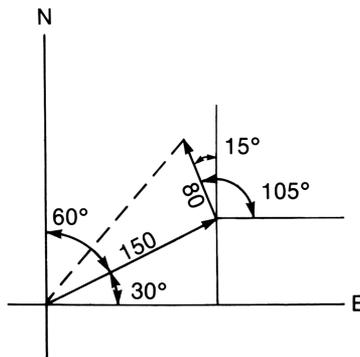
Nachstehende Beispiele verwenden Koordinatentransformationen zwischen Polar- und Rechteckskoordinaten, um die Vektoroperationen auszuführen.

Addieren zweier Vektoren in Polarnotation

Die Summe zweier Vektoren $x_1\mathbf{i}+y_1\mathbf{j}$ und $x_2\mathbf{i}+y_2\mathbf{j}$ ergibt sich zu $(x_1+x_2)\mathbf{i} + (y_1+y_2)\mathbf{j}$.

Beispiel: Teil 1: Ein Boot segelt 150 Meilen auf einem Kurs 60° Nordost, anschließend weitere 80 Meilen auf einem Kurs 15° Nordwest. Wieweit hat es sich von seinem ursprünglichen Standort entfernt?

Winkel sind in Grad entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn angeben, wobei Ost 0° definiert.



Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
MODES { DG }		Spezifiziert Grad als Winkelmodus.
150 RADIUS 30 ANGLE	$r = 150,0000$ $\theta = 30,0000$	Eingabe von r und θ für erste Route.
xCOORD STO X	$x = 129,9038$	Berechnet x_1 und speichert Wert in der Variablen X.
yCOORD STO Y	$y = 75,0000$	Berechnet y_1 und speichert Wert in der Variablen Y.
80 RADIUS 105 ANGLE	$r = 80,0000$ $\theta = 105,0000$	Eingabe von zweiter Route.
xCOORD STO + X	$x = -20,7055$	Berechnet x_2 und addiert Wert zum Inhalt von X.
yCOORD STO + Y	$y = 77,2741$	Berechnet y_2 und addiert Wert zum Inhalt von Y.
RCL X xCOORD	$x = 109,1983$	Speichert $x_1 + x_2$ in x .
RCL Y yCOORD	$y = 152,2741$	Speichert $y_1 + y_2$ in y .
RADIUS	$r = 187,3810$	Berechnet die Entfernung vom Ausgangspunkt.

Teil 2: In welcher Richtung muß gesegelt werden, um zum Ausgangspunkt zurückzukehren?

ANGLE	$\theta = 54,3551$	Berechnet Winkel vom Ausgangspunkt, von Ost entgegen dem Uhrzeigersinn.
-------	--------------------	---

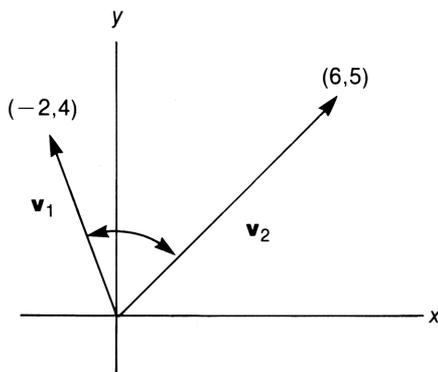
Winkel zwischen zwei Vektoren

Der Winkel zwischen den Vektoren $\mathbf{v}_1 = x_1\mathbf{i} + y_1\mathbf{j}$ und $\mathbf{v}_2 = x_2\mathbf{i} + y_2\mathbf{j}$ kann berechnet werden, indem eine Konvertierung in Polarkoordinaten erfolgt und danach die Differenz der Winkel ermittelt wird.

Beispiel: Bestimmen Sie den Winkel zwischen:

$$\mathbf{v}_1 = -2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$$

$$\mathbf{v}_2 = 6\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$$



Tastensequenz:

MODES {DC}

6 xCOORD

5 yCOORD

ANGLE STO A

2 +/- xCOORD

4 yCOORD

ANGLE

- RCL A =

Anzeige:

x=6,0000

y=5,0000

θ=39,8056

x=-2,0000

y=4,0000

θ=116,5651

76,7595

Beschreibung:

Spezifiziert Grad als Winkelmodus.

Speichert x und y für \mathbf{v}_2 .

Berechnet θ für \mathbf{v}_2 und speichert Wert in der Variablen A.

Speichert x und y für \mathbf{v}_1 .

Berechnet θ für \mathbf{v}_1 .

Berechnet Winkel zwischen \mathbf{v}_1 und \mathbf{v}_2 .

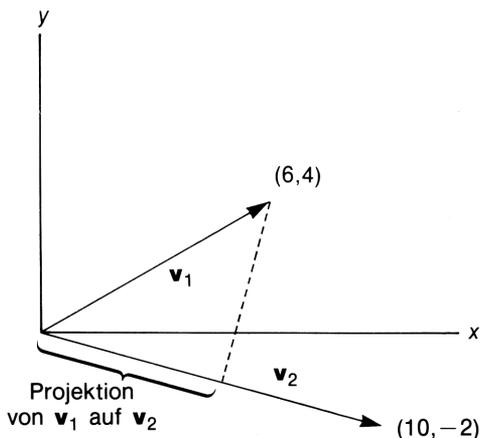
Projektion eines Vektors auf einen anderen

Die Projektion des Vektors $\mathbf{v}_1 = x_1\mathbf{i} + y_1\mathbf{j}$ auf den Vektor $\mathbf{v}_2 = x_2\mathbf{i} + y_2\mathbf{j}$ hat die Richtung von \mathbf{v}_2 und:

$$\text{Länge} = \frac{x_1x_2 + y_1y_2}{|\mathbf{v}_2|}$$

wobei $|\mathbf{v}_2|$ die Länge von \mathbf{v}_2 darstellt.

Beispiel: Berechnen Sie die Projektion von $6\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ auf $10\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$.



Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

MODES {DG}

Spezifiziert Grad als Winkelmodus.

10 xCOORD
2 + yCOORD

x=10,0000
y=-2,0000

Speichert x und y für \mathbf{v}_2 .

ANGLE

$\theta = -11,3099$

Berechnet θ für \mathbf{v}_2 .

RADIUS

$r = 10,1980$

Berechnet $|\mathbf{v}_2|$.

1/x

0,0981

Berechnet $1/|\mathbf{v}_2|$.

(6) x (10 + 4) x 2
+)

$\times 52,0000$

$x_1x_2 + y_1y_2 = 52$.

■ **RADIUS**

$$r = 5,0990$$

Berechnet und speichert die Projektionslänge.

■ **xCOORD**

$$x = 5,0000$$

Berechnet x für Projektion.

■ **yCOORD**

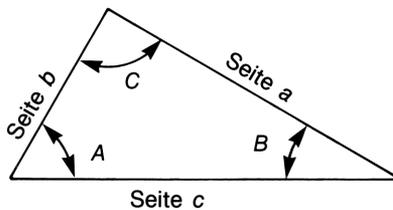
$$y = -1,0000$$

Berechnet y für Projektion.

Der Ergebnisvektor ist $5\mathbf{i} - 1\mathbf{j}$.

Sinus- und Cosinussatz

Sinus- und Cosinussatz gelten für alle Dreiecke:



Sinussatz:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

Verwenden, wenn bekannt:

- Eine Seite, zwei Winkel.
- Zwei Seiten, Winkel gegenüber bekannter Seite.

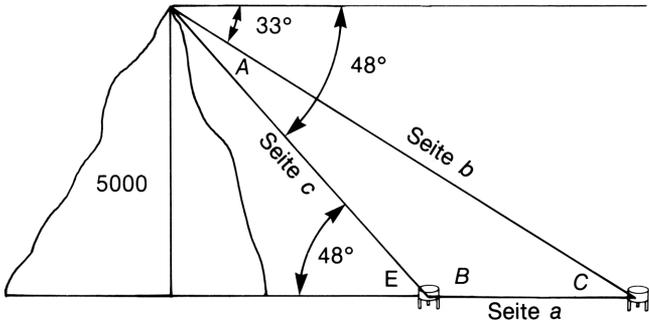
Cosinussatz:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

Verwenden, wenn bekannt:

- Zwei Seiten, eingeschlossener Winkel.
- Drei Seiten.

Beispiel: Sinussatz. Sie schauen mit Ihrem Teleskop vom Gipfel eines 5000 m hohen Berges und erkennen zwei große Wassertürme hintereinander. Wenn Sie Ihr Teleskop auf den ersten Turm ausrichten, beträgt der Winkel zur Horizontalen 33° ; für den zweiten beträgt er 48° . Wie weit sind die Türme voneinander entfernt?



Gesucht ist im vorliegenden Beispiel Seite a des Dreiecks ABC . Die Winkel A , B und C können leicht ermittelt werden:

$$A = 48 - 33 = 15^\circ$$

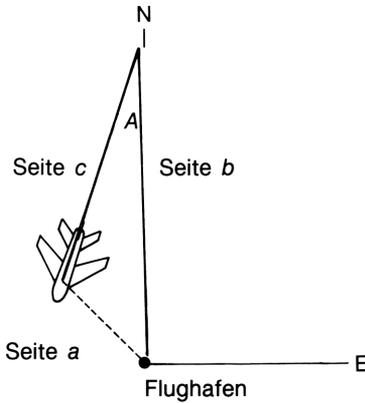
$$B = 180 - 48 = 132^\circ$$

$$C = 180 - (15 + 132) = 33^\circ$$

Seite a läßt sich mittels des Sinussatzes berechnen, da eine der Dreiecksseiten bekannt ist: Seite $c \times \sin E = 5000$, und $E = 180 - 132 = 48^\circ$; daher gilt: $c = 5000 \div \sin 48^\circ$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
MODES {DG}		Spezifiziert Grad als Winkelmodus.
5000 \div 48 SIN =	6.728,1636	Berechnet Seite c .
Verwenden Sie nun den Sinussatz, um Seite a zu berechnen; $a = c \sin A \div \sin C$:		
x 15 SIN \div	1.741,3769	
33 SIN =	3.197,3046	Berechnet a .

Beispiel: Cosinussatz. Ein Flugzeug fliegt 175 km nach Norden. Auf dem Rückflug verursacht ein starker Seitenwind von Osten eine Kursabweichung von 18° . Wie weit ist das Flugzeug vom Flughafen entfernt, nachdem es 150 km zurückgelegt hat?



Es sind zwei Dreiecksseiten und der eingeschlossene Winkel bekannt:

$$b = 175$$

$$c = 150$$

$$A = 18^\circ$$

Entsprechend dem Cosinussatz gilt: $a = \sqrt{(b^2 + c^2 - 2bc \cos A)}$.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
MODES {DG}		Spezifiziert Grad als Winkelmodus.
175 $\sqrt{x^2}$ +	30.625,0000+	
150 $\sqrt{x^2}$ -	53.125,0000-	
2 \times 175 \times 150 \times	52.500,0000 \times	
18 COS	$\times 0,9511$	Berechnet Cosinus von 18° .
= \sqrt{x}	56,5202	Entfernung zum Flughafen.

Kovarianz

Die Gleichung zur Berechnung der Kovarianz von x,y -Daten lautet:

$$\text{Kovarianz} = \frac{\sum [(x - \bar{x})(y - \bar{y})]}{n}$$

Um die Kovarianz zu berechnen:

- Speichern Sie nachstehende Gleichung in der Gleichungsliste:

$$P = (X - \bar{x}) \times (Y - \bar{y}) \div n$$

Um die Gleichung zu speichern, ist **[EQUATIONS]** zu drücken (und falls erforderlich, **[▼]**, bis der HP-22S die Meldung TYPE NEW EQN anzeigt). Tippen Sie die Gleichung ein (**[STAT]** $\{\bar{x}, \bar{y}\}$ $\{\bar{x}\}$ erzeugt \bar{x} ; **[STAT]** $\{\bar{x}, \bar{y}\}$ $\{\bar{y}\}$ erzeugt \bar{y} ; **[STAT]** $\{\Sigma\}$ $\{n\}$ erzeugt n) und drücken Sie **[INPUT]**.

- Löschen Sie die Statistikregister durch Drücken von **[CLEAR]** $\{\Sigma\}$.
- Geben Sie die x,y -Daten in die Statistikregister ein.
- Werten Sie die Gleichung für jedes x,y -Datenpaar aus. Akkumulieren Sie die Ergebnisse unter Verwendung von **[STO]** **[+]** in der Variablen C.
- Rufen Sie den Inhalt von Variable C zurück. Dieser Wert stellt die Kovarianz dar.

Beispiel: Berechnen Sie die Kovarianz der folgenden Daten:

X	6	7	8	9	9
Y	3	4	4	5	6

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
6 [INPUT] 3 [Σ+]		Eingabe der Datenpaare.
7 [INPUT] 4 [Σ+]		
8 [INPUT] 4 [Σ+]		
9 [INPUT] 5 [Σ+]		
9 [INPUT] 6 [Σ+]	n=5,0000	

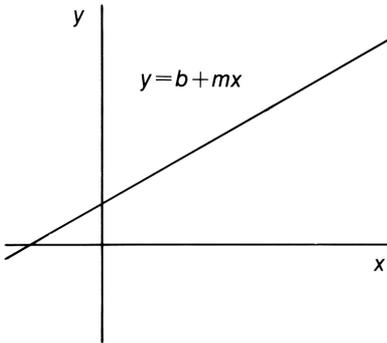
Versichern Sie sich, daß $P = \langle X - \bar{x} \rangle \times \langle Y - \bar{y} \rangle \div n$ die momentane Gleichung darstellt. Gehen Sie anschließend wie folgt vor:

▢ EVAL			Auswerten der Gleichung.
6 ▢ INPUT	3 ▢ INPUT	P=0,5040	
▢ STO	C	C=0,5040	Speichert den Wert in C.
▢ EVAL			Auswerten der Gleichung.
7 ▢ INPUT	4 ▢ INPUT	P=0,0640	
▢ STO	▢ + C	P=0,0640	Addiert 0,064 zum Inhalt von C.
▢ EVAL			Berechnet P, summiert Ergebnis für 3. Datenpaar in C.
8 ▢ INPUT	4 ▢ INPUT	P=-0,0160	
▢ STO	▢ + C		
▢ EVAL			Berechnet P, summiert Ergebnis für 4. Datenpaar in C.
9 ▢ INPUT	5 ▢ INPUT	P=0,1440	
▢ STO	▢ + C		
▢ EVAL			Berechnet P, summiert Ergebnis für 5. Datenpaar in C.
▢ INPUT	6 ▢ INPUT	P=0,3840	
▢ STO	▢ + C		
▢ RCL	C	C=1,0800	Ruft den Inhalt von C in die Anzeige zurück, womit Kovarianz angezeigt wird.

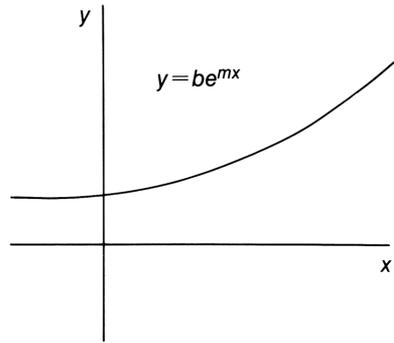
Nichtlineare Kurvenanpassung

Das Menü der *linearen Regression* (L.R.) kann zur Kurvenanpassung über ein logarithmisches, exponentielles und Potenz-Kurvenmodell verwendet werden.

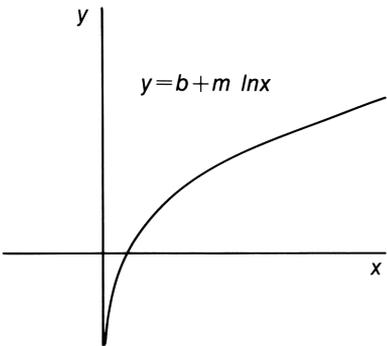
Lineare Kurvenanpassung



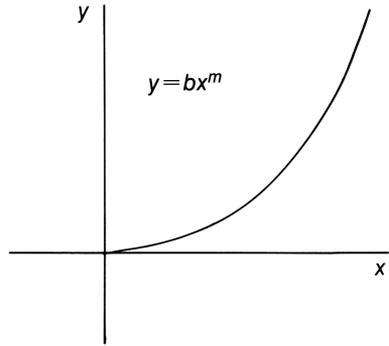
Exponentielle Kurvenanpassung



Logarithmische Kurvenanpassung



Potenz-Kurvenanpassung



Um die lineare Regression für diese Modelle anwenden zu können, müssen die Daten entsprechend transformiert werden.

Kurvenanpassungsmodelle und -Transformationen

Modell	Gleichung	Transformierte Gleichung	Transformierte Daten
Logarithmisch	$y = b + m \ln x$	$y = b + m \ln x$	$\ln(x), y \ (x > 0)$
Exponentiell	$y = be^{mx}$	$\ln(y) = \ln(b) + mx$	$x, \ln(y) \ (y > 0)$
Potenz	$y = bx^m$	$\ln(y) = \ln(b) + m \ln(x)$	$\ln(x), \ln(y) \ (x > 0, y > 0)$

Beispiel: Potenz-Kurvenmodell. Teil 1: Nachstehende Gleichung definiert die Beziehung zwischen Druck und Volumen eines nicht-idealen Gases:

$$C = PV^g$$

wobei C und g Konstanten darstellen. Berechnen Sie die Konstanten für die folgenden Datenpaare:

Volumen (Liter)	50	100	150	200	250
Druck (Torr)	110	48	30	21	16

Anwenden des natürlichen Logarithmus auf beide Seiten der Gleichung und anschließendes Neuordnen führt zu:

$$\ln P = \ln C - g \ln V$$

Die Gleichung liegt nun in der Form $\ln y = \ln b + m \ln x$ vor, was der Transformation für das Potenz-Kurvenmodell entspricht. Eine Abbildung von $\ln y$ als Funktion von $\ln x$ sollte zu einer Geraden mit der Steigung $-g$ und einem y -Achsenabschnitt von $\ln C$ führen.

Tastenfolge:

Anzeige:

Beschreibung:

■ CLEAR {Σ}

Löscht Inhalt der Statistikregister.

50 LN INPUT

3,9120:

Eingabe des 1.

110 LN Σ+

n=1,0000

Datenpaares.

100	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="INPUT"/>	4,6052 :	Eingabe des 2.
48	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="Σ+"/>	n=2,0000	Datenpaares.
150	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="INPUT"/>	5,0106 :	Eingabe des 3.
30	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="Σ+"/>	n=3,0000	Datenpaares.
200	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="INPUT"/>	5,2983 :	Eingabe des 4.
21	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="Σ+"/>	n=4,0000	Datenpaares.
250	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="INPUT"/>	5,5215 :	Eingabe des letzten
16	<input type="button" value="LN"/> <input type="button" value="Σ+"/>	n=5,0000	Datenpaares.
<input type="button" value="STAT"/>	{L.R.} {m}	m=-1,1953	$g = 1,1953$.
<input type="button" value="STAT"/>	{L.R.} {b}	b=9,3787	Zeigt y -Achsenab- schnitt (ln C) an.
<input type="button" value="e<sup>x</sup>"/>		11.834,1511	Berechnet C.

Teil 2: Wie nahe liegen die Daten an der berechneten Kurve?

<input type="button" value="STAT"/>	{L.R.} {r}	r=-1,0000	r sehr nahe an 1
<input type="button" value="SHOW"/>		-999958547711	kennzeichnet eine sehr gute Anpassung.

Teil 3: Berechnen Sie die Näherung für den Druck bei $V = 125$ Liter.

125	<input type="button" value="LN"/>	4,8283	Berechnet transfor- miertes V .
<input type="button" value="STAT"/>	{L.R.} { $\hat{\varphi}$ }	$\hat{\varphi}=3,6073$	Berechnet Näherung für ln P .
<input type="button" value="e<sup>x</sup>"/>		36,8647	Berechnet Näherung für P .

Wahrscheinlichkeitsrechnung

Die nachstehenden Berechnungen verwenden das PROB Menü und die Beziehung:

$$\text{Wahrscheinlichkeit (E)} = \frac{\# \text{ Kombinationen, Ereignis verursachend}}{\text{Gesamte Anzahl Kombinationen}}$$

Beispiel. Teil 1: Ein Verein mit 14 Frauen und 10 Männern gründet einen 6-köpfigen Ausschuß für gemeinsame Freizeitgestaltung. Wieviel unterschiedliche Kombinationen von Personen sind möglich?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
24 [INPUT] 6 ■ [PROB] {Cn,r }	134,596,0000	Berechnet mögliche Kombinationen.
Teil 2: Wenn die Ausschußmitglieder zufällig ausgewählt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit würden 6 Frauen bestimmt?		
[STO] C	C=134,596,0000	Speichert vorheriges Ergebnis.
14 [INPUT] 6 ■ [PROB] {Cn,r }	3,003,0000	Berechnet mögliche Kombinationen mit 6 Frauen.
[÷] [RCL] C [=]	0,0223	Wahrscheinlichkeit für ausschließlich femininen Ausschuß.

Teil 3: Wenn die Mitglieder per Zufall bestimmt werden, wie hoch ist dann die Wahrscheinlichkeit für einen paritätisch besetzten Ausschuß?

10 [INPUT] 3 ■ [PROB] {Cn,r }	120,0000	Berechnet Kombinationen von 3 Männern, gewählt aus einer Gesamtheit von 10.
[STO] M	M=120,0000	Speichert Wert in M.
14 [INPUT] 3 ■ [PROB] {Cn,r }	364,0000	Berechnet Kombinationen von 3 Frauen, gewählt aus einer Gesamtheit von 14.
[×] [RCL] M [=]	43,680,0000	Anzahl von 6-köpfigen Ausschüssen mit 3 Männern und 3 Frauen.
[÷] [RCL] C [=]	0,3245	Wahrscheinlichkeit, daß Ausschuß paritätisch besetzt ist.

Teil 4: Die Vereinsvorsitzende, Tamara Rasch, *muß* Mitglied des Ausschusses sein. Wieviel Kombinationen sind möglich? (Dadurch können fünf freie Mandate von 23 verbleibenden Personen angenommen werden.)

23 5
 $\{C_{n,r}\}$ 33.649,0000 Anzahl Kombinationen
mit 5 Personen, ge-
wählt aus einer
Gesamtheit von 23.

Teil 5: Nachdem die Ausschußmitglieder gewählt wurden, stellt sich die Frage, wieviel unterschiedliche Sitzordnungen im Konferenzraum möglich sind. (Es gibt 6! unterschiedliche Sitzordnungen.)

6 $\{n!\}$ 720,0000 Berechnet 6!.

Teil 6: Sofern 7 freie Stühle vorhanden sind, wieviel Sitzordnungen sind möglich?

7 6
 $\{P_{n,r}\}$ 5.040,0000 Permutationen von 6
bei einer Gesamtheit
von 7.

Kurvenverlauf eines Projektils

Die Gleichungen

$$X = V \times T \times \cos(A) \quad (\text{Gleichung 1})$$

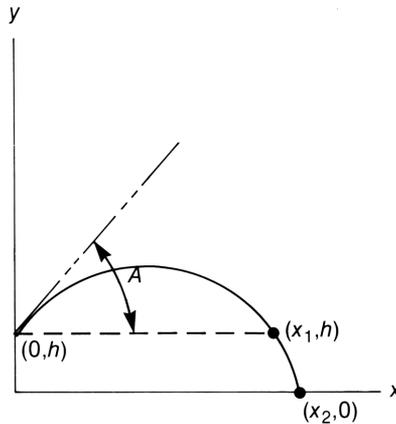
$$Y = H + V \times T \times \sin(A) - 0,5 \times G \times T^2 \quad (\text{Gleichung 2})$$

definieren die Position eines Projektils,

- wobei
- A = Ursprünglicher Winkel zur Horizontalen.
 - G = Fallbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$).
 - H = Höhe zum Zeitpunkt $T = 0$.
 - T = Flugzeit.
 - V = Ausgangsgeschwindigkeit.
 - X = Horizontale Wegstrecke zum Zeitpunkt T .
 - Y = Höhe zum Zeitpunkt T .

Eingabe der Gleichungen. Drücken Sie **[EQUATIONS]**, anschließend **[▽]** (falls erforderlich), bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie Gleichung 1 ein und drücken Sie **[INPUT]**. Drücken Sie **[▽]**, tippen Sie Gleichung 2 ein (**[x²]** erzeugt $SQ(\)$) und speichern Sie die Gleichung durch Drücken von **[INPUT]**.

Beispiel: Teil 1: Kugelstoßer Fred Feuerstein stößt die Kugel mit einer Ausgangsgeschwindigkeit von 9 m/s. Wenn der ursprüngliche Winkel der Wurfbahn 43° beträgt und die Kugel in einer Höhe von 2 m abgestoßen wird, wie weit kann Fred die Kugel stoßen?



Da X eine Funktion von T ist, müssen Sie zuerst unter Verwendung der 2. Gleichung nach T lösen. Drücken Sie **[EQUATIONS]** und zeigen Sie Gleichung 2 an. Anschließend:

Tastensequenz	Anzeige:	Beschreibung:
[C] [MODES] {DG}		Spezifiziert Grad als Winkelmodus.
1 [STO] T 5 [SOLVE]	A G H T V Y	Eingabe von 1 und 5 als Anfangsnäherung für T .
{T}	Y?Wert	Wählt T , Eingabeaufforderung für Y .
0 [INPUT]	H?Wert	Speichert Y , Eingabeaufforderung für H .
5 [INPUT]	V?Wert	Speichert H , Eingabeaufforderung für V .

9	<input type="text" value="INPUT"/>	A?Wert	Speichert V, Eingabeaufforderung für A.
43	<input type="text" value="INPUT"/>	G?Wert	Speichert A, Eingabeaufforderung für G.
9,81	<input type="text" value="INPUT"/>	T=1,5197	Speichert G, berechnet T.

Nun können Sie Gleichung 1 zur Berechnung der horizontalen Wegstrecke benutzen:

<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="EQUATIONS"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="▲"/>	$X=V \times T \times \cos(A)$	Schaltet zur Gleichung 1 um.
<input type="text" value="EVAL"/>		V?9,0000			Speichert seitherige
<input type="text" value="INPUT"/>		T?1,5197			Werte für V, T und A;
<input type="text" value="INPUT"/>		A?43,0000			löst nach X.
<input type="text" value="INPUT"/>		X=10,0028			

Teil 2: Welche maximale Höhe erreicht die Kugel dabei? (Die maximale Höhe wird nach genau der Hälfte der Zeit erreicht, welche die Kugel zum Zurücklegen der Strecke $(0, h)$ nach (x_1, h) benötigt).

<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="EQUATIONS"/>	<input type="text" value="▼"/>	$Y=H+V \times T \times \sin(A)$	Zeigt Gleichung 2 an.	
<input type="text" value="C"/>	1	<input type="text" value="STO"/>	T	Eingabe von Schätzwerten für T, Eingabeaufforderung für Y.	
5	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="SOLVE"/>	{T}		
2	<input type="text" value="INPUT"/>	H?2,0000		Speichert 5 für Y, Eingabeaufforderung für H.	
<input type="text" value="INPUT"/>		V?9,0000		Speichert seitherige	
<input type="text" value="INPUT"/>		A?43,0000		Werte für H, V, A, G, T;	
<input type="text" value="INPUT"/>		G?9,8100		löst Zeit bis zum Erreichen von (x_1, h) .	
<input type="text" value="INPUT"/>		T=1,2514			
<input type="text" value="÷"/>	2	<input type="text" value="="/>	<input type="text" value="STO"/>	T	Berechnet benötigte Zeit zum Erreichen der max. Höhe, speichert Ergebnis in T.
			T=0,6257		

H?2,0000

Behält alle gespeicherten Variableninhalte bei, berechnet maximale Höhe.

V?9,0000

T?0,6257

A?43,0000

G?9,8100

Y=3,9202

Gleichung für Kettenlinie

Die Kurve, welche von einem zwischen zwei Pfosten aufgehängten Kabel geformt wird, wird als *Kettenlinie* bezeichnet und ist durch nachstehende Gleichungen definiert:

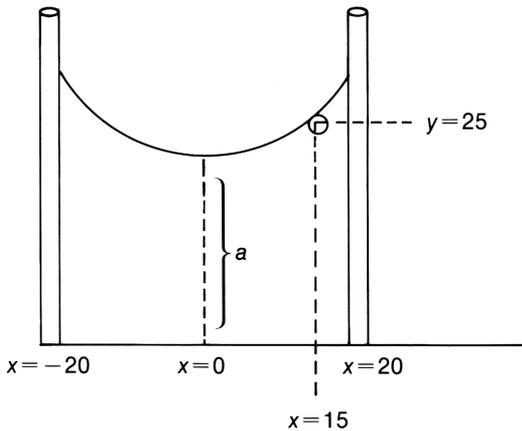
$$Y = A \times \text{COSH}(X \div A) \quad (\text{Gleichung 1})$$

$$L = 2 \times A \times \text{SINH}(X \div A) \quad (\text{Gleichung 2})$$

- wobei
- A = Höhe am Durchhängepunkt (niederste Höhe).
 - L = Kabellänge.
 - X = Horizontaler Abstand vom Durchhängepunkt.
 - Y = Höhe bei jedem X-Wert, außer $X = 0$.

Eingabe der Gleichungen. Drücken Sie , anschließend (falls erforderlich), bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie Gleichung 1 ein und drücken Sie . Drücken Sie , tippen Sie Gleichung 2 ein und speichern Sie die Gleichung durch Drücken von .

Beispiel: Teil 1: Sie möchten ein Kabel zwischen zwei Pfosten spannen, wobei die Pfosten in einer Entfernung von 40 m aufgestellt sind. Das Kabel muß dabei unterhalb dem Ast eines Baumes verlaufen; der Ast befindet sich in 25 m Höhe und 5 m von einem Pfosten entfernt. Wie groß ist der Abstand zum Boden am Durchhängepunkt des Kabels?



Sie können den bekannten Punkt (15,25) zur Berechnung von A benutzen. Drücken Sie **[EQUATIONS]** und zeigen Sie Gleichung 1 an. Da es mehrere Lösungen geben kann, sollten Sie eine Anfangsnäherung für A eingeben.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
[C] 10 [STO] A 20 [SOLVE]	A X Y	Eingabe der Schätzwerte 10 und 20 für A.
{A}	Y?Wert	Wählt A; Eingabeaufforderung für Y.
25 [INPUT]	X?Wert	Speichert Y, Eingabeaufforderung für X.
15 [INPUT]	A=18,6268	Speichert X, Lösen nach A.

Teil 2: In welcher Höhe sollte das Kabel an den Pfosten befestigt werden? (Bestimmen Sie Y für X=20):

 A?18,6268 Eingabeaufforderung für A.

 X?15,000 Behält seitheriges A bei, Eingabeaufforderung für X.

20 Y=30,4360 Berechnet Höhe am Ende des Kabels.

Teil 3: Welche Kabellänge wird benötigt?

 L=2×A×SINH(X) Zeigt 2. Gleichung an.

 A?18,6268 Eingabeaufforderung für A.

 X?20,0000 Behält seitherige Werte für A und X bei,
 L=48,1413 berechnet L.

Entfernung zwischen zwei Orten

Wenn der Längen- und Breitengrad zweier Orte bekannt ist, dann läßt sich der Winkel zwischen beiden über folgende Gleichung berechnen:

$$E = 111,12 \times \arccos(\sin(\text{HR}(B)) \times \sin(\text{HR}(R)) + \cos(\text{HR}(B)) \times \cos(\text{HR}(R)) \times \cos(\text{HR}(L) - \text{HR}(A)))$$

wobei E = Abstand zwischen Orten in Kilometern.
 B = Breitengrad des 1. Ortes.
 L = Längengrad des 1. Ortes.
 R = Breitengrad des 2. Ortes.
 A = Längengrad des 2. Ortes.

Winkel werden im Grad.MinutenSekunden Format (D.MMSSss) eingegeben. Süd-Breitengrade und Ost-Längengrade haben ein negatives Vorzeichen; der Rechner muß auf den Grad-Winkelmodus eingestellt sein.

Eingabe der Gleichung. Drücken Sie \blacksquare [EQUATIONS], anschließend \blacktriangledown (falls erforderlich), bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie die Gleichung ein (\blacksquare [H \leftrightarrow HMS] { \rightarrow HR} erzeugt HR \langle) und drücken Sie [INPUT].

Beispiel: Berechnen Sie die Entfernung in km zwischen Böblingen (48°45'N, 9°2'O) und Corvallis, Oregon (44°35'N, 123°16'W).

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[C] \blacksquare [MODES] {DG}		Spezifiziert Grad als Winkelmodus.
[EVAL]	B?Wert	Eingabeaufforderung für <i>Breitengrad</i> ₁ .
48,45 [INPUT]	R?Wert	Speichert B, Eingabeaufforderung für <i>Breitengrad</i> ₂ .
44,35 [INPUT]	L?Wert	Speichert R; Eingabeaufforderung für <i>Längengrad</i> ₁ .
9,2 [+/-] [INPUT]	A?Wert	Speichert L; Eingabeaufforderung für <i>Längengrad</i> ₂ .
123,16 [INPUT]	E=8.654,5077	Berechnet Entfernung in km.

Umrechnen von Zinssätzen

Zinssätze werden allgemein als *nominale Zinssätze* angegeben. Da bei vielen Investitionen jedoch unterschiedliche Verzinsungsperioden vorliegen, ist für Vergleiche der *effektive Zinssatz* heranzuziehen. Dieser Zinssatz entspricht dem Satz, welcher bei *jährlicher Verzinsung* den gleichen Zinsertrag wie der nominale Zinssatz erzielen würde. So entspricht z.B. ein monatlicher nominaler Zinssatz von 9% einem effektiven Jahreszins von 9,3807%.

Es gibt zwei Verzinsungsmethoden mit zwei korrespondierenden Gleichungen:

- Periodische oder diskontinuierliche Verzinsung; z.B. vierteljährlich, monatlich oder täglich.

$$E = (1 + N \div (100 \times P))^{P-1} \times 100$$

- Laufende oder kontinuierliche Verzinsung.

$$E = (EXP(N \div 100) - 1) \times 100$$

wobei E = Effektiver Zinssatz in %.
 N = Nominaler Zinssatz in %.
 P = Anzahl Verzinsungsperioden p.A.

Eingabe der Gleichungen. Drücken Sie **[EQUATIONS]**, anschließend **[v]** (falls erforderlich), bis der HP-22S TYPE NEW EQN anzeigt. Tippen Sie die Gleichung für periodische Verzinsung ein und drücken Sie **[INPUT]**. Drücken Sie **[v]**, tippen Sie die Gleichung für laufende Verzinsung ein (**[y^x]** erzeugt ^, **[e^x]** erzeugt EXP() und speichern Sie die Gleichung durch Drücken von **[INPUT]**.

Beispiel: Konvertierung eines nominalen Zinssatzes in einen Effektiv-Zinssatz. Sie stehen vor der Eröffnung eines Sparkontos und haben die Auswahl zwischen 3 Konditionen:

Bank 1: 6,70% Jahreszins, vierteljährliche Verzinsung

Bank 2: 6,65% Jahreszins, monatliche Verzinsung

Bank 3: 6,65% Jahreszins, kontinuierliche Verzinsung

Drücken Sie **[EQUATIONS]** und zeigen Sie die Gleichung für periodische Verzinsung an. Anschließend:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[EVAL]	N?Wert	Eingabeaufforderung für N .
6,7 [INPUT]	P?Wert	Speichert N , Eingabeaufforderung für P .

4	<input type="button" value="INPUT"/>	$E=6,8702$	Berechnet E für Bank 1.
	<input type="button" value="EVAL"/>	$N?6,7000$	Eingabeaufforderung für N .
6,66	<input type="button" value="INPUT"/>	$P?4,0000$	Speichert N , Eingabeaufforderung für P .
12	<input type="button" value="INPUT"/>	$E=6,8671$	Berechnet E für Bank 2.
	<input type="button" value="EQUATIONS"/> <input type="button" value="▼"/>	$E=(EXP(N \div 100$	Zeigt die Gleichung für laufende Verzinsung an.
	<input type="button" value="EVAL"/>	$N?6,6600$	Eingabeaufforderung für N .
6,65	<input type="button" value="INPUT"/>	$E=6,8761$	Behält seitherigen Wert von N bei, berechnet E für Bank 3.

Bank 3 bietet den attraktivsten Zinssatz an.

Finanzmathematische Berechnungen (TVM)

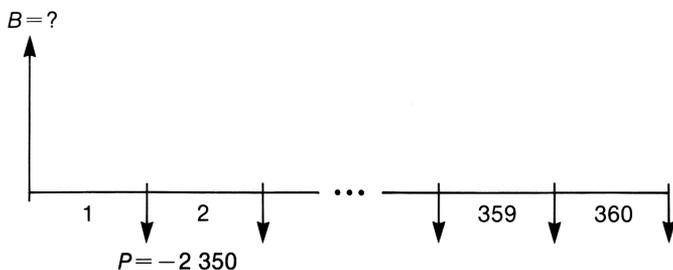
Die nachfolgenden Beispiele verwenden die in der Bibliothek enthaltene TVM Gleichung. Drücken Sie , um die Gleichung anzuzeigen. Falls erforderlich, so drücken Sie , bis der HP-22S den Anfang der Gleichung anzeigt ($\langle P \times 100 \div I - F \rangle \times$).

Die Variablen der TVM Gleichung sind auf Seite 109 ausführlich beschrieben. Nachstehend nochmals eine kurze Beschreibung der Variablen:

- B = Barwert (*present value*) einer Reihe zukünftiger Zahlungen.
- F = Endwert (*future value*) einer Reihe früherer Zahlungen unter Berücksichtigung des Verzinsungseffekts—oder der Betrag des letzten Cashflows.

- I = periodischer Zinssatz, in % ausgedrückt.
 N = Gesamte Anzahl von Zahlungen/Verzinsungsperioden.
 P = Höhe jeder periodischen Zahlung, welche jeweils am Ende der Periode auftritt.

Beispiel: Hypothekendarlehen. Häuslebauer Bengel stellt nach vorsichtiger Abschätzung seiner finanziellen Verhältnisse fest, daß die maximale monatliche Belastung, welche durch den Bau eines Eigenheims anfallen würde, DM 2 350 betragen könnte. Da er als Barmittel DM 45 000 aufbringen kann und als Hypothekenzinsen 7,5% bei einer 30-jährigen Laufzeit unterstellt, wären die maximal finanzierbaren Baukosten zu bestimmen.



Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="button" value="DISP"/> {FX} 2		Spezifiziert 2 Dezimalstellen.
■ <input type="button" value="SOLVE"/> {B}	P?Wert	Wählt B , Eingabeaufforderung für P .
2350 <input type="button" value="+/-"/> <input type="button" value="INPUT"/>	I?Wert	Speichert P , Eingabeaufforderung für I .
7,5 <input type="button" value="÷"/> 12 <input type="button" value="INPUT"/>	F?Wert	Speichert I , Eingabeaufforderung für F .
0 <input type="button" value="INPUT"/>	N?Wert	Speichert F , Eingabeaufforderung für N .

30 12

$B = 336.091,42$

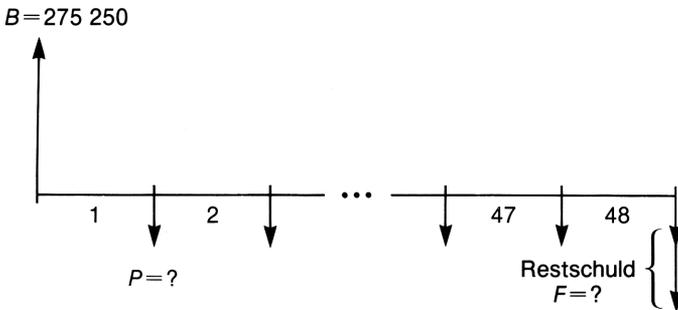
Speichert N , berechnet Darlehensbetrag.

45000

$381.091,42$

Berechnet max. finanzierbare Baukosten (Darlehen plus Barmittel).

Beispiel: Hypothekendarlehen mit Restschuld. Nehmen Sie an, Sie hätten ein Darlehen mit DM 275 250 unter einem Jahreszinssatz von 7,0% und einer Laufzeit von 25 Jahren aufgenommen. Der Darlehensvertrag enthielte eine Klausel, welche Ihnen eine vorzeitige Rückzahlung der Restschuld zum Ablauf jedes vierten Jahres erlaubt. Wie hoch wäre die Schlußzahlung am Ende der ersten vier Jahre?



Das Problem läßt sich in 2 Schritten lösen:

1. Berechnen Sie die Höhe der monatlichen Zahlung. Dies wird unter Annahme der gesamten Laufzeit erreicht, wobei keine Restschuld auftritt.
2. Berechnen Sie die Restschuld nach 4 Jahren. Verwenden Sie die monatliche Zahlung, wobei P auf 2 Nachkommastellen gerundet wird.*

* Der im vorherigen Schritt berechnete Wert wurde als 12-stellige Zahl gespeichert. Für die Berechnung der Restschuld muß jedoch die Höhe der tatsächlichen monatlichen Zahlung herangezogen werden—in diesem Fall der auf 2 Dezimalstellen gerundete DM-Betrag.

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
■ <input type="button" value="DISP"/> {FX} 2		Spezifiziert 2 Dezimalstellen.

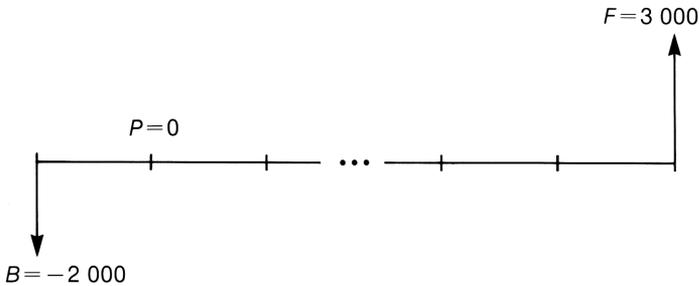
Schritt 1: Berechnen Sie die periodische Zahlung.

■ <input type="button" value="SOLVE"/> {P}	I?Wert	Wählt P , Eingabeaufforderung für I .
7 <input type="button" value="÷"/> 12 <input type="button" value="INPUT"/>	F?Wert	Speichert I , Eingabeaufforderung für F .
0 <input type="button" value="INPUT"/>	N?Wert	Speichert F , Eingabeaufforderung für N .
25 <input type="button" value="×"/> 12 <input type="button" value="INPUT"/>	B?Wert	Speichert N , Eingabeaufforderung für B .
275250 <input type="button" value="INPUT"/>	P=-1.945,41	Speichert B , berechnet monatliche Zahlung.

Schritt 2. Berechnen Sie die Restschuld nach 4 Jahren:

■ <input type="button" value="SOLVE"/> {F}	P?-1.945,41	Wählt F , Eingabeaufforderung für P .
■ <input type="button" value="PARTS"/> {RN} <input type="button" value="INPUT"/>	I?0,58	Speichert gerundeten Wert für P , Eingabeaufforderung für I .
<input type="button" value="INPUT"/>	N?300,00	Behält seitheriges I bei, Eingabeaufforderung für N
4 <input type="button" value="×"/> 12 <input type="button" value="INPUT"/>	B?275.250,00	Speichert N für 4 Jahre, Eingabeaufforderung für B .
<input type="button" value="INPUT"/>	F=-256.490,73	Behält seitheriges B bei, berechnet Restschuld. Dieser Betrag und die letzte monatliche Zahlung wird zum Ablösen der Restschuld benötigt.

Beispiel: Normales Sparkonto. Sparer Hüllemann zahlt DM 2 000 auf ein normales Sparkonto ein, für welches er 7,2% Zins (jährliche Verzinsung) erhält. Wie lange dauert es, bis der Kontostand auf DM 3 000 angewachsen ist?



Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung
■ <input type="button" value="DISP"/> {FX} 2		Spezifiziert 2 Dezimalstellen.
■ <input type="button" value="SOLVE"/> {N}	P?Wert	Wählt N , Eingabeaufforderung für P .
0 <input type="button" value="INPUT"/>	I?Wert	Speichert P , Eingabeaufforderung für I .
7,2 <input type="button" value="INPUT"/>	F?Wert	Speichert I , Eingabeaufforderung für F .
3000 <input type="button" value="INPUT"/>	B?Wert	Speichert F , Eingabeaufforderung für B .
2000 <input type="button" value="+/-"/> <input type="button" value="INPUT"/>	N=5,83	Speichert B , berechnet N .

Da sich für N ein Wert zwischen 5 und 6 ergibt, ist eine 6-jährige Sparzeit (bei jährlicher Verzinsung) erforderlich, um einen Kontostand von mindestens DM 3 000 zu erreichen. Der tatsächliche Kontostand am Ende der 6 Jahre läßt sich wie folgt berechnen:

■ <input type="button" value="SOLVE"/> {F}	P?0,00	Wählt F , Eingabeaufforderung für P .
<input type="button" value="INPUT"/>	I?7,20	Behält seitheriges P und I bei.
<input type="button" value="INPUT"/>	N?5,83	
6 <input type="button" value="INPUT"/>	B?-2.000,00	Speichert N , Eingabeaufforderung für B .
<input type="button" value="INPUT"/>	F=3.035,28	Behält seitheriges B bei, berechnet F .

A

Kundenunterstützung, Batterien, Speicher und Service

Unterstützung beim Anwenden des Rechners

Hewlett-Packard hat sich für eine kontinuierliche Unterstützung der Besitzer von HP-Taschenrechnern verpflichtet. Wenn Sie auf Schwierigkeiten bei der Anwendung des Rechners stoßen, können Sie sich über die Adresse/Telefonnummer auf der Innenseite des Rückumschlags mit Hewlett-Packard in Verbindung setzen.

Es ist jedoch empfehlenswert, daß Sie zuerst den Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen" durchlesen, bevor Sie mit Hewlett-Packard Kontakt aufnehmen. Erfahrungen haben gezeigt, daß viele Kunden ähnliche Fragen haben und die nachstehende Auflistung enthält vielleicht bereits die Lösung für Ihr Problem.

Antworten auf allgemeine Fragen

F: Wie kann überprüft werden, ob der Rechner korrekt arbeitet?

A: Führen Sie den Selbsttest des Rechners durch, wie es auf Seite 148 beschrieben ist.

F: Wie kann ich die Anzahl der angezeigten Dezimalstellen verändern?

A: Beziehen Sie sich auf die Beschreibung "Einstellen der anzuzeigenden Dezimalstellen" auf Seite 23.

F: Wie lösche ich den Speicherbereich oder Teile davon?

A: löscht den momentanen Anzeigehalt. CLEAR zeigt das CLEAR Menü an, welches das Löschen des gesamten Speicherbereichs oder einzelner Bereiche (Variablen, Gleichungen, Statistikregister) erlaubt.

F: Wie gebe ich eine Multiplikation in einer Löser-Gleichung vor?

A: Sie müssen das Multiplikationszeichen (\times) verwenden—implizite Multiplikationen sind nicht möglich.

F: Welche Bedeutung hat der Doppelpunkt in der Anzeige?

A: Er trennt die zwei als n_1 n_2 eingegebenen Zahlen für Statistikberechnungen oder zweiwertige Funktionen.

F: Die Zahlen in der Anzeige werden mit einem Dezimalpunkt anstatt einem Komma dargestellt. Wie kann ein Komma als Dezimaltrennzeichen spezifiziert werden?

A: Das Austauschen von Punkt und Komma bei der Anzeige von Zahlen ist auf Seite 25 behandelt.

F: Welche Bedeutung hat das "E" in einer Zahl (z.B. $2,51E-13$)?

A: Die Zahl wird in wissenschaftlicher oder technischer Notation angezeigt (siehe Seite 23).

F: Der Rechner zeigt die Meldung MEMORY FULL an. Was ist zu tun?

A: Sie müssen einen Teil des Speicherbereichs löschen, um mit Ihrer Berechnung fortfahren zu können. (Siehe "Löschen von Teilen des Speicherbereichs" auf Seite 28).

F: Wie kann das Vorzeichen einer Zahl geändert werden?

A: Drücken Sie .

F: Warum ergibt die Berechnung des Sinus von π eine sehr kleine Zahl anstatt Null?

A: Der Rechner ist *nicht* funktionsgestört. π kann nicht *exakt* mit der 12-stelligen Genauigkeit des Rechners dargestellt werden.

F: Warum erhalte ich falsche Resultate beim Benutzen der trigonometrischen Funktionen?

A: Sie müssen den richtigen Winkelmodus eingestellt haben—beziehen Sie sich dazu auf Seite 45.

Stromversorgung und Batterien

Der Rechner wird mit drei Alkali-Batterien ausgeliefert. Ein neuer Batteriesatz reicht bei normaler Betriebsweise etwa 1 Jahr. Die tatsächliche Lebenszeit hängt jedoch von der individuellen Anwendungsweise des Rechners ab; häufige und lang andauernde Berechnungen belasten die Batterien stärker als kurze, nur periodisch ausgeführte Berechnungen. Unabhängig von der Anwendungsweise kann davon ausgegangen werden, daß Quecksilber- und Silberoxid-Batterien etwa zweimal so lange wie Alkali-Batterien halten.

Verwenden Sie nur neue Batterien (Knopfzellen)—keine wiederaufladbaren. Nachfolgende Batterien werden empfohlen:

Alkali	Quecksilber	Silberoxid
Panasonic LR44	Panasonic NP675	Panasonic SR44 oder SP357
Eveready A76	Eveready EP675E	Eveready 357
Varta V13GA	Toshiba NR44 oder MR44	Ray-O-Vac 357
Duracell LR44	Radio Shack NR44 oder MR44 Duracell MP675H	Varta V357

“Schwache Batterien” Indikator

Wenn der Rechner eine abfallende Batteriespannung erkennt (der  Indikator erscheint in der Anzeige), dann sollten Sie die Batterien so bald wie möglich ersetzen.

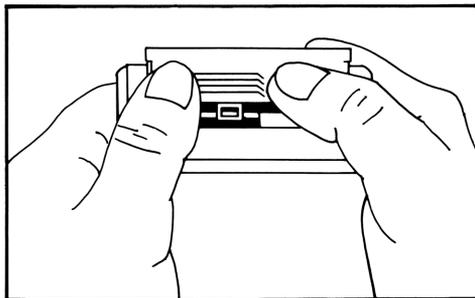
Wenn Sie den Rechner weiterhin benutzen, kann unter Umständen die Batteriespannung unter einen Mindestpegel fallen, welcher die Anzeigequalität sowie die sichere Speicherung Ihrer Daten beeinträchtigt. Tritt dieser Fall ein, dann müssen Sie die Batterien zuerst ersetzen, bevor der Rechner wieder zuverlässig arbeitet. Sollte die Spannung bereits soweit abgefallen sein, daß ein Datenverlust eingetreten ist, so erscheint die Meldung MEMORY CLEAR.

Einsetzen der Batterien

Sind die Batterien entfernt worden, so muß innerhalb einer Minute der neue Batteriesatz eingesetzt werden, wenn kein Datenverlust erfolgen soll. Die neuen Batterien sollten deshalb direkt greifbar sein, bevor Sie die alten entnehmen. Außerdem muß der Rechner während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet sein.

Um die Batterien einzusetzen:

1. Halten Sie die drei neuen Batterien griffbereit.
2. Versichern Sie sich, daß der Rechner ausgeschaltet ist. **Drücken Sie nicht , bevor das Austauschen der Batterien abgeschlossen ist. Wird der Rechner vorher eingeschaltet, so kann dies die Löschung des PermanentSpeichers zur Folge haben.**
3. Halten Sie den Rechner wie abgebildet. Um die Abdeckung des Batteriefachs abzunehmen, drücken Sie diese nach unten und schieben Sie sie nach außen, bis sie abgenommen werden kann.



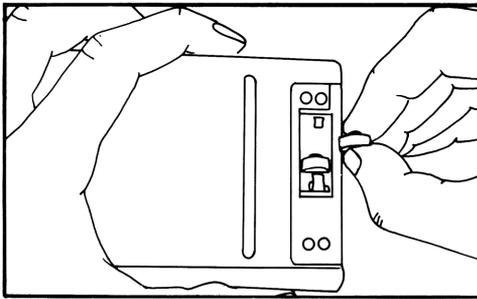
4. Drehen Sie den Rechner um, damit die Batterien herausfallen.



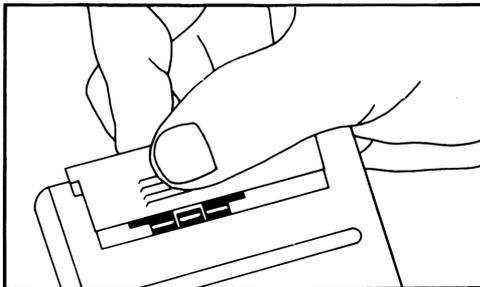
Warnung

Beschädigen Sie nicht die Batterien und werfen Sie diese nicht ins Feuer. Die Batterien könnten dabei gefährliche Chemikalien freisetzen.

5. Setzen Sie die drei neuen Batterien wie abgebildet ein. Die erforderliche Polarität ist auf der Innenseite des Batteriefachs abgebildet. Stellen Sie sicher, daß die Polarität mit der Abbildung übereinstimmt.



6. Schieben Sie die Abdeckung des Batteriefachs in die vorgesehene Führung des Rechnergehäuses (siehe Abbildung).



Schalten Sie nun den Rechner wieder ein. Wenn der Rechner nach dem Einsetzen der neuen Batterien nicht richtig funktioniert, hat es eventuell zu lange gedauert oder Sie haben versehentlich den Rechner eingeschaltet, während die Batterien ausgebaut waren. *Entnehmen Sie die Batterien nochmals und schließen Sie die beiden Batteriekontakte für einige Sekunden kurz* (z.B. mit einer Münze). Setzen Sie die Batterien wieder ein und schalten Sie den Rechner ein; er sollte die Meldung MEMORY LOST (Datenverlust) anzeigen.

Verwalten des Speicherbereichs

Der HP-22S verfügt über einen Benutzerspeicher von etwa 370 Bytes (Speichereinheiten).

Ist für die von Ihnen beabsichtigte Operation nicht mehr genügend freier Speicherplatz vorhanden, so zeigt der Rechner MEMORY FULL an. In dieser Situation müssen Sie zuerst bereits belegten Speicherplatz wieder freigeben; Sie haben dabei folgende Möglichkeiten:

- Löschen aller nicht mehr benötigten Variablen (siehe Seite 40).
- Löschen aller nicht mehr benötigten Gleichungen (siehe Seite 74).
- Löschen der Statistikregister (siehe Seite 62).

Speicherplatz-Anforderungen

Art der Information	Erforderlicher Speicherplatz
Variablen	8 Bytes je Variable (mit Inhalt ungleich 0).
Gleichungen	Für jede Gleichung: 1 Byte + 1 Byte pro Ziffer, Variable, Operator oder Funktion. (Gleichungsbibliotheken erfordern keinen Platz im Benutzerspeicher.)
Statistikdaten	48 Bytes.
Berechnungen	$8\frac{1}{2}$ Bytes pro Zahl + $\frac{1}{2}$ Byte pro Operator.

Zurücksetzen des Rechners (RESET)

Sollte der Rechner nicht mehr auf einen Tastendruck reagieren oder ist die Betriebsweise anderweitig gestört, dann sollten Sie das Zurücksetzen des Rechners versuchen. Durch einen Rechner-Reset wird die momentane Berechnung abgebrochen und die Rechenzeile gelöscht; gespeicherte Daten bleiben normalerweise erhalten.

Drücken Sie zum Zurücksetzen des Rechners $\boxed{\text{LN}}$, während Sie $\boxed{\text{CLR}}$ gedrückt halten. Ist die Operation nicht erfolgreich, oder ist der Rechner noch immer funktionsgestört, so sollten Sie versuchen, unter der nachfolgenden Anleitung den Speicherbereich zu löschen.

Löschen des Speicherbereichs

Wenn der Rechner nicht mehr auf Tastendruck reagiert und das Zurücksetzen des Rechners oder das Austauschen der Batterien nicht die gewünschte Abhilfe bringt, sollten Sie über die nachstehende Tastenfolge den Speicherbereich löschen. (Diese Folge ist ähnlich zu $\blacksquare \boxed{\text{CLEAR}} \{ \text{ALL} \}$ und ist auch möglich, wenn der Rechner Funktionsstörungen aufweist.)

1. Halten Sie $\boxed{\text{C}}$ gedrückt.
2. Halten Sie $\boxed{\sqrt{x}}$ gedrückt.
3. Drücken Sie $\boxed{\Sigma+}$. (Sie halten nun 3 Tasten gleichzeitig gedrückt.)

Der HP-22S zeigt MEMORY CLEAR an, wenn die Operation erfolgreich war, und setzt die ursprünglichen Betriebsmodi: Dezimalpunkt, FIX 4 Anzeigemodus, dezimales Zahlensystem und Grad als Winkelmodus.

Der Speicher kann unbeabsichtigt gelöscht werden, wenn der Rechner fallen gelassen oder die Stromversorgung unterbrochen wird.

Umgebungsbedingungen

Im Hinblick auf die Produktzuverlässigkeit sollten Sie folgende Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrenzen für den HP-22S einhalten:

- Betriebstemperatur: 0° bis 45°C
- Lagerungstemperatur: –20° bis 65°C
- Luftfeuchtigkeit für Betrieb und Lagerung: 90% relative Luftfeuchtigkeit bei max. 40°C

Feststellen der Reparaturbedürftigkeit

Verwenden Sie nachstehende Richtlinien, um die zuverlässige Funktionsweise des Rechners zu überprüfen. Wenn der Rechner repariert werden muß, beachten Sie bitte den Abschnitt "Im Reparaturfall" auf Seite 151.

- **Wenn nach dem Einschalten nichts angezeigt wird (leere Anzeige):**

1. Versuchen Sie, den Rechner zurückzusetzen (siehe Seite 146).
2. Wenn nach dem 1. Schritt keine Anzeige erfolgt, sollten Sie die Batterien austauschen (siehe Seite 143).

Führen die Schritte 1 und 2 keine Abhilfe herbei, so ist eine Reparatur des Rechners erforderlich.

- **Wenn das Drücken von Tasten keine Auswirkung auf die Betriebsweise des Rechners hat:**

1. Versuchen Sie, den Rechner zurückzusetzen (siehe Seite 146).
2. Wenn Schritt 1 keine Auswirkung zeigt, versuchen Sie das Löschen des Speicherbereichs (siehe Seite 146). Dadurch werden alle gespeicherten Daten gelöscht.

3. Ist die Funktionsweise nach den Schritten 1 und 2 noch nicht wieder hergestellt, dann entnehmen Sie die Batterien (siehe Seite 143) und schließen Sie die Batteriekontakte kurz (z.B. mit einer Münze). Setzen Sie anschließend die Batterien wieder ein und schalten Sie den Rechner ein. Es sollte die Meldung MEMORY CLEAR angezeigt werden.

Führen die Schritte 1 bis 3 keine Abhilfe herbei, so ist eine Reparatur erforderlich.

■ **Wenn der Rechner auf das Drücken von Tasten reagiert, Sie aber eine Funktionsstörung vermuten:**

1. Starten Sie den Selbsttest (nachstehend beschrieben). Endet der Test mit einer Fehlermeldung, so ist eine Reparatur erforderlich.
2. Wird der Selbsttest fehlerfrei abgeschlossen, dann liegt unter Umständen eine unkorrekte Bedienungsweise vor. Versuchen Sie nochmals, über den Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen" auf Seite 140 eine Lösung für Ihr Problem zu finden.
3. Sie können bei Hewlett-Packard zwecks weiterer Unterstützung anfragen. Anschrift und Telefonnummer finden Sie auf der Innenseite des Rückumschlags.

Funktionsprüfung des Rechners—der Selbsttest

Läßt sich die Anzeige einschalten, während jedoch der Rechner anscheinend Probleme bei der Funktionsweise aufweist, so können Sie zur Diagnose einen Selbsttest starten. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Um den Selbsttest zu starten, ist \boxed{C} gedrückt zu halten, während $\boxed{y^x}$ gedrückt wird.*
2. Drücken Sie jede Taste 8 mal und beachten Sie dabei das Muster in der Anzeige. Nachdem Sie die Taste zum 8. Mal drückten, erscheint die Meldung CÖPR, HP 1987, gefolgt von KBD 01.

* Das Drücken von \boxed{C} und $\boxed{1/x}$ startet einen weiteren Selbsttest, welcher werksseitig verwendet wird. Haben Sie diesen Test versehentlich gestartet, so können Sie ihn durch Drücken einer beliebigen Taste abbrechen.

3. Beginnen Sie in der linken oberen Ecke (\sqrt{x}), von links nach rechts vorgehend, und drücken Sie jede Taste in der jeweiligen Reihe. Gehen Sie danach zur nächstunteren Zeile, usw., bis Sie jede Taste des Tastenfelds gedrückt haben.
 - Wurden die Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt und liegt keine Funktionsstörung vor, so zeigt der Rechner KBD, gefolgt von einer zweistelligen Zahl (hexadezimal), an.
 - Wenn die Reihenfolge nicht eingehalten wurde oder eine Taste nicht einwandfrei funktioniert, so wird nach dem nächsten Tastendruck eine Fehlermeldung angezeigt (siehe Schritt 4).
4. Der Selbsttest erzeugt eine der zwei nachstehenden Meldungen:
 - Anzeige von 22S - OK, wenn der Test erfolgreich abgeschlossen wurde. Gehen Sie zu Schritt 5 über.
 - Anzeige von 22S - FAIL, gefolgt von einer einstelligen Zahl, wenn ein Fehler vorliegt. Wurde die Meldung aufgrund der falschen Tastenreihenfolge erzeugt, so sollten Sie den Rechner zurücksetzen (C gedrückt halten, während Sie LN drücken) und den Selbsttest erneut starten. Falls die Meldung trotz korrekter Tastenfolge angezeigt wurde, dann ist der Selbsttest zu wiederholen, um das Ergebnis zu verifizieren. Bestätigt sich die Fehlerbedingung, so ist eine Reparatur erforderlich (siehe Seite 151). Legen Sie eine Kopie der Fehlermeldung bei, wenn Sie den Rechner zur Reparatur einschicken.
5. Um den Selbsttest abzubrechen, ist der Rechner zurückzusetzen (C gedrückt halten, während LN gedrückt wird).

Einjährige Gewährleistungsfrist

Gewährleistungsumfang

Hewlett-Packard gewährleistet, daß der Rechner frei von Material- und Verarbeitungsfehlern ist. Die Garantiezeit beginnt ab dem Kaufdatum und beträgt ein Jahr. Während dieser Zeit verpflichtet sich Hewlett-Packard, etwaige fehlerhafte Teile kostenlos instandzusetzen oder auszutauschen, wenn der Rechner direkt oder über einen autorisierten Vertragshändler an Hewlett-Packard eingeschickt wird. (Ein Ersatzrechner kann einem neueren Modell mit gleichwertiger oder besserer Funktionalität entsprechen.) Versandkosten bis zur Auslieferung bei einem Hewlett-Packard Service-Zentrum gehen zu Ihren Lasten, unabhängig davon, ob sich das Gerät noch in der Garantiezeit befindet oder nicht. Wenn Sie den Rechner verkaufen oder verschenken, so wird die Gewährleistung automatisch auf den neuen Eigentümer übertragen und bezieht sich weiterhin auf das ursprüngliche Kaufdatum.

Gewährleistungsausschluß

Batterien sowie durch Batterien verursachte Schäden sind von der Gewährleistung durch Hewlett-Packard nicht erfaßt. Setzen Sie sich mit dem Hersteller der Batterien zwecks einer diesbezüglichen Gewährleistung in Verbindung.

Die von Hewlett-Packard angebotene Gewährleistung gilt nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Betriebsweise entstanden sind. Der Ausschluß gilt ebenso, wenn Modifikationen oder Servicearbeiten durch nicht von Hewlett-Packard autorisierten Reparaturzentren durchgeführt wurden.

Es gibt keinen weiteren Gewährleistungsumfang. Die Einleitung der erforderlichen Reparatur- oder Ersatzleistungen ist ausschließlich dem Kunden überlassen. **Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Ersatz von Folgeschäden, können nicht geltend gemacht werden.** Dies gilt nicht, soweit gesetzlich zwingend gehaftet wird.

Im Reparaturfall

Hewlett-Packard unterhält in den meisten Ländern der Welt Reparaturzentren. Diese Zentren reparieren Ihren Rechner oder ersetzen ihn durch ein gleich- oder höherwertigeres Modell, unabhängig vom Garantiefall. Nach der Garantiezeit von einem Jahr werden Reparaturkosten berechnet. Der Service wird normalerweise innerhalb von 5 Arbeitstagen ausgeführt.

Service-Adressen

- **In Europa:** Sofern Sie sich in der BRD aufhalten, können Sie sich auf die Adressen auf der Innenseite des Rückumschlags beziehen. Die Anschrift der europäischen Zentrale finden Sie nachstehend. *Nehmen Sie zuerst Kontakt mit Hewlett-Packard auf, bevor Sie Ihren Rechner zur Reparatur einschicken.*

Hewlett-Packard S.A.
150, route du Nant-d'Avril
1217 Meyrin 2
Schweiz
Tel: (022) 82 81 11

- **In den USA:**

Hewlett-Packard
Calculator Service Center
1030 N.E. Circle Blvd
Corvallis, OR 97330, USA
Tel: (503) 757 2002

- **In anderen Ländern:** Nehmen Sie Kontakt mit der nächstgelegenen Hewlett-Packard-Geschäftsstelle auf, um die korrekte Anschrift eines Reparaturzentrums zu erfahren.

Reparaturkosten

Für Reparaturen nach der Garantiezeit wird eine Reparaturkostenpauschale erhoben. Diese schließt sämtliche Arbeits- und Materialkosten mit ein. In der BRD unterliegt die Pauschale der Mehrwertsteuer. Sämtliche Steuern werden auf der Rechnung getrennt ausgewiesen.

Die Reparaturkostenpauschale deckt nicht die Reparatur von Rechnern, welche durch Gewalteinwirkung oder Fehlbedienung zerstört wurden. In diesem Fall werden die Reparaturkosten individuell nach Arbeits- und Materialaufwand festgesetzt.

Versandanweisungen

Wenn Ihr Rechner repariert werden muß, senden Sie ihn bitte mit folgenden Unterlagen ein:

- Vollständige Absenderangabe und eine Beschreibung des Fehlers. Wenn der Verpackung Ihres Rechners eine Servicekarte beigelegt war, können Sie diese für die Angabe der entsprechenden Informationen verwenden.
- Rechnung oder anderer Kaufbeleg, wenn die einjährige Garantiezeit noch nicht abgelaufen ist.

Der Rechner und die erforderlichen Begleitinformationen sollten in der Originalverpackung oder einer adäquaten Schutzverpackung versandt werden, um Transportschäden zu vermeiden. Solche Transportschäden werden durch die einjährige Garantiezeit nicht abgedeckt; der Versand zum Reparaturzentrum erfolgt auf Ihre Gefahr, wobei Hewlett-Packard Ihnen zu einer Transportversicherung rät.

Alle Versand- und Zollkosten unterliegen der Verantwortlichkeit des Kunden.

Gewährleistung bei Reparaturen

Für Reparaturen außerhalb der Garantiezeit leistet Hewlett-Packard eine Garantie von 90 Tagen ab Reparaturdatum bezüglich Material- und Bearbeitungsfehlern.

Servicevereinbarungen

Für Ihren Rechner gibt es eine Vereinbarung über Serviceunterstützung. Beziehen Sie sich auf die Dokumentation, welche der Versandpackung beigelegt ist. Für zusätzliche Informationen sollten Sie sich mit Ihrem HP Vertragshändler oder einer Hewlett-Packard-Geschäftsstelle in Verbindung setzen.

Sicherheitsbestimmungen

Funkschutz

Der HP-22S wurde von Hewlett-Packard geprüft und entspricht den Bestimmungen der Allgemeinen Verfügung FTZ 1046/84. Als Nachweis ist der Rechner mit dem VDE-Funkschutzzeichen mit Index 0871B gekennzeichnet.

Wenn Sie ein System mit Geräten verwenden, welche nicht von Hewlett-Packard hergestellt oder empfohlen sind, dann ist sicherzustellen, daß die gesamte Konfiguration der oben genannten Verfügung entspricht.

Näheres zur Arbeitsweise von SOLVE

SOLVE verwendet einen iterativen Lösungsprozeß, welcher nach einem Wert sucht, der die linke Seite einer Gleichung äquivalent zur rechten Seite macht. Eine gute Möglichkeit, sich diesen Lösungsprozess zu veranschaulichen, besteht in der Vorstellung der Gleichung als der Funktion einer Variablen, der *Unbekannten*, für welche **SOLVE** nach einer *Nullstelle* sucht. Die Nullstelle einer Funktion besteht in einem Wert, bei welchem der Funktionswert gleich Null ist. Aus Vereinfachungsgründen wird in diesem Anhang konsequent x als Unbekannte verwendet.

Wie **SOLVE** eine Nullstelle auffindet

Betrachten Sie eine Gleichung, welche eine Anzahl von Variablen enthält, einschließlich der Unbekannten x . Nachdem alle Variablenwerte eingegeben wurden (außer für x), besitzt die Gleichung die Form:

$$g(x) = h(x)$$

wobei $g(x)$ und $h(x)$ die linke und die rechte Seite der Gleichung darstellen. Wenn z.B. die Gleichung:

$$ax^3 + \frac{b}{r} x^2 = \frac{1}{4} cx + d$$

nach x mit $a = -2$, $b = 8$, $r = 2$, $c = 24$ und $d = -8$ gelöst wird, hat sie die Form:

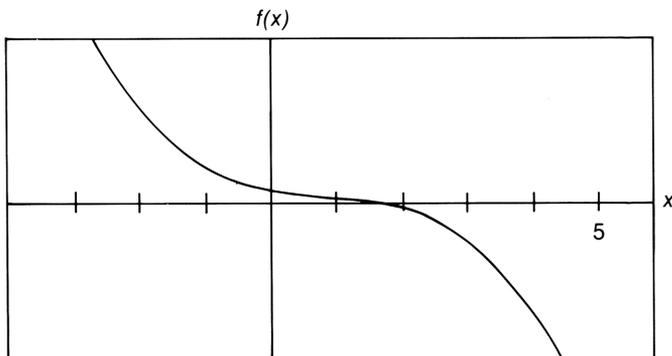
$$\underbrace{-2x^3 + 4x^2}_{g(x)} = \underbrace{6x - 8}_{h(x)}$$

Da $g(x) - h(x) = 0$, kann die Gleichung umgeschrieben werden:

$$f(x) = g(x) - h(x) = -2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0$$

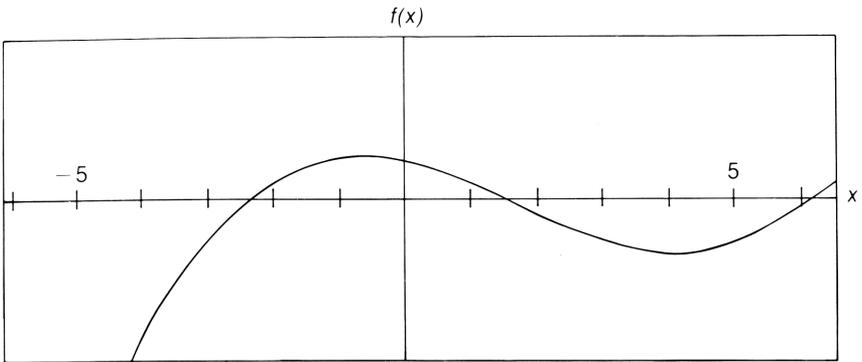
Der Wert von x , für welchen $f(x) = 0$, wird *Nullstelle* der Gleichung genannt. **[SOLVE]** sucht iterativ nach einer Nullstelle für $f(x)$, indem die Funktion unter Verwendung von Anfangsnäherungen wiederholt ausgeführt wird, wobei die Ergebnisse mit denen früherer Näherungen verglichen werden. Ein komplexer Algorithmus dient dazu, auf intelligente Weise eine neue Näherung "vorherzusagen", unter welcher die Kurve die x -Achse schneiden könnte.

Die nachstehende Abbildung zeigt die Funktion $f(x) = -2x^3 + 4x^2 - 6x + 8$. Die Kurve läßt eine Nullstelle erkennen. (Das erste Beispiel auf Seite 159 berechnet diese Nullstelle.)



$$f(x) = -2x^3 + 4x^2 - 6x + 8$$

Die Funktion $f(x) = x^3 - 5x^2 - 10x + 20$ hat 3 Nullstellen.



$$f(x) = x^3 - 5x^2 - 10x + 20$$

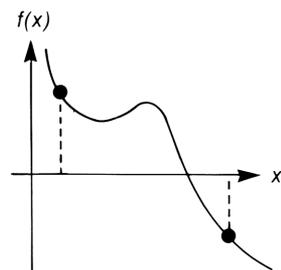
Alle drei Nullstellen können durch Eingabe geeigneter Anfangsnäherungen, die Sie durch Berechnung der Werte für $f(x)$ bei unterschiedlichen Werten von x ermitteln können, für x aufgefunden werden.

Fähigkeit zum Auffinden einer Nullstelle

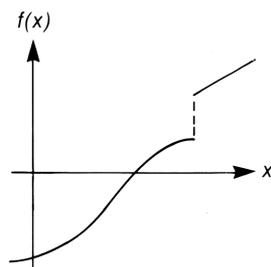
Wenn zwei beliebige Anfangsnäherungen zu $f(x)$ mit unterschiedlichen Vorzeichen führen, vermutet **[SOLVE]**, daß $f(x)$ wenigstens an einer Stelle zwischen den zwei Anfangsnäherungen die x -Achse schneidet. Das Intervall wird dabei systematisch verkleinert.

Damit **[SOLVE]** eine Nullstelle auffinden kann, muß sie innerhalb des Zahlenbereichs des Rechners liegen und $f(x)$ muß für den Bereich definiert sein, in welchem die Suche stattfindet. **[SOLVE]** findet immer eine Lösung, wenn wenigstens eine dieser Bedingungen erfüllt ist:

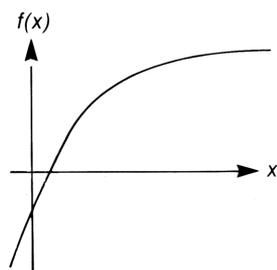
- 2 Anfangsnäherungen führen zu $f(x)$ Werten mit entgegengesetzten Vorzeichen, und der Graph der Funktion schneidet die x -Achse wenigstens an einer Stelle zwischen diesen Näherungen (Abb. B-1a).
- $f(x)$ nimmt immer zu oder ab, wenn x erhöht wird (Abb. B-1b).
- Der Graph von $f(x)$ hat überall entweder eine konkave oder konvexe Form (Abbildung B-1c).
- $f(x)$ besitzt wenigstens ein lokales Minimum/Maximum, wobei jedes zwischen benachbarten Nullstellen auftritt (Abb. B-1d).



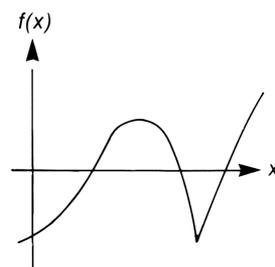
1a



1b



1c



1d

Abbildung B-1: Funktionen mit lösbaren Nullstellen

In den meisten Situationen stellt die berechnete Nullstelle eine genaue Schätzung der theoretischen, unendlich genauen Nullstelle der Gleichung dar. Eine "ideale" Lösung wäre $f(x) = 0$. Allerdings ist auch ein Wert ungleich Null für $f(x)$ akzeptabel, da dieser aus angenäherten Werten mit 12-stelliger Genauigkeit resultiert.

Interpretation von Ergebnissen

`SOLVE` zeigt eine Lösung an:

- Wenn eine Näherung gefunden wurde, wobei $f(x) = 0$ (Abb. B-2a).
- Wenn eine Näherung gefunden wurde, wobei $f(x)$ ungleich 0 ist, die berechnete Nullstelle jedoch ein 12-stelliger Wert in der Nachbarschaft der Schnittstelle des Graphen mit der x -Achse ist (Abb. B-2b). Dies tritt dann ein, wenn die Endnäherungen Nachbarn sind. In den meisten Fällen wird $f(x)$ relativ nahe an 0 liegen.

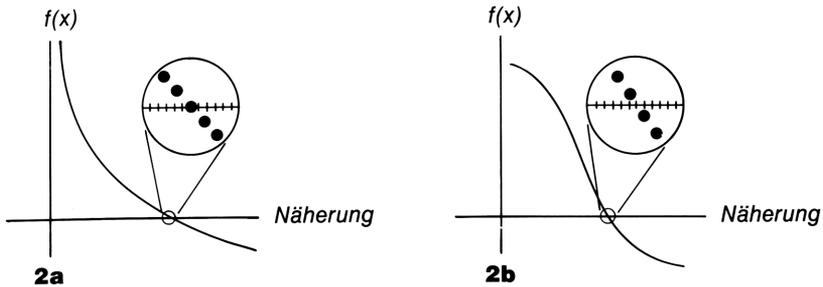


Abbildung B-2: Aufgefundene Nullstellen

Um zusätzliche Informationen über das Ergebnis zu erhalten, ist **LAST** zu drücken. Dies zeigt den Wert von $f(x)$ (linke Gleichungsseite minus rechter Gleichungsseite). Wenn $f(x) = 0$ oder sehr klein ist, so ist es sehr wahrscheinlich, daß **SOLVE** eine Lösung gefunden hat. Ist $f(x)$ relativ groß, dann müssen Sie das Ergebnis sorgfältig interpretieren.

Beispiel: Lösung mit einer Nullstelle. Ermitteln Sie die Lösung der Gleichung:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0$$

SOLVE Gleichung: $-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \times X + 8 = 0$

Tastensequenz:

0 **STO** X

10 **SOLVE**

LAST

Anzeige:

X=1,6506

-4,0000E-11

Beschreibung:

Berechnet x über
Näherungen 0 und 10.

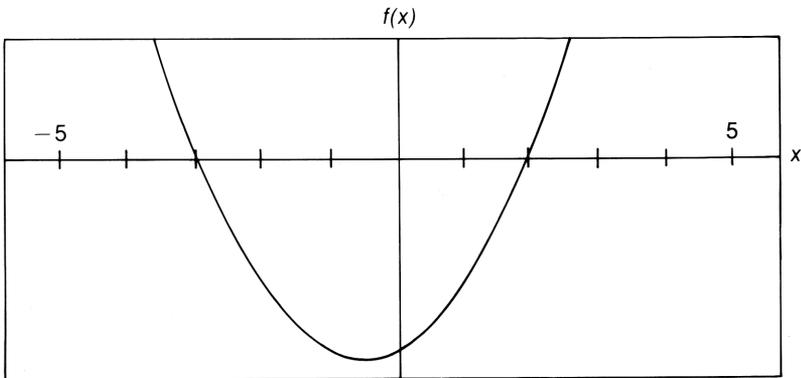
$f(x)$ ist *sehr* klein.

Beispiel: Eine Gleichung mit 2 Nullstellen. Ermitteln Sie die Nullstellen der Gleichung:

$$x^2 + x - 6 = 0$$

SOLVE Gleichung: $X^2 + X - 6 = 0$

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
0 [STO] X 10 [SOLVE]	X=2,0000	Berechnet positive Nullstelle über Näherungen 0 und 10.
[LAST] [SHOW]	0,000000000000	$f(x) = 0$.
0 [STO] X 10 [+/-] [SOLVE]	X=-3,0000	Berechnet negative Nullstellen über Näherungen 0 und -10.
[LAST] [SHOW]	0,000000000000	$f(x) = 0$.



$$f(x) = x^2 + x - 6$$

Bestimmte Fälle erfordern besondere Überlegungen:

- Besitzt der Graph einer Funktion eine Unstetigkeitsstelle, die die x-Achse überspringt, so wird von **[SOLVE]** ein an die Sprungstelle angrenzender Wert als Nullstelle angegeben (siehe Abb. B-3a). Hierbei kann $f(x)$ relativ groß sein.
- Werte von $f(x)$ können an der Stelle, wo der Graph sein Vorzeichen wechselt, auch gegen unendlich streben (siehe Abb. B-3b). Wenn der Funktionswert im Pol sein Vorzeichen wechselt, wird der zugehörige x -Wert als Nullstelle der Funktion aufgefaßt. Der Wert in **[LAST]** wird allerdings relativ groß sein. Ist der Pol ein x -Wert, der mit 12 Stellen *genau* dargestellt werden kann, dann benutzt **[SOLVE]** möglicherweise diesen Wert und bricht die Berechnung mit einer Fehlermeldung vorzeitig ab.

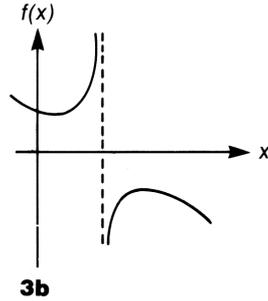
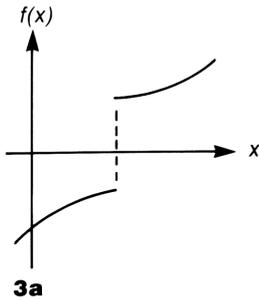


Abbildung B-3: Sonderfälle

Beispiel: Unstetige Funktion. Bestimmen Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$IP(x) - 1,5 = 0$$

SOLVE Gleichung: $IP(X) - 1,5 = 0$

Tastenfolge:

0 X
5

Anzeige:

X=2,0000

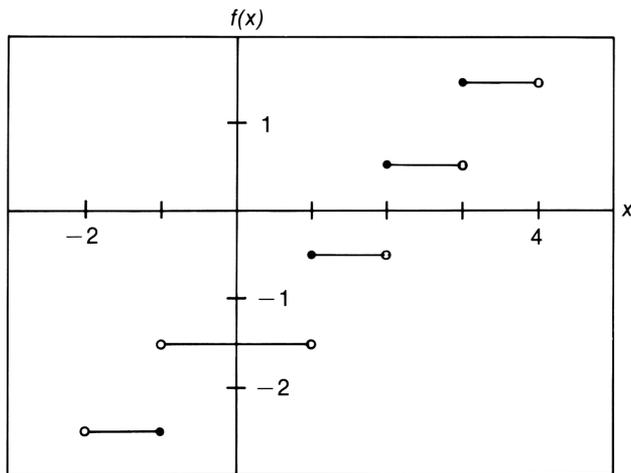
0,5000

Beschreibung:

ermittelt Nullstelle über Näherungen 0 und 5.

$f(x)$ ist relativ groß.

Beachten Sie den relativ großen Wert für $f(x)$. Es gibt keinen Wert von x , für welchen $f(x)$ gleich 0 ist. Allerdings findet **SOLVE** für $x=2,0000$ zwei benachbarte Werte von x , welche zu einem Vorzeichenwechsel für $f(x)$ führen.



$$f(x) = IP(x) - 1,5 = 0$$

Beispiel: Ein Pol. Bestimmen Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0$$

SOLVE Gleichung: $X \div (X^2 - 6) - 1 = 0$

Mit der Näherung von x an $\sqrt{6}$ wird $f(x)$ zu einem sehr großen positiven oder negativen Wert:

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

2,3 **STO** X

2,7 **SOLVE**

X=2,4495

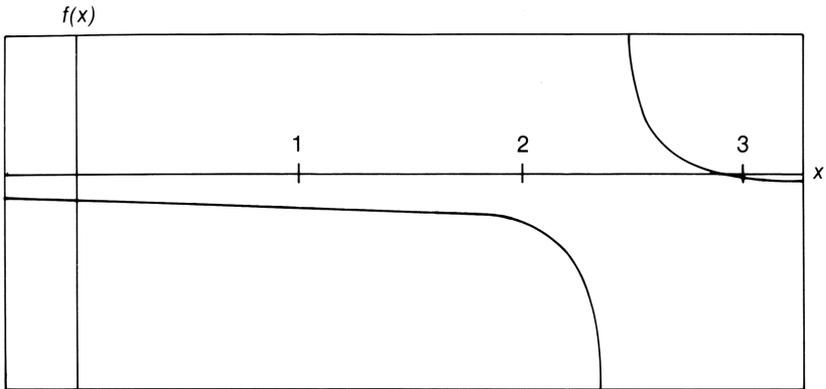
Berechnet die Nullstelle über Näherungen, die $\sqrt{6}$ eingrenzen.

LAST

81.649.658.092,0

$f(x)$ ist relativ groß.

Die Abbildung macht die Pole zwischen den beiden Endnäherungen deutlich. Die Anfangsnäherungen führten zu entgegengesetzten Vorzeichen für $f(x)$. **SOLVE** hat das Intervall zwischen den aufeinanderfolgenden Näherungen ständig verkleinert, bis zwei benachbarte Werte gefunden wurden—die Nullstellen -2 und 3 , welche über geeignete Anfangsnäherungen berechnet wurden.



$$f(x) = \frac{x}{x^2 - 6} - 1$$

Wenn **SOLVE** keine Lösung findet

Es kann vorkommen, daß **SOLVE** keine Nullstellen auffindet. Nachstehende Bedingungen führen zur Meldung NO ROOT FND:

- Die Suche kann bei einem lokalen Minimum/Maximum abgebrochen werden. Wenn der in LAST gespeicherte Wert nahe an 0 ist, liegt möglicherweise eine Nullstelle vor; der in der Unbekannten gespeicherte Wert kann eine 12-stellige Zahl sehr nahe der theoretischen Nullstelle sein.
- Die Suche kann abgebrochen werden, wenn **SOLVE** sich einer horizontalen Asymptoten nähert, wobei $f(x)$ im wesentlichen konstant für einen großen Bereich von x ist (siehe Abb. B-4b). LAST enthält den Wert der potentiellen Asymptoten.
- Die Suche kann sich auf einen "flachen" Bereich der Funktion konzentrieren (siehe Abb. B-4c). LAST enthält den Funktionswert in diesem Bereich.

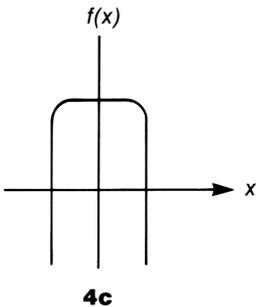
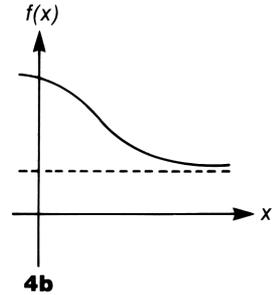
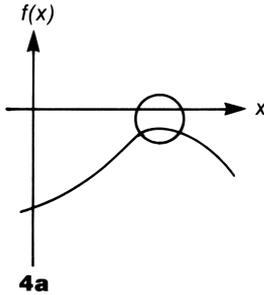


Abbildung B-4: Fälle, wo SOLVE keine Nullstelle findet

Zusätzlich zur NO ROOT FND Meldung kann SOLVE einen mathematischen Fehler anzeigen, wenn eine Näherung zu einer unzulässigen Operation führt (z.B. Division durch 0, Quadratwurzel einer negativen Zahl, usw.). Sie sollten daran denken, daß SOLVE Näherungen über einen weiten Bereich erzeugen kann. Sie können manchmal Situationen, die zu mathematischen Fehlern führen, vermeiden, indem Sie sehr gute Anfangsnäherungen vorgeben. Zeigt SOLVE eine mathematisch bedingte Fehlermeldung, so drücken Sie RCL *unbekannte Variable* zur Anzeige des fehlerverursachenden Wertes.

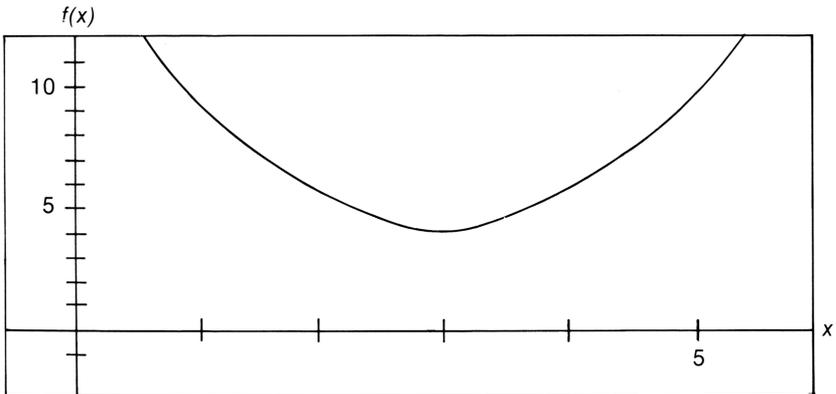
Beispiel: Ein relatives Minimum. Berechnen Sie die Nullstelle der Gleichung:

$$x^2 - 6x + 13 = 0$$

SOLVE Gleichung: $x^2 - 6x + 13 = 0$

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
0 <input type="button" value="STO"/> X 10 <input type="button" value="SOLVE"/>	NO ROOT FND	Suche erfolglos mit Näherungen 0 und 10.
<input type="button" value="C"/>	3,0000	Zeigt letzte Näherung für x an.
<input type="button" value="LAST"/>	4,0000	Wert von $f(x)$ bei $x = 3$.

Es handelt sich um eine Parabel mit einem Minimum bei (3,4). Sie können den groben Kurvenverlauf durch Auswerten von $f(x)$ unter Verwendung mehrerer Werte von x in der Umgebung von $x = 3$ erhalten. (Zur Auswertung von $f(x)$ ist die Gleichung in den Ausdruck $x^2 - 6x + 13$ umzuformen und anschließend mit der Wert des Ausdrucks für mehrere x -Werte zu berechnen.)



$$f(x) = x^2 - 6x + 13$$

Beispiel: Asymptote. Ermitteln Sie die Nullstelle für die Gleichung:

$$10 - \frac{1}{x} = 0$$

SOLVE Gleichung: $10 - \text{INV}(X) = 0$

Tastensequenz:

,005 X
5

Anzeige:

$x = 0,1000$

Beschreibung:

Berechnet x über Näherungen ,005 und 5.

0,000000000000

$f(x) = 0$.

Beachten Sie die Auswirkung bei negativen Anfangswerten:

1 X
2

NO ROOT FND

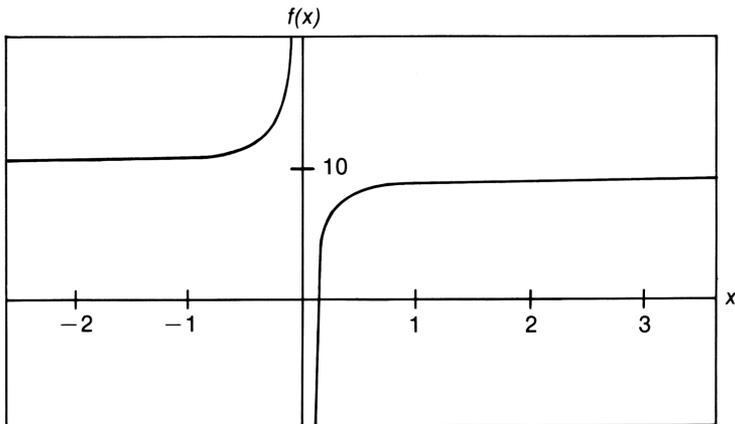
-46.666.666.692,1

Zeigt letzte Näherung für x an.

10,0000

$f(x)$ für letzte Näherung.

Der Graph verdeutlicht, daß $f(x)$ sich mit zunehmendem negativen x dem Wert 10 nähert.



$f(x) = 10 - \text{INV}(x)$

Beispiel: Mathematisch bedingter Fehler. Ermitteln Sie die Nullstelle von:

$$\sqrt{\frac{x}{x + ,3}} - 0,5 = 0$$

SOLVE Gleichung: $\text{SQRT}(X \div (X + 0,3)) - 0,5 = 0$

Tastensequenz:

Anzeige:

Beschreibung:

Versuchen Sie zuerst, eine positive Nullstelle zu finden.

0 $\boxed{\text{STO}}$ X

10 $\boxed{\text{SOLVE}}$

X=0,1000

Berechnet Nullstelle über Näherungen 0 und 10.

Versuchen Sie nun, eine negative Nullstelle über die Näherungen 0 und -10 zu finden.

0 $\boxed{\text{STO}}$ X

10 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{SOLVE}}$

SQRT(NEG)

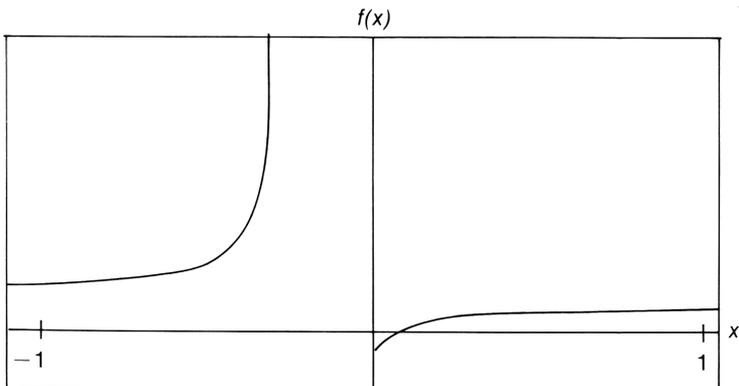
Mathematisch bedingter Fehler.

$\boxed{\text{RCL}}$ X

X=-0,2381

Zeigt die Endnäherung von x an.

Die Funktion ist für die Werte von x zwischen 0 und -0,3 nicht definiert, da diese Werte zu einer negativen Wurzel führen.



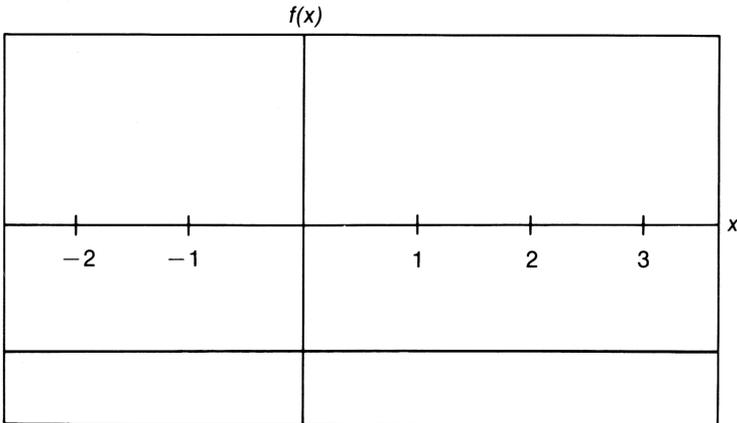
$$f(x) = \sqrt{\frac{x}{x + 0,3}} - 0,5$$

Beispiel: Lokaler "flacher" Bereich. Ermitteln Sie die Nullstelle von:

$$x - 1 \times 10^{100} = 0$$

SOLVE Gleichung: X-1E100=0

Tastensequenz:	Anzeige:	Beschreibung:
1 $\boxed{\text{STO}}$ X		
2 $\boxed{\text{SOLVE}}$	NO ROOT FND	Über die Näherungen 1 und 2 wurde keine Nullstelle gefunden.
$\boxed{\text{C}}$	2,0000	Zeigt Endnäherung für x an.
$\boxed{\text{LAST}}$	-1,0000E100	Wert von $f(x)$ bei $x=2$.
1 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{STO}}$ X		
2 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{SOLVE}}$	NO ROOT FND	Keine Nullstelle gefunden.
$\boxed{\text{C}}$	-2,0000	Endnäherung und $f(x)$.
$\boxed{\text{LAST}}$	-1,0000E100	



$$f(x) = x - 1 \times 10^{100}$$

Beispiel: Verwenden guter Anfangsnäherungen. Ermitteln Sie die Nullstelle von:

$$\sqrt{x + \ln x} - 0,5 = 0$$

SOLVE Gleichung: $\text{SQRT}(X+\text{LN}(X))-,5=0$

Beachten Sie, daß x größer als 0 sein muß, um einen Fehler durch die LN Funktion zu vermeiden.

Tastenfolge:

Anzeige:

Beschreibung:

Versuchen Sie eine positive Nullstelle über die Näherungen 1 und 5 zu finden.

1 $\boxed{\text{STO}}$ X

5 $\boxed{\text{SOLVE}}$

LOG<NEG>

Mathematisch bedingter Fehler.

$\boxed{\text{RCL}}$ X

X=-0,2732

$\boxed{\text{SOLVE}}$ konnte zwischen 1 und 5 keine Nullstelle finden und versuchte negatives x .

Nun das Verwenden sehr guter Anfangsnäherungen:

,6 $\boxed{\text{STO}}$ X

,7 $\boxed{\text{SOLVE}}$

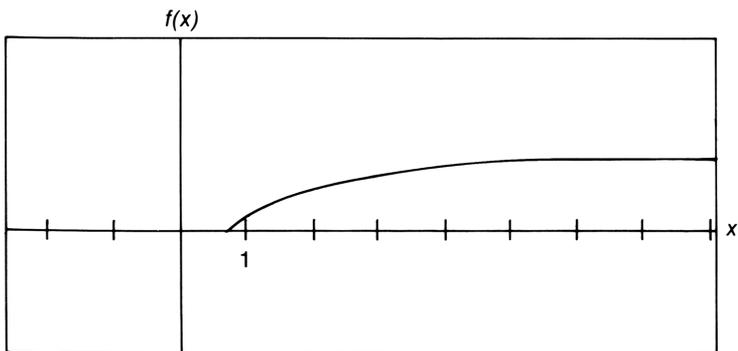
X=0,6622

$\boxed{\text{SOLVE}}$ kann eine Nullstelle auffinden.

$\boxed{\text{LAST}}$

-1,0000E-12

$f(x)$ ist sehr klein.



$$f(x) = \sqrt{x + \ln x} - 0,5$$

Rundungsfehler und Unterlauf

Rundungsfehler. Die begrenzte (12-stellige) Genauigkeit des Rechners kann "Rundungsfehler" verursachen, welche nachteilig eine iterative Lösung beeinflussen. Die Gleichung:

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

hat z.B. keine Nullstelle, da die linke Seite immer positiv ist. Allerdings gibt `SOLVE` als Ergebnis 2,0000 für die Anfangsnäherungen 1 und 2 zurück—was auf Rundungsfehler zurückzuführen ist.

Rundungsfehler können `SOLVE` auch dazu veranlassen, keine Nullstelle zu finden. Die Gleichung:

$$\text{ABS}(x^2 - 7) = 0$$

hat eine Nullstelle bei $\sqrt{7}$. Allerdings kann $\sqrt{7}$ mit 12-stelliger Genauigkeit *nicht genau* dargestellt werden. Außerdem wechselt die Funktion nie das Vorzeichen. `SOLVE` gibt daher die Meldung `NO ROOT FND` zurück.

Unterlauf. Ein Bereichsunterlauf kann ebenfalls die Ergebnisse von `SOLVE` beeinflussen. Betrachten Sie z.B. die Gleichung:

$$\frac{1}{x^2} = 0$$

Die Nullstelle dieser Gleichung ist nicht definiert. Aufgrund eines Bereichsunterlaufs gibt `SOLVE` einen sehr großen Wert als Nullstelle zurück.

Vom Rechner verwendete Gleichungen

Allgemeine Funktionen

$$C_{n,r} = \frac{n!}{r! (n-r)!} \quad P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$$

$$x = r \cos \theta \quad y = r \sin \theta$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \tan \theta = \frac{y}{x} \quad -180 < \theta \leq 180^\circ$$

$$\%CHG = \frac{Zahl_2 - Zahl_1}{Zahl_1} \times 100$$

Statistikfunktionen

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

$$\bar{xw} = \frac{\sum y_i x_i}{\sum y_i}$$

$$sx = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad sy = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$m = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x}$$

Meldungen

ALL VARS=0

Alle Variablen sind gleich 0.

CALCULATING

Der HP-22S führt eine Berechnung durch.

DIVIDE BY 0

Versuch, durch Null zu dividieren.

INPUT 2 NUMS

Versuch, eine zweiwertige Funktion auszuführen, wobei nicht beide Argumente eingegeben wurden.

INTERRUPTED

Eine **EVAL** oder **SOLVE** Berechnung wurde unterbrochen.

INVALID DATA

Eingabefehler:

- Versuch, Kombination oder Permutation mit $r > n$ oder mit gebrochenem r oder n auszuführen.
- Versuch, eine trigonometrische oder hyperbolische Funktion mit einem unzulässigen Argument auszuführen.
- **EVAL** erzeugte einen Wert größer als $\pm 1E500$.

INVALID EQN

Während der Gleichungseingabe trat ein Syntaxfehler auf. (Siehe "Syntax von Gleichungen" auf Seite 78.)

INVALID n!

Versuch, Fakultät einer negativen oder gebrochenen Zahl zu berechnen.

INVALID Y^x

Unzulässige Anwendung der Potenzfunktion:

- Versuch, 0 zur 0. oder einer negativen Potenz zu erheben.
- Versuch, negative Zahl mit einer gebrochenen Zahl zur Potenz zu erheben.

LIBRARY EQN

Versuch, Gleichungsbibliothek zu modifizieren.

LOG(0)

Versuch, dekadischen oder natürlichen Logarithmus von 0 zu nehmen.

LOG(NEG)

Versuch, dekadischen oder natürlichen Logarithmus von einer negativen Zahl zu nehmen.

MEMORY CLEAR

Der gesamte Speicherbereich wurde gelöscht (siehe Seite 28 und 146).

MEMORY FULL

Es ist nicht genügend Speicherplatz vorhanden, die vorgesehene Operation auszuführen.

NO ROOT FND

SOLVE kann die Gleichung über die gegebenen Näherungen nicht lösen (siehe Seite 87).

NO STAT DATA

Versuch, Statistikberechnung ohne gespeicherte Statistikdaten auszuführen (siehe "Eingeben von Statistikdaten" auf Seite 60).

NO VARS USED

Versuch, **SOLVE** Berechnung mit einer Gleichung auszuführen, welche über keine Variablen verfügt.

Funktionsindex

Funktion	Tastenfolge und Beschreibung	Seite
+/-	 Vorzeichenwechsel.	14
■	Umschalttaste. Aktiviert umgeschaltete Funktionen (Zweitfunktionen, mit blauer Beschriftung).	16
. (Punkt)	 Spezifiziert Punkt als Dezimalzeichen.	25
, (Komma)	 Spezifiziert Komma als Dezimalzeichen.	25
: (Doppel- punkt)	 In Gleichungen verwendet, um Argumente zweiwertiger Funktionen zu trennen.	73
◀	 Rückschritt-Taste; bei Zahleneingabe wird zuletzt eingetippte Ziffer gelöscht; ansonsten wird Anzeigehalt gelöscht.	15
▲	 Zeigt vorherigen Listeneintrag.	74
▼	 Zeigt nächsten Listeneintrag.	74
$1/x$	 Kehrwert.	43
10^x	 Dekadische Exponentialfunktion (10, potenziert mit der angezeigten Zahl).	42

Funktion	Tastenfolge und Beschreibung	Seite
%	■ [%] Dividiert angezeigte Zahl n durch 100 (n ■ [%], $n_1 \times n$ ■ [%], $n_1 \div n$ ■ [%]) oder berechnet $n\%$ von n_1 ($n_1 + n$ ■ [%], $n_1 - n$ ■ [%]).	43
%CHG	■ [%CHG] Prozentuale Differenz zwischen n_1 und n_2 , eingegeben als n_1 [INPUT] n_2 .	44
π	■ [π] Zeigt π (3,14159265359) im momentanen Anzeigeformat.	44
$\Sigma+$	[Σ+] Akkumuliert x - und y -Werte in Statistikregister.	60
$\Sigma-$	[Σ-] Löscht x - und y -Werte aus den Statistikregistern.	61
Σx	[STAT] {Σ} {x} Summe der x Statistikdaten.	62
Σx^2	[STAT] {Σ} {x ² } Summe der Quadrate der x Statistikdaten.	62
Σxy	[STAT] {Σ} {xy} Summe der Produkte von $x \times y$ für Statistikdaten.	62
Σy	[STAT] {Σ} {y} Summe der y Statistikdaten.	62
Σy^2	[STAT] {Σ} {y ² } Summe der Quadrate der y Statistikdaten.	62
ABS	■ [PARTS] {ABS} Absolutbetrag.	52
ACOS	■ [ACOS] Arcuscosinus.	45
ACOSH	■ [HYP] ■ [ACOS] Arcuscosinus hyperbolicus.	51
ALL	■ [DISP] {ALL} Zeigt alle Ziffern ungleich 0 an.	25
ANGLE	■ [ANGLE] Koordinatenkonvertierung; speichert/berechnet θ von Polarkoordinaten.	48

Funktion	Tastenfolge und Beschreibung	Seite
ASIN	[ASIN] Arcussinus.	45
ASINH	[HYP] [ASIN] Arcussinus hyperbolicus	51
ATAN	[ATAN] Arcustangens.	45
ATANH	[HYP] [ATAN] Arcustangens hyperbolicus	51
b	[STAT] {L,R,} {b} y-Achsenabschnitt bei linearer Regression.	63
BASE	[BASE] Zeigt das Menü zum Umrechnen zwischen Zahlensystemen.	54
BN	[BASE] {BN} Spezifiziert Binär-Modus (Basis 2)	54
→°C	[UNITS] {TMP} {→°C} Konvertiert Fahrenheit in Celsius.	53
Löschen/ Aufheben	[C] Löscht momentanen Anzeigehalt; hebt momentanes Menü auf.	15
Lösche Σ	[CLEAR] {Σ} Löscht Inhalt der Statistikregister.	62
Lösche alles	[CLEAR] {ALL} Löscht alle gespeicherten Daten und Gleichungen.	28
Lösche EQ	[CLEAR] {EQ} Löscht alle Gleichungen in der Gleichungsliste.	28
Lösche VAR	[CLEAR] {VAR} Löscht Variablen A bis Z.	40
→CM	[UNITS] {L} {→CM} Konvertiert Inches in Zentimeter.	53
Cn,r	[PROB] {Cn,r} Kombinationen mit r Elementen aus Gesamtheit von n Objekten.	50
COS	[COS] Cosinus	45
COSH	[HYP] [COS] Cosinus hyperbolicus.	51

Funktion	Tastensequenz und Beschreibung	Seite
DEC	<input type="checkbox"/> [BASE] {DEC} Spezifiziert Dezimal-Modus (Basis 10).	54
D↔RAD	<input type="checkbox"/> [D↔RAD] Zeigt Grad/Bogenmaß Konvertierungsmenü an.	46
→DEG	<input type="checkbox"/> [D↔RAD] {→DEG} Konvertiert Bogenmaß in Grad.	46
DG	<input type="checkbox"/> [MODES] {DG} Spezifiziert Grad als Winkelmodus.	45
DISP	<input type="checkbox"/> [DISP] Zeigt Menü zum Ändern des Anzeigeformats an.	23
E	<input type="checkbox"/> [E] Beginnt Eingabe für Exponent.	25
EDIT	<input type="checkbox"/> [EDIT] Schaltet in Ediermodus für angezeigte Gleichung um.	74
EN	<input type="checkbox"/> [DISP] {EN} Wählt technisches Anzeigeformat.	24
EQUATIONS	<input type="checkbox"/> [EQUATIONS] Zeigt Gleichungsliste an.	72
EVAL	<input type="checkbox"/> [EVAL] Wertet momentane Gleichung aus.	75
e ^x	<input type="checkbox"/> [e^x] Natürliche Exponentialfunktion. Potenziert e mit der angezeigten Zahl.	42
→°F	<input type="checkbox"/> [UNITS] {TMP} {→°F} Konvertiert Celsius in Fahrenheit.	53
FP	<input type="checkbox"/> [PARTS] {FP} Dezimalteil einer Zahl.	52
FX	<input type="checkbox"/> [DISP] {FX} Wählt FIX Modus; erlaubt Spezifizieren von Festkommaformat.	23
→GAL	<input type="checkbox"/> [UNITS] {VOL} {→GAL} Konvertiert Liter in Gallonen.	53
GR	<input type="checkbox"/> [MODES] {GR} Spezifiziert Neugrad als Winkelmodus.	45

Funktion	Tastensequenz und Beschreibung	Seite
→HMS	■ [H↔HMS] {→HMS} Konvertiert Dezimalstunden (-Grad) in H.MMSS (D.MMSS) Format.	46
H↔HMS	■ [H↔HMS] Zeigt Menü für Dezimalstunden/Stunden-Minuten-Sekunden Konvertierung.	46
→HR	■ [H↔HMS] {→HR} Konvertiert H.MMSS (D.MMSS) in Dezimalstunden.	46
HX	■ [BASE] {HX} Spezifiziert Hexadezimal-Modus (Basis 16).	54
→IN	■ [UNITS] {L} {→IN} Konvertiert Zentimeter in Inches.	53
INPUT	[INPUT] Trennt Zahlenwerte für zweiwertige Funktionen; gibt Gleichung ein; Eingabe von Variablenwerten während [EVAL] und [SOLVE] .	21
IP	■ [PARTS] {IP} Vorkommateil Teil einer Zahl.	52
→KG	■ [UNITS] {M} {→KG} Konvertiert Pounds in Kilogramm.	53
LAST	■ [LAST] Zeigt vorheriges Ergebnis an.	36
→LB	■ [UNITS] {M} {→LB} Konvertiert Kilogramm in Pounds.	53
LIBRARY	■ [LIBRARY] Zeigt die Gleichungsbibliothek an.	91
→LTR	■ [UNITS] {VOL} {→LTR} Konvertiert Gallonen in Liter.	53
LN	[LN] Natürlicher Logarithmus.	42
LOG	■ [LOG] Dekadischer Logarithmus (Basis 10).	42
m	[STAT] {L.R.} {m} Steigung der durch lineare Regression berechneten Geraden.	63

Funktion	Tastenfolge und Beschreibung	Seite
MEM	■ MEM Zeigt freien Speicherbereich an, Zugriff auf Variablenkatalog.	27
MODES	■ MODES Zeigt Menü zum Ändern des Winkelmodus und des Dezimalzeichens an.	18
n	STAT { Σ } {n} Anzahl von x- oder x,y-Elementen, akkumuliert im Statistikregister.	62
n!	■ PROB {n!} Fakultät.	51
OC	■ BASE {OC} Spezifiziert Oktal-Modus (Basis 8).	54
OFF	■ OFF Schaltet Rechner aus.	12
PARTS	■ PARTS Zeigt Menü zur Modifikation von Zahlenteilen an.	52
Pn,r	■ PROB {Pn,r} Permutationen mit r Elementen aus Gesamtheit von n Objekten.	50
PROB	■ PROB Zeigt Menü der Wahrscheinlichkeitsfunktionen an.	50
r	STAT {L.R.} {r} Korrelationskoeffizient der x,y Statistikdaten.	63
→RAD	■ D↔RAD {→RAD} Konvertiert Dezimalgrad in Bogenmaß.	46
RADIUS	■ RADIUS Koordinatenkonvertierung; speichert/berechnet r von Polarkoordinaten.	48
RCL	RCL Ruft Variablen A bis Z oder Inhalt von Polar/Rechteckskoordinaten-Konvertierungsregister an.	37
RD	■ MODES {RD} Spezifiziert Bogenmaß als Winkelmodus.	45
RN	■ PARTS {RN} Rundet die angezeigte Zahl entsprechend dem momentan spezifizierten Anzeigeformat.	52

Funktion	Tastenfolge und Beschreibung	Seite
SC	■ [DISP] {SC} Spezifiziert wissenschaftliches Anzeigeformat.	23
SHOW	■ [SHOW] Temporäre Anzeige aller 12 Stellen einer Zahl.	26
SIN	[SIN] Sinus.	45
SINH	■ [HYP] [SIN] Sinus hyperbolicus.	51
SOLVE	■ [SOLVE] Löst die momentane Gleichung nach beliebiger Variablen.	77
STAT	[STAT] Zeigt Menü für Statistikfunktionen an.	62
STO	[STO] <i>variable</i> Speichert angezeigte Zahl in spezifizierter Variable oder Polar/Rechteckskordinaten-Konvertierungsregister.	37
STO +	[STO] [+] <i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> + angezeigte Zahl in <i>Variable</i> .	39
STO –	[STO] [–] <i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> – angezeigte Zahl in <i>Variable</i> .	39
STO ×	[STO] [×] <i>Variable</i> Speichert <i>Variable</i> × angezeigte Zahl in <i>Variable</i> .	39
STO ÷	[STO] [÷] <i>variable</i> Speichert <i>Variable</i> ÷ angezeigte Zahl in <i>Variable</i> .	39
SWAP	■ [SWAP] Tauscht Zahlen, die durch Operator oder Doppelpunkt getrennt sind, aus.	36
sx	[STAT] {s} {sx} Standardabweichung der x Statistikdaten.	63
sy	[STAT] {s} {sy} Standardabweichung der y Statistikdaten.	63
TAN	[TAN] Tangens.	45
TANH	■ [HYP] [TAN] Tangens hyperbolicus.	51

Funktion	Tastensequenz und Beschreibung	Seite
VARS Katalog	■ MEM {VARS} Zeigt Variablenkatalog an.	40
x^2	■ x² Quadrat bilden.	42
\sqrt{x}	√x Quadratwurzel ziehen.	42
\bar{x}	STAT { \bar{x} , \bar{y} } { \bar{x} } Mittelwert der x Statistikdaten.	63
\hat{x}	STAT {L.R.} { \hat{x} } Berechnet eine Näherung von x für angezeigtes y unter Verwendung von linearer Regression und x,y-Statistikdaten.	63
xCOORD	■ xCOORD Koordinatenkonvertierung; speichert/berechnet x-Koordinate.	48
\bar{x}_w	STAT { \bar{x} , \bar{y} } { \bar{x}_w } Gewogenes Mittel der x Statistikdaten, gewichtet entsprechend der y-Werte.	63
\bar{y}	STAT { \bar{x} , \bar{y} } { \bar{y} } Mittelwert der y Statistikdaten.	63
\hat{y}	STAT {L.R.} { \hat{y} } Berechnet eine Näherung von y für angezeigtes x unter Verwendung linearer Regression und der x,y-Statistikdaten.	63
yCOORD	■ yCOORD Koordinatenkonvertierung; speichert/berechnet y-Koordinate.	48
y^x	y^x Potenzfunktion.	32

Index

Fettgedruckte Seitenangaben kennzeichnen einen primären Eintrag, Seitenangaben in normaler Druckweise kennzeichnen einen sekundären Eintrag.

Sonderzeichen

- $\boxed{+/-}$, 14
- $\boxed{=}$, 13
- \blacksquare , 16
- $\{ . \}$, 25
- $\{ , \}$, 25
- $\blacksquare \boxed{.}$, zur Antwort auf Eingabeaufforderungen, 76
- $\boxed{\blacktriangledown}$, 15
- $\blacksquare \boxed{\blacktriangle}$, Zum Wählen von Gleichungen, 74
- $\boxed{\blacktriangledown}$, Zum Wählen von Gleichungen, 74
- ← Indikator, 74
- Indikator, 74
- \blacktriangledown , 17
- $\boxed{1/x}$, 42
- $\blacksquare \boxed{10^x}$, 42
- Zweierkomplement, 56
- $\boxed{\%}$, 43
- %CHG, Gleichung für, 171
- $\boxed{\%CHG}$, 44
- $\boxed{\sqrt{x}}$, 42
- °C Funktion, 83
- °F Funktion, 83
- $\blacksquare \boxed{\pi}$, 44
- π Funktion, in Gleichungen, 81
- $\{\Sigma\}$, 62, 68
- $\boxed{\Sigma+}$, 60–61
- $\boxed{\Sigma-}$, 61

- Σ_x Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 62, 68
 - in Gleichungen, 82
- Σ_{xy} Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 62, 68
 - in Gleichungen, 82
- Σ_{x^2} Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 62, 68
 - in Gleichungen, 82
- Σ_y Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 62, 68
 - in Gleichungen, 82
- Σ_{y^2} Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 62, 68
 - in Gleichungen, 83
- θ , 48–50
- θ Funktion, in Gleichungen, 82

A

- A..Z** Indikator, 37
- $\{ABS\}$, 52
- ABS Funktion
 - bei manuellen Berechnungen, 52
 - in Gleichungen, 80

■ **[ACOS]**, 45
Absolutbetrag, 52
Achtungs-Indikator, 28
ACOS Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 80
ACOSH Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 51
 in Gleichungen, 80
Algebraische Ausdrücke, auswerten,
 75–76
ALL VARS=0, 173
{ALL}, 25
Alle Stellen einer Zahl ansehen, 26
ALOG Funktion, 80
Anfangsnäherungen für **[SOLVE]**
 Eingabe von, 77, 88
 Gründe für, 87
 verwendetes Beispiel, 88–89, 169
Anfangsnäherungen, 87–89
■ **[ANGLE]**, 48–50
Anhalten von **[SOLVE]**, 89
Anzahl von Statistikdaten, 62
Anzeige
 Löschen, 15
 Meldungen. *Siehe* Meldungen
 Modus, 22–25
 Kontrast, 12
Anzeigecontrast, 12
Arcuscosinus Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 80
Arcussinus Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 80
Arcustangens Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 80
Argumente von Funktionen, 41
Arithmetik
 dezimal, (Basis 10), 12–13, 32–37
 nicht-dezimal, 58
■ **[ASIN]**, 45
ASIN Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45

 in Gleichungen, 80
ASINH Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 51
 in Gleichungen, 80
Asymptote einer Funktion, 165–166
■ **[ATAN]**, 45
ATAN Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 80
ATANH Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 51
 in Gleichungen, 81
Ausdrücke, Auswerten, 75–76
Auswerten von Gleichungen, 70–90

B

{b}, 63, 65
b Funktion, in Gleichungen, 82
Barwert, 109
■ **[BASE]**, 18, 54
Basis-Modus
 Arithmetik in, 58–59
 Wechsel des, 54
Batterie-Indikator, 12
Batterien
 Einsetzen, 143–144
 Erwartete Lebensdauer, 142
Benennungen
 Ansehen, 26
 Nachsehen bei **[EVAL]** und **[SOLVE]**
 Eingabeaufforderungen, 77
Berechnungen
 arithmetische, 12–13, 32–37
 Ketten-, 13
 Zwischenergebnisse in, 33
Bewegung, Gleichungen von, 88,
 94–96
Bewegungsablauf eines Projektils,
 126–129
■ **BIN** Indikator, 54
Binäre Basis, 54–55
Binärzahlen
 Ansehen, 54
 Bereich von, 57

{BN}, 54
Bogenmaß-Modus, 45
Buchstaben A bis Z, 37
Buchstabentasten, 20

C

C
Aufheben von Menüs, 15, 20
Löschen der Anzeige, 15
Zum Anhalten von **SOLVE**, 89
{ $\rightarrow^{\circ}C$ }, 53
 $^{\circ}C$ Funktion, 83
CALCULATING, 173
Cashflow Diagramme, 110–111
Celsius nach Fahrenheit, 53
CHG Funktion, 81
CLEAR
Anzeige des CLEAR Menüs, 18, 28
Löschen von Gleichungen, 74
{ $\rightarrow CM$ }, 53
CM Funktion, 83
{ Cn,r }, 50. *Siehe auch*
Kombinationen
COMB Funktion, 81
COS Funktion
COS, 45
bei manuellen Berechnungen, 45
in Gleichungen, 81
COSH Funktion
bei manuellen Berechnungen, 51
in Gleichungen, 81
Cosinussatz, 117, 119
Coulombsches Gesetz, 98–99
Cursor, 15

D

Darlehensberechnung, 111–112
Darstellung von Zahlen, 56
{DEC}, 54
{ $\rightarrow DEG$ }, 46–47
DEG Funktion, in Gleichungen, 81
Dekadischer Logarithmus, 42
Dezimalstellen, fest, 23

Dezimalsystem, Wechsel aus, 54–55
{DG}, 45
Dichte eines Gases, 101
Differentialgleichung 1. Ordnung,
106–107
DISP, 16–17, 18, 23–25
DISP Menü, 16–17, 23–25
DIVIDE BY 0, 173
D \leftrightarrow RAD, 18, 46–47
Druck in Flüssigkeiten, 102–103
Durchschnitt (Mittelwert), 63–64

E

E
E, 25
EDIT, 72, 74
Effektivzinssatz, 132–134
Ein- und Ausschalten des Rechners,
12
Einfaches Pendel, 29–31
Eingabe von Gleichungen, 73
Eingabeaufforderungen
Anzeigen, 75, 77
Beantworten, 75, 76–77
Einheiten-Konvertierungsfunktionen
bei manuellen Berechnungen, 53
in Gleichungen, 83, 86
Einsetzen der Batterien, 143–144
Einwertige Funktionen, 21, 41
Elektrostatische Kraft, 98–99
{EN}, 24
Endwert, 109
Energie, kinetische, 97
Entfernung zwischen 2 Orten,
131–132
EQUATIONS, 72
 y^x , 32
YCOORD, 48–50
EVAL
Auswertung von Ausdrücken,
75–76
Einführung von, 29–30
Kriterien für Anwendung von, 75
Verwendung, 70–90

EXP Funktion, 81
Exponent
 Eingeben von, 25
 in Gleichungen, 78
Exponentialfunktionen, 42
Exponentielles Modell, 122–123
E~~X~~P Benennung, 75
 e^x , 42

F

{ $\rightarrow^{\circ} F$ }, 53
 $\circ F$ Funktion, 83
 $f(x)$, Definition, 155–157
FACT Funktion, 81
Fahrenheit nach Celsius, 53
Fakultät
 bei manuellen Berechnungen, 51
 in Gleichungen, 81
Fehlermeldungen. *Siehe* Meldungen
Finanzmathematische Berechnungen,
 109–112, 134–138
FIX Format, 23
Flacher Bereich von Funktionen, 168
Fläche eines Polygons, 84
Format von Zahlen, 22–25
FP, 52
FP Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 52
 in Gleichungen, 81
Freie Energie, 102
Freier Fall, 96
Freier Speicherbereich, 27
Funktion, Definition, 155–156
Funktionen, Argumente von, 42
Funktionen
 Eintippen in Gleichungen, 73
 in Gleichungen, 78, 79–86
 in Menüs, 16–20
 mathematische, 21, 41–52
{ $F \times$ }, 23

G

{ \rightarrow GAL}, 53

GAL Funktion, 83
Gallonen nach Liter, 53
Gas, nicht-ideal, 123–124
Gewogenes Mittel
 bei manuellen Berechnungen, 68
 Eingeben von Daten, 61
 Gleichungen für, 172
 in Gleichungen, 83
Gewährleistung, 151–153
Gibbs freie Energie, 102
Gleichungen
 Ansehen, 74
 Aufforderung für Variablen, 75
 Eingeben, 73
 Funktionen in, 79–86
 Länge von, 78
 Löschen, 28, 74
 Modifizieren, 74
 Speicheranforderungen, 145
 Syntax von, 78
 Wählen von, 74
Gleichungen für Bewegungsabläufe,
 88, 94–96
Gleichungsbibliothek, 91–112
Gleichungsbibliothek, Berechnungen
 mit, 91
{GR}, 45
Grad nach Radianten, 46–47
Grad-Modus (Altgrad), 45
Gravitationskraft, 98–99

H

HEX Indikator, 54
Hexadezimale Basis, 54–55
Hexadezimale Zahlen, Bereich von,
 57
 \blacksquare {H \leftrightarrow HMS}, 18, 46–47
{ \rightarrow HMS}, 46–47
HMS Funktion, 81
HMS nach Stunden (dezimal), 46–47
{ \rightarrow HR}, 46–47
HR Funktion, in Gleichungen, 81
{ $H \times$ }, 54

Hyperbolische Funktionen, 51
Hypothekenberechnungen, 134–137

I

$\{\rightarrow IN\}$, 53
IN Funktion, 83
Inches nach Zentimeter, 53
Indikatoren, 15
INPUT
Einführung von, 21
zur Eingabe von Gleichungen, 73
zur Eingabe von x, y Daten, 61
INPUT 2 NUMS, 173
INTEGER Funktion
bei manuellen Berechnungen, 52
in Gleichungen, 81
INTERRUPTED, 89, 173
INV Funktion, 81
INVALID DATA, 173
INVALID $n!$, 174
Inverse hyperbolische Funktionen, 51
 $\{IP\}$, 52
IP Funktion
bei manuellen Berechnungen, 52
in Gleichungen, 81
Iteratives Suchen von **SOLVE**, 87, 89

J, K

Joulesches Gesetz, 99–100
Kehrwert, 42
Kettenlinie, Gleichungen für, 129–131
Kettenrechnungen, 13, 33–35
 $\{\rightarrow KG\}$, 53
KG Funktion, 83
Kilogramm nach Pounds, 53
Kinetische Energie, 97
Klammern, 34–35
Kombinationen
bei manuellen Berechnungen, 50
Gleichungen für, 171
in Gleichungen, 81
Komma als Dezimalzeichen, 25
Konvertieren von Winkel und
Stunden, 46–47

Konvertierung von Massen, 53
Konvertierungen
Altgrad/Radian (Bogenmaß),
46–47
Einheiten, 53
Polar/Rechtecksnotation, 48–50
Stunden (dezimal)/HMS, 46–47
Zinssatz, 132–134
Koordinatenkonvertierungen
bei manuellen Berechnungen,
48–50
Gleichungen für, 171
in Gleichungen, 81, 82
Korrelationskoeffizient
bei manuellen Berechnungen, 63,
65
Gleichungen für, 172
in Gleichungen, 82
Korrigieren von Statistikdaten, 61
Kovarianz, 120–121
Kraft, Gleichungen für, 98–99
Kugeloberfläche, 44
Kurvenverlauf eines Projektils,
126–129
 $\{L\}$, 53
 $\{L.R.\}$, 63
Lange Gleichungen, durchsehen, 74
LAST
bei manuellen Berechnungen, 36
in **SOLVE**, 160, 163
Laufende Verzinsung, 132–134
 $\{\rightarrow LB\}$, 53
LB Funktion, 83
LIBRARY EQN 174
Abbildungsgleichung von Linsen,
104–105
Beugung von Licht, 106
Differentialgleichung, 106–107
Druck in Flüssigkeiten, 102–103
Elektrostatische Kraft, 98–99
Finanzmathematik (TVM) 109–112,
134–138
Freie Energie, 102
Gleichungen von
Bewegungsabläufen, 94–96
Gravitation, 98–99

Joulesches Gesetz, 99–100
Kinetische Energie, 97
Kraft zwischen 2 Objekten, 98–99
Länge einer Strecke, 92–93
Länge eines Vektors, 92–93
Optik, 104–106
Quadratische Gleichung (Wurzeln),
93–94
Quadratischer Mittelwert, 108
Radioaktiver Zerfall, 103–104
Vektorlänge, 92–93
Zustand von Gasen, 100–101
■ **LIBRARY**, 72
Lichtbeugung, 106
Lineare Näherung
bei manuellen Berechnungen,
66–67
Gleichungen für, 85
in Gleichungen, 83
Lineare Regression, 122–124
für nichtlineare Modelle, 122–124
statistische Funktionen, 65–67
Linsengleichung, 104–105
Liter nach Gallonen, 53
LN, 42
LN Funktion, in Gleichungen, 81
■ **LOG**, 42
LOG Funktion
bei manuellen Berechnungen, 42
in Gleichungen, 81
LOG<0>, 174
LOG<NEG>, 174
Logarithmisches Modell, 112–123
Logarithmusfunktionen, 42
{→LTR}, 53
LTR Funktion, 83
Längen- und Breitengrad für
Entfernungsberechnung,
131–132
Längenkonvertierungen, 53
Länge
einer Strecke, 92–93
eines Vektors, 92–93
Löschen
Anzeige, 15

Speicherbereich, 28, 146
Statistikdaten, 62
Variablen, 40
Lösen von Gleichungen. *Siehe* **SOLVE**
Lösungen von **SOLVE**, Interpretation,
158–163

M

{m}, 63, 65
m Funktion, in Gleichungen, 82
Mantisse, 24
Mathematikfunktionen, 21, 41–53
Mathematischer Fehler in **SOLVE**,
87, 90, 166–167
Meldungen
Auflistung von, 173–175
Beschreibung, 28
Löschen, 15
■ **MEM**, 18, 27–28
MEMORY CLEAR, 145, 146, 174
MEMORY FULL, 27, 145, 174
Menüs
Anwendung, 16–20
Aufheben von, 15, 20
Menüzeiger, 17
Minimum von Funktion, 164–165
Mittelwert
bei manuellen Berechnungen,
63–64
Gleichungen für, 172
gewogener, 68
in Gleichungen, 83
■ **MODES**, 18, 25, 45

N

{n}, 62
n Funktion
bei manuellen Berechnungen, 68
in Gleichungen, 82
{n!}, 51
n-Wert, in Statistik, 60, 61
Nachkommateil, 52

Negative Zahlen, 14
Negative Zahlen, binäre Darstellung,
56
NO ROOT FND, 90, 174
NO STAT DATA, 174
NO VARS USED, 174
Nominaler Zinssatz, 132-134
Nullstelle
Berechnet durch **[SOLVE]**, 155-157
Definition der Genauigkeit von,
158
Fähigkeit zum Auffinden durch
[SOLVE], 157-158
Näherungen, statistische, 63

O

Oberfläche einer Kugel, 44
{OC}, 54
OCT Indikator, 54
OFF, 12
Oktale Basis, 54-55
Oktalzahlen, Bereich von, 57
ON, 12
Operatoren
Einführung von, 13
Eintippen in Gleichungen, 73
Reihenfolge von, 14
Operatorpriorität
bei manuellen Berechnungen, 14,
in Gleichungen, 78, 33
OVERFLOW
bei nicht dezimaler Arithmetik, 58
Definition, 27
in Statistik, 60
Meldungen, 175

P

[PARTS], 18
PARTS Menü, 52
Periodische Verzinsung, 132-134
PERM Funktion, 81
Permutationen
bei manuellen Berechnungen, 50

Gleichungen für, 171
in Gleichungen, 81
Pi Funktion
bei manuellen Berechnungen, 44
in Gleichungen, 82
{Pn,r}, 50
Polar/Rechtecks-
Koordinatentransformation
bei manuellen Berechnungen,
48-50
Gleichungen für, 171
in Gleichungen, 81, 82
Polarkoordinaten
bei manuellen Berechnungen,
48-50
Vektoraddition in, 113-115
Pole, 160, 162-163
Polygon, Fläche von, 84
Potenzfunktion, 13, 32
Pounds nach Kilogramm, 53
Priorität von Operatoren
bei manuellen Berechnungen, 14,
33
in Gleichungen, 78
[PROB], 17, 50
PROB Menü, 50
Projektion eines Vektors, 116-117
Prozent, 43
Prozentuale Differenz
bei manuellen Berechnungen, 44
Gleichungen für, 171
in Gleichungen, 81
Punkt als Dezimalzeichen, 25

Q

Quadratwurzel, 42
Quadratzahl, 42

R

{r}, 63, 65
r Funktion
bei manuellen Berechnungen, 65
in Gleichungen, 81, 82
{RAD}, 46-47

RAD Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 46-47
 in Gleichungen, 81
 Radiant nach Grad (Dezimal), 46-47
 Radiant-Modus, 45
 Radioaktiver Zerfall, 103-104
 ■ **[RADIUS]**, 48-50
[RCL]
 bei manuellen Berechnungen, 20, 37-38
 mit Koordinaten-Konvertierungsregister, 50
 {RD}, 45
 Rechtecks/Polar-Koordinatentransformation
 bei manuellen Berechnungen, 48-50
 Gleichungen für, 171
 in Gleichungen, 81-82
 Rechteckskordinaten, 48-50
 Register. *Siehe* Variablen
 Reihenfolge von Operatoren, 14, 33
 Relatives Minimum, 164-165
 Reparatur des Rechners. *Siehe* Service
 Restschuld, 136-137
 {RN}, 52
 RN Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 52
 in Gleichungen, 81
 Rollen von
 Binärzahlen, 54
 Gleichungen, 74
 Rundungsfehler in **[SOLVE]**, 170
 Rundungsfunktion
 bei manuellen Berechnungen, 52
 in Gleichungen, 81
 Rückschritt-Taste, 15

S

{s}, 63
 {SC}, 24
 {sx}, 63
 {sy}, 63
 Schwache Batterien, 142-143
 Selbsttest, 148-149
 SELECT EQN, 175
 Service
 Erhalten, 151-153
 Feststellen, ob notwendig, 147, 148-149
 Vereinbarungen, 153
 ■ **[SHOW]**, 26
 Sicherheitsbestimmungen, 153
[SIN], 45
 SIN Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 45
 in Gleichungen, 81
 SINH Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 51
 in Gleichungen, 81
[SOLVE]
 Anfangsnäherungen, 87-89, 169
 Anforderungen zum Auffinden einer Lösung, 157-158
 Anhalten, 89
 Einführung von, 30-31
 Erhalten weiterer Informationen über Ergebnisse, 90
 Funktionsweise, 87-90, 155-157
 Interpretation von Ergebnissen, 158-163
 mathematischer Fehler während, 87, 166-167
 Nähere Informationen über, 155-170
 Rundungsfehler, 170
 Unfähigkeit zum Auffinden einer Lösung, 90
 Unterlauf, 170
 Verwendung von, 70-90
 SOLVING, 78, 175
 Sparkonto, 138
 Speicherarithmetik, 39
 Speicherbereich
 freier, 27
 Größe, 145
 Löschen, 28, 146
 Verwendung, 145
 Speicherregister. *Siehe* Variablen
 SQ Funktion, 82
 SQRT Funktion, 82

SQRT(NEG), 175

Standardabweichung

bei manuellen Berechnungen, 63, 64

Gleichungen für, 172

in Gleichungen, 82

Standardabweichung einer

Stichprobe, 63, 64

STAT, 17, 60, 62

STAT ERROR, 175

STAT Menü, 60, 62-63

Statistikdaten

Eingeben, 60-61

Korrigieren, 61

Löschen, 62

Speicheranforderung, 145

Statistikfunktionen

bei manuellen Berechnungen, 60-69

Gleichungen für, 172

in Gleichungen, 82-83, 85

Statistikregister, 28, 60

Steigung von Gleichungen, (m)

bei manuellen Berechnungen, 63

Gleichungen für, 172

in Gleichungen, 82

STO

bei manuellen Berechnungen, 20, 37-38

mit Koordinaten-

Konvertierungsregister, 50

STO **+**, 39

STO **x**, 39

STO **+**, 39

STO **-**, 39

Stunden (dezimal) nach HMS, 46-47

Stundenkonvertierungen, 46-47

Summationsstatistik, 68-69

SWAP, 36-37

sx Funktion

bei manuellen Berechnungen, 63

in Gleichungen, 82

sy Funktion

bei manuellen Berechnungen, 63

in Gleichungen, 82

Syntax von Gleichungen, 78

T

TAN, 45

TAN Funktion

bei manuellen Berechnungen, 45

in Gleichungen, 82

TANH Funktion

bei manuellen Berechnungen, 51

in Gleichungen, 82

Technische Notation, 24

Temperaturgrenzen, 147

Temperaturkonvertierungen, 53

Testen des Rechners, 148-149

Theta Funktion, 82

Time Value of Money, 109-112,

134-138

{TMP}, 53

TOO BIG, 58, 175

Transformationen von nicht linearen

Daten, 122-124

Trapez, Umfang von, 79

Trigonometrische Berechnungen,

117-119

Trigonometrische Funktionen, 45

TYPE NEW EQN, 73, 175

U

Überprüfen der Rechnerfunktion,

148-149

Umgebungsbedingungen, 147

Umschalt-Indikator, 16

Umschalttaste, 16

UNITS, 18

UNITS Menü, 18-19

Unstetige Funktion, 160, 161-162

Unterlauf

Definition, 27

in **SOLVE**, 170

V

Variablenkatalog, 28, 40

Variablen

Einführung in, 20

Eintippen, 73

in Gleichungen, 78
 Katalog von, 28, 40
 Löschen, 28, 40
 Speicheranforderungen, 145
 Speichern, 37–38
 Verwenden, 37–40
 Zurückrufen, 27–38
 {VARS}, 40
 VARS Katalog, 28
 Vektoraddition, 113–115
 Vektoren
 Addition von, 113–115
 Länge von, 92–93
 Projektion von, 116–117
 Winkel zwischen, 115
 Versandanweisungen, 152–153
 {ΨOL}, 53
 Volumen einer Röhre, 70–71
 Volumenkonvertierung, 53
 Vorhergehendes Ergebnis, 36
 Vorzeichenbit, 56

W

Wahrscheinlichkeitsberechnungen
 Beispiele, 124–125
 bei manuellen Berechnungen, 50
 in Gleichungen, 81
 Wertebereich von Zahlen
 Binärzahlen, 57
 Dezimalzahlen, 27
 Hexadezimalzahlen, 57
 Oktalzahlen, 57
 Winkel zwischen Vektoren, 115
 Winkelkonvertierungen, 46–47
 Winkelmodi, 45
 Wissenschaftliche Notation, 23–25
 Wurzeln einer quadratischen
 Gleichung, 93–94

X

{x}, 62, 42
 x Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 62

 in Gleichungen (Σx), 82
 x-Daten, Summe von, 62
 {x̄}, 63
 {x̄w}, 63
 ■ [x²], 42
 x̄ Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 63
 in Gleichungen, 83
 x̄w Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 63
 in Gleichungen, 83
 ■ [xCOORD], 48–50
 {x̂}, 63, 66
 x̂ Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 63,
 in Gleichungen, 83, 66
 {xy}, 62
 {x̄ȳ}, 63
 {x²}, 62

Y

{y}, 62
 y-Achsen Schnittpunkt (*b*)
 bei manuellen Berechnungen, 63
 Gleichungen für, 172
 in Gleichungen, 82
 y-Daten, Summe von, 62, 82
 {ȳ}, 63
 ȳ Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 63
 in Gleichungen, 83
 {ŷ}, 63, 66
 ŷ Funktion
 bei manuellen Berechnungen, 63,
 in Gleichungen, 83, 66
 {y²}, 62

Z

Zahleneingabe, 15
 Zahlenformat, 22–25
 Zahlensystem-Konvertierung, 54–58

Zahlen

Darstellung bei nicht-dezimaler

Basis, **56**

interne Darstellung, **22**

Löschen, **15**

Wertebereich von, **27**

Zahlungen, Berechnung von, **109–112**

Zeiger, **17**

Zentimeter nach Inches, **53**

Zinssatz, **109**

Zinssatz-Konvertierungen, **132–134**

Zurücksetzen des Rechners, **146**

Zustandsgleichung für Gase, **100–101**

Zweiwertige Funktionen, **21, 41**

Unterstützung von Hewlett-Packard

Bezüglich Antworten auf die Anwendungsweise des

Rechners: Wenn Sie Fragen zur Anwendung des Rechners haben, sollten Sie sich zuerst auf das Inhaltsverzeichnis, den Sachindex und den Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen" in Anhang A beziehen. Sollten Sie in diesem Handbuch keine ausreichende Auskunft für Ihre Problemstellung finden, so können Sie sich über die nachstehende Adresse mit Hewlett-Packard in Verbindung setzen:

Hewlett-Packard GmbH
Support Zentrum Ratingen
Berliner Straße 111
D-4030 Ratingen

Telefon: (02102) 47504-0

Im Fall einer erforderlichen Reparatur: Falls die Hinweise in Anhang A auf eine notwendige Reparatur hindeuten, dann können Sie den Rechner an das nachstehende Reparaturzentrum schicken:

Hewlett-Packard GmbH
Reparaturzentrum Frankfurt
Berner Straße 117
D-6000 Frankfurt 56

Telefon: (069) 500001-0

Informationen über Hewlett-Packard Fachhändler,

Produkte und Preise: Setzen Sie sich diesbezüglich mit der Hewlett-Packard Vertriebszentrale in Verbindung:

Hewlett-Packard Vertriebszentrale
Hewlett-Packard-Straße
D-6380 Bad Homburg

Telefon: (06172) 400-0

Inhaltsverzeichnis

Seite	11	Verwenden dieses Handbuchs
	12	1: Bedienungsgrundlagen
	32	2: Arithmetik und Variablen
	41	3: Numerische Funktionen
	54	4: Rechnen in verschiedenen Zahlensystemen
	60	5: Statistische Berechnungen
	70	6: Anwenden und Lösen von Gleichungen
	91	7: Die Gleichungsbibliothek
	113	8: Zusätzliche Beispiele
	140	A: Kundenunterstützung, Batterien, Speicher und Service
	155	B: Näheres zur Arbeitsweise von SOLVE
	171	C: Vom Rechner verwendete Gleichungen
	173	Meldungen
	176	Funktionsindex
	184	Sachindex



**HEWLETT
PACKARD**

**Bestellnummer
00022-90017**

00022-90018 German
Printed in West Germany 8/88