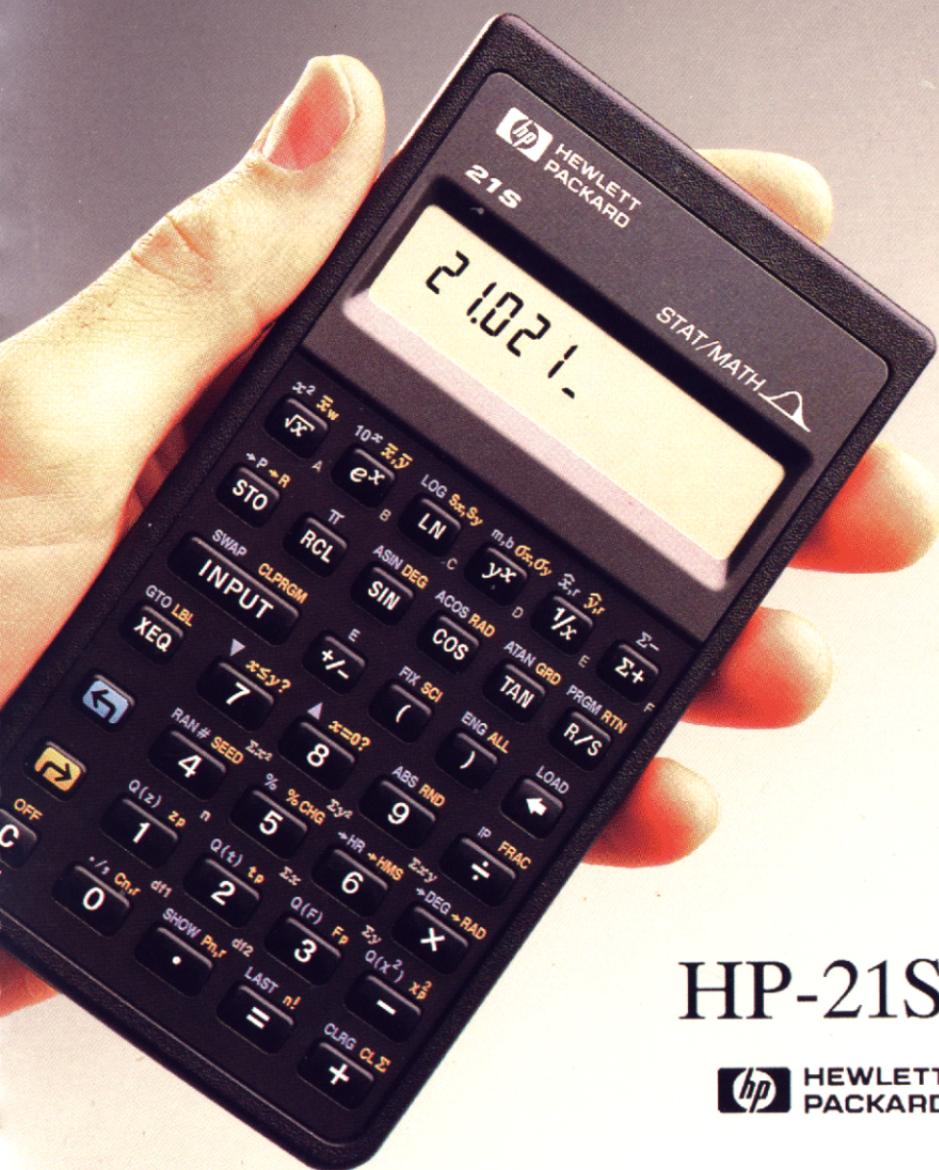


HEWLETT-PACKARD

Stat/Math Calculator

Benutzerhandbuch



HP-21S

 HEWLETT
PACKARD



1. Trennt 2 Zahlen.
2. Führt Programm aus.
3. Aktiviert blau beschriftete Tasten.
4. Aktiviert gelb beschriftete Tasten.
5. Ein: löscht Anzeige, hebt Operation auf.
6. Verteilungsfunktionen.
7. df_1 und df_2 sind Gedächtnisstützen für Anzahl der Freiheitsgrade.
8. n bis Σ_{xy} sind Gedächtnisstützen für Statistikregister.
9. Löscht einzelne Zeichen.
10. Lädt eingebaute Programme.
11. Schaltet in Programm-Modus um.
12. Akkumuliert Statistikdaten.
13. A bis F: Tasten für Labels und eingebaute Programme.
14. Indikator-Zeile.

Lineare-Regression-Teststatistik (Lr-StAt)

↗ [LOAD] C
 ↗ [CL] D
 x₁ [INPUT] y₁ [Σ]
 x₂ [INPUT] y₂ [Σ]
 .
 .
 .
 x_n [INPUT] y_n [Σ]
 [XEQ] A (zeigt Std. fehler der Näherung an)

Welcher Test?
 ↗ Mittelwert von y bei gegebenem x
 ↗ bestimmtes y bei gegebenem x

↗ [LOAD] A
 ↗ [CL] B
 ↗ [LOAD] C
 ↗ [CL] D
 ↗ [LOAD] E
 ↗ [CL] F

Hypothese oder Vertrauensbereich?, Seite 3.

Hinweis: Drücken Sie  **LOAD**, um einen anderen Test mit den gleichen Daten auszuführen, und fahren Sie mit "Welcher Test?" fort.

Chi-Quadrat-Test (CHI-2)

↓ [LOAD] D

Erwartete Werte gleich oder ungleich?

```

graph TD
    Start([LOAD] D) --> Decision{Erwartete Werte gleich oder ungleich?}
    Decision -- "ungleich" --> O1InputE1[XEQ A]
    O1InputE1 --> O1PlusMinus
    O1InputE1 --> O2PlusMinus
    O2InputE2[R/S] --> O1PlusMinus
    O2InputE2 --> O2PlusMinus
    Decision -- "gleich" --> O1InputE1[R/S]
    O1InputE1 --> O1PlusMinus
    O1InputE1 --> O2PlusMinus
    O2InputE2[XEQ F] --> O1PlusMinus
    O2InputE2 --> O2PlusMinus
  
```

n-1 Freiheitsgrade richtig?

Binomialverteilung (bin)

LOAD E
 n **STO** 1
 pr **STO** 2
 $x \text{ XEQ } A$ (zeigt pr von x Erfolgen an)
 $x \text{ XEQ } B$ (zeigt pr von $\leq x$ Erfolgen an)

Annuitätenrechnung (FinAnCE)

LOAD F

<i>n</i>	Gesamte Anzahl der Verzinsungsperioden
<i>i%</i>	Periodischer Zinssatz
<i>PV</i>	Barwert (Present Value) bzw. anfänglicher Cashflow
<i>PMT</i>	Gleichhohe, periodische Zahlung (PayMenT)
<i>FV</i>	Endwert (Future Value) bzw. letzter Cashflow

Hinweis: Beträge, welche Ihnen zufließen, werden mit einem positiven Vorzeichen versehen, während von Ihnen abfließende Beträge ein negatives Vorzeichen haben.

Variable	Speichern	Berechnen	Ansehen
<i>n</i>	[STO]4	[XEQ]4	[RCL]4
i%	[STO]5	i%[STO]5[XEQ]5[R/S...]*	[RCL]5
PV	[STO]7	[XEQ]7	[RCL]7
PMT	[STO]8	[XEQ]8	[RCL]8
FV	[STO]9	[XEQ]9	[RCL]9

*% ist der von Ihnen vorgegebene Schätzwert für den Zinssatz.

HP-21S Kurzanleitung (für interne Programmbibliothek)

Verwenden dieser Anleitung

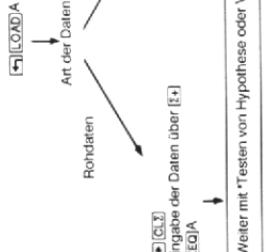
Nachdem Sie sich mit Hilfe des Benutzerhandbuchs mit der internen Programmbibliothek des HP-21S vertraut gemacht haben, können Sie diese Kurzanleitung zum Aufsuchen der Programmlogik und der anzuwendenden Tastenfolge für die eingebauten Programme verwenden.

In dieser Kurzanleitung verwendete Symbole:

<i>n</i>	Stichprobenumfang
<i>s</i>	Standardabweichung der Stichprobe
σ	Standardabweichung der Grundgesamtheit
<i>p</i>	Stichprobensproportion
π	Grundgesamtheitsproportion
μ	Mittelwert der Stichprobe
\bar{x}	Mittelwert der Grundgesamtheit
<i>d</i>	Genauigkeit (δ) Breite des Vertrauensbereichs)
O_i	Beobachtungswert
E_i	Erwartungswert
df	Anzahl der Freiheitsgrade
<i>z</i>	Standardnormalverteilungszahl Uzalsvariable
<i>t</i>	Zufallsvariable
χ^2	Chi-Quadrat Zufallsvariable
V_g	Hypothesischer Wert
U_p	Rechtseitige Wahrscheinlichkeit
p	Wahrscheinlichkeit

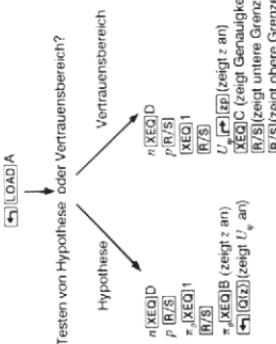
Einstichprobentest (1-Stat)

Testen des Mittelwerts



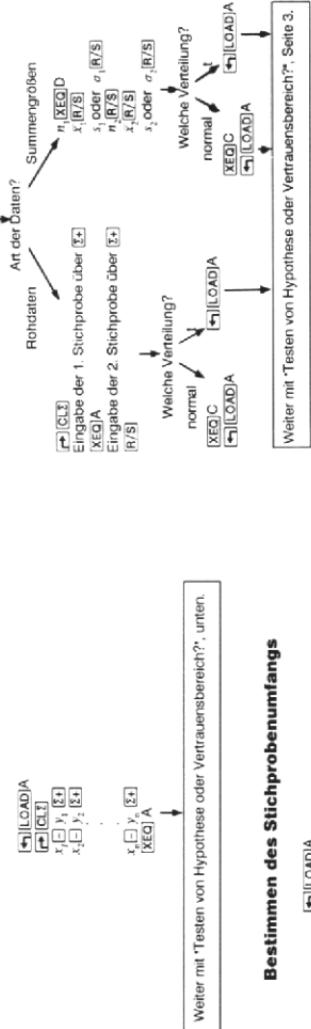
Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

Testen der Proportion



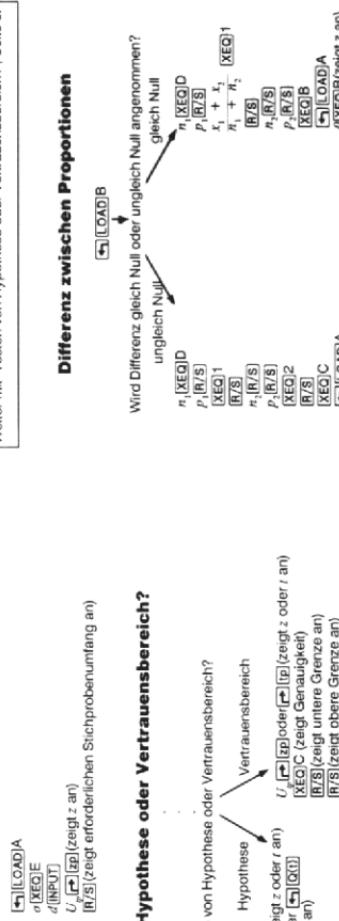
Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

Paardifferenzen



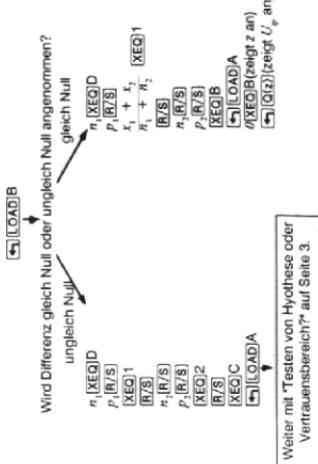
Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

Bestimmen des Stichprobenumfangs



Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

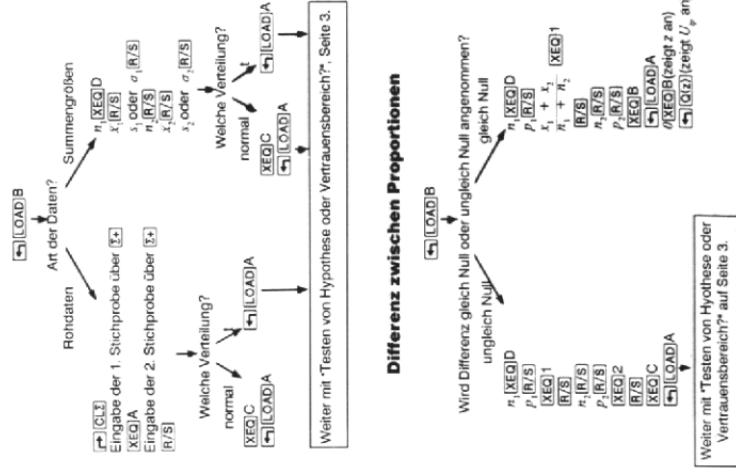
Differenz zwischen Proportionen



Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

Zweistichprobentest (2-Stat)

Differenz zwischen Mittelwerten



Weiter mit "Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?", Seite 3.

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-21S Kaufdatum: _____
Name _____
Straße _____
PLZ/Ort _____
Alter _____ Tel-Nr. (_____) _____ Büro _____ oder Priv. _____

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

- | | | |
|--|--|--|
| 001 <input type="checkbox"/> Student | 105 <input type="checkbox"/> Höheres Management | 109 <input type="checkbox"/> Selbstständig |
| 002 <input type="checkbox"/> Ausbilder, Forscher | 106 <input type="checkbox"/> Firmeneigentümer | 110 <input type="checkbox"/> Im Ruhestand |
| 003 <input type="checkbox"/> Spezialist | 107 <input type="checkbox"/> Ang. im Außendienst | 111 <input type="checkbox"/> Anderes _____ |

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-/Investmentbereich | 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"/> Büroausstattungsgeschäft | 408 <input type="checkbox"/> Fachhandel |
| 403 <input type="checkbox"/> Buchhandlung | 409 <input type="checkbox"/> Von Firma/Schule verfügbar |
| 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 gehört?

- | | |
|--|---|
| 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 Zeitschrift 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.

Kommentare zum HP-21S Benutzerhandbuch

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

HP-21S Benutzerhandbuch

Druckdatum (auf der Titelseite ersichtlich) _____

Bitte kreisen Sie für die nachstehenden Aussagen eine Kennziffer ein, die Ihre Auffassung wiedergibt. Sie können unter **Kommentar** 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 Gestaltung und das Format ist attraktiv/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: | |

Vorwort 1 2 3 4 5 6 7 A Meldungen

Kommentar: _____

Name: _____
Straße: _____
PLZ/Ort: _____
Tel-Nr.: (_____ **)** _____ **Beruf:** _____

bitte
freimachen

Postkarte

Antwort

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

HP-21S Stat/Math Calculator

Benutzerhandbuch



1. Ausgabe Juni 1989
Bestellnummer 00021-90028

Hinweis

Änderungen der in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen sind vorbehalten. Garantiehinweise und -Informationen sind auf Seite 160 und 161 enthalten.

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 dieser Dokumentation darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von Hewlett-Packard reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

- 1989 Hewlett-Packard GmbH
- 1989 Hewlett-Packard Company

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

Druckgeschichte

1. Ausgabe

Juni 1989

Fertigungsnr. 00021-90029

Vorwort

Ihr HP-21S reflektiert die hervorragende Qualität und die Aufmerksamkeit bis zum Detail bei der Entwicklung und Fertigung, wodurch sich Hewlett-Packard Produkte seit 50 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 wurden viele Beispiele mit aufgenommen, um die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten des Rechners aufzuzeigen.
- Hochqualitative Materialien und permanent eingeprägte Tastenbezeichnungen sorgen für eine lange Lebenszeit und eine leichte Bedienbarkeit des Tastenfelds.
- CMOS Technologie hält die Daten auch noch nach dem Ausschalten gespeichert; außerdem wird in Verbindung mit der LCD-Anzeige eine lange Lebenszeit der Batterien erreicht.
- Der Mikroprozessor wurde hinsichtlich schneller und zuverlässiger Berechnungen optimiert; durch 15-stellige interne Zahlendarstellung werden exakte Ergebnisse erzielt.

- Extensive Forschung führte zu einem Design, welches praktisch die Einflüsse statischer Elektrizität eliminiert (ein potentielles Risiko für Störungen und Datenverlust in Rechnern).

Leistungsmerkmale

- Wahrscheinlichkeitsfunktionen und deren Inverse
 - Normalverteilung
 - t-Verteilung
 - F-Verteilung
 - χ^2 (Chi-Quadrat) Verteilung
- Sechs eingebaute Programme
 - Statistikberechnungen mit einer Variablen
 - Statistikberechnungen mit zwei Variablen
 - Lineare Regression
 - Chi-Quadrat-Test
 - Binomialverteilung
 - Annuitätenrechnung (Time Value of Money)
- Lineare Regression mit ein und zwei Variablen
- Fakultät, Kombinationen und Permutationen
- Wichtigste wissenschaftliche Funktionen
- Konvertierung zwischen Polar- und kartesischen Koordinaten
- Tastenfolge-Programmierung
- Große 12-stellige Anzeige
- Zehn Datenregister und 99 Programmzeilen
- Genaue Ergebnisse, 12-stellig, mit Bereich von $10^{\pm 499}$ für Exponent
- Herausnehmbare Kurzanleitung

Inhaltsverzeichnis

- 1**
- 10** **Bedienungsgrundlagen**
 - 10** Ein- und Ausschalten, Anzeigekontrast
 - 10** Einfache arithmetische Berechnungen
 - 12** Funktionsweise von Anzeige und Tastenfeld
 - 12** Cursor
 - 13** Löschen von Anzeigewerten
 - 13** Indikatoren
 - 14** Die Umschalttasten
 - 15** Die INPUT Taste
 - 15** Die SWAP Taste
 - 16** Alphatasten
 - 16** Einführung in die Mathematikfunktionen
 - 17** Anzeigeformat von Zahlen
 - 17** Spezifizieren der angezeigten Dezimalstellen
 - 18** Anzeigen aller Dezimalstellen (ALL)
 - 18** Wissenschaftliche und technische Notation
 - 20** Tauschen von Punkt und Komma
 - 20** Anzeigen der vollen Genauigkeit einer Zahl (SHOW)
 - 21** Darstellbarer Wertebereich
 - 21** Meldungen

-
- 2**
- 22** **Arithmetik und Speicherregister**
 - 22** Kettenrechnungen
 - 22** Operatorpriorität und ausstehende Operationen
 - 24** Verwenden von Klammern
 - 25** Verwenden des vorherigen Ergebnisses (LAST)

-
- 25** Austauschen zweier Zahlen (SWAP)
27 Verwenden von Speicherregistern

-
- 3** **30 Numerische Funktionen**
30 Allgemeine und logarithmische Funktionen
31 Kehrwert
32 Prozentfunktionen
32 Prozent
33 Prozentuale Differenz
34 Pi (π)
34 Winkelmodi und trigonometrische Funktionen
34 Ändern des Winkelmodus
35 Trigonometrische Funktionen
36 Winkel- und Stundenkonvertierungen
38 Konvertierung zwischen Polar- und
Rechteckskoordinaten
39 Teile von Zahlen

-
- 4** **41 Wahrscheinlichkeits- und
Verteilungsfunktionen**
41 Wahrscheinlichkeitsfunktionen
41 Fakultät
41 Kombinationen und Permutationen
42 Zufallszahl und Startwert
43 Verteilungen
44 Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für
Normalverteilung
45 Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit —
Normalverteilung
46 Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für t-Verteilung
47 Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit —
t-Verteilung
48 Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für F-Verteilung
49 Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit —
F-Verteilung

-
- 50** Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2)
51 Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit — Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2)
52 Umrechnen der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit
-

- 5**
- 55** **Statistische Berechnungen**
55 Löschen von Statistikdaten
56 Zusammenfassung der Statistikfunktionen
57 Eingeben von Statistikdaten
57 Statistikberechnungen mit einer Variablen
58 Statistikberechnungen mit zwei Variablen und gewogenes Mittel
58 Korrigieren von Statistikdaten
58 Korrigieren von Werten einer Variablen
59 Korrigieren von Werten zweier Variablen
59 Mittelwert, Standardabweichungen und Summationsstatistik
61 Lineare Regression und Näherung
64 Gewogenes Mittel
65 Gleichungen:
-

- 6**
- 66** **Interne Programmbibliothek**
68 Einstichprobentest (1-StAt)
72 Mittelwert der Grundgesamtheit — Test von Hypothese/Vertrauensbereich-Näherung
72 Beispiel: Standardabweichung der Gundgesamtheit bekannt
75 Beispiel: Standardabweichung der Gundgesamtheit unbekannt
78 Proportion der Grundgesamtheit
78 Beispiel: Vertrauensbereich
79 Beispiel: Überprüfung einer Hypothese
81 Beispiel: Prüfung von Paardifferenzen der Mittelwerte zweier Grundgesamtheiten

84	Beispiel: Berechnen des Stichprobenumfangs
85	Zweistichprobentest (2-StAt)
88	Differenz zwischen Grundgesamtheit-Mittelwerten — Test von Hypothese/Vertrauensbereich-Näherung
88	Beispiel: Standardabweichungen der Grundgesamtheiten gleich und unbekannt
93	Beispiel: Standardabweichungen der Grundgesamtheiten ungleich und bekannt
95	Differenz zwischen Grundgesamtheitsproportionen
95	Beispiel: Differenz ungleich Null
98	Beispiel: Differenz gleich Null
101	Lineare Regression Teststatistik (Lr-StAt)
104	Dateneingabe
105	Test von Hypothese/Vertrauensbereich
105	Beispiel: Steigung
108	Beispiel: Achsen Schnittpunkt
109	Beispiel: Geschätztes y als Mittelwert bei gegebenem x
110	Beispiel: Geschätztes y als bestimmter Wert bei gegebenem x
111	Chi-Quadrat-Test (CHI-2)
113	Beispiel: Einzelne Klassifizierung (einschließlich Güte der Anpassung) mit ungleichen Erwartungswerten
115	Beispiel: Einzelne Klassifizierung (einschließlich Güte der Anpassung)
118	Binomialverteilung (bin)
121	Annuitätenrechnung (FinAnCE)

130	Programmierung
132	Erzeugen von Programmen
135	Programmgrenzen (LBL und RTN)
135	Eingeben von Programmen
137	Positionieren des Programmzeigers
138	Starten von Programmen
138	Programmstart mit XEQ
139	Programmstart über GTO und R/S

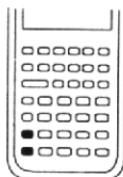
139	Anhalten von Programmen
140	Löschen von Programmen
140	Modifizieren von Programmen
141	Schrittweise Ausführung eines Programms
143	Programmbeispiel: Satz des Pythagoras
144	Unterprogramme
148	Bedingte und unbedingte Verzweigungen
148	Unbedingte Verzweigung (GTO)
149	Bedingte Verzweigungen — Entscheidung und Steuerung
151	Programmbeispiel: Standardabweichung von gruppierten Daten
153	Verfügbarer Programmspeicher
154	Nicht programmierbare Funktionen

A	155 Kundenunterstützung, Batterien und Service
	155 Kundenunterstützung
	155 Antworten auf allgemeine Fragen
	156 Umgebungsbedingungen
	157 Austauschen der Batterien
	158 Feststellen der Reparaturbedürftigkeit
	159 Überprüfen des Rechners — der Selbsttest
	160 Einjährige Gewährleistungsfrist
	Gewährleistungsumfang
	Gewährleistungsausschluß
	161 Im Reparaturfall
	163 Sicherheitsbestimmungen
	Funkschutz

164	Meldungen
167	Index

Bedienungsgrundlagen

Ein- und Ausschalten, Anzeigekontrast

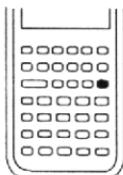


Drücken Sie **C** (in der linken unteren Ecke des Tastenfelds), um den HP-21S einzuschalten. Zum Ausschalten ist zuerst eine der Umschalttasten (**↷** oder **↶**) und danach **C** zu drücken (auch als **↷ OFF** oder **↶ OFF** dargestellt).

Da der Rechner über eine *andauernde Datenspeicherung* 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. Die drei Alkali-Batterien haben eine Lebenszeit von etwa einem Jahr. Wenn das Symbol **□** angezeigt wird, sollten Sie die Batterien so bald wie möglich ersetzen (siehe Seite 157).

Um den Anzeigekontrast den örtlichen Lichtverhältnissen anzupassen, ist **C** gedrückt zu halten, während die Taste **+** oder **-** gedrückt wird.

Einfache arithmetische Berechnungen



Unterläuft Ihnen ein Tippfehler beim Eintippen einer Zahl, dann können Sie mit **◆** das zuletzt eingetippte Zeichen löschen.

Arithmetische Operatoren. Das nachstehende Beispiel demonstriert die Anwendung der Operatortasten $[+]$, $[-]$, $[\times]$, $[\div]$ und $[y^x]$ (Potenzfunktion). Drücken Sie mehrere Operatoren nacheinander (z.B. $[+]$ $[-]$ $[\times]$ $[\div]$), so werden außer dem letzten alle vorangehenden ignoriert.

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

Wurde eine Berechnung durch Drücken von $=$ abgeschlossen, dann bewirkt das Drücken einer Zifferntaste eine neue Berechnung.

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

Über die Taste $[y^x]$ wird eine Zahl y mit der Zahl x potenziert:

4,7 $[y^x]$ 3 $=$	103,8230	Berechnet $4,7^3$.
-------------------	----------	---------------------

Um eine Berechnung fortzusetzen (Kettenrechnung), ist eine Operatortaste zu drücken.

$[+]$ 115,5	115,5 $_$	Setzt Berechnung fort.
$=$	219,3230	Schließt Berechnung von $4,7^3 + 115,5$ ab.

Sie können Kettenrechnungen ohne die Verwendung von $=$ nach jedem Schritt ausführen. Berechnen Sie $6,9 \times 5,35 \div 0,918$:

6,9 $[\times]$ 5,35 $[\div]$	36,9150	Drücken von $[\div]$ zeigt das Zwischenergebnis ($6,9 \times 5,35$) an.
,918 $=$	40,2124	Schließt Berechnung ab.

Kettenrechnungen werden entsprechend der Operatorpriorität im jeweiligen Ausdruck interpretiert. Berechnen Sie $4 + (9 \times 3)$:

4 $\boxed{+}$ 9 $\boxed{\times}$ 9,0000 Die Addition wird später ausgeführt ($\boxed{\times}$ hat höhere Priorität als $\boxed{+}$).

3 $\boxed{=}$ 31,0000 Berechnet $4 + (9 \times 3)$.

Negative Zahlen. Geben Sie die Zahl ein und drücken Sie $\boxed{+/-}$. Berechnen Sie $-75 \div 3$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
75 $\boxed{+/-}$	-75_	Wechselt Vorzeichen von 75.
$\boxed{\div} 3 \boxed{=}$	-25,0000	Berechnet Ergebnis.

Berechnen Sie $0,4 - e^{-1,1}$.

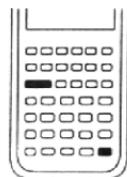
,4 $\boxed{-}$ 1,1 $\boxed{+/-}$	-1,1_	
$\boxed{e^x}$	0,3329	Berechnet $e^{-1,1}$.
$\boxed{=}$	0,0671	Schließt Berechnung ab.

Funktionsweise von Anzeige und Tastenfeld

Cursor

Der Cursor ($_$) ist beim Eintippen von Zahlen sichtbar.

Löschen von Anzeigewerten



Ist der Cursor sichtbar, dann bewirkt **[DEL]** das Löschen des zuletzt eingetippten Zeichens; ansonsten löscht **[DEL]** den Anzeigehinhalt und hebt die Berechnung auf.

Wenn Sie beim Eintippen einer Zahl sind, wird diese durch Drücken von **[C]** auf Null gesetzt; ansonsten löscht **[C]** den Anzeigehinhalt und hebt die momentane Berechnung auf.

Löschen von Meldungen. Wenn der HP-21S eine Meldung anzeigt, kann durch **[DEL]** oder **[C]** die Meldung gelöscht und der vorherige Inhalt wieder angezeigt werden.

Löschen des Speicherbereichs. Um Teile des Speicherbereichs zu löschen:

Tasten	Beschreibung
[→] [CLPRGM]	Löscht Programm, wenn im Programm-Modus.
[←] [CLRG]	Löscht Register R_0 bis R_9 .
[→] [CLΣ]	Löscht Statistikregister R_4 bis R_9 und Anzeige.

Um den Speicherbereich zu löschen und den Rechner in seine Grundstellung zurückzusetzen, ist **[C]** gedrückt zu halten, während **[x]** und **[Σ+]** gedrückt wird. Nach Freigabe aller drei Tasten ist der Speicherinhalt gelöscht (Anzeige von ALL CLR).

Indikatoren

Die nachstehend aufgeführten Symbole werden als *Indikatoren* bezeichnet, da sie einen bestimmten Rechnerstatus kennzeichnen.

Indikator	Status
	Linke Umschalttaste wurde gedrückt. Das Drücken einer Taste bewirkt die Ausführung der <i>blauen Zweitfunktion</i> (Seite 14).
	Rechte Umschalttaste wurde gedrückt. Das Drücken einer Taste bewirkt die Ausführung der <i>gelben Zweitfunktion</i> (Seite 14).
:	Entweder wurde [INPUT] gedrückt oder es wurden 2 Werte ein- bzw. zurückgegeben (Seite 15).
PEND	Es steht eine arithmetische Operation aus.
	Die Batteriespannung ist niedrig (Seite 157).
GRAD	Der Rechner befindet sich im Neugrad-Modus für trigonometrische Berechnungen (Seite 34).
RAD	Der Rechner befindet sich im Radian/Bogenmaß-Modus für trigonometrische Berechnungen (Seite 34).
PRGM	Der Rechner befindet sich im Programm-Modus. (Siehe Kapitel 6 und 7.)

Die Umschalttasten

Über den meisten Tasten ist in blauer oder gelber Schrift eine zweite Funktion aufgedruckt. Die Umschalttasten ermöglichen die Ausführung dieser “Zweitfunktionen”; die blaue Umschalttaste aktiviert die blauen Zweitfunktionen, die gelbe Umschalttaste aktiviert die gelben Zweitfunktionen. Um eine Zweitfunktion auszuführen, ist zuerst oder zu drücken, danach die gewünschte Funktion.

Drücken Sie z.B. , gefolgt von **RAD**, so wird der Rechner in den Bogenmaß-Modus gesetzt; Drücken von **DEG** aktiviert wieder den Grad-Modus.

Ist nur eine Funktion über einer Taste aufgedruckt, so können Sie eine beliebige Umschalttaste zum Aktivieren der Funktion drücken.

Um aufeinanderfolgende Zweitfunktionen auszuführen, können Sie die Umschalttaste gedrückt halten.

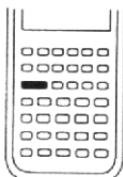
Wurde **[\leftarrow]** oder **[\rightarrow]** versehentlich gedrückt, so hebt das erneute Drücken der Taste die Zweitfunktion auf. Wenn Sie die falsche Umschalttaste gedrückt haben, kann dies durch Drücken der anderen Taste korrigiert werden.

Die INPUT Taste

Die **[INPUT]** Taste wird zum Trennen zweier Zahlen bei der Ausführung von zweiwertigen Funktionen oder bei Statistikberechnungen mit zwei Variablen benutzt.

Wenn **[INPUT]** gedrückt wird, erscheint der : Indikator in der Anzeige. Ist gerade eine Zahl angezeigt, so drücken Sie **[C]** zum Löschen des : Indikators und des Anzeigehinhalts. Ist der Cursor oder eine Fehlermeldung angezeigt, dann drücken Sie zweimal **[C]**, um : zu löschen.

Die SWAP Taste



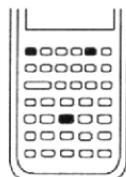
Das Drücken von **[\leftarrow]** **[SWAP]** bewirkt den Austausch folgender Daten:

- Die zwei zuletzt eingegebenen Zahlen; z.B. die Zahlenreihenfolge für eine Division oder Subtraktion.
- Die Ergebnisse von Funktionen, welche zwei Werte zurückgeben (was durch den : Indikator angezeigt wird). Drücken Sie **[\leftarrow]** **[SWAP]** zur Anzeige des nicht sichtbaren Ergebnisses.
- Die x - und y -Werte bei Statistikberechnungen.

Alphatasten

Die Labels A, B, C, D, E und F rechts der obersten Tastenreihe werden als Programmlabel und zum Laden von eingebauten Programmen verwendet.

Einführung in die Mathematikfunktionen



Einwertige Funktionen. Mathematikfunktionen, die sich nur auf eine Funktion beziehen, verwenden die angezeigte Zahl.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
89,25 \sqrt{x}	9,4472	Berechnet $\sqrt{89,25}$.
3,57 \square 2,36 $1/x$	0,4237	1/2,36 wird zuerst berechnet.
=	3,9937	Addiert 3,57 und 1/2,36.

Zweiwertige Funktionen. Erfordert eine Funktion zwei Werte, so erfolgt die Eingabe in der Form *Zahl1* **[INPUT]** *Zahl2*, gefolgt von der gewünschten Operation. Das Drücken von **[INPUT]** wertet den momentanen Ausdruck aus und zeigt : an. Die nachstehende Tastenfolge berechnet z.B. die Differenz zwischen 17 und 29 in Prozent:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
17 [INPUT]	17,0000	Eingabe von <i>Zahl1</i> , Anzeige des : Indikators.
29	29	Eingabe von <i>Zahl2</i> .
[P] %CHG	70,5882	Berechnet die Differenz in Prozent.

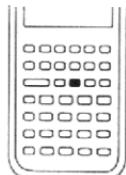
Wenn Sie nach der Eingabe von *Zahl1* eine zweiwertige Funktion aufrufen, ohne vorher **[INPUT]** zu drücken, so gibt der Rechner automatisch Null für *Zahl2* vor. Wurde nach der Eingabe einer Zahl **[INPUT]** gedrückt und danach die Taste einer zweiwertigen Funktion, so wird die gleiche Zahl für *Zahl1* und *Zahl2* benutzt.

Anzeigeformat von Zahlen

Haben Sie Ihren HP-21S zum ersten Mal eingeschaltet, so werden Zahlen mit 4 Nachkommastellen und einem Dezimalpunkt angezeigt. Über das *Anzeigeformat* wird gesteuert, wieviel Stellen angezeigt werden.

Unabhängig vom jeweiligen Anzeigeformat wird jede Zahl als eine 12-stellige Mantisse mit einem 3-stelligen Exponenten (beide mit Vorzeichen) gespeichert. Zum Beispiel wird durch Drücken von **[\leftarrow] [Π]** im FIX 4 Format (vier Dezimalstellen) der Wert 3,1416 angezeigt. Intern wird die Zahl jedoch als $3,14159265359 \times 10^{000}$ gespeichert. Enthält das Ergebnis einer Berechnung mehr signifikante Stellen als im momentanen Anzeigeformat angezeigt werden können, so wird die Zahl entsprechend gerundet (die interne 12-stellige Genauigkeit wird jedoch beibehalten).

Spezifizieren der angezeigten Dezimalstellen



1. Drücken Sie **[\leftarrow] [FIX]**.
2. Tippen Sie die gewünschte Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen (0 bis 9) ein.

Tastenfolge:

C [**[\leftarrow] [FIX]** 3

Anzeige:

0,000

Beschreibung:

Zeigt 3 Dezimalstellen an.

45,6 [**X**] ,1256 [=]

5,727

FIX 9

5,727360000

Zeigt 9 Dezimalstellen an.

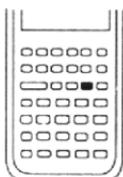
FIX 4

5,7274

Zeigt wieder 4 Dezimalstellen an.

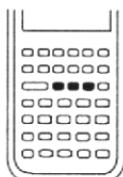
Ist eine Zahl zu groß, um im FIX Format angezeigt werden zu können, so wird sie automatisch in wissenschaftlicher Notation dargestellt.

Anzeigen aller Dezimalstellen (ALL)



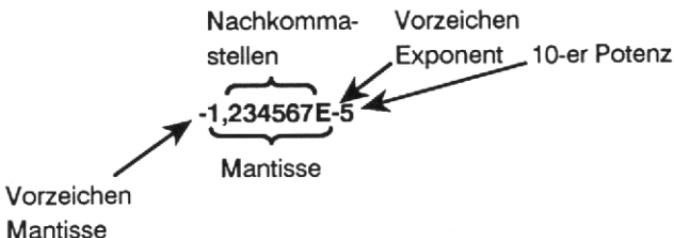
Drücken Sie **ALL**, um eine Zahl mit der größtmöglichen Genauigkeit anzuzeigen. Nicht signifikante Nullen werden nicht angezeigt.

Wissenschaftliche und technische Notation



In wissenschaftlicher und technischer Notation wird eine Zahl als Mantisse, multipliziert mit einer 10-er Potenz, dargestellt. Der Buchstabe E trennt dabei den Exponenten von der Mantisse.

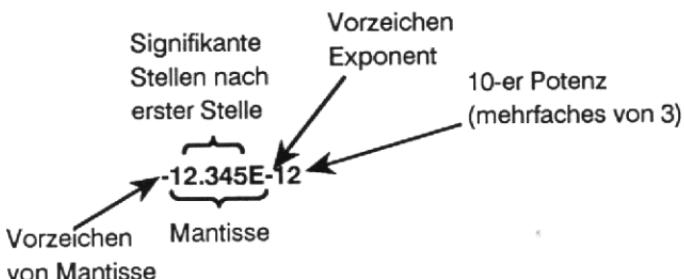
Wissenschaftliche Notation (SCI). In dieser Notation wird eine Mantisse mit *einer* Vorkommastelle verwendet. Nachstehend z.B. SCI 6:



Um die wissenschaftliche Notation zu spezifizieren:

1. Drücken Sie **SCI**.
2. Geben Sie die Anzahl von Nachkommastellen für die Mantisse ein.

Technische Notation (ENG). In dieser Notation wird eine Zahl als Mantisse mit einer, zwei oder drei Vorkommastellen, multipliziert mit einer 10-er Potenz, deren Exponent ein mehrfaches von 3 ist, dargestellt. Nachstehend z.B. ENG 4:



Um die technische Notation zu spezifizieren:

1. Drücken Sie **ENG**.
2. Geben Sie die Anzahl der signifikanten Stellen ein, welche nach der ersten Ziffer angezeigt werden sollen.

Eingeben von Zahlen mit Exponenten (E). Unabhängig vom momentanen Anzeigeformat können Sie eine Zahl immer als Mantisse und Exponent eingeben:

1. Tippen Sie die Mantisse ein. Ist die Mantisse negativ, so verwenden Sie zur Vorzeichenänderung.
2. Drücken Sie **E** (oder **SCI**), um mit der Eingabe des Exponenten zu beginnen.
3. Ist der Exponent negativ, so drücken Sie oder zur Vorzeichenänderung.
4. Tippen Sie den Exponenten ein.

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

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

4,78 \leftarrow [E] 13 \div 4,7800E13

8 \leftarrow [E] 25 [=] 5,9750E-13

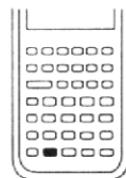
$5,975 \times 10^{-13}$.

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

2,36 $+/$ \leftarrow [E] 15 $-2,832 \times 10^{-14}$.

$+/$ \times 12 [=] -2,8320E-14

Tauschen von Punkt und Komma

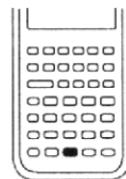


Sie können die Funktion von Punkt und Komma bei der Anzeige von Zahlen tauschen, indem Sie \leftarrow [\cdot / $,$] drücken.

So kann z.B. eine Million auf zwei Arten angezeigt werden:

1,000,000.0000 oder 1.000.000,0000

Anzeigen der vollen Genauigkeit einer Zahl (SHOW)



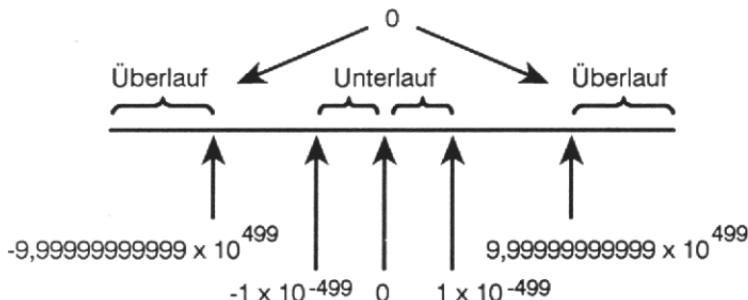
Drücken Sie \leftarrow und halten Sie danach [SHOW] gedrückt, um temporär alle 12 Stellen der intern gespeicherten Mantisse einer Zahl anzuzeigen. Die Ziffern werden dabei ohne Dezimalzeichen angezeigt.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
10 \div 7 =	1,4286	
⬅ SHOW	142857142857	Zeigt 12 Stellen an.
1 \div 80 +/- =	-0,0125	
⬅ SHOW	-125000000000	Zeigt 12 Stellen an.

Darstellbarer Wertebereich

Der vom HP-21S speicherbare Wertebereich für Zahlen ist nachstehend abgebildet. Bei einem Bereichsunterlauf wird Null angezeigt; bei einem Überlauf wird kurzzeitig die Meldung OFLO angezeigt, danach folgt die Anzeige der größten darstellbaren positiven oder negativen Zahl.

Vom HP-21S speicherbare Zahlen



Meldungen

Der HP-21S zeigt Meldungen über den Status des Rechners sowie Informationen über den Versuch einer unzulässigen Operation an. Drücken Sie **C** oder **◆** zum Löschen der Meldung. Eine Liste aller Meldungen und deren Bedeutung finden Sie ab Seite 164.

Arithmetik und Speicherregister

Kettenrechnungen

Kettenrechnungen bestehen aus einer Reihe von Operationen, welche ohne das Drücken von $=$ nach jeder Operation ausgeführt werden. Der HP-21S interpretiert dabei die Ausdrücke entsprechend der *Operatorpriorität*, welche im nächsten Abschnitt beschrieben wird. Berechnen Sie $750 \times 12 \div 360$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
750 \times 12 \div	9.000,0000	Berechnet Zwischenergebnis; der PEND Indikator wird angezeigt.
360 =	25,0000	Schließt die Berechnung ab; der PEND Indikator erlischt.

Operatorpriorität und ausstehende Operationen

Einige Kettenrechnungen könnten auf verschiedene Weise interpretiert werden. So lässt z.B. der Ausdruck $9 + 12 \div 3$ zwei Interpretationen zu:

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

Der HP-21S verwendet eine bestimmte Operatorpriorität bei der Auswertung von arithmetischen Ausdrücken:

y^x (Potenzfunktion)

Höchste Priorität

$\times \div$

$+ -$

Niederste Priorität

Der HP-21S berechnet ein Zwischenergebnis, wenn der als nächstes eingetippte Operator die gleiche oder eine niedrigere Priorität besitzt. Liegt eine höhere Priorität vor, so behält der Rechner die seitherige(n) Zahl(en) bei. Zum Beispiel hat bei der Berechnung von $9 + 12 \div 3 =$ die Division eine höhere Priorität als Addition. Demzufolge bleibt $+$ als ausstehende Operation erhalten, bis die Division abgeschlossen ist.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
9 $\boxed{+}$ 12 $\boxed{\div}$	12,0000	Drücken von \div addiert nicht $9 + 12$.
3 $\boxed{=}$	13,0000	Drücken von $=$ schließt die Berechnung ab.

Berechnen Sie $4 \times 7^3 + 5 \times 7^2 + 6$.

4 $\boxed{\times}$ 7 $\boxed{y^x}$	7,0000	$\boxed{y^x}$ hat höhere Priorität als $\boxed{\times}$.
3 $\boxed{+}$	1.372,0000	Berechnet 4×7^3 .
5 $\boxed{\times}$	5,0000	$\boxed{\times}$ hat höhere Priorität als $\boxed{+}$.
7 $\boxed{y^x}$	7,0000	$\boxed{y^x}$ hat höhere Priorität als $\boxed{\times}$.
2 $\boxed{+}$	1.617,0000	Addiert 5×7^2 zu 1.372.
6 $\boxed{=}$	1.623,0000	Schließt Berechnung ab.

Erfordert eine Aufgabe die Ausführung von Berechnungen in einer anderen Reihenfolge als der Operatorpriorität (z.B. Addition vor Multiplikation), so sind Klammern zu verwenden. Es sind bis zu 5 ausstehende Operationen zulässig. *

* Es sind weniger als 5 ausstehende Operationen zulässig, wenn Sie mehr als 4 offene linke Klammern verwenden. Sie können z.B. $1 + (2 + (3 + (4 + (5 + 6$ berechnen.

Verwenden von Klammern

Benutzen Sie Klammern, wenn Sie bestimmte Operationen gruppieren oder die Reihenfolge, in welcher Sie ausgeführt werden sollen, vorgeben möchten. Schließende Klammern können weggelassen werden. Zum Beispiel ist $25 \div (3 \times (9 + 12) =$ gleichwertig mit $25 \div (3 \times 9 + 12) =$.

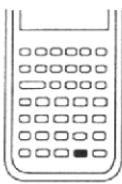
Sie können $\frac{9 + 12}{3}$ berechnen, indem durch Verwendung von Klammern für den Additionsteil die Addition vor der Division ausgeführt wird.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[\square] 9 [$+$] 12 [\square]	21,0000	Wertet Klammerausdruck aus.
[\div] 3 [=]	7,0000	Schließt Berechnung ab.

Berechnen Sie nun $\frac{30}{85 - 12} \sqrt{(16,9 - 8)}$

30 [\div] [\square]	30,0000	
85	85_	
[\square]	85,0000	[\square] verhindert Division von 30 durch 85.
12 [\square]	73,0000	Wertet Klammerausdruck aus.
[\times]	0,4110	Berechnet $30 \div 73$.
[\square] 16,9	16,9_	
[\square] 8 [\square]	8,9000	Wertet Klammerausdruck aus.
[\sqrt{x}]	2,9833	Berechnet $\sqrt{8,9}$.
[=]	1,2260	Schließt Berechnung ab.

Verwenden des vorherigen Ergebnisses (LAST)



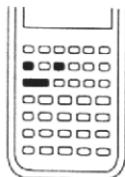
Durch den Beginn einer neuen Berechnung wird eine Kopie des letzten Ergebnisses im LAST Register gespeichert. Drücken Sie **LAST**, um dessen Inhalt in die Anzeige zurückzurufen. Wie Sie die Ausführung von Berechnungen mit Hilfe dieses Registers verkürzen können, zeigen die folgenden 2 Berechnungen:

$$0,0821 \times (18 + 273,1)$$

$$2 + \frac{13}{0,0821} \times (18 + 273,1)$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
.0821 18 273,1	23,8993	Zeigt erstes Ergebnis an, welches in LAST gespeichert wird, nachdem die nächste Berechnung begonnen wird.
2 13 LAST	23,8993	LAST ruft vorheriges Ergebnis zurück.
	2,5439	Zeigt 2. Ergebnis an.

Austauschen zweier Zahlen (SWAP)



Drücken von **SWAP** tauscht die letzten zwei Zahlen aus, welche während einer Berechnung eingegeben wurden. Haben Sie z.B. 44 75 eingegeben, dann kehrt **SWAP** die Reihenfolge der Zahlen nach 75 44 um.

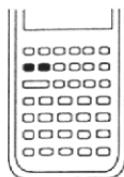
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
44 [÷] 75	75 _	Halt! Eigentlich wollten Sie $75 \div 44$ eingeben.
[←] [SWAP]	44,0000	Tauscht 75 und 44 aus.
[=]	1,7045	Schließt Berechnung ab.
8 [+/-] 4 [÷] 5	5 _	Verflixt! In Wirklichkeit wollten Sie $8 + 5 \div 4$ berechnen.
[←] [SWAP]	4,0000	Tauscht 5 und 4 aus.
[=]	9,2500	Schließt Berechnung ab.

Gibt eine Funktion zwei Ergebnisse zurück, so wird der : Indikator angezeigt. Drücken von [←] [SWAP] tauscht die zwei Ergebnisse aus. Möchten Sie z.B. die Rechteckskoordinaten $(10, -15)$ in Polarkoordinaten konvertieren, gehen Sie wie folgt vor:

[→] [DEG]		Spezifiziert Grad-Modus.
10 [INPUT]	10,0000	Speichert x.
15 [+/-] [←] [→P]	-56,3099	Zeigt den Winkel an (: weist darauf hin, daß ein zweites Ergebnis vorliegt).
[←] [SWAP]	18,0278	Zeigt Radius an.
[C]	0,0000	Löscht Anzeige.

Eine weitere Anwendung von [←] [SWAP] kommt bei Funktionen vor, die zwei durch [INPUT] getrennte Eingabewerte erfordern. Um z.B. (x,y) Datenpaare in den Statistikregistern zu akkumulieren, ist x-Wert [INPUT] y-Wert [Σ+] einzutippen. Drücken von [←] [SWAP] (vor [Σ+]) tauscht den x- und y-Wert aus.

Verwenden von Speicherregistern



Die Register R_0 bis R_9 dienen zum Speichern von Zahlen, wobei über **STO** und **RCL** auf diese Register zugegriffen werden kann. Wenn Sie die Statistikfunktionen benutzen, werden R_4 bis R_9 zum Speichern von Summen verwendet.

- **STO** n (n ist eine ganze Zahl von 0 bis 9) kopiert die angezeigte Zahl mit 12-stelliger Genauigkeit in das vorgegebene Register.
- **RCL** n kopiert den Inhalt von R_n in die Anzeige, wobei die Zahl im entsprechenden Anzeigeformat angezeigt wird.

Die nachstehende Tastenfolge verwendet R_1 und R_2 zum Berechnen von

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

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
27,1 + 35,6 =	62,7000	
STO 1	62,7000	Speichert 62,7 in R_1 .
X 1,0823 STO 2	1,0823	Speichert 1,0823 in R_2 .
÷	67,8602	
RCL 1	62,7000	Ruft Inhalt von R_1 zurück.
y^x RCL 2	1,0823	Ruft Inhalt von R_2 zurück.
=	0,7699	Potenzfunktion wird vor Division ausgeführt.

Um **STO** oder **RCL** aufzuheben, ist **C** oder **♦** zu drücken.

Löschen von Registern. Drücken Sie **[CLR]** zum Löschen aller Registerinhalte. Wenn Sie ein bestimmtes Register löschen möchten, so speichern Sie 0 darin. Es ist nicht erforderlich, vor dem Speichern eines Wertes das Register zuerst zu löschen, da durch **[STO] n** der alte Inhalt durch den neuen Inhalt ersetzt wird.

Speicherregister-Arithmetik. Nachstehende Tabelle beschreibt die arithmetischen Operationen, welche mit Zahlen in den Registern durchgeführt werden können. Das Ergebnis wird dabei wieder im Register gespeichert.

Tastenfolge	Neuer Registerinhalt n
[STO] + n	alter Inhalt + angezeigte Zahl
[STO] - n	alter Inhalt - angezeigte Zahl
[STO] × n	alter Inhalt × angezeigte Zahl
[STO] ÷ n	alter Inhalt ÷ angezeigte Zahl

Die nachstehende Tastenfolge benutzt 2 Register zum Berechnen von:

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

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

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
1,097 [STO] 0	1,0970	Speichert 1,097 in R ₀ .
[×] 25,6671 [STO] 1	25,6671	Speichert 25,6671 in R ₁ .
[=]	28,1568	Zeigt erstes Ergebnis an.
[RCL] 0	1,0970	Ruft Inhalt von R ₀ zurück und beginnt neue Berechnung.
[×] 10 [STO] [+] 1	10,0000	Addiert 10 zum Inhalt von R ₁ .

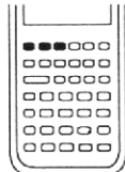
[RCL] 1	35,6671	Inhalt von R ₁ ersetzt rechte Zahl in ausste- hender Berechnung.
[=]	39,1268	Zeigt 2. Ergebnis an.

Numerische Funktionen

HP-21S Funktionen erfordern bei der Ausführung entweder ein oder zwei Argumente (“Argument” ist die Zahl, auf welche eine Funktion angewendet wird):

- Funktionen mit einem Argument wirken auf die angezeigte Zahl.
Zum Beispiel berechnet 6 **[\sqrt{x}]** die Quadratwurzel von 6.
- Funktionen mit zwei Argumenten verwenden **[INPUT]** zum Trennen der Argumente. Zum Beispiel berechnet 4 **[INPUT]** 5 **[\rightarrow]** **[%CHG]** die prozentuale Differenz zwischen 4 und 5; als Argumente können auch Ausdrücke verwendet werden. Die Tastenfolge 1 **[+]** 3 **[INPUT]** 2 **[+]** 3 **[\rightarrow]** **[%CHG]** berechnet ebenfalls die prozentuale Differenz zwischen 4 und 5.
- Konvertierungen zwischen Polar- und Rechteckskoordinaten verwenden zwei Argumente und geben zwei Ergebnisse zurück.

Allgemeine und logarithmische Funktionen



Tastenfolge	Beschreibung
\sqrt{x}	Quadratwurzel
$\leftarrow x^2$	Quadrat
e^x	Natürliche Exponentialfunktion
$\leftarrow 10^x$	Dekadische Exponentialfunktion
LN	Natürlicher Logarithmus
$\leftarrow \text{LOG}$	Dekadischer Logarithmus

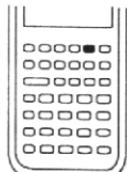
Tastenfolge: **Anzeige:** **Beschreibung:**

$$45 \quad \sqrt{x} \qquad \qquad 6,7082 \qquad \qquad \sqrt{45}.$$

Berechnen Sie $10^{-4,5} \times 10^{-3,7}$.

$4,5 \quad +/ - \quad \leftarrow 10^x$	$3,1623\text{E}-5$	Potenziert 10 mit $-4,5$.
$\times \quad 3,7 \quad +/ - \quad \leftarrow 10^x$	$0,0002$	Potenziert 10 mit $-3,7$.
$=$	$6,3096\text{E}-9$	Multipliziert die beiden Zwischenergebnisse.

Kehrwert



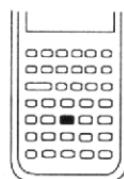
Drücken Sie $1/x$ zur Berechnung des Kehrwerts der angezeigten Zahl. Berechnen Sie $1/3 + 1/4$.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
3 [1/x] [+]- 4 [1/x]	0,2500	Berechnet $1 \div 3$ und $1 \div 4$. Die Addition wird verzögert.
=	0,5833	Addiert die beiden Kehrwerte.

Die Potenzfunktion $[y^x]$ kann auch zum Auffinden von Wurzeln positiver Zahlen benutzt werden. Berechnen Sie z.B. $\sqrt[4]{3}$ (gleichwertig mit $3^{1/4}$):

3 [y ^x]	3,0000	Anwendung der Potenzfunktion.
4 [1/x] =	1,3161	Der Kehrwert des Exponenten führt zur Berechnung des Wurzelausdrucks.

Prozentfunktionen



Die Tasten **%** und **%CHG** dienen zur Berechnung eines Prozentwertes, zur Addition oder Subtraktion eines Prozentwertes, oder zur Berechnung der prozentualen Differenz zweier Zahlenwerte.

Prozent

Die Funktion **[←]%** führt zwei unterschiedliche Operationen aus:

- Gibt es keine ausstehende Operation oder war der zuletzt eingegebene Operator **[×]**, **[÷]**, oder **[y^x]**, so dividiert **[←]%** die angezeigte Zahl durch 100.
- Ist **[+]** oder **[−]** die ausstehende Operation, dann interpretiert **[←]%** die angezeigte Zahl als Prozentsatz und gibt den Prozentwert der Zahl zurück, welche **[+]** oder **[−]** vorangestellt ist.

Beispiel: Berechnen Sie 27% von 85,3.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
85,3 \times 27 \rightarrow %	0,2700	Dividiert 27 durch 100.
=	23,0310	Berechnet 27% von 85,3.

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

200 $-$ 25 \leftarrow %	50,0000	Berechnet 25% von 200.
=	150,0000	Schließt Berechnung ab.

Prozentuale Differenz

Verwenden Sie nachstehende Tastenfolge, um die prozentuale Differenz zwischen zwei Zahlen n_1 und n_2 zu berechnen (in Prozent von n_1 ausgedrückt):

n_1 **[INPUT]** n_2 **\rightarrow** **%CHG**.

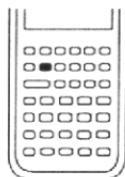
Beispiel: Berechnen Sie die prozentuale Differenz zwischen 291,7 und 316,8.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
291,7 [INPUT]	291,7000	Eingabe von n_1 .
316,8 \rightarrow %CHG	8,6047	Berechnet Differenz in Prozent.

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

12 \times 5 [INPUT]	60,0000	Berechnung und Eingabe von n_1 .
65 $+$ 18 \rightarrow %CHG	38,3333	Prozentuale Differenz zwischen 60 und $(65 + 18)$.

Pi (π)



Drücken von $\leftarrow \boxed{\pi}$ zeigt den Wert von π an. Obwohl der angezeigte Wert entsprechend dem Anzeigeformat gerundet ist, wird der vollständige 12-stellige Wert verwendet.

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

Tastenfolge:

4 \times $\leftarrow \boxed{\pi}$

$\boxed{x} 4,5 \leftarrow \boxed{x^2}$

=

Anzeige:

3,1416

20,2500

254,4690

Beschreibung:

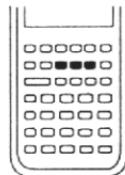
Zeigt π an.

Zeigt $4,5^2$ an.

Berechnet die Oberfläche in cm^2 .

Winkelmodi und trigonometrische Funktionen

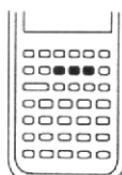
Ändern des Winkelmodus



Der Winkelmodus bestimmt, wie Zahlenwerte bei Anwendung trigonometrischer Funktionen und Koordinatentransformationen interpretiert werden. Um den momentanen Modus zu ändern, ist die Taste für einen anderen Modus zu drücken.

Tasten	Beschreibung	Indikator
[] [DEG]	Stellt Altgrad-Modus ein: ein Kreis ist in 360 Altgrad eingeteilt. Winkel werden in Dezimalgrad (anstatt Grad-Minuten-Sekunden) angegeben.	keiner
[] [RAD]	Stellt Radian/Bogenmaß-Modus ein: ein Kreis ist in 2π Radianen eingeteilt.	RAD
[] [GRD]	Stellt Neugrad-Modus ein: ein Kreis ist in 400 Neugrad eingeteilt.	GRAD

Trigonometrische Funktionen



Winkel werden in Altgrad, Radian oder Neugrad—in Abhängigkeit vom eingestellten Winkelmodus—interpretiert.

Tasten	Funktion	Tasten	Funktion
[SIN]	Sinus	[] [ASIN]	Arcussinus
[COS]	Cosinus	[] [ACOS]	Arcuscosinus
[TAN]	Tangens	[] [ATAN]	Arcustangens

Tastenfolge:

[] [DEG]

15 [SIN]

1 [] 60 [TAN]

Anzeige:

0,2588

1,7321

Beschreibung:

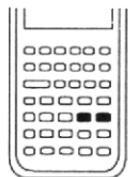
Stellt (Alt)Grad ein.

Zeigt Sinus von 15° an.

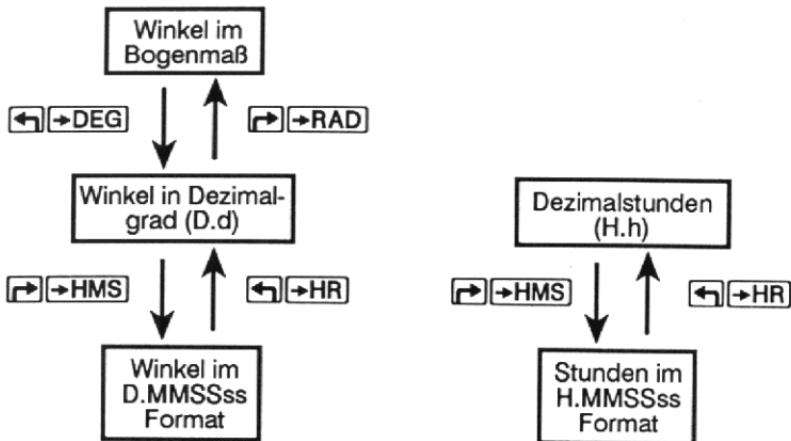
Zeigt Tangens von 60° an.

<input type="checkbox"/>	2,7321	Berechnet $1 + \tan 60^\circ$.
,35 <input type="checkbox"/> ACOS	69,5127	Zeigt Arcuscosinus von 0,35 an.
- ,62 <input type="checkbox"/> ACOS	51,6839	Zeigt Arcuscosinus von 0,62 an.
<input type="checkbox"/>	17,8288	Zeigt Arcuscosinus von 0,35 – Arcuscosinus von 0,62 an.

Winkel- und Stundenkonvertierungen



Tasten	Funktion
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> HR	Nach Stunden (HourS); konvertiert die Zahl vom Stunden/Grad-Minuten-Sekunden Format (H.MMSSss oder D.MMSSss) in das Dezimalstunden/-grad Format.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> HMS	Nach Stunden-Minuten-Sekunden; konvertiert die Zahl vom Dezimalstunden/-grad Format in das Stunden/Grad-Minuten-Sekunden Format (H.MMSSss oder D.MMSSss).
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DEG	Nach Altgrad; konvertiert Winkel im Bogenmaß nach Altgrad (Dezimalgrad).
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RAD	Nach Radian/Bogenmaß; konvertiert Winkel in Altgrad (Dezimalgrad) nach Bogenmaß.



Tastenfolge:

1,79 \times $\leftarrow \pi =$

$\leftarrow \rightarrow$ DEG

90,2015 $\leftarrow \rightarrow$ HR

25,2589 $\rightarrow \rightarrow$ HMS

\leftarrow SHOW

Anzeige:

5,6235

322,2000

90,3375

25,1532

251532040000

Beschreibung:

Berechnet $1,79\pi$.

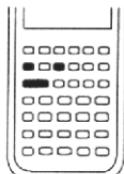
Konvertiert $1,79\pi$ in Grad.

Konvertiert 90 Grad, 20 Minuten, 15 Sekunden, in Dezimalgrad.

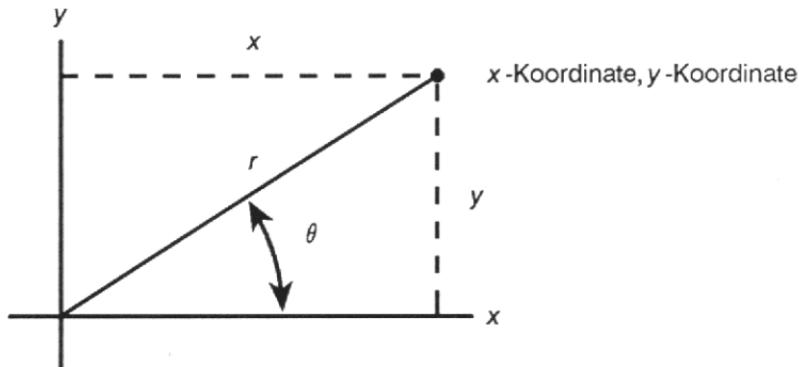
Konvertiert 25,2589 Grad in 25 Grad, 15 Minuten, 32 Sekunden.

Zeigt Dezimalsekunden an (32,04 Sekunden).

Konvertierung zwischen Polar- und Rechteckskoordinaten



Koordinatenkonvertierungen erfordern die Angabe von Datenpaaren, welche bei der Eingabe durch **[INPUT]** voneinander getrennt werden; θ wird entsprechend dem eingestellten Winkelmodus interpretiert.



Umrechnung von Rechtecks- in Polarkoordinaten:

1. Geben Sie x **[INPUT]** y **[\leftarrow]** **[\rightarrow P]** zur Anzeige von θ ein.
2. Drücken Sie **[\leftarrow]** **[SWAP]** zur Anzeige von r .

Umrechnung von Polar- in Rechteckskoordinaten:

1. Geben Sie r **[INPUT]** θ **[\rightarrow]** **[\rightarrow R]** zur Anzeige von y ein.
2. Drücken Sie **[\leftarrow]** **[SWAP]** zur Anzeige von x .

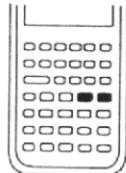
Beispiel: Rechnen Sie die Rechteckskoordinaten $(10, -15)$ in Polarkoordinaten um.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[DEG]		Stellt (Alt)Grad-Modus ein.
10 [INPUT]	10,0000	Eingabe von x .
15 [+/-] P	-56,3099	Gibt y ein, berechnet r und θ und zeigt θ an.
[SWAP]	18,0278	Zeigt r an.

Rechnen Sie die Polarkoordinaten $(7, 30^\circ)$ in Rechteckskoordinaten um:

7 [INPUT]	7,0000	Eingabe von r .
30 R	3,5000	Gibt θ ein, berechnet x und y und zeigt y an.
[SWAP]	6,0622	Zeigt x .

Teile von Zahlen

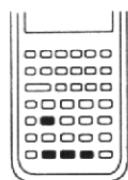


Tasten	Funktion
IP	Ganzzahliger Teil der Zahl.
FRAC	Dezimalteil der Zahl (Zahlenwert ohne ganzzahligen Teil).
ABS	Absolutbetrag der Zahl.
RND	Rundet die interne Darstellung der Zahl entsprechend dem momentan eingestellten FIX, SCI, oder ENG Anzeigeformat. (Es erfolgt keine Rundung im ALL Modus.)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
12,3456789	12,3457	Eingabe von 9-stelliger Zahl.
SHOW	123456789000	Zeigt volle Genauigkeit der Zahl an.
RND SHOW	123457000000	Interne Darstellung der Zahl wird gerundet.

Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktionen

Wahrscheinlichkeitsfunktionen



Mit Ihrem HP-21S können Sie Fakultäten, Kombinationen, Permutationen und Zufallszahlen bestimmen.

Fakultät

Drücken von \rightarrow [n] berechnet die Fakultät der angezeigten Zahl, welche ganzzahlig und zwischen 0 und 253 liegen muß.

Kombinationen und Permutationen

Die Anzahl aller Möglichkeiten, n verschiedene Elemente zu Mengen mit jeweils r Elementen zusammenzufassen, wird als *Kombination* bezeichnet. Jedes Element darf nur einmal vorkommen, wobei Mengen, welche die gleichen Elemente in unterschiedlicher Reihenfolge enthalten, *nicht* einzeln mitgezählt werden. Verwenden Sie folgende Tastenfolge zur Berechnung von Kombinationen: n -Wert **[INPUT]** r -Wert \rightarrow **[Cn,r]**.

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. Verwenden Sie folgende Tastenfolge zur Berechnung von Permutationen: *n*-Wert [INPUT] *r*-Wert [→] [P_{n,r}].

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
5 [INPUT]	5,0000	Eingabe des n-Wertes.
3 [→] [C _{n,r}]	10,0000	Eingabe des r-Wertes; berechnet Kombinationen mit 3 Elementen (aus Grundgesamtheit von 5 Elementen gewählt).
5 [INPUT]	5,0000	Eingabe des n-Wertes.
3 [→] [P _{n,r}]	60,0000	Eingabe des r-Wertes; berechnet Permutationen mit 3 Elementen (aus Grundgesamtheit von 5 Elementen gewählt).

Gleichungen für Kombinationen und Permutationen:

$$C_{n,r} = \frac{n!}{(n - r)! r!}$$

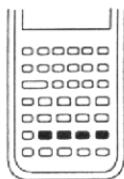
$$P_{n,r} = \frac{n!}{(n - r)!}$$

Zufallszahl und Startwert

Um einen Startwert für den Zufallszahlengenerator zu bestimmen, ist eine *positive* Zahl einzutippen und [→] [SEED] zu drücken. Der Startwert wird in R₃ gespeichert und überschreibt dessen seitherigen Inhalt. Es wird die erste Zufallszahl der Zahlenfolge angezeigt.

Drücken Sie \leftarrow [RAN#], um eine Folge von Zufallszahlen über den seither gespeicherten Startwert zu erzeugen. Dies erzeugt eine Pseudo-Zufallszahl im Bereich $0 < \text{RAN\#} \leq 1$.

Verteilungen



Unter Verwendung einer der vier Verteilungsfunktionen des HP-21S können Sie die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit oder deren Inverse berechnen. Die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit entspricht der Fläche rechts des Zufallsvariablenwerts unterhalb der Verteilungskurve. Sie können diese Fläche berechnen, wenn der Wert der Zufallsvariable bekannt ist.

Umgekehrt lässt sich die Zufallsvariable berechnen, wenn die Fläche unterhalb der Kurve bekannt ist. *Die berechnete Fläche ist die rechtsseitige (von der Zufallsvariable) Fläche unterhalb der Kurve.* Wenn Sie Tabellen verwenden, die eine andere Fläche darstellen, beziehen Sie sich auf die Konvertierungshinweise am Ende dieses Kapitels.

Bei den rechtsseitigen Verteilungen handelt es sich um:

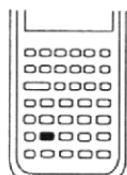
Verteilung	Tasten	Inverse Tasten
Normal	\leftarrow [Q(z)]	\rightarrow [zp]
t (Student)	\leftarrow [Q(t)]	\rightarrow [tp]
F	\leftarrow [Q(F)]	\rightarrow [Fp]
χ^2	\leftarrow [Q(χ^2)]	\rightarrow [χ^2 p]

Diese Verteilungsfunktionen ersetzen die in den meisten Lehrbüchern enthaltenen Statistiktabellen. Die in Ihrem HP-21S enthaltenen Funktionen erweitern die Tabellen insofern, daß Sie *eine beliebige* rechtsseitige

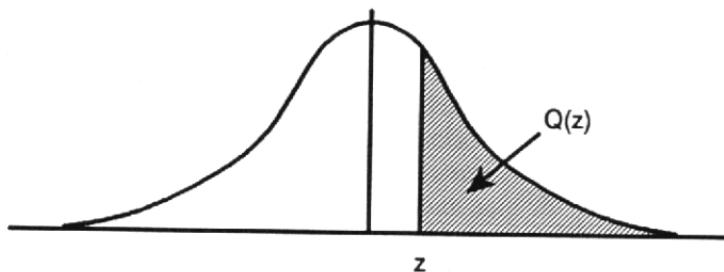
* Die Zahl ist Teil einer gleichverteilten Pseudo-Zufallszahlenfolge. Die erzeugte Sequenz erfüllt den Spektraltest (D. Knuth, *Seminumerical Algorithms*, Vol. 2. London: Addison Wesley, 1981).

Wahrscheinlichkeit bestimmen können, nicht nur die in den Tabellen ausgewählten Werte.

Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für Normalverteilung



Um die Fläche unterhalb der Kurve rechts von z (rechtsseitige Wahrscheinlichkeit) zu berechnen, ist der Wert für z einzugeben und $\leftarrow Q(z)$ zu drücken. $Q(z)$ ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine normalverteilte Zufallsvariable Z größer als z ist.



Beispiel: Die Variable Z ist eine normalverteilte Zufallsvariable. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß Z größer als 1,7 ist?

Tastenfolge:

1,7 \leftarrow $Q(z)$

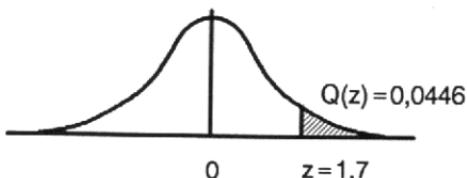
Anzeige:

0,0446

Beschreibung:

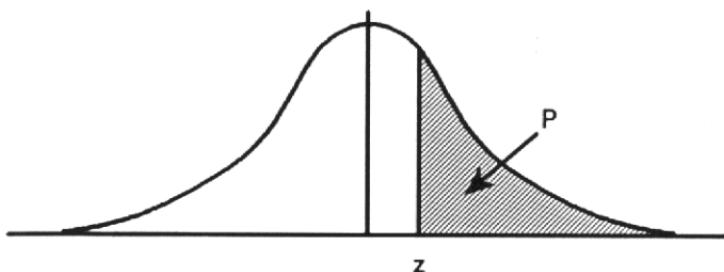
Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

1,68	,4535	,0465
1,69	,4545	,0455
1,70	,4554	0446
1,71	,4564	,0436



Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit — Normalverteilung

Wenn die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit P (Fläche unter der Kurve) bekannt ist und z berechnet werden soll, ist der Wahrscheinlichkeitswert einzutippen und **[→] [zp]** zu drücken.



Beispiel: Welcher Wert für z entspricht einer rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit von 0,025?

Tastenfolge:

,025 **[→] [zp]**

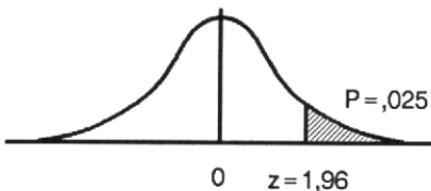
Anzeige:

1,9600

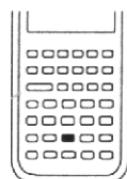
Beschreibung:

Berechnet Wert für z .

1,94	,4738	,0262
1,95	,4744	,0256
1,96	,4750	,0250
1,97	,4756	,0244

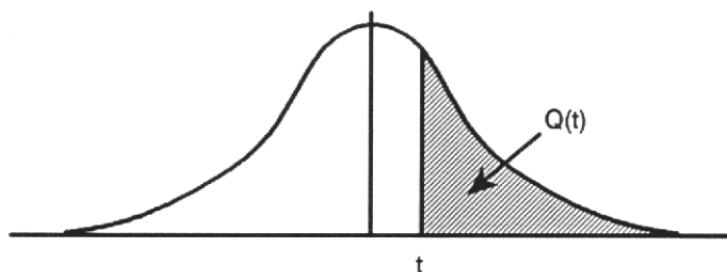


Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für t-Verteilung



Um die Fläche unter der Kurve für die t-Verteilung zu berechnen, ist zuerst die Anzahl der Freiheitsgrade in R₁ zu speichern, danach der Wert für t einzugeben und \leftarrow Q(t) zu drücken.

Die Bezeichnung df₁ rechts unterhalb der Taste [1] dient zur Erinnerung an das Register, in welchem die Anzahl der Freiheitsgrade (*degrees of freedom*) zu speichern ist. Tippen Sie den entsprechenden Wert ein und drücken Sie [STO] 1. Die maximale Anzahl von Freiheitsgraden ist 299.



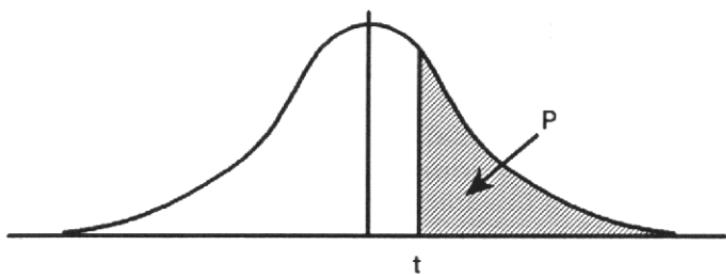
Beispiel: Wie groß ist die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für $t = 1,86$ bei einer t-Verteilung mit 8 Freiheitsgraden (df₁)?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
8 [STO] 1	8,0000	Speichert Anzahl von Freiheitsgraden.
1,86 \leftarrow Q(t)	0,0500	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

df	,05	,01	,001
6	1,943	3,143	5,208
7	1,895	2,998	4,785
8	1,860	2,896	4,501
9	1,833	2,821	4,297

Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit — t-Verteilung

Ist die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit P (Fläche unter der Kurve) bekannt und es soll t berechnet werden, so ist die Anzahl der Freiheitsgrade in R_1 zu speichern, P einzutippen und \rightarrow [tp] zu drücken.

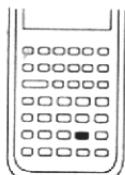


Beispiel: Zur Überprüfung einer Hypothese ist die Bestimmung der Sicherheitsgrenze für t bei einer t-Verteilung mit 26 Freiheitsgraden (df_1) erforderlich. Bestimmen Sie den Wert für t für eine rechtsseitige Wahrscheinlichkeit von 0,05.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
26 [STO] 1	26,0000	Speichert Anzahl von Freiheitsgraden.
,05 [→] [tp]	1,7056	Berechnet Sicherheitsgrenze für t .

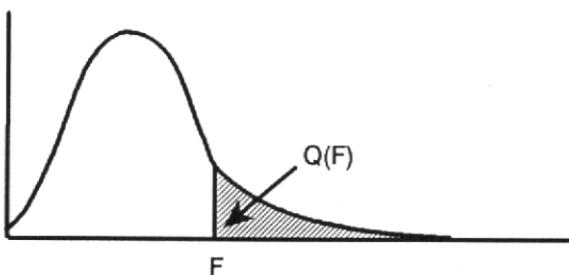
df	.05	,01	,001
24	1,711	2,492	3,467
25	1,700	2,485	3,450
26	1,706	2,479	3,435
27	1,703	2,473	3,421

Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für F-Verteilung



Um die Fläche unter der Kurve der F-Verteilung zu berechnen, sind zuerst die Freiheitsgrade des Zählers in R_1 und die Freiheitsgrade des Nenners in R_2 zu speichern; danach ist der Wert für F einzutippen und \leftarrow [Q(F)] zu drücken.

Die Bezeichnung df_1 und df_2 rechts unterhalb der Taste 1 bzw. 2 dient zur Erinnerung an das Register, in welchem die Anzahl der Freiheitsgrade (*degrees of freedom*) zu speichern ist. Um die Anzahl der Freiheitsgrade für den Zähler zu speichern, ist der entsprechende Wert einzutippen und [STO] 1 zu drücken; um die Anzahl der Freiheitsgrade für den Nenner zu speichern, ist der entsprechende Wert einzutippen und [STO] 2 zu drücken. Die maximale Anzahl von Freiheitsgraden, die vom Rechner berücksichtigt werden können, ist 299.



Beispiel: Wie groß ist die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für einen F-Wert von 5,29, wenn von einer F-Verteilung mit 3 Freiheitsgraden für den Zähler (df_1) und 16 Freiheitsgraden für den Nenner (df_2) ausgegangen wird?

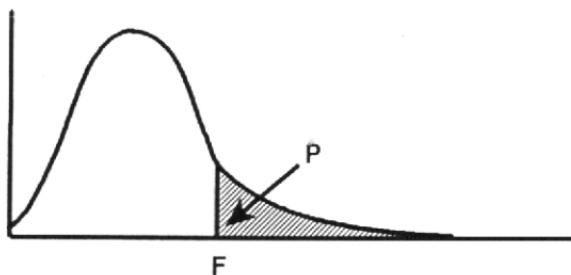
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
3 [STO] 1	3,0000	Speichert df_1 .
16 [STO] 2	16,0000	Speichert df_2 .
5,29 \leftarrow [Q(F)]	0,0100	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

,01 Signifikanzniveau

df	1	2	3
14	8,86	6,51	5,56
15	8,68	6,36	5,42
16	8,53	6,23	5,29
17	8,40	6,11	5,18

Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit — F-Verteilung

Wenn die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit P (Fläche unter der Kurve rechts von F) bekannt ist und F berechnet werden soll, so ist die Anzahl der Freiheitsgrade des Zählers in R_1 und die Freiheitsgrade des Nenners in R_2 zu speichern; danach ist P einzutippen und $\rightarrow [F_p]$ zu drücken.



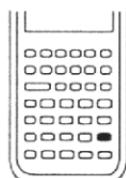
Beispiel: Zur Überprüfung einer Hypothese ist die Bestimmung des Grenzwerts für F bei einer F-Verteilung mit 4 Freiheitsgraden des Zählers (df_1) und 8 Freiheitsgraden des Nenners (df_2) erforderlich. Wie hoch ist die entsprechende rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für eine Signifikanzschranke von 5%.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
4 [STO] 1	4,0000	Speichert df_1 .
8 [STO] 2	8,0000	Speichert df_2 .
,05 [→] [Fp]	3,8379	Berechnet F.

,05 Signifikanzniveau

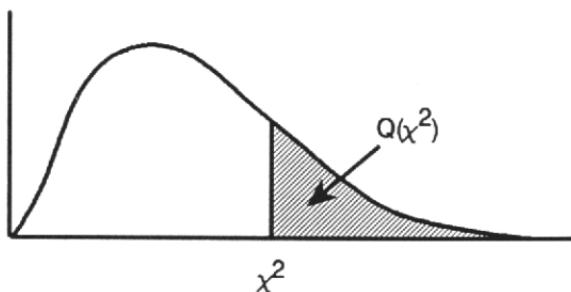
df	1	2	3	4	5
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48

Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit für Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2)



Um die Fläche unter der Kurve der χ^2 -Verteilung zu berechnen, ist zuerst die Anzahl der Freiheitsgrade in R₁ zu speichern; danach ist der Wert für χ^2 einzutippen und [←] Q(χ^2) zu drücken.

Um die Anzahl der Freiheitsgrade (df₁) zu speichern, ist der entsprechende Wert einzutippen und [STO] 1 zu drücken.
Die maximale Anzahl von Freiheitsgraden, die vom Rechner berücksichtigt werden können, ist 299.



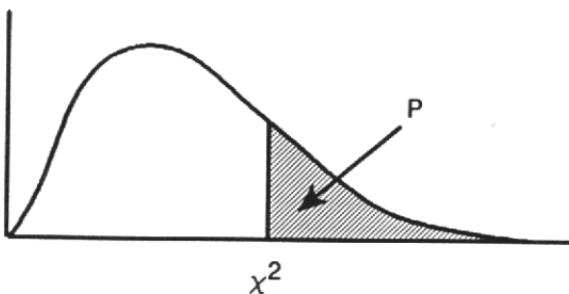
Beispiel: Der über eine Stichprobe berechnete Wert für χ^2 ist 33,41, wobei es 17 Freiheitsgrade (df_1) gibt. Wie groß ist die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
17 [STO] 1	17,0000	Speichert die Anzahl der Freiheitsgrade.
33,41 [→] [Q(χ^2)]	0,0100	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

df	,10	,05	,01
15	22,31	25,00	30,58
16	23,54	26,30	32,00
17	24,77	27,59	33,41
18	25,99	28,87	34,80

Inverse der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit — Chi-Quadrat-Verteilung (χ^2)

Wenn die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit (Fläche unter der Kurve) bekannt ist und der Wert für χ^2 berechnet werden soll, ist zuerst die Anzahl der Freiheitsgrade in R₁ zu speichern; anschließend ist P einzutippen und [→] [χ^2 p] zu drücken.



Beispiel: Eine Stichprobe enthält 19 Freiheitsgrade (df_1). Berechnen Sie den Wert für χ^2 , welcher einer rechtssseitigen Wahrscheinlichkeit von 0,001 entspricht.

Tastenfolge:

19 [STO] 1

,001 [→] [χ^2 P]

Anzeige:

19,0000

43,8202

Beschreibung:

Speichert die Anzahl der Freiheitsgrade.

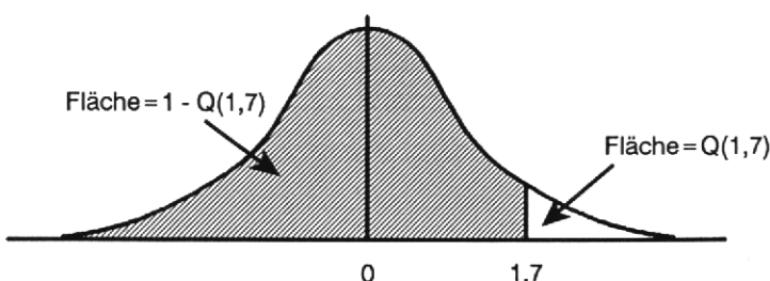
Berechnet den χ^2 Wert.

df	,05	,01	,001
17	27,59	33,41	40,79
18	28,87	34,80	42,31
19	30,14	36,19	43,82
20	31,41	37,57	45,32

Umrechnen der rechtssseitigen Wahrscheinlichkeit

Die Verteilungsfunktionen berechnen die *rechtssseitige Wahrscheinlichkeit* (in der Teststatistik auch als *Irrtumswahrscheinlichkeit* bezeichnet). Dieser Wert entspricht der Fläche unterhalb des Graphen der Verteilungsfunktion, rechts von der Geraden für den Funktionswert. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß Sie an anderen Bereichen unterhalb des Graphen interessiert sind. Eine Umrechnung ist relativ einfach, wenn Sie daran denken, daß die Gesamtfläche unterhalb des Graphen gleich 1 ist und daß die Normal- und die t-Verteilung symmetrisch sind, d.h. die Teile rechts und links der Geraden für den Wert 0 sind gleich.

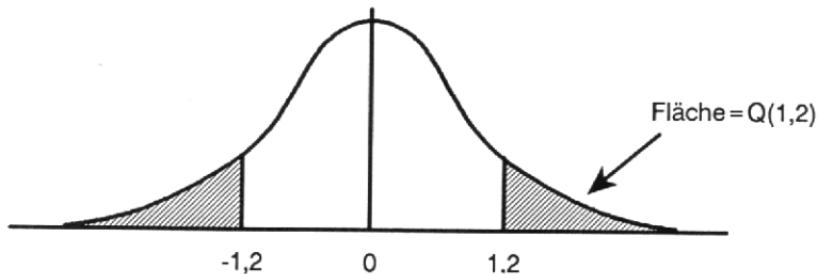
Beispiel: Die Zufallsvariable Z ist entsprechend der Standardnormalverteilung verteilt. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß Z einen Wert kleiner als 1,7 annimmt?



Die Wahrscheinlichkeit, daß Z einen Wert kleiner als 1,7 annimmt, entspricht der Fläche unterhalb des Graphen für die Standardnormalverteilung, links von 1,7. Sie können die Fläche rechts von 1,7, $Q(1,7)$ berechnen und anschließend diese von 1 (Größe der Gesamtfläche) abziehen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
1,7 [←] Q(z)	0,0446	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.
[+/-] + 1 =	0,9554	Subtrahiert berechnete Wahrscheinlichkeit von 1.

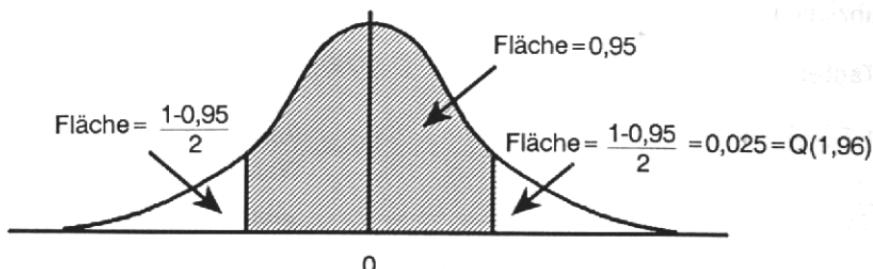
Beispiel: Die Zufallsvariable Z ist entsprechend der Standardnormalverteilung verteilt. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß Z einen Wert größer als 1,2 oder kleiner als -1,2 annimmt?



Die gesuchte Fläche setzt sich aus der Fläche rechts von 1,2 und links von -1,2 zusammen. Da die Normalverteilung symmetrisch ist, sind beide Teilstücke gleich groß. Sie können daher die rechtsseitige Wahrscheinlichkeit $Q(1,2)$ berechnen und anschließend mit 2 multiplizieren.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
1,2 [←] Q(z)	0,1151	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.
[×] 2 =	0,2301	Berechnet gesuchte Wahrscheinlichkeit.

Beispiel: Die Zufallsvariable Z ist entsprechend der Standardnormalverteilung verteilt. Wie groß ist der Wert z , für welchen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 gilt, daß Z kleiner z und größer als $-z$ ist?



Die gegebene Wahrscheinlichkeit entspricht einer Fläche von 0,95. Die hierbei nicht eingeschlossene Fläche (Restfläche/-Wahrscheinlichkeit) beträgt $1 - 0,95 = ,05$. Da die Normalverteilung symmetrisch ist, entspricht die Hälfte der Restfläche der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit ($,05 \div 2 = 0,025$), im konkreten Fall einer Wahrscheinlichkeit von 0,025.

Tastenfolge:

,025

Anzeige:

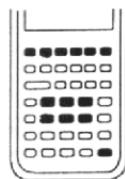
1,9600

Beschreibung:

Gesuchter Wert von z .

Weitere Beispiele zum Umrechnen von Wahrscheinlichkeitswerten finden Sie in Kapitel 6.

Statistische Berechnungen



Die Tasten $\Sigma+$ und $\Sigma-$ werden zum Eingeben und Löschen von Statistikdaten für Berechnungen mit einer oder zwei Variablen verwendet. Summationsdaten werden in den Registern R₄ bis R₉ akkumuliert. Die Registerlabels an der unteren rechten Ecke der Tasten kennzeichnen, welche statistische Werte in jedem Register gespeichert sind.

Nachdem die entsprechenden Zahlenwerte eingegeben wurden, können Sie folgende Berechnungen ausführen:

- Mittelwert und Standardabweichung
- Lineare Regression
- Lineare Näherung und Vorhersage
- Gewogenes Mittel
- Summationsstatistik: n, Σx , Σx^2 , Σy , Σy^2 und Σxy

Löschen von Statistikdaten

Löschen Sie den Inhalt der Statistikregister (R₄ bis R₉), bevor Sie mit einer neuen Berechnung beginnen. Wenn Sie diesen Schritt unterlassen, werden die seither gespeicherten Daten automatisch bei den Summationen berücksichtigt. Sie löschen die Statistikregister, indem Sie einfach $\text{[R} \text{[CL}\Sigma]$ drücken; gleichzeitig werden die Anzeige sowie eventuell ausstehende Operationen gelöscht.

Zusammenfassung der Statistikfunktionen

Einige der Funktionen berechnen zwei Ergebnisse, was durch den : Indikator gekennzeichnet wird. Drücken Sie SWAP, um das zweite (momentan nicht sichtbare) Ergebnis anzuzeigen.

Tasten	Beschreibung	SWAP zeigt
	Arithmetisches Mittel der x-Werte.	Arithmetisches Mittel der y-Werte.
	Mittelwert der x-Werte, gewichtet nach y-Werten.	
	Stichproben-Standardabweichung der x-Werte.*	Stichproben-Standardabweichung der y-Werte, sofern eingegeben.*
	Wahre Standardabweichung der x-Werte.*	Wahre Standardabweichung der y-Werte, sofern welche eingegeben.*
y-Wert 	Näherung von \hat{x} für ein gegebenes y.	Korrelationskoeffizient.†
x-Wert 	Näherung von \hat{y} für ein gegebenes x.	Korrelationskoeffizient.†
	Steigung (m) der berechneten Regressionsgeraden.	y-Schnittpunkt (b) der berechneten Regressionsgeraden.

* Bei der Stichproben-Standardabweichung wird davon ausgegangen, daß die vorliegenden Daten die Stichprobe einer größeren Grundgesamtheit darstellen. Für die wahre Standardabweichung wird davon ausgegangen, daß die vorliegenden Daten die Grundgesamtheit darstellen.

† 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.

Tasten	Beschreibung
[RCL] 4 (n)	Anzahl der eingegebenen Datenpunkte.
[RCL] 5 (Σx)	Summe der x-Werte.
[RCL] 6 (Σy)	Summe der y-Werte.
[RCL] 7 (Σx^2)	Summe der Quadrate der x-Werte.
[RCL] 8 (Σy^2)	Summe der Quadrate der y-Werte.
[RCL] 9 (Σxy)	Summe der Produkte der x- und y-Werte.

Eingeben von Statistikdaten

Für die Anzahl der akkumulierten Werte in den Statistikregistern gibt es keine Begrenzung. Sollte jedoch der Inhalt eines Statistikregisters den Wert $\pm 9,9999999999 \times 10^{499}$ überschreiten, so zeigt der HP-21S temporär eine Überlaufmeldung (OFLO) an. Die Daten bleiben gespeichert, bis [→] [CLS] oder [←] [CLRG] gedrückt wird.

Statistikberechnungen mit einer Variablen

Um x Daten für Statistikberechnungen mit einer Variablen einzugeben:

1. Löschen Sie den seitherigen Inhalt von R₄ bis R₉, indem Sie [→] [CLS] drücken.
2. Tippen Sie den ersten Wert ein und drücken Sie [Σ+]. Der HP-21S zeigt nun die Anzahl der akkumulierten Werte (n) an.
3. Setzen Sie das Akkumulieren von Daten fort, indem Sie die Zahlenwerte eintippen und [Σ+] drücken. Der angezeigte n-Wert wird dabei jeweils aktualisiert.

Statistikberechnungen mit zwei Variablen und gewogenes Mittel

Um Statistikdaten als x,y -Datenpaare einzugeben:

1. Löschen Sie den seitherigen Inhalt von R_4 bis R_9 , indem Sie **CLΣ** drücken.
2. Tippen Sie den ersten x -Wert ein und drücken Sie **[INPUT]**. Der HP-21S zeigt den x -Wert und den : Indikator an.
3. Tippen Sie den korrespondierenden y -Wert ein und drücken Sie . Der HP-21S zeigt nun n an, d.h. die Anzahl der akkumulierten Datenpaare.
4. Setzen Sie die Eingabe der x,y -Datenpaare fort. Der angezeigte n -Wert wird dabei jeweils aktualisiert.

Um Daten zur Berechnung des gewogenen Mittels einzugeben, ist das jeweilige Datum als x und die korrespondierende Gewichtung als y einzugeben.

Korrigieren von Statistikdaten

Fehlerhafte Eingaben können durch die Tastenfolge korrigiert werden. Ist einer der Werte eines x,y -Datenpaars unkorrekt, so müssen Sie beide Werte löschen und neu eingeben.

Korrigieren von Werten einer Variablen

Um Statistikdaten zu löschen und neu einzugeben:

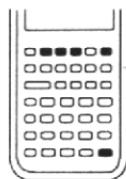
1. Tippen Sie den zu löschenen x -Wert ein.
2. Drücken Sie zum Löschen des Wertes. Der n -Wert wird dabei um 1 reduziert.
3. Geben Sie den richtigen Wert unter Verwendung von ein.

Korrigieren von Werten zweier Variablen

Um x,y -Datenpaare zu löschen und neu einzugeben:

1. Tippen Sie den x -Wert ein, drücken Sie **[INPUT]** und tippen Sie danach den y -Wert ein.
2. Drücken Sie **[\leftarrow] [$\Sigma-$]** zum Löschen der Werte. Der n -Wert wird dabei um 1 reduziert.
3. Geben Sie unter Verwendung von **[INPUT]** und **[$\Sigma+$]** das korrekte x,y -Datenpaar ein.

Mittelwert, Standardabweichungen und Summationsstatistik



Mit Ihrem HP-21S können Sie den Mittelwert (arithmetisches Mittel, \bar{x}), die Standardabweichung einer Stichprobe (S_x) und der Grundgesamtheit (σ_x) sowie die Summenwerte n , Σx und Σx^2 von x -Daten berechnen. Weiterhin können Sie für x,y -Datenpaare Mittelwert, Standardabweichung einer Stichprobe und der Grundgesamtheit der y -Daten sowie die Summenwerte Σy , Σy^2 und Σxy berechnen.

Beispiel 1: Der Kapitän einer Segeljacht möchte ermitteln, wie lange das Wechseln eines Segels dauert. Er wählt zufällig 6 Mannschaftsmitglieder aus und beobachtet, welche Zeit jeder einzelne benötigt. Als Ergebnis seiner Beobachtungen erhält er folgende Zeiten (in Minuten): 4,5; 4; 2; 3,25; 3,5; 3,75. Berechnen Sie den Mittelwert und die Stichproben-Standardabweichung der ermittelten Zeiten. Berechnen Sie außerdem das quadratische Mittel unter Verwendung des Ausdrucks $\sqrt{\Sigma x^2/n}$.

Tastenfolge:

[\rightarrow] [CL Σ]

4,5 [$\Sigma+$]

4 [$\Sigma+$]

Anzeige:

0,0000

1,0000

2,0000

Beschreibung:

Löscht Statistikregister.

Eingabe der 1. Zeit.

Eingabe der 2. Zeit.

2 [Σ+]	3,0000	Eingabe der 3. Zeit.
3,25 [Σ+]	4,0000	Eingabe der 4. Zeit.
3,6 [Σ+]	5,0000	Hoppla! Eigentlich wollten Sie 3,5 eingeben?
3,6 [←] [Σ-]	4,0000	Löscht 3,6 und reduziert n-Wert um 1.
3,5 [Σ+]	5,0000	Eingabe der korrekten 5. Zeit.
3,75 [Σ+]	6,0000	Eingabe der 6. Zeit.
[→] [x̄,ȳ]	3,5000	Berechnet Mittelwert.
[→] [Sx,Sy]	0,8515	Berechnet Stichproben-Standardabweichung.
[RCL] 7	77,1250	Zeigt Σx^2 an.
[÷] [RCL] 4	6,0000	Zeigt n an.
[=] [√x]	3,5853	Berechnet das quadratische Mittel.

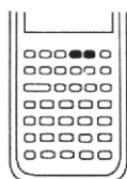
Die über die Tastenfolge $\rightarrow [Sx,Sy]$ und $\rightarrow [Sx,Sy] \leftarrow [SWAP]$ angezeigten Standardabweichungen sind Werte für eine Stichprobe. Hierbei wird angenommen, daß die vorliegenden Daten die Stichprobe einer Grundgesamtheit darstellen.

Wenn die Daten einer Grundgesamtheit vorliegen, lassen sich entsprechende Standardabweichungen über die Tastenfolge $\rightarrow [\sigma_x, \sigma_y]$ (zum Berechnen von σ_x) und $\rightarrow [\sigma_x, \sigma_y] \leftarrow [SWAP]$ (zum Berechnen von σ_y) anzeigen.

Beispiel 2: Der Trainer eines Fußballvereins hat 4 neue Spieler in die Mannschaft aufgenommen. Sie haben eine Größe von 193, 182, 177 und 185 Zentimeter und ein Gewicht von 90, 81, 83 und 77 Kilogramm. Berechnen Sie den Mittelwert und die wahre Standardabweichung (von Größe und Gewicht) und anschließend das Gesamtgewicht der neuen Spieler (Summe der y-Werte).

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [CLΣ]	0,0000	Löscht Statistikregister.
193 [INPUT] 90 [$\Sigma+$]	1,0000	Eingabe von Größe und Gewicht der Spieler.
182 [INPUT] 81 [$\Sigma+$]	2,0000	
177 [INPUT] 83 [$\Sigma+$]	3,0000	
185 [INPUT] 77 [$\Sigma+$]	4,0000	
[] [\bar{x}, \bar{y}]	184,2500	Berechnet Mittelwert der Größen (x).
[] [SWAP]	82,7500	Zeigt Mittelwert der Gewichte (y) an.
[] [σ_x, σ_y]	5,8041	Berechnet wahre Standardabweichung der Größen (x).
[] [SWAP]	4,7104	Zeigt wahre Standardabweichung der Gewichte (y) an.
[RCL] 6	331,0000	Zeigt Gesamtgewicht (Summe aller y) an.

Lineare Regression und Näherung



Lineare Regression ist ein statistisches Verfahren, welches zur Bestimmung von Näherungen und Vorhersagewerten benutzt wird. Über die Methode der kleinsten Quadrate wird eine Gerade zwei oder mehreren x,y -Datenpaaren angepaßt. Die Gerade stellt eine Näherung für die Beziehung zwischen den x - und y -Variablen in der Form $y = mx + b$ dar, wobei m der Steigung und b dem y -Achsenschnittpunkt entspricht.

Lineare Regression. Um eine Berechnung über lineare Regression auszuführen:

1. Geben Sie die x,y -Daten unter Verwendung der Anleitung auf Seite 58 ein.
2. Drücken Sie
 - $\leftarrow \hat{x}, r$ $\leftarrow [SWAP]$ (oder $\rightarrow \hat{y}, r$ $\leftarrow [SWAP]$) zur Anzeige von r , dem Korrelationskoeffizienten.
 - $\leftarrow [m,b]$ zur Anzeige von m , der Steigung der Geraden, und anschließend $\leftarrow [SWAP]$ zur Anzeige von b , dem y -Achsenschnittpunkt.

Lineare Näherung. Die berechnete Regressionsgerade kann zur Vorhersage eines y -Wertes bei einem gegebenen x -Wert — oder umgekehrt — verwendet werden. Um lineare Näherungen anzustellen:

1. Geben Sie die x,y -Daten unter Verwendung der Anleitung auf Seite 58 ein.
2. Geben Sie den bekannten x - oder y -Wert ein.
 - Um eine Näherung für x bei gegebenem y zu erhalten, ist der y -Wert einzutippen und $\leftarrow \hat{x}, r$ zu drücken.
 - Um eine Näherung für y bei gegebenem x zu erhalten, ist der x -Wert einzutippen und $\rightarrow \hat{y}, r$ zu drücken.

Beispiel: Die Rate einer bestimmten chemischen Reaktion hängt von der ursprünglichen Konzentration einer Chemikalie ab. Bei wiederholter Ausführung unter Variation der ursprünglichen Konzentration konnten folgende Reaktionsraten beobachtet werden:

X	0,050	0,075	0,10	0,125	0,20
Y	0,0062	0,00941	0,0140	0,0146	0,023

Berechnen Sie die Steigung und den y -Achsenschnittpunkt von der angepaßten Regressionsgeraden. Bestimmen Sie außerdem den Korrelationskoeffizienten.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[CLΣ]	0,0000	Löscht Statistikregister.
,05 [INPUT] ,0062 [$\Sigma+$] ,075 [INPUT] ,00941 [$\Sigma+$] ,1 [INPUT] ,014 [$\Sigma+$] ,125 [INPUT] ,0146 [$\Sigma+$] ,2 [INPUT] ,023 [$\Sigma+$]	5,0000	Eingabe der x,y -Daten.
[m,b]	0,1093	Zeigt die Steigung an.
[SWAP]	0,0014	Zeigt den y -Achsen- schnittpunkt an (: weist auf ein weiteres Ergebnis hin).
[\hat{x},r] [SWAP]	0,9890	Zeigt den Korrelations- koeffizient an.
,09 [\hat{y},r]	0,0113	Vorhersage von y für $x = 0,09$.
Welche Konzentration ist erforderlich, um die Reaktion mit einer Rate von 0,02 ablaufen zu lassen?		
,02 [\hat{x},r]	0,1700	Vorhersage von x für $y = 0,02$.
[C]	0,0000	Löscht Anzeige und : Indikator.

Gewogenes Mittel

Die nachstehend beschriebene Vorgehensweise dient zur Berechnung des gewogenen Mittels der Datenpunkte x_1, x_2, \dots, x_n , welche mit der Gewichtung bzw. Häufigkeit y_1, y_2, \dots, y_n auftreten.

1. Verwenden Sie **[INPUT]** und **[Σ+]** zur Eingabe der x,y -Datenpaare, wobei die y -Werte die Gewichtung der x -Werte darstellen.
2. Drücken Sie **[→] [x̄w]**.

Beispiel: Eine Umfrage über die Wochen-Mietpreise von 266 Ferienappartements ergab, daß 54 Appartements für 200 DM, 32 für 205 DM, 88 für 210 DM und 92 für 216,- DM vermietet werden. Wie groß ist das gewogene Mittel der Mietpreise?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[→] [CLΣ]	0,0000	Löscht die Statistikregister.
200 [INPUT] 54 [Σ+]	1,0000	Eingabe der Daten mit ihren jeweiligen Gewichtungen.
205 [INPUT] 32 [Σ+]	2,0000	
210 [INPUT] 88 [Σ+]	3,0000	
216 [INPUT] 92 [Σ+]	4,0000	
[→] [x̄w]	209,4436	Berechnet das gewogene Mittel der Mietpreise.

Gleichungen:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}, \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}, \quad \bar{x_w} = \frac{\Sigma xy}{\Sigma y}$$

$$Sx = \frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n - 1}$$

$$Sy = \frac{\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{n - 1}$$

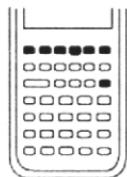
$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n}} \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{n}}$$

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \right) \left(\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \right)}}$$

$$m = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}$$

$$b = \bar{y} - m \bar{x} \quad \hat{x} = \frac{y - b}{m} \quad \hat{y} = mx + b$$

Interne Programmbibliothek



Die interne Programmbibliothek besteht aus 6 Programmen, welche durch Drücken von **[\leftarrow] LOAD**, gefolgt von einer der Buchstabetasten A bis F (in der obersten Tastenreihe), aufgerufen werden können. (Nach dem Drücken von **[\leftarrow] LOAD** nehmen die Tasten in der oberen Reihe ihre Alphafunktion an.) Während die jeweilige Taste gedrückt ist, wird eine Abkürzung für das Programm angezeigt.

Programm	Bezeichnung	Meldung
A	Einstichprobentest	1-StAt
B	Zweistichprobentest	2-StAt
C	Lineare Regression Test	Lr-StAt
D	Chi-Quadrat Test	CHI-2
E	Binomialverteilung	bin
F	Annuitätenrechnung (TVM)	FinAnCE

Beim Aufrufen eines Programms wird ein evtl. zuvor aufgerufenes/ge-speichertes Programm gelöscht (der Inhalt der Speicherregister bleibt jedoch erhalten).

Nachdem Sie Ihre Daten eingegeben haben (entweder Rohdaten oder Summenwerte), können Sie in beliebiger Reihenfolge die Prüfgrößen berechnen und Tests ausführen. So können Sie z.B. Lr-StAt verwenden, danach 1-StAt aufrufen und Berechnungen durchführen und anschließend wieder Lr-StAt aufrufen, ohne Ihre Daten dabei zu beeinträchtigen. Außerdem müssen Sie, falls Ihnen beim Berechnen einer Prüfgröße ein Fehler unterlaufen ist, nicht erneut alle Daten eingeben. Wiederholen Sie einfach die Berechnung und korrigieren Sie dabei den Fehler.

Die nachstehende Tabelle zeigt die Symbole auf, die in den Flußdiagrammen für die verschiedenen Programme verwendet wurden. Die im vorliegenden Kapitel enthaltenen Diagramme bilden die Kurzanleitung für die Anwendung des Rechners.

In Flußdiagrammen verwendete Symbole

Symbol	Beschreibung
n	Stichprobenumfang
s	Stichproben-Standardabweichung
σ	Standardabweichung der Grundgesamtheit
p	Stichprobenproportion
π	Grundgesamtheitsproportion
\bar{x}	Mittelwert der Stichprobe
μ	Mittelwert der Grundgesamtheit
d	Genauigkeit ($1/2$ Breite des Vertrauensbereichs)
O_i	Beobachtungswert
E_i	Erwartungswert
df	Anzahl der Freiheitsgrade
z	Standardnormalverteilte Zufallsvariable
t	Student's t Zufallsvariable
χ^2	Chi-Quadrat Zufallsvariable
V_o	Hypothetischer Wert (z.B. π_0, μ_0, D_0, \dots).
U_{ip}	Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit
pr	Wahrscheinlichkeit

Alle Programme werden im restlichen Teil dieses Kapitels beschrieben, hauptsächlich anhand eines entsprechenden Kapitels. Sehen Sie nach dem jeweiligen Beispiel, welches Ihr Problem darstellt und benutzen Sie es als Leitfaden zum Auffinden einer Lösung.

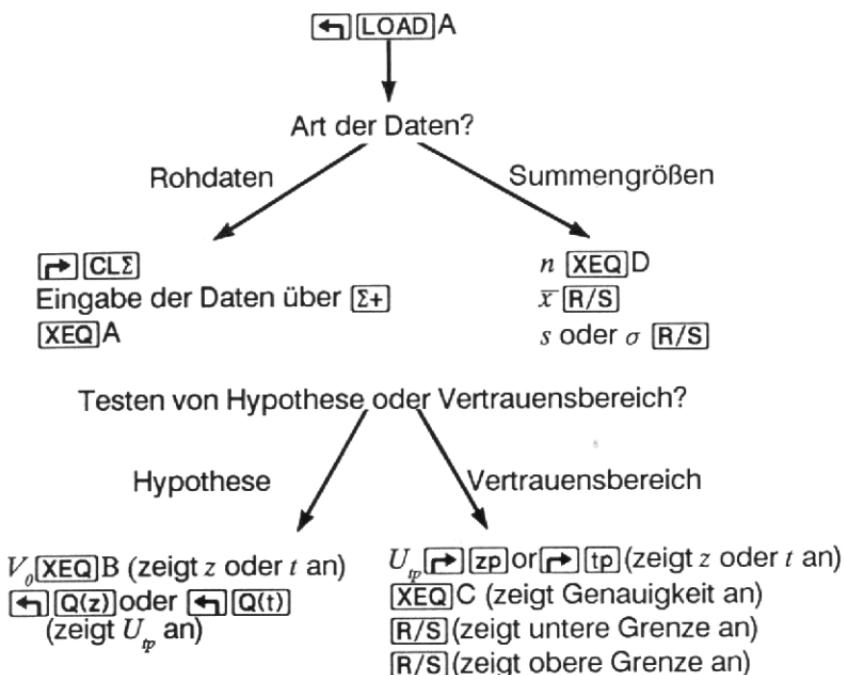
Kurzanleitung: Die im vorliegenden Kapitel aufgeführten Flußdiagramme sind auch in der Kurzanleitung für den Rechner enthalten. Sie können die Kurzanleitung an den perforierten Stellen heraustrennen und in der Tragetasche des Rechners mitführen.

Einstichprobentest (1-StAt)

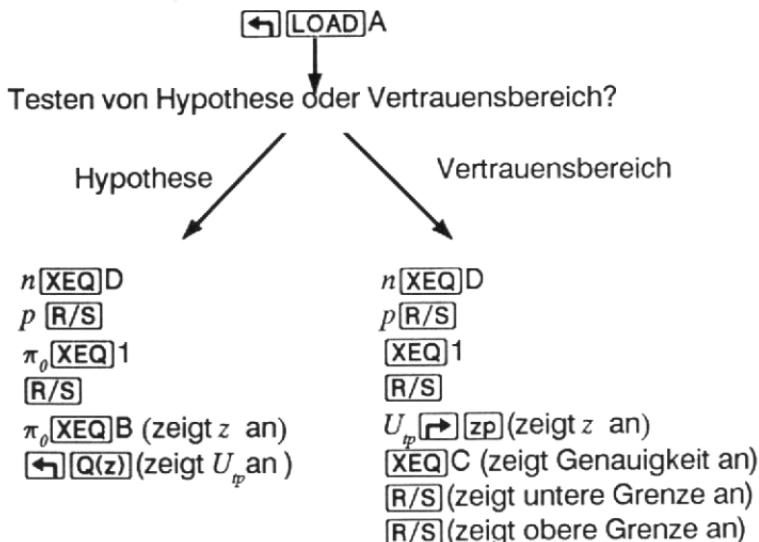
1-StAt berechnet Prüfgrößen und Näherungen des Vertrauensbereichs für eine Vielzahl von Problemstellungen mit einer Stichprobe. Sie können Prüfgrößen, Vertrauensbereiche, den erforderlichen Stichprobenumfang für eine Schätzung des Mittelwerts sowie der Anzahl der Freiheitsgrade und des Standardfehlers berechnen.

Das 1-StAt Programm ist wie folgt aufgebaut:

Testen des Mittelwerts



Testen der Proportion



Paardifferenzen

\leftarrow [LOAD] A
 \rightarrow [CLΣ]
 $x_1 \square y_1 \Sigma +$
 $x_2 \square y_2 \Sigma +$

$x_n \square y_n \Sigma +$
[XEQ] A

Testen von Hypothese oder Vertrauensbereich?

Hypothese

Vertrauensbereich

V_θ [XEQ] B (zeigt z oder t an)
 \leftarrow [Q(z)] oder \leftarrow [Q(t)]
(zeigt U_p an)

U_p \rightarrow [zp] oder \rightarrow [tp] (zeigt z oder t an)
[XEQ] C (zeigt Genauigkeit an)
[R/S] (zeigt untere Grenze an)
[R/S] (zeigt obere Grenze an)

Bestimmen des Stichprobenumfangs

\leftarrow [LOAD] A
 σ [XEQ] E
 d [INPUT]
 U_p \rightarrow [zp] (zeigt z an)
[R/S] (zeigt erforderlichen Stichprobenumfang an)

1-StAt Register und Labels

R ₀	n, der Stichprobenumfang.
R ₁	Anzahl der Freiheitsgrade n – 1.
R ₂	Stichproben-Mittelwert \bar{x} oder Proportion p.
R ₃	Standardabweichung, $\sqrt{p(1-p)}$ oder $\sqrt{\pi(1-\pi)}$.
R ₄ bis R ₉	Statistikregister (Seite 57).
LBL A	Verarbeitet Summengrößen für 1-StAt und speichert sie in R ₀ bis R ₃ .
LBL B	Berechnet Prüfgröße für Hypothese; zu verwenden nach [XEQ] A oder [XEQ] D.
LBL C	Berechnet Vertrauensbereich; zu verwenden nach [XEQ] A oder [XEQ] D.
LBL D	Speichert Summengrößen in R ₀ bis R ₃ , um Mittelwert oder Proportion einer Stichprobe zu testen.
LBL 7	Berechnet Standardfehler, die Standardabweichung der Häufigkeitsverteilung.

Das Verfahren zur Eingabe der Daten hängt von der Art der Daten ab: Rohdaten oder Summengrößen.

Wenn Sie *Rohdaten* verwenden:

1. Löschen Sie die Statistikregister durch Drücken von [F2] [CLΣ].
2. Geben Sie die Werte der Stichprobe unter Verwendung von [Σ+] ein.
3. Drücken Sie [XEQ] A, um die Daten zu verarbeiten und den Standardfehler anzuzeigen.
4. Optional:
 - Drücken Sie [RCL] 0 zur Anzeige des Stichprobenumfangs.
 - Drücken Sie [RCL] 1 zur Anzeige der Freiheitsgrade.
 - Drücken Sie [RCL] 2 zur Anzeige des Stichproben-Mittelwerts.
 - Drücken Sie [RCL] 3 zur Anzeige der Stichproben-Standardabweichung.
 - Drücken Sie [XEQ] 7 zur Berechnung des Standardfehlers.

Wenn Sie *Summengrößen* verwenden:

1. Tippen Sie den Stichprobenumfang ein und drücken Sie [XEQ] D.
2. Tippen Sie den Mittelwert ein und drücken Sie [R/S].
3. Tippen Sie die Standardabweichung ein und drücken Sie [R/S]. Sie erhalten danach den Standardfehler angezeigt.
4. Optional:
 - Drücken Sie [RCL] 0 zur Anzeige des Stichprobenumfangs.
 - Drücken Sie [RCL] 1 zur Anzeige der Freiheitsgrade.
 - Drücken Sie [RCL] 2 zur Anzeige des Stichproben-Mittelwerts.
 - Drücken Sie [RCL] 3 zur Anzeige der Stichproben-Standardabweichung.

Mittelwert der Grundgesamtheit — Test von Hypothese/ Vertrauensbereich-Näherung

Beispiel: Standardabweichung der Grundgesamtheit bekannt. Von einer Grundgesamtheit wird eine zufällige Stichprobe von 75 Elementen entnommen. Der Mittelwert der Stichprobe ist 123,45 und die Standardabweichung der Grundgesamtheit beträgt 6,78.

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um Summengrößen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] LOAD A		Lädt 1-StAt.
75 [XEQ] D	75,0000	Speichert Stichprobenumfang.
123,45 [R/S]	123,4500	Speichert Mittelwert der Stichprobe.
6,78 [R/S]	0,7829	Speichert Standardabweichung und berechnet Standardfehler.

Sie können nun entweder die Hypothese überprüfen (Teil 2) oder den Vertrauensbereich berechnen (Teil 3). Dieses Beispiel beinhaltet beides.

Teil 2: Berechnen Sie die Prüfgröße für die Nullhypothese, daß der Mittelwert der Grundgesamtheit 122 beträgt. Testen Sie sie bei einem Signifikanzniveau von 5% gegen die Alternativhypothese, daß 122 nicht der Mittelwert ist.

Da die wahre Standardabweichung bekannt ist, ist die Normalverteilung zur Überprüfung zu verwenden.

Aus der Problemstellung ergibt sich, daß die Hypothese verworfen wird, wenn die Prüfgröße in den Bereich fällt, welcher von dem auslaufenden Graphen der Normalverteilung gebildet wird. Um die Taste für die Normalverteilung verwenden zu können, wird das zweiseitige 5%-Signifikanzniveau in eine rechtsseitige Wahrscheinlichkeit von 2,5% umgerechnet.



Gleichung:

$$z = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
122 [EQ] B	1,8521	Eingabe von hypothetischer Mittelwert der Grundgesamtheit und Berechnung der Prüfgröße.
[<input type="left"/>] [Q(z)]	0,0320	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die berechnete Wahrscheinlichkeit größer als 0,025 ($0,05 \div 2$) ist, wird die Hypothese bei einem 5%-Signifikanzniveau in diesem Test nicht verworfen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,025 **[zp]**

1,9600

Berechnet kritischen z-Wert.

122 **[XEQ] B**

1,8521

Berechnet Prüfgröße.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische z-Wert ist, wird die Hypothese nicht verworfen.

Teil 3: Berechnen Sie den 90%-Vertrauensbereich für den Mittelwert der Grundgesamtheit.

Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = \frac{z\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Vertrauengrenzen} = \bar{x} \pm \frac{z\sigma}{\sqrt{n}}$$

Der 90%-Vertrauensbereich lässt sich über eine einfache Umrechnung, $(1 - 0,9) \div 2 = 0,05$, auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit reduzieren, womit Sie die Tastenfolge **[zp]** verwenden können.



Tastenfolge:

,05 **[zp]**

[XEQ] C

[R/S]

[R/S]

Anzeige:

1,6449

1,2877

122,1623

124,7377

Beschreibung:

Berechnet standard-normalverteilte Zufallsvariable.

Berechnet Genauigkeit.

Berechnet untere Vertrauengrenze.

Berechnet obere Grenze.

Beispiel: Standardabweichung der Grundgesamtheit unbekannt.

Die nachstehenden Werte stellen eine zufällige Stichprobe mit 8 Elementen aus einer Grundgesamtheit dar: 129,7; 149,8; 129,6; 109,3; 130,0; 133,4; 116,4; 134,8.

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um Rohdaten.

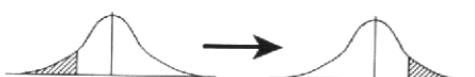
Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
[] [CLΣ]	0,0000	Löscht Statistikregister.
129,7 [$\Sigma+$]	1,0000	Eingabe der Daten.
149,8 [$\Sigma+$]	2,0000	
129,6 [$\Sigma+$]	3,0000	
109,3 [$\Sigma+$]	4,0000	
130 [$\Sigma+$]	5,0000	
133,4 [$\Sigma+$]	6,0000	
116,4 [$\Sigma+$]	7,0000	
134,8 [$\Sigma+$]	8,0000	
[] [\bar{x}, \bar{y}]	129,1250	Berechnet Mittelwert (optional).
[XEQ] A	4,2975	Verarbeitet Daten und berechnet Standardfehler.

Sie können nun entweder die Hypothese überprüfen (Teil 2) oder einen Vertrauensbereich berechnen (Teil 3). Dieses Beispiel beinhaltet beides.

Teil 2: Wenn die Alternative bedeutet, daß der Mittelwert der Grundgesamtheit kleiner als 137 ist, würden Sie dann die Hypothese verwerfen, daß der Mittelwert 137 ist, wenn Sie ein 10%-Signifikanzniveau bei der Überprüfung verwenden?

Da Sie die Standardabweichung der Grundgesamtheit nicht kennen, ist die Häufigkeitsverteilung der Prüfgröße t-verteilt. Aufgrund einer kleinen Stichprobe kann die Normalverteilung nicht als Approximation verwendet werden.

Die Alternativhypothese deutet eine Überprüfung der linkssseitigen Wahrscheinlichkeit an. Dies ist analog zur Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit, wodurch die Verwendung von $\leftarrow \boxed{Q(t)}$ möglich ist.



Gleichungen:

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s / \sqrt{n}}$$

Anzahl Freiheitsgrade = $n - 1$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[RCL] 1	7,0000	Überprüft die berechnete Anzahl Freiheitsgrade (optional).
137 [XEQ] B	-1,8325	Eingabe des hypothetischen Mittelwerts und Berechnung der Prüfgröße.
[+/-]	1,8325	Konvertiert nach rechter Seite.
$\leftarrow \boxed{Q(t)}$	0,0548	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die berechnete Wahrscheinlichkeit kleiner als 0,1 (das Verwerfungs-niveau) ist, wird die Hypothese zurückgewiesen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,1 [→] [tp]	1,4149	Berechnet kritischen Wert bei t-Verteilung.
137 [XEQ] B	-1,8325	Berechnet Prüfgröße.
[+/-]	1,8325	Konvertiert nach rechter Seite.

Werden die zwei Werte verglichen, ist die berechnete Prüfgröße größer als der kritische Wert. Demzufolge wird bei einem 10%-Niveau die Hypothese verworfen.

Teil 3: Berechnen Sie den 95%-Vertrauensbereich des Mittelwerts der Grundgesamtheit.

Der 95%-Vertrauensbereich lässt sich über die Beziehung $(1 - 0,95) \div 2 = 0,025$ in eine Problemstellung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit umrechnen.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Vertrauengrenzen} = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Anzahl Freiheitsgrade} = n - 1$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
.025 \rightarrow [tp]	2,3646	Berechnet erforderliche Prüfgröße.
[XEQ] C	10,1619	Berechnet Genauigkeit des Intervalls.
[R/S]	118,9631	Berechnet untere Vertrauengrenze.
[R/S]	139,2869	Berechnet obere Grenze.

Proportion der Grundgesamtheit

Beispiel: Vertrauensbereich. Eine Stichprobenbefragung von 65 Studenten ergab, daß 38 einen Vorschlag zur Erweiterung des Mensa-Menüs und der damit verbundenen Preiserhöhungen unterstützen. Wie groß ist der 99%-Vertrauensbereich der Grundgesamtheitsproportion für die Unterstützung des Vorschlags?

Teil 1: Geben Sie zuerst die Summengrößen ein.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
\leftarrow [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
65 [XEQ] D	65,0000	Eingabe des Stichprobenumfangs.
38 \div 65 [=] [R/S]	0,5846	Berechnet und speichert Stichprobenproportion.
[XEQ] 1	0,4928	Berechnet $\sqrt{p(1-p)}$.
[R/S]	0,0611	Berechnet Standardfehler.

Teil 2: Um \rightarrow [zp] für die Berechnung verwenden zu können, ist der 99%-Vertrauensbereich in eine Problemstellung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit umzurechnen: $(1 - 0,99) \div 2 = 0,005$.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = \frac{z\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Vertrauengrenzen} = p \pm \frac{z\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
,005 [→] [zp]	2,5758	Berechnet z-Wert.
[XEQ] C	0,1574	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	0,4272	Berechnet untere Vertrauengrenze.
[R/S]	0,7421	Berechnet obere Vertrauengrenze.

Beispiel: Überprüfung einer Hypothese. Eine Studentengemeinschaft überprüfte anhand einer Marktuntersuchung, ob wenigstens 52% aller nationalen Mitglieder ein neues T-Shirt mit Logo kaufen würden. Von 75 zufällig ausgewählten Mitgliedern haben 31 Personen ein T-Shirt gekauft. Um die angestrebte Gewinnzone zu erreichen, müßten wenigstens 52% aller Mitglieder ein T-Shirt kaufen.

Teil 1: Geben Sie zuerst die Summengrößen ein:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[→] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
75 [XEQ] D	75,0000	Eingabe des Stichprobenumfangs.
31 [÷] 75 [=] [R/S]	0,4133	Berechnet und speichert Stichprobenproportion.
,52 [XEQ] 1	0,4996	Berechnet $\sqrt{\pi(1-\pi)}$ für hypothetische Proportion.
[R/S]	0,0577	Berechnet Standardfehler.

Teil 2: Überprüfen Sie die Hypothese, daß die Proportion von Käufern in der Grundgesamtheit 52% beträgt, gegen die Alternative, daß sie kleiner

als 52% ist. Verwenden Sie die Normalverteilung und ein 5%-Signifikanzniveau.

Die Alternativhypothese deutet die Berechnung des linksseitigen kritischen Bereichs der Normalverteilung an. Verwenden Sie [+/-] zum Übergang für die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit.



Diese Prüfgröße wird wie folgt berechnet:

$$z = \frac{(p - \pi_0)}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

wobei p die Stichprobenproportion und π_0 die hypothetische Grundgesamtheitsproportion darstellt.

Tastenfolge:

.52 [XEQ] B

Anzeige:

-1,8490

Beschreibung:

Eingabe von hypothetischer Grundgesamtheitsproportion und Berechnung der Prüfgröße.

[+/-]

1,8490

Konvertiert in rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

[\leftarrow] [Q(z)]

0,0322

Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Die Hypothese wird verworfen, da das Ergebnis unter dem 5%-Signifikanzniveau liegt.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,05 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> zp	1,6449	Berechnet rechtsseitigen kritischen Wert.
,52 <input checked="" type="checkbox"/> XEQ B	- 1,8490	Berechnet Prüfgröße.
<input checked="" type="checkbox"/> +/-	1,8490	Konvertiert nach rechter Seite.

Da die Prüfgröße größer als der kritische Wert ist, fällt Sie in den Verwerfungsbereich und die Hypothese ist daher zurückzuweisen.

Beispiel: Prüfung von Paardifferenzen der Mittelwerte zweier Grundgesamtheiten

Studenten einer bestimmten Fachrichtung haben den Vorwurf erhoben, daß die Aufgabensammlung für die Abschlußexamens große Schwankungen des Schwierigkeitsgrades enthält. Der Dozent hat sich daraufhin bereit erklärt, sechs Studenten zwei unterschiedliche Aufgabenreihen zu geben. Die Ergebnisse der zwei Examen sind in der folgenden Tabelle enthalten. Kann die Hypothese, daß der Mittelwert der Paardifferenzen gleich Null ist, zugunsten der Alternativhypothese, daß Test A leichter als Test B ist (d.h. der Mittelwert der Differenzen, $A - B$, ist größer als Null), zurückgewiesen werden? Verwenden Sie ein 10%-Signifikanzniveau.

Student	1	2	3	4	5	6
Test A	90	85	78	75	80	98
Test B	83	93	72	68	87	92

Teil 1: Geben Sie zuerst die Differenz zwischen jedem Beobachtungspaar mit Hilfe von $\Sigma+$ ein.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
LOAD A		Lädt 1-StAt.
CLΣ	0,0000	Löscht Statistikregister.
90 83 $\Sigma+$	1,0000	Eingabe von Rohdaten.
85 93 $\Sigma+$	2,0000	
78 72 $\Sigma+$	3,0000	
75 68 $\Sigma+$	4,0000	
80 87 $\Sigma+$	5,0000	
98 92 $\Sigma+$	6,0000	
\bar{x}, \bar{y}	1,8333	Verarbeitet Daten und berechnet Mittelwert der Differenzen (optional).
XEQ A	2,9599	Berechnet Standardfehler.

Sie können nun entweder die Hypothese überprüfen oder eine Näherung des Vertrauensbereichs berechnen. Dieses Beispiel testet die Hypothese.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese. Die Problemstellung erfordert die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit und die Verwendung der t-Verteilung, da es sich um eine kleine Stichprobe ohne bekannte Standardabweichung der Grundgesamtheit handelt.

Gleichung:

$$t = \frac{\bar{d} - d_0}{s_d / \sqrt{n}}$$

wobei

\bar{d} = Mittelwert der Paardifferenzen

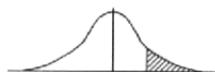
s_d = Stichproben-Standardabweichung der Paardifferenzen

d_0 = hypothetischer Mittelwert der Paardifferenzen

Anzahl Freiheitsgrade = $n - 1$ (n = Anzahl der Differenzen)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[RCL] 1	5,0000	Zeigt berechnete Freiheitsgrade an (optional).
0 [XEQ] B	0,6194	Eingabe von hypothetischer Mittelwert der Paardifferenzen und Berechnung der Prüfgröße.
[] []	0,2814	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die Wahrscheinlichkeit für die Prüfgröße das 10%-Signifikanzniveau übersteigt, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.



Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,1 [] []	1,4759	Berechnet kritischen Wert der t-Verteilung.
0 [XEQ] B	0,6194	Eingabe von hypothetischer Mittelwert der Paardifferenzen und Berechnung der Prüfgröße.

Da die berechnete Prüfgröße kleiner als der kritische Wert ist, wird die Hypothese nicht verworfen.

Beispiel: Berechnen des Stichprobenumfangs

Nehmen Sie an, die Standardabweichung einer Grundgesamtheit ist 34,26. Wie groß müßte der Umfang einer einfachen zufällig ausgewählten Stichprobe sein, um eine Näherung des Mittelwerts innerhalb 3 Einheiten des wahren Mittelwerts der Grundgesamtheit (Genauigkeit von 3) in einem 90%-Vertrauensbereich zu erzeugen? Verwenden Sie die normale Wahrscheinlichkeitverteilung.

Um $\rightarrow \text{zp}$ für die Berechnung verwenden zu können, ist der 90%-Vertrauensbereich in eine Problemstellung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit umzurechnen: $(1 - 0,9) \div 2 = 0,05$.



Gleichung:

$$n = \left(\frac{z \sigma}{\text{Genauigkeit}} \right)^2$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
$\leftarrow \text{LOAD} \text{ A}$		Lädt Programm A.
34,26 $\text{XEQ} \text{ E}$	34,2600	Eingabe der Standardabweichung.
3 INPUT	3,0000	Eingabe der Genauigkeit.
,05 $\rightarrow \text{zp}$	1,6449	Berechnet standardnormalverteilte Zufallsvariable.
R/S	352,8472	Berechnet benötigten Stichprobenumfang.

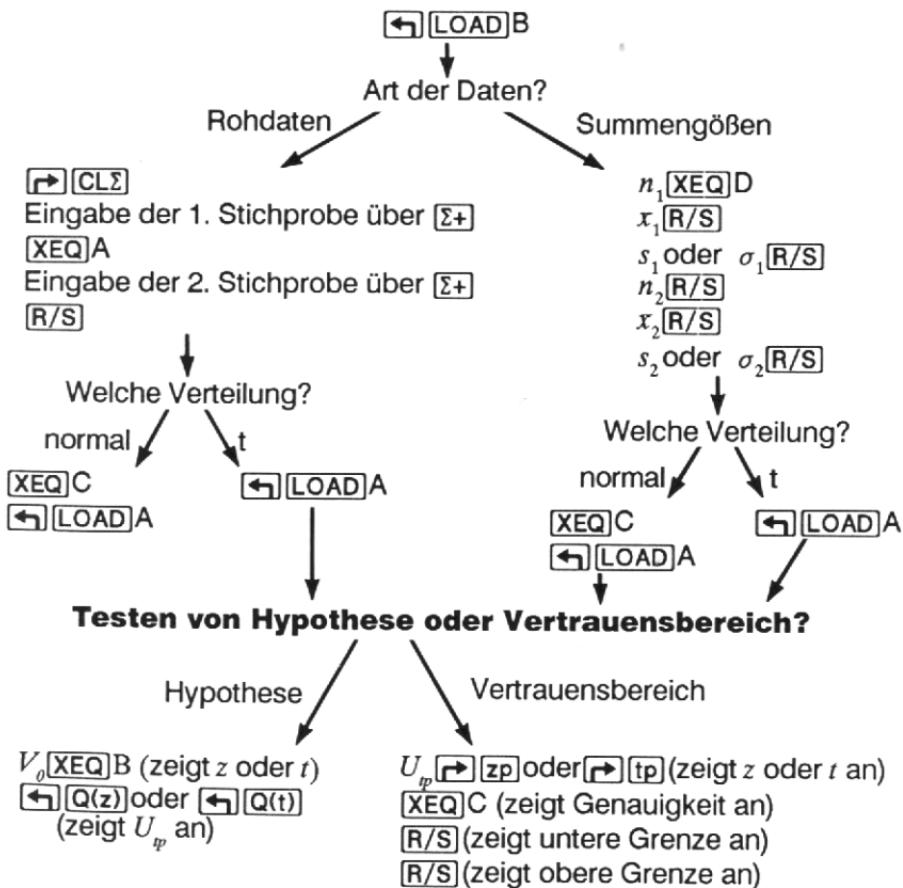
Laut Konvention ist der berechnete Stichprobenumfang auf die nächste größere ganze Zahl aufzurunden, im vorliegenden Beispiel auf 353.

Zweistichprobentest (2-StAt)

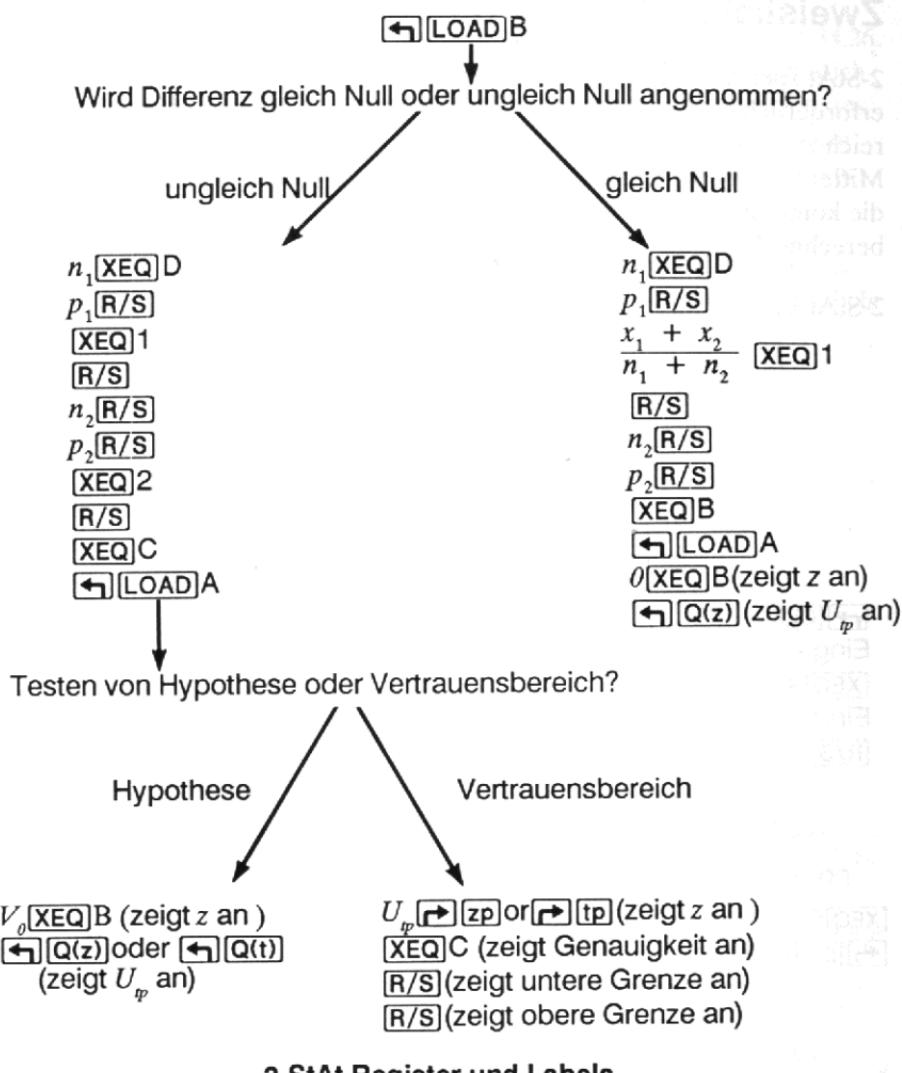
2-StAt speichert die Größen, welche zur Vorbereitung von 1-StAt erforderlich sind, um Prüfgrößen und Näherungen für den Vertrauensbereich zu berechnen (unter Einbeziehung der Differenzen zwischen Mittelwerten oder Proportionen der Grundgesamtheit). Außerdem wird die kombinierte Standardabweichung (pooled Standard Deviation) berechnet.

2-StAt ist wie folgt aufgebaut:

Differenz zwischen Mittelwerten



Differenz zwischen Proportionen



2-StAt Register und Labels

R_0	$\frac{1}{(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}$ oder 1, falls B oder C ausgeführt wurde.
R_1	Anzahl der Freiheitsgrade $n_1 + n_2 - 2$.
R_2	Differenz der Stichproben-Mittelwerte oder -Proportionen.

2-StAt Register und Labels (Fortsetzung)

R_3	Kombinierte Standardabweichung (Pooled Standard Deviation).
R_4	$n_2.$
R_5	$\bar{x}_2.$
R_6	$s_2.$
R_7	$n_1.$
R_8	$\bar{x}_1.$
R_9	$s_1.$
LBL A	Berechnet und verlagert Größen, nachdem Rohdaten eingegeben wurden.
LBL B	Berechnet Näherung für kombinierte Standardabweichung von unbekannten, aber als gleich angenommenen Standardabweichungen der Grundgesamtheit.
LBL C	Berechnet Standardfehler der Differenz von Mittelwert/Proportion, falls ungleiche Standardabweichungen der Grundgesamtheit vorliegen.
LBL D	Speichert Summengrößen von zwei Stichproben.
LBL 1	Berechnet $\sqrt{p_1(1 - p_1)}.$
LBL 2	Berechnet $\sqrt{p_2(1 - p_2)}.$

Das Verfahren zur Eingabe der Daten hängt von der Art der Daten ab:
Rohdaten oder Summengrößen.

Wenn Sie *Rohdaten* verwenden:

1. Löschen Sie die Statistikregister durch Drücken von **[\rightarrow] [CLΣ]**.
2. Geben Sie die Werte der ersten Stichprobe unter Verwendung von **[Σ+]** ein.
3. Drücken Sie **[XEQ] A**.
4. Geben Sie die Werte der zweiten Stichprobe unter Verwendung von **[Σ+]** ein.

5. Drücken Sie **[R/S]** zur Verarbeitung der Daten und zur Anzeige des Standardfehlers.
6. Optional: Die gespeicherten und berechneten Werte können aus den in der Tabelle auf Seite 86 dargestellten Registern zurückgerufen werden.

Wenn Sie *Summengrößen* verwenden:

1. Tippen Sie den Umfang von Stichprobe 1 ein und drücken Sie **[XEQ] D**.
2. Tippen Sie den Mittelwert von Stichprobe 1 ein und drücken Sie **[R/S]**.
3. Tippen Sie die Standardabweichung von Stichprobe 1 ein und drücken Sie **[R/S]**. Sie erhalten danach den Standardfehler (Standardabweichung der Häufigkeitsverteilung) angezeigt.
4. Tippen Sie den Umfang von Stichprobe 2 ein und drücken Sie **[XEQ] D**.
5. Tippen Sie den Mittelwert von Stichprobe 2 ein und drücken Sie **[R/S]**.
6. Tippen Sie die Standardabweichung von Stichprobe 2 ein und drücken Sie **[R/S]**.
7. Optional: Die gespeicherten und berechneten Werte können aus den in der Tabelle auf Seite 86 dargestellten Registern zurückgerufen werden.

Differenz zwischen Grundgesamtheit-Mittelwerten — Test von Hypothese/Vertrauensbereich-Näherung

Beispiel: Standardabweichungen der Grundgesamtheit gleich und unbekannt. Nachstehend sind Stichprobenwerte von zwei Grundgesamtheiten, für welche gleiche Varianzen angenommen werden, angegeben.

A	86	109	112	91	103	121	107	100	97
B	93	101	111	117	105	97	99		

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein und berechnen Sie anschließend die kombinierte Standardabweichung. Im vorliegenden Beispiel sind Rohdaten vorgegeben.

Gleichung:

$$s_P = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
LOAD B		Lädt 2-StAt.
CLΣ	0,0000	Löscht Statistikregister.
86 [Σ+]	1,0000	Eingabe von Stichprobe A.
109 [Σ+]	2,0000	
112 [Σ+]	3,0000	
91 [Σ+]	4,0000	
103 [Σ+]	5,0000	
121 [Σ+]	6,0000	
107 [Σ+]	7,0000	
100 [Σ+]	8,0000	
97 [Σ+]	9,0000	
⟨x̄, ȳ⟩	102,8889	Berechnet Mittelwert (optional).
[XEQ] A	0,0000	Vorbereitung für Stichprobe B.
93 [Σ+]	1,0000	Eingabe von Stichprobe B.

101 $\Sigma+$	2,0000	
111 $\Sigma+$	3,0000	
117 $\Sigma+$	4,0000	
105 $\Sigma+$	5,0000	
97 $\Sigma+$	6,0000	
99 $\Sigma+$	7,0000	
$\overrightarrow{x}, \bar{y}$	103,2857	Berechnet Mittelwert (optional).
R/S	9,8355	Berechnet kombinierte Standardabweichung.
RCL 1	14,0000	Ruft die Anzahl der Freiheitsgrade in die Anzeige zurück (optional).

Drücken von **XEQ B** zeigt erneut die kombinierte Standardabweichung an.

Sie können nun entweder die Hypothese prüfen (Teil 2) oder eine Näherung des Vertrauensbereichs berechnen (Teil 3). Dieses Beispiel beinhaltet beides.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese, daß die Mittelwerte der Grundgesamtheiten gleich sind, gegen die Alternativhypothese, daß sie ungleich sind. Verwenden Sie die t-Verteilung und ein 10%-Signifikanzniveau.

Die Alternativhypothese deutet die Berechnung der links- und rechtsseitigen Wahrscheinlichkeitsbereiche unterhalb des Graphen an. Durch die Umrechnung $0,10 \div 2 = 0,05$ lässt sich dies auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit reduzieren, was die Verwendung von **$\leftarrow Q(t)$** erlaubt.



Gleichung:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - D_0}{S}$$

wobei D_0 die hypothetische Differenz zwischen den Mittelwerten der Grundgesamtheiten und S den Standardfehler der Differenz darstellt.

$$S = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

s_p ist in Teil 1 auf Seite 89 definiert.

Anzahl Freiheitsgrade = $n_1 + n_2 - 2$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
0 [] B	-0,0801	Eingabe von hypothetischer Differenz und Berechnung von t-Prüfgröße.
[]	0,0801	Konvertiert nach rechter Seite.
[] [Q(t)]	0,4687	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Die Wahrscheinlichkeit, diese Größe zu erhalten, wenn die Mittelwerte der Grundgesamtheiten gleich sind, beträgt 0,4687 bzw. 47%, was über dem 5%-Signifikanzniveau liegt. Die Nullhypothese ist daher nicht zurückzuweisen.

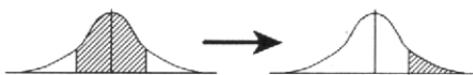
Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,05 <input type="button" value="→"/> <input type="button" value="tp"/>	1,7613	Berechnet rechtsseitigen kritischen Wert.
0 <input type="button" value="XEQ"/> B	-0,0801	Eingabe von hypothetischer Differenz zwischen Mittelwerten und Berechnung von t-Prüfgröße.
<input type="button" value="+/-"/>	0,0801	Konvertiert nach rechter Seite.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische Wert ist, erfolgt keine Verwerfung der Nullhypothese.

Teil 3: Berechnen Sie den 90%-Vertrauensbereich der Differenz zwischen den Mittelwerten der Grundgesamtheiten.

Der 90%-Vertrauensbereich lässt sich über die Beziehung $(1 - 0,9) \div 2 = 0,05$ in eine Problemstellung der rechtsseitige Wahrscheinlichkeit umrechnen, wonach Sie zur Berechnung verwenden können.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = ts_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$\text{Vertrauensbereich} = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \pm ts_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

s_p ist in Teil 1 auf Seite 89 definiert.

Anzahl Freiheitsgrade = $n_1 + n_2 - 2$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
[RCL] 1	14,0000	Prüfen, ob Anzahl der Freiheitsgrade berechnet und gespeichert wurde (optional).
,05 [] [tp]	1,7613	Berechnet t-Wert.
[XEQ] C	8,7302	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	-9,1270	Berechnet untere Vertrauensgrenze.
[R/S]	8,3333	Berechnet obere Grenze.

Beispiel: Standardabweichungen der Grundgesamtheiten ungleich und bekannt. Von zwei Grundgesamtheiten, deren Standardabweichungen bekannt, aber ungleich sind, werden Stichproben entnommen. Die erste Stichprobe hat einen Umfang von 75 Werten, mit 43,2 als Mittelwert und 1,34 als Standardabweichung. Die zweite Stichprobe hat einen Umfang von 125 Werten, einen Mittelwert von 38,1 und eine Standardabweichung von 1,45.

Geben Sie die Größen ein und berechnen Sie den Standardfehler. Sie erhalten diesen Wert, indem Sie [XEQ] C drücken, nachdem die Summengrößen eingegeben wurden.

Gleichung:

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein. Im vorliegenden Beispiel werden Summengrößen verwendet.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] LOAD B		Lädt 2-StAt.
75 [XEQ] D	75,0000	Eingabe des Stichprobenumfangs für 1. Stichprobe.
43,2 []	43,2000	Eingabe von Mittelwert der Stichprobe.
1,34 []	1,3400	Eingabe der Standardabweichung.
125 []	125,0000	Eingabe des Stichprobenumfangs der 2. Stichprobe.
38,1 []	38,1000	Eingabe von Mittelwert der Stichprobe.
1,45 []	1,4099	Eingabe der Standardabweichung.
[XEQ] C	0,2019	Berechnet Standardfehler.

Sie können nun entweder die Hypothese testen oder eine Näherung des Vertrauensbereichs berechnen. Die Größe ist normalverteilt. Das folgende Beispiel berechnet die Näherung für den Vertrauensbereich.

Teil 2: Wie groß ist der 90%-Vertrauensbereich für die Differenz der Mittelwerte? Verwenden Sie zur Berechnung die Normalverteilung.

Der 90%-Vertrauensbereich lässt sich über die Beziehung $(1 - 0,9) \div 2 = 0,05$ in eine Problemstellung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit umrechnen, wonach Sie [] [] zur Berechnung verwenden können.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = z \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

$$\text{Vertrauensbereich} = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \pm z \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[<input type="left"/>] LOAD A		Lädt 1-StAt.
,05 [<input type="right"/>] zp	1,6449	Berechnet rechten z-Wert.
[XEQ] C	0,3321	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	4,7679	Berechnet untere Grenze.
[R/S]	5,4321	Berechnet obere Grenze.

Differenz zwischen Grundgesamtheitsproportionen

Beispiel: Differenz ungleich Null. Von zwei Grundgesamtheiten wurden Stichproben entnommen. Der erste Stichprobenumfang war 400 und die Proportion von Personen, die mit "ja" antworteten, betrug 0,47. Der zweite Stichprobenumfang war 500 und die Proportion der "Ja"-Antworten betrug 0,35.

Teil 1: Geben Sie die Summengrößen ein und berechnen Sie den Standardfehler.

Gleichung:

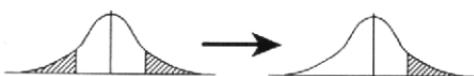
$$\sigma_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[<input type="left"/>] LOAD B		Lädt 2-StAt.
400 [XEQ] D	400,0000	Eingabe des 1. Stichprobenumfangs.
,47 [R/S]	0,4700	Eingabe von Proportion für 1. Stichprobe.
[XEQ] 1	0,4991	Berechnet $\sqrt{p_1(1-p_1)}$.
[R/S]	0,4991	Eingabe von Ergebnis.
500 [R/S]	500,0000	Eingabe des 2. Stichprobenumfangs.
,35 [R/S]	0,3500	Eingabe von Proportion für 2. Stichprobe.
[XEQ] 2	0,4770	Berechnet $\sqrt{p_2(1-p_2)}$.
[R/S]	0,4869	Eingabe des Ergebnisses und Verarbeitung der Daten.
[XEQ] C	0,0328	Berechnet Standardfehler des Tests, daß Differenz ungleich Null ist.

Sie können nun entweder die Hypothese testen (Teil 2) oder eine Näherung des Vertrauensbereichs berechnen (Teil 3). Dieses Beispiel beinhaltet beides.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese, daß die Differenz zwischen den Proportionen der Grundgesamtheiten 0,04 ist, gegen die Alternative, daß sie ungleich 0,04 ist. Verwenden Sie ein 1%-Signifikanzniveau und eine Approximation der Normalverteilung.

Die Problemstellung deutet die Anwendung der Normalverteilung und einen zweiseitigen Verwerfungsbereich an. Nach einer einfachen Umrechnung ($0,01 \div 2 = 0,005$) können Sie das Problem auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit reduzieren und die Tastenfolge [] Q(z) verwenden.



Gleichung:

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - D_0}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}}$$

D_0 entspricht der hypothetischen Differenz.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[][LOAD] A		Lädt 1-StAt.
,04 [XEQ] B	2,4369	Eingabe von hypothetischer Differenz und Berechnung der Prüfgröße.
[][Q(z)]	0,0074	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die Wahrscheinlichkeit der Prüfgröße größer als 0,005 ist bzw. außerhalb des Verwerfungsbereichs liegt, wird die Hypothese nicht verworfen.

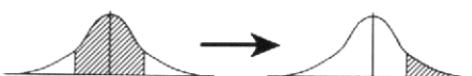
Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,005 [R][zp]	2,5758	Berechnet kritischen z-Wert.
,04 [XEQ] B	2,4369	Berechnet Prüfgröße.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische Wert ist, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.

Teil 3: Berechnen Sie die Näherung für den 95%-Vertrauensbereich der Differenz zwischen den Proportionen der Grundgesamtheiten.

Um [**R**][**zp**] anwenden zu können, müssen Sie zuerst die Problemstellung über die Umrechnung $(1 - 0,95) \div 2 = 0,025$ auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit reduzieren.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = z \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}$$

$$\text{Vertrauensbereich} = (p_1 - p_2) \pm z \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
,025 [] [zp]	1,9600	Berechnet z-Wert.
[] C	0,0643	Berechnet Genauigkeit des Bereichs.
[R/S]	0,0557	Berechnet untere Grenze der Differenz zwischen den Proportionen.
[R/S]	0,1843	Berechnet obere Grenze.

Beispiel: Differenz gleich Null. Von zwei Grundgesamtheiten wurden Stichproben entnommen. Der erste Stichprobenumfang war 250 und enthielt 117 "Ja"-Antworten auf eine bestimmte Frage. Der zweite Stichprobenumfang war 283 und enthielt 124 "Ja"-Antworten auf die Frage. Es wird die Nullhypothese aufgestellt, daß die "Ja"-Proportionen der zwei Grundgesamtheiten gleich sind.

Teil 1: Geben Sie die Daten ein, einschließlich des berechneten Ergebnisses der kombinierten Stichprobenproportion.

Gleichung:

$$\bar{p} = \frac{(x_1 + x_2)}{(n_1 + n_2)}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[<input type="left"/> LOAD B		Lädt 2-StAt.
250 [XEQ] D	250,0000	Eingabe des 1. Stichprobenumfangs.
117 [<input type="div"/>] 250 [=] [R/S]	0,4680	Berechnet und gibt Proportion der 1. Stichprobe ein.
117 [<input type="plus"/>] 124 [=]	241,0000	Berechnet Summe der "Ja"-Antworten.
[<input type="div"/>] [<input 250="" [<input=""]="" type="plus"/>] 283 [=]	0,4522	Berechnet kombinierte Proportion \bar{p} .
[XEQ] 1	0,4977	Berechnet $\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})}$.
[R/S]	0,4977	Eingabe von Ergebnis.
283 [R/S]	283,0000	Eingabe des 2. Stichprobenumfangs.
124 [<input type="div"/>] 283 [=] [R/S]	0,4382	Berechnet und gibt Proportion der 2. Stichprobe ein.
[XEQ] B	0,4977	Verarbeitet Größen und berechnet Standardfehler.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese, daß die "Ja"-Proportionen in beiden Stichproben gleich sind, gegen die Alternative, daß sie ungleich sind. Verwenden Sie ein 10%-Signifikanzniveau und eine Approximation der Normalverteilung.

Um für die Lösung die Tastenfolge **[Q(z)]** verwenden zu können, müssen Sie die zweiseitigen Verwerfungsbereiche über die Beziehung $0,10 \div 2 = 0,05$ auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit zurückführen.



Gleichung:

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - D_0}{\sqrt{p(1-p)} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

wobei D_0 die hypothetische Differenz ($D_0 = 0$ in diesem Fall) zwischen den Proportionen der Grundgesamtheiten und \bar{p} die kombinierte Stichprobenproportion darstellt.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] A		Lädt 1-StAt.
0 [] B	0,6907	Eingabe von 0 oder der hypothetischen Differenz und Berechnung der Prüfgröße.
[] [Q(z)]	0,2449	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die Wahrscheinlichkeit für die Prüfgröße außerhalb des 5%-Verwerfungsbereichs liegt, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,05 [] [zp]	1,6449	Berechnet kritischen z-Wert.
0 [] B	0,6907	Berechnet Prüfgröße.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische Wert ist, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.

Lineare Regression Teststatistik (Lr-StAt)

Lr-StAt speichert die Größen, um die Berechnung von Prüfgrößen und Näherungen für Vertrauensbereiche über 1-StAt vorzubereiten. Die Berechnungen schließen die Steigung, den y-Achsenabschnitt, den angenäherten Mittelwert von y sowie eine bestimmte Näherung von x mit ein. Außerdem wird der Standardfehler der Näherungen berechnet.

Lr-StAt ist wie folgt aufgebaut:

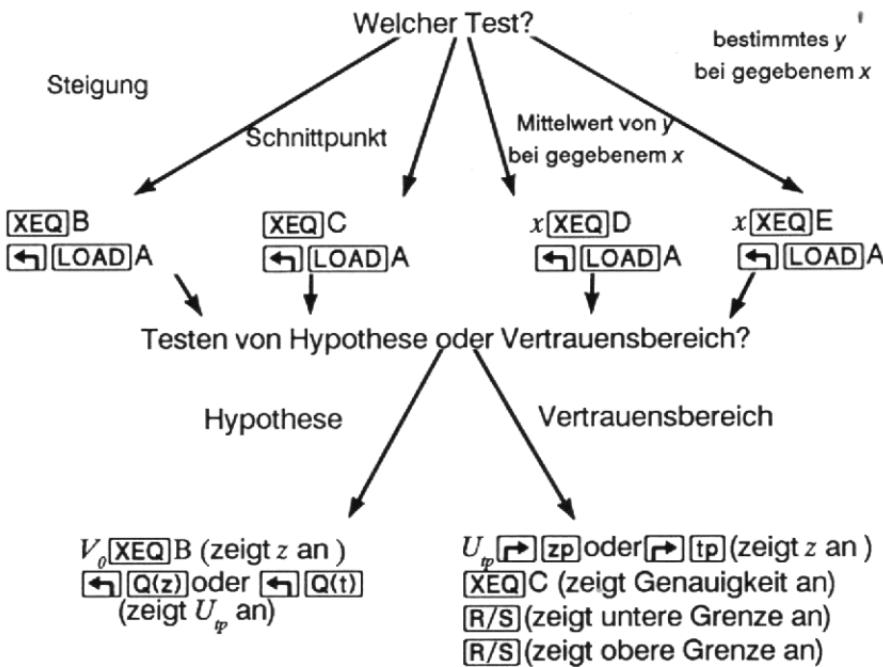
\leftarrow LOAD C
 \rightarrow CLΣ
 x_1 INPUT $y_1 \Sigma +$
 x_2 INPUT $y_2 \Sigma +$

⋮

⋮

x_n INPUT $y_n \Sigma +$

$\boxed{XEQ} A$ (zeigt Std. fehler der Näherung an)



Hinweis: Drücken Sie \leftarrow LOAD C, um einen anderen Test mit den gleichen Daten auszuführen, und fahren Sie mit "Welcher Test?" fort.

Lr-StAt Register und Labels

R_0	Speichert eine Zahl, durch welche $\frac{S_{y x}}{\sqrt{R_0}}$ die zutreffenden Standardfehler für verschiedene Tests und Näherungsverfahren erzeugt.
R_1	Anzahl der Freiheitsgrade $n - 2$
R_2	Steigung, Achsenmittelpunkt oder Näherung von y bei gegebenem x .
R_3	Standardfehler von Näherungswert $s_{y x}$.
R_4-R_9	Summationsregister (Seite 57).
LBL A	Berechnet Standardfehler von Näherung.
LBL B	Bereitet Register (R_0 bis R_3) zum Testen der Steigung vor.
LBL C	Bereitet Register (R_0 bis R_3) zum Testen des Achsenmittelpunkts vor.
LBL D	Bereitet Register (R_0 bis R_3) zum Testen von \hat{y} als Mittelwert bei gegebenem x vor.
LBL E	Bereitet Register (R_0 bis R_3) zum Testen von \hat{y} als bestimmten Wert bei gegebenem x vor.

Gleichungen:

$$S_{x|y} = \sqrt{\frac{(n-1)}{(n-2)} (s_y^2 - m^2 s_x^2)}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}$$

Dateneingabe

Die nachstehende Tabelle stellt eine Stichprobe von 6 Tieren mit deren Längen (x) in cm und Gewichten (y) in kg dar. Alle Beispiele in diesem Abschnitt beziehen sich auf diese Daten.

	1	2	3	4	5	6
x	40,5	38,6	37,9	36,2	35,1	34,6
y	104,5	102	100	97,5	95,5	94

Um die Daten einzugeben, ist das in Kapitel 5 beschriebene Verfahren anzuwenden.

Tastenfolge: **Anzeige:** **Beschreibung:**

40,5 INPUT	40,5000	Eingabe von x_1 .
104,5 Σ+	1,0000	Eingabe von y_1 .
38,6 INPUT 102 Σ+	2,0000	Gibt Datenpaare ein.
37,9 INPUT 100 Σ+	3,0000	
36,2 INPUT 97,5 Σ+	4,0000	
35,1 INPUT 95,5 Σ+	5,0000	
34,6 INPUT 94 Σ+	6,0000	Eingabe des letzten Datenpaars.

Berechnen Sie die Größen für lineare Regression und Korrelation und rufen Sie die Inhalte der Summationsregister ab. (Diese Schritte sind optional und für das folgende Beispiel nicht erforderlich. Nähere Informationen über lineare Regression finden Sie in Kapitel 5).

37,1500

Zeigt \bar{x} an.

98,9167

Zeigt \bar{y} an.

SWAP	37,1500	Zeigt erneut \bar{x} an.
\hat{y}, r	98,9167	Berechnet \hat{y} bei gegebenem \bar{x} , stellt sicher, daß (\bar{x}, \bar{y}) auf der Regressionsgeraden liegt.
SWAP	0,9955	Zeigt Korrelationskoeffizient an.
x^2	0,9909	Berechnet r^2 (Bestimmtheitsmaß).
RCL 4	6,0000	Ruft n zurück.
RCL 5	222,9000	Ruft Σx zurück.
RCL 6	593,5000	Ruft Σy zurück.
RCL 7	8.306,2300	Ruft Σx^2 zurück.
RCL 8	58.786,7500	Ruft Σy^2 zurück.
RCL 9	22.093,4000	Ruft Σxy zurück.

Wenn Sie nun den Standardfehler der Näherung ansehen möchten, laden Sie das Programm und drücken Sie **XEQ A**.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
LOAD C		Lädt Lr-StAt.
XEQ A	0,4247	Berechnet Standardfehler von Näherung ($S_y _x$).

Test von Hypothese/Vertrauensbereich

In den nächsten vier Beispielen können Sie entweder die Hypothese testen und/oder die Näherung des Vertrauensbereichs berechnen.

Beispiel: Steigung — Teil 1. Testen Sie die Hypothese, daß die Steigung gleich Null ist, gegen die Alternative, daß sie größer als Null ist. Verwenden Sie ein 1%-Signifikanzniveau. Die Prüfung ist unter Verwendung der t-Verteilung auszuführen. Die Problemstellung deutet die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit an, wodurch die Anwendung von **Q(t)** möglich ist.



Gleichung:

$$t = \frac{(m - m_0) s_x \sqrt{n - 1}}{s_y |x|}$$

wobei

m = Steigung

m_0 = hypothetische Steigung

Anzahl der Freiheitsgrade = $n - 2$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] LOAD C		Lädt Lr-StAt.
[] m,b	1,7601	Berechnet Steigung (optional).
[XEQ] B	0,0000	Bereitet Register zum Testen der Steigung vor.
[] LOAD A		Lädt 1-StAt.
[RCL] 1	4,0000	Ansehen der berechneten Freiheitsgrade ($n - 2$) (optional).
0 [<xeq>] B</xeq>	20,9240	Eingabe von hypothetischer Steigung und Berechnung von t.
[] Q(t)	1,5415E-5	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die Wahrscheinlichkeit unter 0,001 liegt, wird sie zurückgewiesen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,001 tp

7,1732

Berechnet kritischen t-Wert.

0 B

20,9240

Berechnet t-Größe.

Da die Prüfgröße größer als der kritische t-Wert ist, wird die Hypothese zurückgewiesen.

Teil 2: Berechnen Sie die Näherung für den 95%-Vertrauensbereich der Steigung.

Um tp anwenden zu können, ist die Problemstellung über die Beziehung $(1 - 0,95) \div 2 = 0,025$ auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit zurückzuführen.



Gleichungen:

$$\text{Genauigkeit} = \frac{t \times s_y |x|}{s_x \sqrt{n - 1}}$$

$$\text{Vertrauensbereich} = m \pm \frac{t \times s_y |x|}{s_x \sqrt{n - 1}}$$

Anzahl der Freiheitsgrade = n - 2

Tastenfolge:

LOAD C

Anzeige:

1,7601

Beschreibung:

Lädt Lr-StAt.

m,b

Berechnet Steigung (optional).

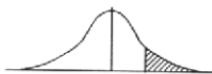
B

0,0000

Bereitet Register für angenähertes Intervall der Steigung vor.

[↔] LOAD A		Lädt 1-StAt.
,025 [↔] tp	2,7764	Berechnet t-Wert.
[XEQ] C	0,2336	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	1,5266	Berechnet untere Vertrauensgrenze.
[R/S]	1,9937	Berechnet obere Grenze.

Beispiel: Achsenschnittpunkt. Testen Sie die Hypothese, daß der Achsenschnittpunkt gleich 33,25 ist, gegen die Alternative, daß er größer als 33,25 ist. Verwenden Sie ein 5%-Signifikanzniveau und gehen Sie von einer t-Verteilung aus. Da die Problemstellung die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit andeutet, können Sie direkt die Tastenfolge **[↔] Q(t)** anwenden.



Gleichung:

$$Prüfgröße = \frac{(b - b_0) \sqrt{n}}{s_{y|x}}$$

wobei

b = Achsenschnittpunkt

b_0 = hypothetischer Wert des Achsenschnittpunkts

Anzahl der Freiheitsgrade = $n - 2$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[↔] LOAD C		Lädt Lr-StAt.
[↔] m,b	1,7601	Berechnet Steigung.
[↔] SWAP	33,5271	Zeigt Achsenschnittpunkt an.
[XEQ] C	0,0000	Verarbeitet Größen zum Prüfen des Achsen-schnittpunkts.

LOAD A

33,25 XEQ B

1,5982

Lädt 1-StAt.

Eingabe von hypothetischem Achsenschnittpunkt und Berechnung der Prüfgröße.

Q(t)

0,0926

Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die Wahrscheinlichkeit über dem Signifikanzniveau liegt, wird die Hypothese nicht verworfen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,025 tp

2,7764

Berechnet kritischen t-Wert.

33,25 XEQ B

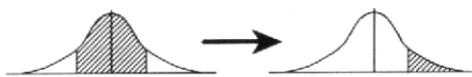
1,5982

Berechnet t-Wert.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische t-Wert ist, wird die Hypothese nicht verworfen.

Beispiel: Geschätztes y als Mittelwert bei gegebenem x. Berechnen Sie den 95%-Vertrauensbereich des Mittelwerts von y, wenn $x=39$.

Um tp anwenden zu können, ist die Problemstellung über die Beziehung $(1 - 0,95) \div 2 = 0,025$ auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit zurückzuführen.



Gleichung:

$$\text{Genauigkeit} = t \times s_{y|x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)s_x^2}}$$

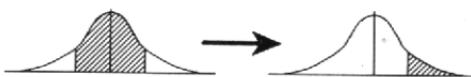
$$\text{Vertrauensbereich} = \hat{y}_{y|x} \pm t \times s_{y|x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)s_x^2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[<input type="left"/>] LOAD C		Lädt Lr-StAt.
39 [<input type="right"/>] \hat{y}_r	102,1729	Berechnet \hat{y} für gegebenes x (optional).
39 [XEQ] D	39,0000	Bereitet Register zur Berechnung des Mittelwerts von y bei gegebenem x vor.
[<input type="left"/>] LOAD A		Lädt 1-StAt.
[RCL] 1	4,0000	Ruft Anzahl der Freiheitsgrade ($n - 2$) zurück (optional).
,025 [<input type="right"/>] tp	2,7764	Berechnet t-Wert.
[XEQ] C	0,6469	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	101,5260	Berechnet untere Vertrauengrenze.
[R/S]	102,8198	Berechnet obere Grenze.

Beispiel: Geschätztes y als bestimmter Wert bei gegebenem x .

Berechnen Sie den 95%-Vertrauensbereich für ein bestimmtes (geschätztes) y bei gegebenem $x = 39$.

Um [] tp anwenden zu können, ist die Problemstellung über die Beziehung $(1 - 0,95) \div 2 = 0,025$ auf die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit zurückzuführen.



Gleichungen:

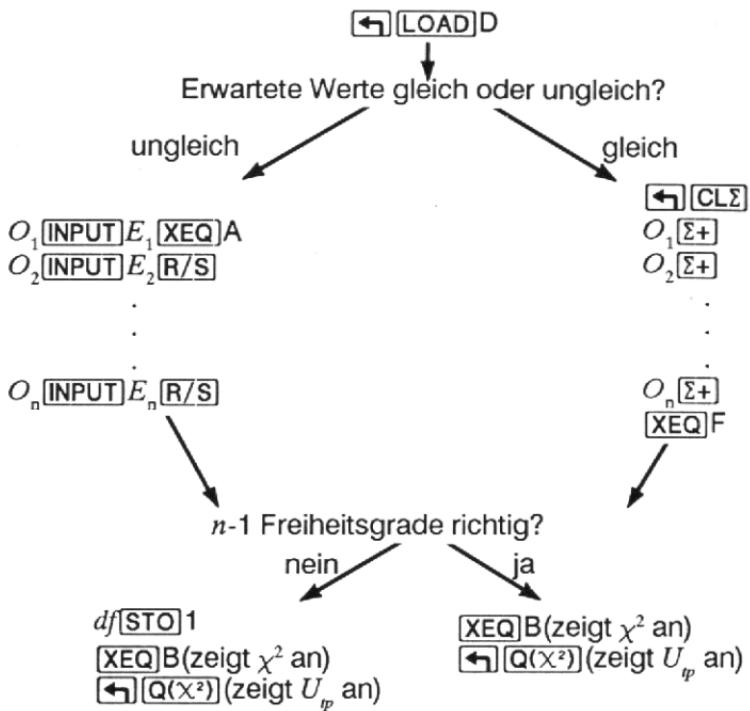
$$\text{Genauigkeit} = t \times s_{y|x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)s_x^2}}$$

$$\text{Vertrauensbereich} = \hat{y}_{y|x} \pm t \times s_{y|x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)s_x^2}}$$

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[LOAD] C		Lädt Lr-StAt.
39 [] \hat{y} .r	102,1729	Berechnet \hat{y} für gegebenes x (optional).
39 [XEQ] E	39,0000	Bereitet Register für Berechnung der Näherung eines bestimmten y bei gegebenem x vor.
[LOAD] A		Lädt 1-StAt.
[RCL] 1	4,0000	Ruft berechnete Anzahl der Freiheitsgrade ($n - 2$) zurück (optional).
,025 [] tp	2,7764	Berechnet t-Wert.
[XEQ] C	1,3451	Berechnet Genauigkeit.
[R/S]	100,8279	Berechnet untere Vertrauensgrenze.
[R/S]	103,5180	Berechnet obere Grenze.

Chi-Quadrat-Test (CHI-2)

Dieses Programm berechnet die χ^2 Prüfgröße für Daten mit gleichen oder ungleichen Erwartungswerten. Es bietet Ihnen auch die Möglichkeit, Daten zu löschen. CHI-2 ist wie folgt aufgebaut:



Lr-StAt Register und Labels

R_0	Speicherung von Zwischenergebnissen.
R_1	Anzahl der Freiheitsgrade $n - 1$.
R_2	χ^2 Prüfgröße.
R_3	Die Anzahl von Klassen oder Kategorien n .
LBL A	Beginn mit Dateneingabe von Erwartungswerten der Paare, die ungleich zwischen den Klassen sind.
LBL B	Routine, die χ^2 Prüfgröße zurückruft.

Lr-StAt Register und Labels (Fortsetzung)

LBL D	Σ - Routine, welche Löschen eines Datenpaars erlaubt.
LBL F	Routine, die χ^2 bei gleichen erwarteten Datenpaaren berechnet.

Beispiel: Einzelne Klassifizierung (einschließlich Güte der Anpassung) mit ungleichen Erwartungswerten

Sie führen ein Experiment über das Verhalten von atomaren Teilchen durch. Jedes Teilchen zeigt eine von sechs Verhaltensarten auf. Eine existierende Theorie sagt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten jeder Verhaltensart voraus. Insgesamt werden 180 Teilchen beobachtet bzw. untersucht. Die nachstehende Tabelle stellt die beobachteten Häufigkeiten der unterschiedlichen Verhaltensarten und die aufgrund der Theorie erwarteten Häufigkeiten dar.

Beobachtet	8	50	47	56	5	14
Erwartet	9,6	46,75	51,85	54,4	8,25	9,15

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[LOAD] D		Lädt CHI-2 Programm.
8 [INPUT] 9,6 [XEQ] A	1,0000	Initialisiert und speichert erstes Paar.
50 [INPUT] 46,75 [R/S]	2,0000	Speichert Datenpaare.
47 [INPUT] 51,85 [R/S]	3,0000	
56 [INPUT] 54,4 [R/S]	4,0000	

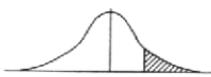
5 [INPUT] 8,25 [R/S] 5,0000

14 [INPUT] 9,15 [R/S] 6,0000

Eingabe des letzten
Datenpaars.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese, daß die Theorie zuverlässig die Wahrscheinlichkeit der unterschiedlichen Teilchen-Verhaltensweise vorhersagt. Verwenden Sie ein 10%-Signifikanzniveau zur Bestimmung, ob die Daten die angewandte Theorie widerlegen.

Da die Problemstellung die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit andeutet, können Sie direkt die Tastenfolge $\leftarrow \text{Q}(\chi^2)$ anwenden.



Gleichung:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

wobei

χ^2 = Chi-Quadrat Prüfgröße

n = Anzahl der Klassen oder Kategorien

i = Index der Paare $i = 1, 2, \dots, n$

O_i = Beobachtungswert von Paar i

E_i = Erwartungswert von Paar i

CHI-2 berechnet $n - 1$ Freiheitsgrade und speichert die Zahl in R₁. In Situationen, wo die zutreffende Anzahl der Freiheitsgrade von $n - 1$ abweicht, ist die entsprechende Zahl einzutippen und [STO] 1 zu drücken.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[RCL] 3	6,0000	Ruft Stichprobenumfang n (optional) zurück.
[RCL] 1	5,0000	Ruft Anzahl der Freiheitsgrade ($n - 1$) zurück (optional).
[XEQ] B	4,8444	Berechnet χ^2 -Wert.
[\leftarrow] [Q(χ^2)]	0,4352	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.

Da die berechnete Wahrscheinlichkeit über dem 10%-Signifikanzniveau liegt, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

,1 [\rightarrow] [$\chi^2 p$]	9,2364	Berechnet den kritischen Wert von χ^2 .
[XEQ] B	4,8444	Berechnet χ^2 -Wert.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische Wert von χ^2 ist, wird die Hypothese nicht zurückgewiesen.

Beispiel: Einzelne Klassifizierung (einschließlich Güte der Anpassung) mit gleichen Erwartungswerten

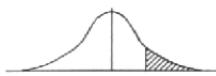
Sie haben einen Zufallszahlengenerator zum Erzeugen von 100 Zufallszahlen verwendet. Die Ergebnisse sind in nachstehender Häufigkeitstabelle dargestellt. Die Tabellenspalten sind wie folgt zu interpretieren: Größer als der erste Zahlenwert bis einschließlich des zweiten Wertes. Die erste Spalte stellt also den Bereich größer Null bis einschließlich 0,1 dar.

Bereich	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
Beobachtet	12	6	15	8	8
Bereich	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1
Beobachtet	10	13	11	6	11

Teil 1: Geben Sie zuerst die Daten ein:

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] LOAD D		Lädt CHI-2 Programm.
[] CLΣ		Löscht Statistikregister.
12 [$\Sigma+$]	1,0000	Eingabe von erstem Beobachtungswert.
6 [$\Sigma+$]	2,0000	
15 [$\Sigma+$]	3,0000	
8 [$\Sigma+$]	4,0000	
8 [$\Sigma+$]	5,0000	
10 [$\Sigma+$]	6,0000	
13 [$\Sigma+$]	7,0000	
11 [$\Sigma+$]	8,0000	
6 [$\Sigma+$]	9,0000	
11 [$\Sigma+$]	10,0000	Eingabe von letztem Beobachtungswert.

Teil 2: Testen Sie die Hypothese, daß die Verteilung der erzeugten Zufallszahlen gleichförmig ist; verwenden Sie dabei ein 5%-Signifikanzniveau. Da die Problemstellung die Berechnung der rechtsseitigen Wahrscheinlichkeit andeutet, können Sie direkt die Tastenfolge [] Q(χ^2) anwenden.



Gleichung:

$$\chi^2 = \frac{n \sum O_i^2}{\sum O_i} - \sum O_i$$

wobei:

χ^2 = Chi-Quadrat Prüfgröße

n = Anzahl der Datenpaare

i = Index für Paare $i = 1, 2, \dots, n$

O_i = Beobachtungswert von Paar i

CHI-2 berechnet $n - 1$ Freiheitsgrade und speichert die Zahl in R₁. In Situationen, wo die zutreffende Anzahl der Freiheitsgrade von $n - 1$ abweicht, ist die entsprechende Zahl einzutippen und [STO] 1 zu drücken.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[RCL] 4	10,0000	Ruft Gesamtanzahl von Klassen (optional) zurück.
[\Rightarrow] [\bar{x}, \bar{y}]	10,0000	Zeigt die erwartete Gleichheit in jeder Klasse (optional).
[XEQ] F	8,0000	Berechnet χ^2 -Wert.
[\leftarrow] [Q(χ^2)]	0,5341	Berechnet rechtsseitige Wahrscheinlichkeit.
[RCL] 1	9,0000	Ruft Anzahl der Freiheitsgrade ($n - 1$) zurück (optional).

Da die berechnete Wahrscheinlichkeit über dem 5%-Niveau liegt, wird die Hypothese zurückgewiesen.

Hier nun ein alternatives Verfahren zum Testen der Hypothese:

.05 \rightarrow $\chi^2 p$

16,9190

Berechnet kritischen
 χ^2 -Wert.

[XEQ] F

8,0000

Berechnet χ^2 -Prüfgröße.

Da die Prüfgröße kleiner als der kritische χ^2 -Wert ist, wird die Hypothese nicht verworfen.

Binomialverteilung (bin)

Dieses Programm berechnet bei gegebener Wahrscheinlichkeit für Erfolge von pr die Wahrscheinlichkeit von x Erfolgen aus n Versuchen, sowie die kumulative Wahrscheinlichkeit von x oder weniger Erfolgen aus n Versuchen.

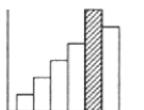
Das Programm ist wie folgt aufgebaut:

```
◀ [LOAD] E
n [STO] 1
pr [STO] 2
x [XEQ] A (zeigt pr von x Erfolgen an)
x [XEQ] B (zeigt pr von ≤ x Erfolgen an)
```

bin Register und Labels

R ₀	$F(x)$, die Wahrscheinlichkeit, daß $x \leq x$ ist.
R ₁	Die Anzahl der Versuche n.
R ₂	Die Wahrscheinlichkeit der Erfolge pr.
R ₃	Die Anzahl der Erfolge x.
LBL A	Berechnet die Wahrscheinlichkeit von x Erfolgen.
LBL B	Berechnet die Wahrscheinlichkeit von x oder weniger Erfolgen.

Wenn an einer Ampelanlage jede Minute 15 Sekunden lang "Rot" und 45 Sekunden lang "Grün" aufleuchtet, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß Sie an vier von fünf Arbeitstagen die Grünphase antreffen? Viermal oder seltener? Viermal oder häufiger?



Gleichung:

$$P(x) = C_{n,x} \Pr^x (1 - \Pr)^{(n-x)}$$

wobei

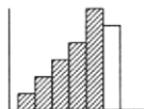
n = Anzahl der Versuche

x = Anzahl der Erfolge aus n Versuchen

\Pr = Wahrscheinlichkeit für Erfolg

i = Summationsindex $i = 0, 1, \dots, n$

$P(x)$ = Wahrscheinlichkeit für x Erfolge

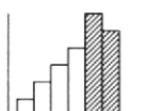


Gleichung:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n C_{n,i} p_r^i (1 - p_r)^{(n-i)}$$

wobei $F(x)$ die Wahrscheinlichkeit für x oder weniger Erfolgen darstellt.

Um die Wahrscheinlichkeit von x oder mehr Erfolgen zu berechnen, ist die Wahrscheinlichkeit von $x-1$ oder weniger Erfolgen zu berechnen und von 1 abzuziehen.



Gleichung:

$$Q(x) = 1 - F(x - 1)$$

wobei $Q(x)$ die Wahrscheinlichkeit von x oder mehr Erfolgen darstellt.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [LOAD] E		Lädt Programm für Binomialverteilung.
5 [STO] 1	5,0000	Speichert n , Anzahl von Versuchen.
,75 [STO] 2	0,7500	Speichert Wahrscheinlichkeit von "Grün".
4 [XEQ] A	0,3955	Berechnet Wahrscheinlichkeit von viermal Grünlicht.
4 [XEQ] B	0,7627	Berechnet Wahrscheinlichkeit von viermal oder seltener Grünlicht.
4 [-] 1 [=]	3,0000	Berechnet $x - 1$.
[XEQ] B	0,3672	Berechnet Wahrscheinlichkeit von dreimal oder seltener Grünlicht.
[+/-] [+] 1 [=]	0,6328	Subtrahiert Wahrscheinlichkeit von dreimal oder seltener Grünlicht von 1, wodurch Wahrscheinlichkeit von viermal oder häufiger Grünlicht erhalten wird.

Annuitätenrechnung (FinAnCE)

Das FinAnCE-Programm dient zur Lösung von finanzmathematischen Aufgabenstellungen, bei welchen eine Reihe von gleichhohen Zahlungen (Ein- oder Auszahlungen) in gleichen Intervallen auftreten und zu verzinsen sind. Sie können über dieses Programm auf einfache Weise Berechnungen zu Sparkonten, Hypothekendarlehen, Autokrediten oder Leasing anstellen.

Um über FinAnCE eine Lösung zu ermitteln, sind einfach vier der fünf Rechenvariablen vorzugeben. Nach der Ausführung des Programms wird die Lösung für die Unbekannte angezeigt. Bei den fünf Variablen handelt es sich um:

n	Gesamte Anzahl der Verzinsungsperioden
$i\%$	Periodischer Zinssatz (in Prozent)
PV	Barwert (<i>Present Value</i>)
PMT	Gleichhohe, periodische Zahlung (<i>PayMenT</i>)
FV	Endwert bzw. letzter Cashflow (<i>Future Value</i>)

Die Werte für die einzelnen Variablen werden mit Hilfe der **[STO]** Taste eingegeben. Nach Drücken von **[XEQ]** wird die jeweilige Unbekannte berechnet. Unter Verwendung von **[RCL]** lässt sich der entsprechende Register-/Variableninhalt wieder anzeigen. Die nachstehende Tabelle zeigt die einzelnen Variablen und die korrespondierenden Tasten auf (beachten Sie "n" neben der Taste **[4]**):

Variable	Zum Speichern	Zum Berechnen	Zum Ansehen
n	[STO] 4	[XEQ] 4	[RCL] 4
$i\%$	[STO] 5	Schätzwert [STO] 5 [XEQ] 5 [R/S]...	[RCL] 5
PV	[STO] 7	[XEQ] 7	[RCL] 7
PMT	[STO] 8	[XEQ] 8	[RCL] 8
FV	[STO] 9	[XEQ] 9	[RCL] 9

Die Berechnung von $i\%$ erfolgt über einen iterativen Prozeß, welcher von Ihnen über [R/S] gesteuert werden kann. Zu Beginn der Iteration ist von Ihnen ein Schätzwert vorzugeben (ansonsten verwendet das Programm 1% als Startwert). Drücken Sie nach jeder Iteration [R/S], bis Sie die gewünschte Genauigkeit erreicht haben. Im allgemeinen sollten Sie so oft [R/S] drücken, bis zwei gleiche aufeinanderfolgende Werte angezeigt werden. Wenn die Meldung Error-Func angezeigt wird, haben Sie die Genauigkeitsgrenzen des Programms erreicht. Drücken Sie in diesem Fall [RCL] 5, um den zuletzt verwendeten Wert für $i\%$ anzuzeigen.

Strebt nach dem Drücken von [R/S] der berechnete Wert für $i\%$ nicht auf einen akzeptablen Endwert zu, sollten Sie einen neuen Schätzwert vorgeben und die Berechnung wiederholen.

Die in den Registern 4 bis 9 gespeicherten Werte bleiben so lange erhalten, bis sie durch neue Werte überschrieben oder die Registerinhalte gelöscht werden.

Die Problemstellung muß folgende Kriterien erfüllen:

- Die Zahlungen müssen immer gleich hoch sein.
- Die Zahlungen treten am Ende jeder Periode auf.
- Zahlungs- und Verzinsungsperiode bzw. deren Zeitpunkt stimmen überein.
- Der Zinssatz ist periodenbezogen, d.h. entsprechend der Verzinsungsperiode. Er wird als Prozentsatz gespeichert und berechnet.

- Zufließende Beträge werden als positive Werte betrachtet, abfließende Beträge als negative Werte.
- Vier der fünf Variablenwerte müssen vorgegeben sein, selbst wenn der Wert gleich Null ist.

Gleichung:

$$0 = PV + PMT \times \left[\frac{1 - \left(1 + \frac{i \%}{100} \right)^{-N}}{\frac{i \%}{100}} \right] + FV \times \left(1 + \frac{i \%}{100} \right)^{-N}$$

Beispiel: Studiendarlehen. Sie erhalten ein Studiendarlehen in Höhe von DM 10 000. Als Darlehensbedingungen wurde ein Jahreszinssatz von 7% und eine Tilgungsperiode von 10 Jahren, beginnend nach dem Abschluß des Studiums, vereinbart. Welche monatliche Zahlung haben Sie zu erwarten?

Tastenfolge:

[FIX] 2

Anzeige:

[LOAD] F

Beschreibung:

Spezifiziert 2 Nachkommastellen als Anzeigeformat.

10 12 [STO] 4 120,00

Lädt FinAnCE-Programm.

7 12 [STO] 5 0,58

Eingabe gesamter Zahlungsperioden.

10000 [STO] 7 10.000,00

Eingabe des periodischen (monatlichen) Zinssatzes (Jahressatz dividiert durch 12).

Eingabe des Barwerts (Darlehenshöhe).

0 [STO] 9	0,00	Eingabe des Endwerts (Null, da vollständige Tilgung).
[XEQ] 8	-116,11	Berechnet monatliche Zahlung von -116,11 DM (Betrag ist negativ, da er von Ihnen <i>abfließt</i>).

Beispiel: Hypothekendarlehen. Sie stellen fest, daß Sie monatlich maximal DM 2 350 zur Tilgung einer Hypothek aufbringen können. Wenn als Barmittel DM 45 000 zur Verfügung stehen und Sie 7,5% Zinsen bei einer 30-jährigen Laufzeit unterstellen, wie hoch wäre der max. Kaufpreis für ein Eigenheim?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [FIX] 2		Spezifiziert 2 Nach- kommastellen.
[] [LOAD] F		Lädt FinAnCE- Programm.
30 [] 12 [=] [STO] 4	360,00	Eingabe von n .
7,5 [] 12 [=] [STO] 5	0,63	Eingabe von $i\%$.
2350 [+/-] [STO] 8	-2.350,00	Eingabe der Rate (negativ, da von Ihnen <i>abfließender</i> Betrag).
0 [STO] 9	0,00	Eingabe des Endwerts.
[XEQ] 7	336.091,42	Berechnet Barwert.
[+] 45000 [=]	381.091,42	Addiert Barmittel zur Berechnung des max. Kaufpreises.

Beispiel: Sparkonto. Sie eröffnen ein Sparkonto mit einer Einzahlung von DM 2 000. Das Sparguthaben wird vierteljährlich verzinst.

Teil 1: Wenn keine weiteren Einzahlungen erfolgen, welcher Zinssatz wäre erforderlich, um Ihr Guthaben innerhalb von 10 Jahren zu verdoppeln?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[⬅] [LOAD] F		Lädt FinAnCE-Programm.
4 [x] 10 [=] [STO] 4	40,00	Eingabe von n .
2000 [+/-] [STO] 7	-2.000,00	Eingabe des Barwerts. <i>Abfließende</i> Beträge sind negativ.
0 [STO] 8	0,00	Eingabe der Rate.
4000 [STO] 9	4.000,00	Eingabe des Endwerts. (Vorzeichen ist positiv, da Betrag Ihnen <i>zufließen</i> wird.)
1,5 [STO] 5	1,50	Eingabe eines Schätzwertes für $i\%$.
[⬅] [FIX] 6		Spezifiziert 6 Nachkommastellen.
[XEQ] 5	-371,963183	Zeigt 1. Iterationswert an.
[R/S]	1,333333	Drücken Sie weiterhin [R/S] .
[R/S]	1,768580	
[R/S]	1,746288	
[R/S]	1,747963	
[R/S]	1,747969	
[R/S]	1,747969	2 aufeinanderfolgende Werte sind gleich.
[R/S]	Error - Func	Meldung weist darauf hin, daß Genauigkeitsgrenzen des Programms erreicht wurden.
[RCL] 5	1,747969	Zeigt vierteljährlichen Zinssatz an.

4 =

6,991877

Zeigt erforderlichen
nominalen Jahreszinssatz
an.

Teil 2: Sie möchten das Sparkonto als zusätzliche Altersversorgung auslegen. Nach der anfänglichen Einzahlung von DM 2 000 leisten Sie vierteljährliche Einzahlungen i.H.v. DM 500. Welches Sparguthaben können Sie nach 35 Jahren erwarten, wenn Sie einen Zinssatz von 6,75% unterstellen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
<input type="checkbox"/> [FIX] 2		Spezifiziert 2 Nachkommastellen.
4 <input type="checkbox"/> 35 = [STO] 4	140,00	Eingabe von n , gesamte Anzahl von Quartalen.
6,75 \div 4 = [STO] 5	1,69	Berechnet periodenbezogenen nominalen Zinssatz.
500 $\pm/-$ [STO] 8	-500,00	Eingabe der vierteljährlichen Zahlung.
[XEQ] 9	299.641,72	Berechnet den Endwert, welcher nach 35 Jahren angespart ist.

Beispiel: Zinseszins/Diskontierungstabellen. Diese Tabellen, welche in den meisten finanzmathematischen Lehrbüchern zu finden sind, können auf einfache Weise unter Verwendung des FinAnCE-Programms reproduziert werden. Geben Sie zuerst die Anzahl der Perioden (in R₄) und den periodischen Zinssatz (als % in R₅) ein. Benutzen Sie anschließend eine der nachstehenden Tastenfolgen, um das gewünschte Ergebnis anzuzeigen:

Zum Berechnen von	Zu verwendende Tastenfolge
Abzinsungsfaktor	1 [+/-] [STO] 9 0 [STO] 8 [XEQ] 7
Aufzinsungsfaktor	1 [+/-] [STO] 7 0 [STO] 8 [XEQ] 9
Barwertfaktor (Kapitalisierungsfaktor)	1 [+/-] [STO] 8 0 [STO] 9 [XEQ] 7
Kapital- wiedergewinnungsfaktor	1 [+/-] [STO] 7 0 [STO] 9 [XEQ] 8
Endwertfaktor	1 [+/-] [STO] 8 0 [STO] 7 [XEQ] 9
Reziproker Endwertfaktor (Sinking Fund Faktor)	1 [+/-] [STO] 9 0 [STO] 7 [XEQ] 8

Wie groß ist z.B. der Barwert von 1 DM, erhalten am Ende von 10 Jahren bei einer Verzinsung von 12% und jährlicher Verzinsung?

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [FIX] 4		Spezifiziert 4 Nachkommastellen.
[] [LOAD] F		Lädt FinAnCE.
10 [STO] 4	10,0000	Eingabe der Verzinsungsperioden.
12 [STO] 5	12,0000	Eingabe des periodenbezogenen Zinssatzes.
0 [STO] 8	0,0000	Eingabe von 0 für Zahlungsbetrag.
1 [+/-] [STO] 9	- 1,0000	Eingabe des Endwerts.
[XEQ] 7	0,3220	Berechnet Barwert.

Beispiel: Nettoabarwert einer Reihe ungleicher Cashflows. Die übliche Entwicklung des Nettoabarwerts in einem Lehrbuch erfordert die Berechnung des Barwerts von jedem Cashflow in einer Reihe ungleicher Cashflows und deren anschließende Summation, was gewöhnlich in einer Spaltenform erfolgt. Die nachstehend beschriebene Vorgehensweise liefert Ihnen die erforderlichen Barwerte zum Aufstellen der Tabelle und ermöglicht außerdem das jederzeitige Nachsehen des akkumulierten Nettoabarwerts.

Die Tastenfolgen verwenden FinAnCE zum Berechnen des Barwerts jedes einzelnen Cashflows und Speicherregister-Arithmetik zur Summation des Nettobarwerts in Register 0. Beachten Sie, daß **[STO] □ 0** verwendet wird, da die Vorzeichenkonvention zu negativen Barwerten für die Cashflows führt.

Wie groß ist der Nettobarwert der nachfolgenden jährlichen Cashflows, wenn der erforderliche interne Zinsfuß 18% beträgt?

Periode	Jährlicher Cashflow
0	-20 000
1	6 000
2	13 000
3	7 000
4	9 000

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
⬅ [FIX] 2		Spezifiziert 2 Nachkommastellen.
⬅ [LOAD] F		Lädt FinAnCE.
18 [STO] 5	18,00	Speichert periodischen Zinssatz als %.
0 [STO] 8	0,00	Speichert 0 als Zahlung
20000 [+/-] [STO] 0	-20.000,00	Speichert anfängliche Investition (oder Cashflow).
1 [STO] 4	1,00	Speichert 1. Periode.
6000 [STO] 9	6.000,00	Speichert 1. Cashflow als Endwert.
[XEQ] 7	-5.084,75	Berechnet Barwert des Cashflows.

[STO] - 0	- 5.084,75	Akkumuliert Wert in Register.
[RCL] 0	- 14.915,25	Ruft NettoBarwert zurück (optional).
2 [STO] 4	2,00	Speichert 2. Periode.
13000 [STO] 9	13.000,00	Speichert Cashflow als Endwert.
[XEQ] 7	- 9.336,40	Berechnet Barwert.
[STO] - 0	- 9.336,40	Akkumuliert Wert in Register.
[RCL] 0	- 5.578,86	Ruft NettoBarwert zurück (optional).
3 [STO] 4	3,00	Speichert 3. Periode.
7000 [STO] 9	7.000,00	Speichert Cashflow als Endwert.
[XEQ] 7	- 4.260,42	Berechnet Barwert.
[STO] - 0	- 4.260,42	Akkumuliert Wert in Register.
[RCL] 0	- 1.318,44	Ruft akkumulierten NettoBarwert zurück (optional).
4 [STO] 4	4,00	Speichert 4. Periode.
9000 [STO] 9	9.000,00	Speichert Cashflow als Endwert.
[XEQ] 7	- 4.642,10	Berechnet Barwert.
[STO] - 0	- 4.642,10	Akkumuliert Wert in Register.
[RCL] 0	3.323,66	Ruft akkumulierten NettoBarwert zurück.

Programmierung

Mit Hilfe eines Programms können Sie einzelne Berechnungsschritte zusammenfassen und wiederholt ausführen, ohne die gesamte Tastenfolge wiederholen zu müssen. Zur Eingabe eines Programms verwenden Sie die gleiche Tastenfolge wie bei der manuellen Ausführung der Berechnungen, außer daß Sie sich im Programm-Modus befinden. Der Rechner führt dann die als Programm gespeicherten Schritte nach einem einzigen Tastendruck aus.

Der HP-21S erlaubt Ihnen, von seinen Programmierungsfähigkeiten auf zwei Arten Gebrauch zu machen. Sie können Ihre eigenen Programme durch Speichern der Tastenfolge eingeben oder eines der sechs eingebauten Programme aufrufen.

Jedes Programm kann, unabhängig davon, ob Sie es eingeben oder von der Bibliothek geladen haben, gestartet und modifiziert werden. In diesem Kapitel erfahren Sie, wie eigene Programme entwickelt werden; Kapitel 6 erläutert die eingebauten Programme.

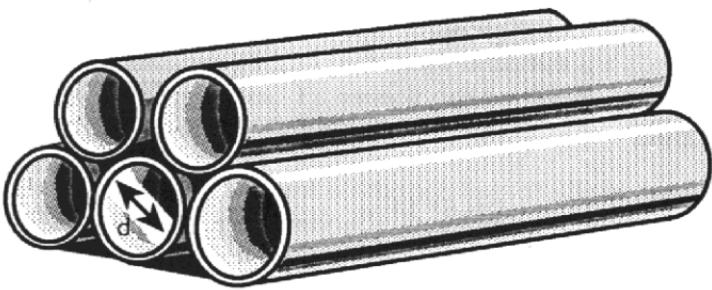
Vor dem Einstieg in die eigentliche Programmierung sollten Sie nachfolgendes Beispiel versuchen. Beginnen Sie mit dem Ausschreiben der Gleichung und lösen Sie danach die Aufgabe über das Tastenfeld.

Einfaches Programmierungsbeispiel. Berechnen Sie den Querschnitt einer Röhre mit einem Durchmesser von 5 Zentimetern unter Verwendung der Gleichung:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Formen Sie zuerst die Gleichung wie folgt um: $d^2 \times \pi \div 4 = A$.

Tippen Sie 5 ein und drücken Sie \leftarrow x^2 \times \leftarrow π \div 4 $=$, wonach 19,6350 als Ergebnis angezeigt wird (cm^2).



Was aber, wenn der Querschnitt von Röhren mit verschiedenen Durchmessern berechnet werden soll? Anstatt die Tastenfolge jedesmal auszuführen (wobei sich nur der Wert "5" für den jeweiligen Durchmesser ändert), können Sie die zu wiederholende Tastenfolge als Programm mit z.B. folgendem Aufbau speichern:

01 x^2

02 \times

03 π

04 \div

05 4

06 =

Das Programmbeispiel geht davon aus, daß der Wert für den Durchmesser angezeigt ist, wenn das Programm gestartet wird. Es berechnet die Querschnittsfläche und zeigt diese an. Gehen Sie beim Eingeben des Programms in den Programmspeicher wie folgt vor: (Lassen Sie die Zahlen, welche in der Anzeige erscheinen, vorerst unbeachtet — es handelt sich hier um die Tastencodes, welche an späterer Stelle erläutert werden. Unterläuft Ihnen ein Tippfehler, so drücken Sie $\boxed{\Delta}$ zum Löschen der Programmzeile; tippen Sie die Zeile danach erneut ein.)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
PRGM		Umschalten in Programm-Modus.
CLPRGM	00-	Löscht zuvor gespeicherte Programme.
x^2	01- 51 11	Eingabe der Tastenfolge zum Erzeugen des Programms.
\times	02- 55	
π	03- 51 22	
\div	04- 45	
4	05- 4	
=	06- 74	
PRGM		Beendet Programm-Modus.

Starten Sie nun das Programm und berechnen Sie den Querschnitt einer Röhre mit einem Durchmesser von 5 cm.

C	0,0000	Löscht Anzeige.
GTO	0,0000	Springt zur ersten Programmzeile.
5 R/S	19,6350	Zeigt das Ergebnis an.

Erzeugen von Programmen

Die einzelnen Schritte zum Erzeugen eines Programms bestehen in:

1. Umschalten in Programm-Modus.
2. Eingeben der zu wiederholenden Tastenfolge.
3. Beenden des Programm-Modus.
4. Starten des Programms.

Zur Veranschaulichung von Programmkonzepten wird weiterhin auf das Programm zur Berechnung der Kreisfläche Bezug genommen. Beim Eintippen der Programmanweisungen sind Ihnen sicherlich die Zahlengruppen in der Anzeige aufgefallen. Es handelt sich bei diesen um Zeilennummern und Tastencodes.

Zeilennummern. *Zeilennummern* erscheinen linksbündig in der Anzeige, während Sie die Anweisungen eintippen. Den Zahlen 00 bis 99 folgt ein Bindestrich, welcher die Zeilennummern von den Tastencodes trennt.

Tastencodes. Die Zahlengruppen rechts des Bindestrichs werden als *Tastencodes* bezeichnet. Ein Tastencode kennzeichnet, welche Taste gedrückt wurde. Die erste Ziffer kennzeichnet dabei die Zeile, in welcher sich die Taste befindet, während die zweite Ziffer die Spalte festlegt. Eine Programmzeile enthält einen oder mehrere Tastencodes, die zusammen eine einzelne Operation darstellen. Labels und Zahlen erscheinen nicht als Tastencode, sondern als A bis F oder 0 bis 9.

Spalten

	1	2	3	4	5	6
Z e i l e n	$x^2 \bar{x}_W$ →P →R	$10^x \bar{x}, \bar{y}$ π	LOG Sx Sy m.bσx,σy ASIN DEG ACOS RAD ATAN GRD PRGM RTN	$\bar{x}, \bar{r} \bar{y}, \bar{r}$ Σ-		
	1 A	e x	C	14	1 / x	Σ+
						F
	21	RCL	SIN	COS	TAN	R/S
	SWAP CLPRGM	E	FIX SCI	ENG ALL	LOAD	
	31	+ / -	()	←	
	GTO LBL	▼ $x \leq y?$	▲ $x = 0?$	ABS RND	IP FRAC	
	41	7	8	9	÷	
	RAN# SEED	% %CHG	Σy^2	Σxy	→DEG →RAD	
	51	52	5	6	X	
	Q(z) Zp	Q(t) tp	Σx	Σy	$Q(x^2) x_p^2$	
	61	1	2	3	-	
	OFF	df1	df2	LAST n!	CLRG CLΣ	
	c	0	.	=	75	
	ON					
	1	2	3	4	5	

[INPUT] entspricht 31

[→] [σx, σy] entspricht 61 14

[GTO] C entspricht 51 41 C

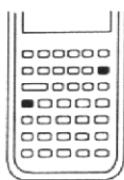
[STO] + 3 entspricht 21 75 3

[RAN#] entspricht 51 52

2 entspricht 2

Prüfsumme. Nachdem Sie ein Programm eingegeben haben, können Sie die Eingabe mit Hilfe der *Prüfsumme* auf Richtigkeit überprüfen (die im Handbuch enthaltene Summe sollte mit der vom Rechner angezeigten Summe übereinstimmen). Die Prüfsumme ist ein hexadezimaler Wert, welcher sich aus der ausgeführten Tastenfolge ergibt, und kann durch Drücken von [SHOW] im Programm-Modus angezeigt werden. Die im Handbuch angegebenen Prüfsummen gehen davon aus, daß nur ein Programm im Programmspeicher geladen ist. Für das Röhrenprogramm auf Seite 131 beträgt die Prüfsumme 411A.

Programmgrenzen (LBL und RTN)



Wenn Sie mehr als ein Programm in Ihrem HP-21S speichern möchten, müssen Sie das Programm abgrenzen — durch ein *Label* am Programmanfang und eine *Rücksprung-Anweisung* am Programmende.

Programm-Labels. Programme und Programmsegmente (auch als *Routinen* bezeichnet) beginnen mit einem Label, welches in gewissem Sinn auch als Name betrachtet werden kann. Verwenden Sie ein Label zur Trennung zwischen mehreren Programmen im Speicherbereich. Die erforderliche Tastenfolge zum Erzeugen eines Labels ist **[P] [LBL]**, gefolgt von einer der Tasten A bis F oder 0 bis 9. Das Label wird zum Aufrufen eines bestimmten Programms oder einer Routine benutzt.

Nach dem Drücken von **[XEQ] Label** (nach Verlassen des Programm-Modus) wird der Programmzeiger an das spezifizierte Label bewegt und mit der Ausführung des Programms begonnen. (Der *Programmzeiger* ist ein interner Zeiger, der — im Programm-Modus — die angezeigte Zeile kennzeichnet.) Es wird der gesamte Speicherbereich, beginnend ab der Zeigerposition, nach dem spezifizierten Label durchsucht. Wurde es nicht gefunden, so zeigt der Rechner Error - Lbl an.

Rücksprung-Anweisung. Programme sind mit einer Rücksprung-Anweisung (**[P] [RTN]**) abzuschließen. Nach Ablauf eines Programms wirkt RTN das Verschieben des Programmzeigers auf Zeile 00. Ist nur ein Programm gespeichert, so wird er bei Programmabschluß automatisch auf Zeile 00 gesetzt. Die Verwendung von **[P] [RTN]** in Unterprogrammen ist auf Seite 143 beschrieben.

Eingeben von Programmen

Drücken von **[P] [PRGM]** schaltet den Programm-Modus ein (**PRGM** Indikator an) und aus. Während sich der HP-21S im Programm-Modus befindet, werden eingetippte Tastenfolgen als Programmzeilen gespeichert, wobei maximal 99 Zeilen zur Verfügung stehen. Jede Funktion und jede Ziffer einer Zahl belegen eine Programmzeile.

Um ein Programm zu speichern:

1. Drücken Sie **[PRGM]** zur Aktivierung des Programm-Modus; es wird der **PRGM** Indikator angezeigt.
 2. Drücken Sie **[GTO] [0]** zur Anzeige von Zeile 00; der Programmzeiger wird dadurch auf Zeile 00 verschoben.
- Wenn Sie andere gespeicherte Programme nicht mehr benötigen, sollten Sie den Programmspeicher durch Drücken von **[CLPRGM]** löschen. Dadurch wird der Programmzeiger ebenfalls auf Zeile 00 gestellt, da keine weiteren Zeilen vorhanden sind.
3. Beginnen Sie die Eingabe mit **[LBL]**, gefolgt von einem Label Ihrer Wahl: A bis F oder 0 bis 9.
 4. Tippen Sie die Programmanweisungen so ein, als ob Sie die Berechnung manuell ausführen würden.
 5. Beenden Sie das Programm mit einer Rücksprung-Anweisung, d.h. drücken Sie **[RTN]**.
 6. Drücken Sie **[PRGM]**, um den Programm-Modus zu verlassen.

Dateneingabe. Es gibt viele Wege zur Versorgung eines Programms mit Daten. Nachstehend sind zwei Möglichkeiten aufgezeigt, wie Sie Daten für ein Programm bereitstellen, welches *ein Datum* erwartet:

- Tippen Sie vor dem Programmaufruf den Wert ein.
- Speichern Sie den Wert in einem Register, bevor Sie das Programm starten, und rufen Sie den Registerinhalt vom Programm aus ab.

Nachstehend zwei Wege, wie Sie Daten für ein Programm bereitstellen, welches *ein Datenpaar* erwartet:

- Geben Sie vor Aufruf des Programms das Datenpaar durch $Zahl_1$ **[INPUT]** $Zahl_2$ ein. Das Programm kann $Zahl_2$ speichern und danach **[SWAP]** ausführen, um $Zahl_1$ einzulesen.
- Speichern Sie beide Werte in Registern, bevor Sie das Programm starten, und rufen Sie den Registerinhalt vom Programm aus ab.

Beispiel: Dieses Beispiel löscht das Programm zur Berechnung der Kreisfläche und zeigt die Eingabe einer neuen Programmversion auf, welche ein Label und eine Rücksprung-Anweisung enthält. (Beziehen Sie sich auf Seite 140, wenn Sie nicht den gesamten Programmspeicher löschen möchten.) Drücken Sie **[•]**, um die aktuelle Programmzeile zu löschen und die korrekte Eingabe vorzunehmen.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[PRGM]		Umschalten in Programm-Modus (PRGM Indikator ein).
[CLPRGM]	00-	Löscht Programmspeicher.
[LBL] A	01- 61 41 A	Benennt Programm als "A".
x^2	02- 51 11	Eingabe der Programmzeilen.
	03- 55	
π	04- 51 22	
	05- 45	
4	06- 4	
=	07- 74	
[RTN]	08- 61 26	Beendet Programm.
[SHOW]	6F53	Prüfsumme (Seite 134).
[PRGM]		Verlassen von Programm-Modus (PRGM Indikator aus).

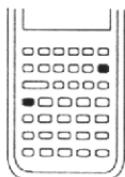
Positionieren des Programmzeigers

Der Programmspeicher beginnt bei Zeile 00. Die Auflistung der Programmzeilen erfolgt zyklisch, d.h. Sie können den Programmzeiger über den Anfang verschieben und kommen direkt zum Ende des Speichers, und umgekehrt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Programmzeiger zwecks Anzeige unterschiedlicher Programmzeilen zu verschieben, unabhängig davon, ob der Programm-Modus ein- oder ausgeschaltet ist :

- [GTO] zum Verschieben auf Zeile 00.
- [GTO] Zeilennummer zum Verschieben auf spezifizierte Zeile.
- oder zur zeilenweisen Verschiebung.
- Niederhalten von und Drücken von oder zum Verschieben nach oben oder unten.

- Im Programm-Modus: Niederhalten von **[◀]** **[▲]** oder **[◀]** **[▼]** zum schnellen Verschieben nach oben oder unten.
- Außerhalb des Programm-Modus: **[◀]** **[GTO]** *Label* zum Verschieben an ein spezifiziertes Label.

Starten von Programmen



Während dem Ablauf eines Programms blinkt der **PRGM** Indikator und die Meldung **running** erscheint in der Anzeige.

Sie können ein Programm auf zwei Arten starten:

- Verwenden Sie **[XEQ]**, gefolgt von einem Label.
- Verwenden Sie **[GTO]**, gefolgt von einem Label und **[R/S]** (Run/Stop).

Programmstart mit XEQ

Um ein Programm über **[XEQ]** zu starten:

- Geben Sie eventuell vom Programm benötigte Daten ein.
- Drücken Sie **[XEQ]** *Label*.
- Wenn Sie **[XEQ]** drücken und anschließend *Label* gedrückt halten, wird die Zeile angezeigt, mit welcher die Programmausführung beginnt. Der eigentliche Ablauf erfolgt nach der Freigabe von *Label*.

Beispiel: Starten Sie das als "A" benannte Programm, um drei Querschnitte mit den Durchmessern 5, 2,5 und 2π zu berechnen. Tippen Sie zuerst den Durchmesser ein, bevor Sie das Programm starten.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
5 [XEQ] A	19,6350	Eingabe des Durchmessers und Start von A; es wird das Ergebnis angezeigt.
2,5 [XEQ] A	4,9087	Fläche für 2. Querschnitt.
2 [x] [↔] [π]	3,1416	Zeigt Wert für π an.
[=]	6,2832	Anzeige des 3. Querschnitts.
[XEQ] A	31,0063	Fläche für 3. Querschnitt.

Programmstart über GTO und R/S

Um ein Programm mit Hilfe von [GTO] und [R/S] zu starten:

- Verwenden Sie [GTO] zum Positionieren des Programmzeigers an die Stelle, wo mit der Ausführung begonnen werden soll.
- Geben Sie die eventuell vom Programm benötigten Daten ein.
- Drücken Sie [R/S]. Wenn Sie [R/S] gedrückt halten, wird die Zeile angezeigt, mit welcher die Programmausführung beginnt; der eigentliche Ablauf erfolgt nach Freigabe von [R/S].

Anhalten von Programmen

Ein ablaufendes Programm kann durch Drücken von [R/S] oder [C] angehalten werden.

Programmieren eines Stopps. Drücken von [R/S] im Programm-Modus fügt eine STOP Anweisung ein; dadurch hält das Programm an dieser Zeile an, bis erneut [R/S] gedrückt wird. Sie können z.B. einen Programmstopp vorsehen, um Daten einzugeben. [R/S] kann auch an Stelle von RTN zum Beenden eines Programms verwendet werden. Wird ein Programm angehalten, so wird der Programmzeiger nicht an den Beginn des Programms zurückgesetzt.

Fehlerabbruch. Tritt während dem Programmablauf ein Fehler ein, so wird die Ausführung an der betreffenden Stelle abgebrochen und es wird eine Fehlermeldung angezeigt. (Eine Auflistung dieser Meldungen finden Sie ab Seite 164.) Drücken Sie **C** oder **◆** zum Löschen der Meldung. Wenn Sie die fehlerverursachende Zeile ansehen möchten, ist **◀ PRGM** zu drücken.

Löschen von Programmen

Um ein Programm zu löschen, müssen Sie sich im Programm-Modus befinden. Drücken Sie **▶ CLPRGM** zum Löschen aller im Programmspeicher enthaltenen Programme.

Wenn Sie ein bestimmtes Programm löschen möchten, müssen Sie dies Zeile für Zeile tun. Positionieren Sie den Programmzeiger auf die letzte zu löschen Zeile und drücken Sie wiederholt **◆**. Beziehen Sie sich auf Seite 137 zwecks weiterer Informationen über das Verschieben des Programmzeigers.

Modifizieren von Programmen

Sie können ein Programm durch Einfügen und Löschen von Programmzeilen modifizieren. Selbst wenn nur eine kleine Änderung erforderlich ist, muß die alte Zeile gelöscht und eine neue Zeile eingefügt werden.

Um Programmzeilen zu löschen:

1. Aktivieren Sie den Programm-Modus.
2. Positionieren Sie den Zeiger an die Stelle, wo mit der Modifikation begonnen werden soll (bei aufeinanderfolgenden Zeilen ist mit der *letzten* Zeile zu beginnen.)
3. Löschen Sie die jeweilige Zeile(n) durch Drücken von **◆**. Nachfolgende Zeilen werden automatisch neu numeriert.
4. Drücken Sie **◀ PRGM**, um den Programm-Modus zu verlassen.

Sollen z.B. die Zeilen 05 bis 08 gelöscht werden, so bringen Sie zuerst Zeile 08 in die Anzeige und drücken danach viermal **◆**. Nachfolgende Programmzeilen werden dabei automatisch nach oben verschoben und neu numeriert.

Um Programmzeilen einzufügen:

1. Aktivieren Sie den Programm-Modus.
2. Positionieren Sie den Zeiger an die Stelle, nach welcher eine Zeile eingefügt werden soll.
3. Tippen Sie die neuen Zeilen ein. Die nachfolgenden Zeilen werden automatisch neu numeriert.
4. Drücken Sie **PRGM** zum Verlassen des Programm-Modus.

Sollen z.B. mehrere Zeilen zwischen den Programmzeilen 04 und 05 eingefügt werden, so lassen Sie sich zuerst Zeile 04 anzeigen und tippen danach die neuen Anweisungen ein. Nachfolgende Zeilen werden automatisch nach unten verschoben und neu numeriert.

Schrittweise Ausführung eines Programms

Ein Programm lässt sich sehr einfach austesten, indem Sie es schrittweise ablaufen lassen. Dabei wird nach jedem Schritt (Zeile) das Ergebnis der Anweisung angezeigt, wodurch eine Vergleichsmöglichkeit mit dem erwarteten Ergebnis besteht. Um ein Programm schrittweise auszuführen:

1. Verlassen Sie den Programm-Modus.
2. Stellen Sie den Zeiger an die Stelle, wo mit der Ausführung begonnen werden soll.
3. Falls erforderlich, so geben Sie benötigte Startwerte ein.
4. Drücken Sie und halten Sie danach gedrückt. Dies führt zur Anzeige der momentanen Programmzeile. Nach dem Freigeben von wird die Zeile ausgeführt und das resultierende Ergebnis angezeigt; außerdem wird der Programmzeiger auf die nächste Zeile verschoben.
5. Wiederholen Sie Schritt 4, bis Sie auf einen Fehler stoßen oder am Ende des Programms ankommen.

Um zu einer *vorangehenden* Zeile zurückzukehren, ist zu drücken; hierbei erfolgt keine Programmausführung.

Beispiel: Gehen Sie Programm A (Kreisfläche-Berechnung, Seite 131) schrittweise durch. Verwenden Sie zum Testen einen Durchmesser von

5 cm. Stellen Sie sicher, daß vor dem Programmstart der PRGM Indikator aus ist.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
A		Stellt Programmzeiger auf Label A.
5	5_	Eingabe von 5 in Anzeige.
(gedrückt) (freigeben)	01- 61 41 A 5,0000	Zeigt Label A an.
(gedrückt) (freigeben)	02- 51 11 25,0000	Quadriert Eingabewert.
(gedrückt) (freigeben)	03- 55 25,0000	Multipliziert 25 mit ...
(gedrückt) (freigeben)	04- 51 22 3,1416	... π .
(gedrückt) (freigeben)	05- 45 78,5398	Berechnet Zwischenergebnis.
(gedrückt) (freigeben)	06- 4 4_	... $\div 4$.
(gedrückt) (freigeben)	07- 74 19,6350	... =.
(gedrückt) (freigeben)	08- 61 26 19,6350	Ende des Programms; korrektes Ergebnis wird angezeigt.

Programmbeispiel: Satz des Pythagoras

Sie können die meisten der HP-21S Funktionen genauso im Programm-Modus verwenden, wie Sie es bei manuellen Berechnungen tun. Zur Veranschaulichung der Arbeitsweise von **STO** und **RCL** können Sie das nachfolgende Programm eingeben, welches die Gleichung $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ löst. Es wird die Länge der Hypotenuse (c) eines rechtwinkligen Dreiecks bei gegebenem a und b berechnet. Gehen Sie davon aus, daß vor der Programmausführung die Werte für a in R_1 und b in R_2 gespeichert sind.

Tastenfolge: **Anzeige:** **Beschreibung:**

[PRGM		Aktiviert Programm-Modus.
[CLPRGM	00-	Löscht Programmspeicher (überspringen, falls restliche Programme erhalten bleiben sollen).
[LBL E	01- 61 41 E	Benennt Programm als "E".
[RCL 1	02- 22 1	Ruft a aus R_1 zurück.
[x²]	03- 51 11	a^2 .
[+]	04- 75	
[RCL 2	05- 22 2	Ruft b aus R_2 zurück.
[x²]	06- 51 11	b^2 .
[=]	07- 74	$a^2 + b^2$.
[]	08- 11	$\sqrt{a^2 + b^2}$.
[RTN]	09- 61 26	
[SHOW]	99F3	Prüfsumme.
[PRGM		Beendet Programm-Modus.

Speichern Sie nun für a und b die Werte 22 und 9 in R_1 und R_2 ; starten Sie danach das Programm:

22 [STO] 1	22,0000	Speichert a in R_1 .
9 [STO] 2	9,0000	Speichert b in R_2 .
[XEQ] E	23,7697	Länge der Hypotenuse.

Unterprogramme

Ein Programm setzt sich aus einer oder mehreren *Routinen* zusammen, die eine ablauffähige Einheit zum Ausführen einer speziellen Aufgabe darstellen. Wird ein Programm zu komplex, so ist eine Aufgliederung in mehrere kleinere Einheiten vorteilhaft. Dadurch können Sie das Programm einfacher schreiben, modifizieren und testen.

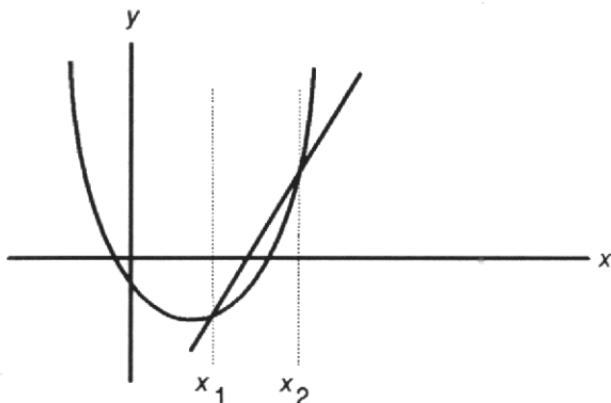
Gewöhnlich beginnt eine Routine mit einem Label (LBL) und endet mit einer Anweisung, welche die Ausführung des Programms ändert oder anhält (wie z.B. RTN oder GTO). Unter Unterprogramm versteht man eine Routine (bzw. Programm), welche von einem anderen Programm aufgerufen wird und nach Abschluß die Steuerung wieder an das aufrufende Programm zurückgibt. Ein Unterprogramm muß mit einer LBL Anweisung beginnen und mit RTN abschließen; es kann selbst wiederum andere Unterprogramme aufrufen.

Kommt ein Unterprogramm zum Ende des Programmspeichers und ist nicht mit [→] [RTN] abgeschlossen, so wird die Steuerung trotzdem wieder an das aufrufende Programm zurückgegeben, nachdem das Unterprogramm beendet wurde. Dies ist analog zu einer Routine, welche mit [→] [RTN] abgeschlossen ist.

Aufrufen von Unterprogrammen (XEQ). Verwenden Sie [XEQ] *Label*, um ein bestimmtes Unterprogramm aufzurufen. Das Unterprogramm muß dabei mit einem Label A bis F oder 0 bis 9 beginnen. Die Suche beginnt bei [XEQ] und setzt sich nach unten fort (springt ggf. zur Zeile 00 über), bis das Label gefunden wird. [XEQ] *Label* überträgt innerhalb eines Programms die Ausführung an die Programmzeile, welche das spezifizierte Label enthält. Dort wird die Programmausführung fortgesetzt, bis auf die Anweisung [→] [RTN] gestoßen wird, welche die Ausführung wieder an die Stelle zurück gibt, die der aufrufenden [XEQ] Anweisung folgt.

Um die Steigung der Geraden durch die Punkte x_1 und x_2 der Kurve $y = x^2 - \sin x$ zu berechnen (x im Bogenmaß), könnte z.B. folgende Gleichung verwendet werden:

$$\text{Steigung} = \frac{(x_2^2 - \sin x_2) - (x_1^2 - \sin x_1)}{x_2 - x_1}$$



Die Lösung erfordert zwei Berechnungen des Ausdrucks $x^2 - \sin x$ (für $x = x_1$ und für $x = x_2$). Da hier ein Ausdruck enthalten ist, der für beide Werte von x wiederholt werden muß, ist es naheliegend, für diesen Ausdruck ein Unterprogramm zu schreiben. Das Programm geht davon aus, daß vor der Ausführung x_1 **[INPUT]** x_2 eingegeben und Bogenmaß als Winkelmodus spezifiziert wurde.

Tastenfolge:

[→] [RAD]

[←] [PRGM]

[→] [CLPRGM]

[→] [LBL] C

Anzeige:

00-

01- 61 41 C

Beschreibung:

Stellt Radiant-Modus ein.

Aktiviert Programm-Modus.

Löscht Programmspeicher.

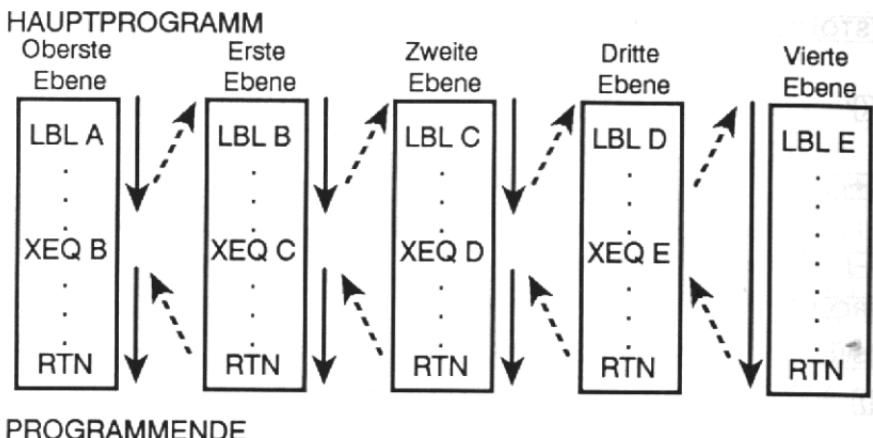
Benennt Programm als "C".

[STO] 2	02- 21 2	Speichert angezeigten Wert (x_2) in R ₂ .
[↔] [SWAP]	03- 51 31	Tauscht x_2 mit x_1 aus.
[STO] 1	04- 21 1	Speichert x_1 in R ₁ .
[C]	05- 71	Löscht Anzeige, damit nach Programmabschluß kein zweiter Wert oder : Indikator angezeigt wird.
[RCL] 2	06- 22 2	Ruft x_2 auf.
[XEQ] 5	07- 41 5	Führt Unterprogramm zum Berechnen von $x_2^2 - \sin x_2$ aus. $(x_2^2 - \sin x_2) - \dots$
[−]	08- 65	Ruft x_1 zurück.
[RCL] 1	09- 22 1	Führt Unterprogramm erneut aus, um $x_1^2 - \sin x_1$ zu berechnen.
[XEQ] 5	10- 41 5	$(x_2^2 - \sin x_2) - (x_1^2 - \sin x_1)$.
[=]	11- 74	Dividiert Ergebnis.
[÷]	12- 45	Ändert Operatorpriorität.
[()	13- 33	Ruft x_2 zurück.
[RCL] 2	14- 22 2	$x_2 - \dots$
[−]	15- 65	Ruft x_1 zurück.
[RCL] 1	16- 22 1	Schließende Klammer nicht notwendig, da [= folgt.
[=]	17- 74	$((x_2^2 - \sin x_2) - (x_1^2 - \sin x_1)) / (x_2 - x_1)$.
[R/S]	18- 26	Hält Programm an.
[→] [LBL] 5	19- 61 41 5	Label 5 beginnt Unterprogramm.

[STO] 0	20- 21 0	Speichert angezeigten Wert in R_0 .
[21- 33	Ordnet Operatorpriorität um.
[\leftarrow] [x^2]	22- 51 11	Quadriert angezeigten Wert.
[$-$]	23- 65	Subtraktion.
[RCL] 0	24- 22 0	Ruft Inhalt R_0 zurück.
[SIN]	25- 23	Berechnet Sinus.
])	26- 34	Schließende Klammer für $x^2 - \sin x$ erforderlich.
[\rightarrow] [RTN]	27- 61 26	Beendet Unterprogramm, Rücksprung zur [XEQ] folgenden Zeile.
[\leftarrow] [SHOW]	Fb9b	Prüfsumme (Seite 134).
[\leftarrow] [PRGM]		Verläßt Programm-Modus.

Verwenden Sie 3 und 4 als Werte für x_1 und x_2 und starten Sie das Programm (die erforderliche Tastenfolge ist 3 **[INPUT]** 4 **[XEQ]** C). Als Ergebnis erhalten Sie 7,8979. Drücken Sie **[\rightarrow] [DEG]**, um vom Bogenmaß-Modus in den Grad-Modus umzuschalten.

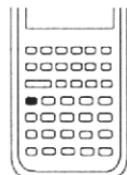
Verschachtelte Unterprogramme. Ein Unterprogramm kann ein zweites Unterprogramm aufrufen und dieses ein weiteres, usw.; diese “Vershachtelung” von Unterprogrammen — das Aufrufen eines Unterprogramms innerhalb eines Unterprogramms — ist auf vier Ebenen (ohne Berücksichtigung der Hauptprogrammebene) beschränkt. Der Ablauf bei verschachtelten Unterprogrammen ist nachfolgend dargestellt:



Überschreiten Sie die vierte Ebene, so erscheint beim Versuch, das Programm auszuführen, die Meldung Error - Sub in der Anzeige.

Bedingte und unbedingte Verzweigungen

Unbedingte Verzweigung (GTO)

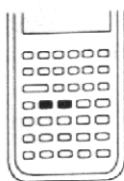


Wie Sie bei Unterprogrammen bereits gesehen haben, kann es öfters vorteilhaft sein, die Programmausführung woanders als mit der nächsten Programmzeile fortzusetzen. Dies wird allgemein als *Verzweigen* bezeichnet.

Eine unbedingte Verzweigung wird über die Anweisung GTO (go to) realisiert, welche eine Verzweigung zu einem Programm-Label ausführt ( [GTO Label]).

Durch **GTO Label** wird die Programmausführung an die Zeile verlagert, welche *Label* enthält. Die Suche beginnt bei **GTO** und setzt sich durch den gesamten Programmspeicher fort. Wird nach der Fortsetzung an der neuen Programmzeile ein **RTN** festgestellt, so erfolgt *kein* Rücksprung an die Zeile, welche der GTO Anweisung folgt. Demzufolge eignet sich **GTO** nicht zum Aufruf von Unterprogrammen.

Bedingte Verzweigungen — Entscheidung und Steuerung



Neben Unterprogrammen gibt es noch einen anderen Weg, Einfluß auf die Programmsteuerung zu nehmen: durch eine *Vergleichsanweisung* — ein Wahr/Falsch-Test, über welchen zwei Zahlen verglichen und der nächste Programmschritt übersprungen werden kann, falls der Vergleich mit “falsch” endet.

Der HP-21S verfügt über zwei Vergleichsanweisungen: $\rightarrow [x \leq y?]$ und $\rightarrow [x=0?]$. $x \leq y?$ bedeutet: “Ist x kleiner oder gleich y ?”; $x=0?$ bedeutet: “Ist x gleich 0?” Fällt die Antwort mit “wahr/ja” aus, so fährt das Programm mit der Ausführung der Zeile fort, welche unmittelbar der Abfrage folgt. Ist die Antwort “falsch/nein”, wird die der Abfrage folgende Zeile übersprungen.

Lautet eine Abfrage z.B. $x=0?$, dann vergleicht das Programm den Inhalt der Anzeige mit 0. Wenn 0 angezeigt wird, fährt das Programm mit der Ausführung der nächsten Zeile fort. Ist ein anderer Wert als 0 angezeigt, so überspringt das Programm die der Abfrage folgende Programmzeile. Diese Regel ist u.a. auch als “Do if true” bekannt.

Bei $x \leq y?$ wird y (der angezeigte Wert) mit x (dem nicht sichtbaren Wert) verglichen. Verwenden Sie **[INPUT]** oder einen anderen Operator (z.B. **[+]** oder **[±]**) zum Trennen von x und y . Ist x kleiner oder gleich y , dann fährt das Programm mit der Ausführung der nächsten Zeile fort. Endet die Abfrage mit “falsch/nein”, dann überspringt das Programm die der Abfrage folgende Zeile, d.h. es fährt mit der übernächsten Zeile fort.

Das folgende Beispiel veranschaulicht bedingtes Verzweigen und die GTO Anweisung.

Beispiel: Zufallszahlengenerator. Das nachfolgende Programm verwendet die Abfrage $\rightarrow [x \leq y?]$. Es zählt, wie oft eine Zufallszahl kleiner oder gleich 0,5 erzeugt wird und speichert den Summenwert in Register 1; fällt die Zufallszahl größer als 0,5 aus, wird der Summenwert in Register 2 gespeichert.

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[] [PRGM]	00-	Aktiviert Programm-Modus.
[] [CLPRGM]		Löscht Programm-speicher.
[] [LBL] A	01-61 41 A	Benennt diesen Programmteil als "A".
[] [RAN#]	02- 51 52	Erzeugt Zufallszahl.
[INPUT]	03- 31	Speichert Zufallszahl für Vergleich.
[]	04- 73	Eingabe des Vergleichswerts.
5	05- 5	
[] [x≤y?]	06- 61 42	Abfrage, ob Zufallszahl $\leq 0,5$.
[] [GTO] B	07- 51 41 b	Falls ja, verzweige zu Label.
1	08- 1	Falls nein, zeige 1 an.
[STO] [+ 1	09- 21 75 1	Addiert 1 zu Register 1.
[] [GTO] A	10- 51 41 A	Springt zu Label A.
[] [LBL] B	11-61 41 b	Benennt diesen Programmteil als "B".
1	12- 1	Zeige 1 an.
[STO] [+ 2	13- 21 75 2	Addiert 1 zu Register 2.
[] [GTO] A	14- 51 41 A	Wiederholt das Programm.
[] [SHOW]	E144	Prüfsumme (Seite 134).
[] [PRGM]		Verläßt Programm-Modus.

Gehen Sie wie folgt vor, um das Programm zu starten:

[CLRG		Löscht Registerinhalte.
[XEQ A	running	Programm wiederholt sich, bis es angehalten wird.
[R/S]		Hält Programm an.
[RCL] 1		Zeigt an, wie oft Zufallszahl $\leq 0,5$ war.
[RCL] 2		Zeigt an, wie oft Zufallszahl $> 0,5$ war.

Programmbeispiel: Standardabweichung von gruppierten Daten

Das gewogene Mittel ist der Mittelwert der Datenpunkte x_1, x_2, \dots, x_n , welche mit der Gewichtung (Häufigkeit) w_1, w_2, \dots, w_n auftreten. Die Gewichte bzw. Häufigkeiten sind nicht negativ und können gebrochen oder ganzzahlig sein. Die Standardabweichung von gruppierten Daten ist die Standardabweichung der Datenpunkte x_1, x_2, \dots, x_n , die mit der nicht-negativen ganzzahligen Häufigkeit f_1, f_2, \dots, f_n auftreten.

Verwenden Sie nachfolgendes Programm, um den Mittelwert und die Standardabweichung von gruppierten Daten zu berechnen. (Möchten Sie nur das gewogene Mittel berechnen, beziehen Sie sich auf "Gewogenes Mittel" auf Seite 64.)

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[PRGM		Aktiviert Programm-Modus.
[CLPRGM	00-	Löscht Programmspeicher.
[LBL A	01- 61 41 A	Benennt Programm als "A".

[STO] [+] 4	02- 21 75 4	Addiert Häufigkeit f_i zur Stichprobengröße.
[↔] [LAST]	03- 51 74	Speichert f_i in LAST.
[↔] [SWAP]	04- 51 31	Ruft x_i zurück.
[↔] [LAST]	05- 51 74	Ruft f_i zurück und speichert x_i in LAST.
[X]	06- 55	
[↔] [LAST]	07- 51 74	Ruft x_i zurück.
[=]	08- 74	Berechnet $x_i f_i$.
[STO] [+] 5	09- 21 75 5	Addiert $x_i f_i$ zum Inhalt von Register 5.
[X]	10- 55	
[↔] [LAST]	11- 51 74	Ruft x_i zurück.
[=]	12- 74	Berechnet f_i^2 .
[STO] [+] 7	13- 21 75 7	Addiert $x_i^2 f_i$ zum Inhalt von Register 7.
[C]	14- 71	Löscht Anzeige und : Indikator.
[RCL] 4	15- 22 4	Ruft Stichprobengröße zurück.
[→] [RTN]	16- 61 26	Rücksprung zu Zeile 00.
[↔] [SHOW]	F1bF	Prüfsumme (Seite 134).
[↔] [PRGM]		Verläßt Programm-Modus.

Geben Sie nachstehende Daten ein und berechnen Sie den entsprechenden Mittelwert und die Standardabweichung.

Gruppe	1	2	3	4	5	6
x_i	5	8	13	15	22	37
f_i	17	26	37	43	73	115

Tastenfolge:	Anzeige:	Beschreibung:
[CLΣ]	0,0000	Löscht Statistikregister.
5 [INPUT] 17 [XEQ] A	17,0000	Eingabe von x_1 und f_1 .
8 [INPUT] 26 [R/S]	43,0000	Eingabe von x_2 und f_2 .
13 [INPUT] 37 [R/S]	80,0000	Eingabe von x_3 und f_3 .
15 [INPUT] 43 [R/S]	123,0000	Eingabe von x_4 und f_4 .
22 [INPUT] 73 [R/S]	196,0000	Eingabe von x_5 und f_5 .
37 [INPUT] 115 [R/S]	311,0000	Eingabe von x_6 und f_6 .
[\bar{x}, \bar{y}]	23,4084	Berechnet gewogenes Mittel.
[Sx,Sy]	11,4118	Berechnet Standardabweichung der gruppierten Daten.

Verfügbarer Programmspeicher

Sie können bis zu 99 Zeilen im Programmspeicher speichern. Ist bereits der ganze Programmspeicher belegt und Sie versuchen, weitere Programmzeilen einzufügen, so erhalten Sie die Meldung Error - FULL angezeigt.

Nicht programmierbare Funktionen

Die nachstehenden HP-21S Funktionen sind nicht programmierbar:



CLPRGM



SHOW



LOAD

GTO Zeilennummer

PRGM

GTO

OFF

Kundenunterstützung, Batterien und Service

Kundenunterstützung

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 einwandfrei funktioniert?

A: Führen Sie den Selbsttest des Rechners durch, wie es auf Seite 159 beschrieben ist.

F: Die angezeigten Zahlen enthalten einen Punkt als Dezimalzeichen. Wie kann man ein Dezimalkomma spezifizieren?

A: Drücken Sie (Seite 20).

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

A: Drücken Sie und tippen Sie anschließend die Anzahl der gewünschten Dezimalstellen (Seite 17).

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

A: Das "E" steht für "Exponent von 10" (z.B. $2,51 \times 10^{-13}$). Beziehen Sie sich auf "Wissenschaftliche und technische Notation" (Seite 18).

F: Was bedeutet die Anzeige von PEND?

A: Es steht der Abschluß einer arithmetischen Operation aus.

F: Welche Bedeutung hat der angezeigte Doppelpunkt (:)?

A: Es wurde die Taste **[INPUT]** gedrückt oder die Berechnung führte zu zwei Ergebnissen (Seite 14).

F: Warum erscheint der Ausdruck 00- in der Anzeige?

A: Der Rechner befindet sich im Programm-Modus. Drücken Sie

[⬅ PRGM], um diesen Modus zu verlassen.

F: Warum ergibt die Berechnung des Sinus von π (im Bogenmaß-Modus) 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 weicht das vom Rechner berechnete Ergebnis von dem über eine Statistiktafel abgeleiteten Ergebnis ab?

A: Die im Rechner enthaltenen Funktionen ermöglichen eine Erweiterung der Tabellenwerte, indem eine beliebige rechtsseitige Wahrscheinlichkeit bestimmt werden kann, nicht nur für die in den Tabellen gewählte Werte.

Umgebungsbedingungen

Im Hinblick auf die Produktzuverlässigkeit sollten Sie den Rechner vor Nässe schützen und folgende Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrenzen einhalten:

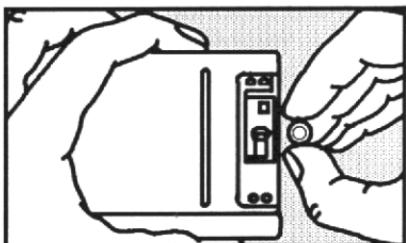
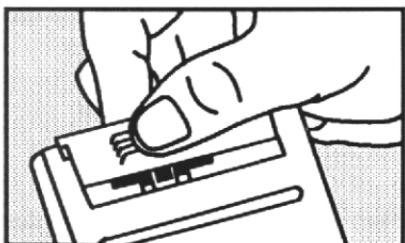
- Betriebstemperatur: 0° bis 45°C (32° bis 113°F).
- Lagerungstemperatur: -20° bis 65°C (-4° bis 149°F).
- Luftfeuchtigkeit für Betrieb und Lagerung: 90% relative Luftfeuchtigkeit bei max. 40°C (104°F).

Austauschen der Batterien

Ersetzen Sie die Batterien so bald wie möglich, wenn der "Schwache Batterie" Indikator (■) angezeigt wird. Wenn sich die Anzeige verdunkelt, während ■ angezeigt ist, kann ein Datenverlust eingetreten sein. In diesem Fall wird ALL CLR angezeigt.

Sind die Batterien aus dem Batteriefach genommen worden, so muß innerhalb einer Minute der neue Batteriesatz eingesetzt werden, wenn kein Datenverlust erfolgen soll. Verwenden Sie eine beliebige Marke des Typs I.E.C. LR44 (oder einen äquivalenten Hersteller-Typ); Sie können Alkali- oder Quecksilber-Knopfzellen verwenden.

1. Halten Sie drei neue Batterien griffbereit. Berühren Sie die Batterien nur an deren Kante und reinigen Sie die Kontaktflächen von Staub oder Fett.
2. Versichern Sie sich, daß der Rechner ausgeschaltet ist. Werden die Batterien bei eingeschaltetem Rechner entnommen, kann dies den Verlust der gespeicherten Daten zur Folge haben.
3. Um die Abdeckung des Batteriefachs abzunehmen, ist diese nach unten zu drücken und anschließend nach außen (vom Gehäuse weg) zu schieben (linke Abbildung).



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.

- Setzen Sie die drei neuen Batterien ein (rechte Abbildung). Die erforderliche Polarität ist auf der Innenseite des Batteriefachs abgebildet.
- Schieben Sie die Abdeckung des Batteriefachs in die vorgeschene Führung des Rechnergehäuses.

Feststellen der Reparaturbedürftigkeit

Verwenden Sie nachstehende Richtlinien, um die zuverlässige Funktionsweise des Rechners zu überprüfen. Testen Sie dabei nach jedem Schritt, ob der Rechner wieder einwandfrei funktioniert. Beziehen Sie sich auf Seite 161, wenn der Rechner repariert werden muß.

■ **Der Rechner läßt sich nicht einschalten (Schritte 1-4) oder reagiert nicht auf Tastendruck (Schritte 1-3):**

- Setzen Sie den Rechner zurück (in Grundstellung). Halten Sie dazu **C** gedrückt, während Sie gleichzeitig **LN** drücken; u.U. müssen Sie diese Operation mehrmals wiederholen.
- Löschen Sie den Speicherbereich. Halten Sie dazu **C** gedrückt, während Sie die beiden Tasten **fx** und **Σ+** drücken. Nach Freigabe aller drei Tasten ist der Speicherbereich gelöscht und es wird die Meldung ALL CLR angezeigt.
- Entnehmen Sie die Batterien (Seite 157) und schließen Sie die Batteriekontakte für einige Sekunden kurz (z.B. mit einer Münze). Ersetzen Sie die Batterien und schalten Sie den Rechner ein; es sollte ALL CLR angezeigt werden.
- Setzen Sie neue Batterien ein (Seite 157).

Führen diese Schritte keine Abhilfe herbei, so ist eine Reparatur des Rechners erforderlich.

■ **Der Rechner reagiert auf Tastendruck, Sie vermuten aber eine Funktionsstörung:**

- Starten Sie den Selbsttest (nachstehend beschrieben). Endet der Test mit einer Fehlermeldung, so ist eine Reparatur erforderlich.
- Wird der Selbsttest fehlerfrei abgeschlossen, dann liegt u.U. eine unkorrekte Bedienungsweise vor. Versuchen Sie nochmals, über den Abschnitt "Antworten auf allgemeine Fragen" zu Beginn dieses Anhangs Ihr Problem zu lösen.

3. Sie können bei Hewlett-Packard zwecks weiterer Unterstützung anfragen. Anschrift und Telefonnummer finden Sie auf der Innenseite des Rückumschlages.

Überprüfen 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 **[C]** gedrückt zu halten, während **[y*]** gleichzeitig gedrückt wird.
2. Drücken Sie eine beliebige Taste viermal und beachten Sie dabei das Muster in der Anzeige. Nachdem die Taste zum 4. Mal gedrückt wurde, erscheint temporär die Meldung **COPR. HP 1987**, danach die Meldung **01**. Dies bedeutet, daß der Rechner zum Testen des Tastenfelds bereit ist.
3. Beginnen Sie in der linken oberen Ecke (**[x]**), von links nach rechts vorgehend, und drücken Sie jede Taste in der jeweiligen Reihe. Gehen Sie danach zur nächstunteren Zeile vor, usw., bis Sie jede Taste des Tastenfelds gedrückt haben.
 - Werden die Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt und liegt keine Funktionsstörung vor, so zeigt der Rechner eine zweistellige Zahl an (hexadezimal, Zähler für gedrückte Tasten).
 - Wenn die Reihenfolge nicht eingehalten wurde oder eine Taste nicht einwandfrei funktioniert, so wird nach dem nächsten Tastendruck **21 - FAIL**, gefolgt von einer einstelligen Zahl, angezeigt. 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. Wurde die Meldung nicht durch einen Bedienungsfehler verursacht, so ist eine Reparatur erforderlich.

4. Am Ende zeigt der Tastenfeld-Test eine der zwei nachstehenden Meldungen an:
 - Anzeige von 21 - Good, wenn der Test erfolgreich abgeschlossen wurde.
 - Anzeige von 21 - FAIL, gefolgt von einer einstelligen hexadezimalen Zahl 1 bis F, wenn ein Fehler vorliegt. In diesem Fall ist eine Reparatur erforderlich (siehe Seite 161). Legen Sie eine Kopie der Fehlermeldung bei, wenn Sie den Rechner zur Reparatur einschicken.
5. Falls der Rechner den Selbsttest nicht fehlerfrei abschließt, sollten Sie den Test wiederholen, um das Testergebnis zu verifizieren.
6. Um den Selbsttest abzubrechen, ist der Rechner zurückzusetzen (**C** gedrückt halten, während **LN** gedrückt wird).

Drücken von **C** und **1/x** startet einen anderen Selbsttest, welcher werksseitig verwendet wird. Er wiederholt die Anzeige verschiedener Testmuster, bis **C** 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. Nehmen Sie zwecks einer diesbezüglichen Gewährleistung mit dem Batteriehersteller Verbindung auf.

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 ausgeführt 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.

- **In Europa:** Sofern Sie sich in der BRD aufhalten, können Sie sich auf die Anschriften 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) 780 81 11

■ In den USA:

Hewlett-Packard
Corvallis 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-21S 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.

Meldungen

Drücken Sie **[C]** oder **[•]** zum Löschen einer angezeigten Meldung.

1-StAt (Statistikberechnungen mit einer Variablen)
Eingebautes Programm (Seite 68).

2-StAt (Statistikberechnungen mit zwei Variablen)
Eingebautes Programm (Seite 85).

21 - FAIL n (HP-21S Fehler)

Der Selbsttest hat einen Fehler festgestellt; *n* stellt den Fehlercode dar (Seite 160).

21 - Good (HP-21S Einwandfrei)

Der Selbsttest ist fehlerfrei abgeschlossen worden (Seite 160).

ALL CLR (Alles gelöscht)

Der Speicherbereich wurde gelöscht (Seite 13).

CHI-2 (Chi-Quadrat Teststatistik)

Eingebautes Programm (Seite 111).

COPR. HP 1987 (Copyright HP 1987)

Copyright-Meldung, wird während Selbsttest angezeigt.

Error - Func (Fehler - Funktion)

- Versuch, durch Null zu dividieren.
- Versuch, Kombinationen oder Permutationen zu berechnen, wobei $n < r$, n oder r nicht positiv und ganzzahlig oder $\geq 10^{12}$.
- Versuch, den Logarithmus von 0 oder einer negativen Zahl zu bestimmen.
- Versuch, 0^0 oder 0 mit einem negativen Exponenten zu berechnen.

- Versuch, eine negative Basis mit einem gebrochenen Exponenten zu potenzieren.
- Versuch, die Quadratwurzel einer negativen Zahl zu berechnen.
- Versuch, eine trigonometrische Funktion mit einem unzulässigen Argument zu berechnen.
- Versuch, die Quadratwurzel einer negativen Zahl zu berechnen.

Error - FuLL (Fehler - voll)

Versuch, einen Ausdruck zu berechnen, wobei mehr als 5 Operationen ausstehen, oder Versuch, mehr als 99 Programmzeilen einzugeben.

Error - LbL (Fehler - Label)

Versuch, **XEQ** oder **GTO** für ein Label anzuwenden, welches im Programm nicht vorkommt.

Error - StAt (Fehler - Statistik)

- Versuch, \bar{x}_w , \hat{x} , \hat{y} , oder r nur mit x-Daten zu berechnen (alle y-Werte = 0).
- Versuch, \hat{x} , \hat{y} , r, m oder b zu berechnen, wobei alle x-Werte gleich sind.
- Versuch einer Berechnung, wobei n gleich Null ist.
- Versuch, S_x , S_y , \hat{x} , \hat{y} , r, m oder b, zu berechnen, wobei ≤ 1 ; oder wenn Division durch Null oder Quadratwurzel einer negativen Zahl aufgetreten ist. Ebenso bei einem Versuch, \bar{x} , \bar{y} mit n = 0 oder \hat{x}_w mit $\Sigma y = 0$ zu berechnen.

Error - Sub (Fehler - Unterprogramm)

Unterprogramme, welche über mehr als 4 Ebenen verschachtelt sind (Seite 144).

LR-StAt (Lineare Regression Teststatistik)

Eingebautes Programm (Seite 101).

OFLO (Bereichsüberlauf)

Der Betrag eines Ergebnisses kann vom Rechner nicht verarbeitet werden. OFLO wird dabei kurz angezeigt (oder bleibt permanent, falls OFLO während des Programmablaufs eintritt), danach gibt der Rechner $\pm 9,9999999999E499$ im momentanen Anzeigeformat zurück. Wird OFLO aufgrund von Speicherarithmetik verursacht, bleibt der angezeigte Wert unverändert. Wenn OFLO durch $\Sigma+$ verursacht wurde, erscheint n in der Anzeige (siehe "Wertebereich von Zahlen" auf Seite 21).

running (Am Arbeiten)

Es läuft gerade ein Programm oder eine längere Berechnung ab.

bin (Binomial-Verteilungsfunktion)

Eingebautes Programm (Seite 118).

FinAnCE (Annuitätenprogramm)

Eingebautes Programm (Seite 121).

Index

Sonderzeichen

◀, 14
▶, 14
▲, 137, 138
▼, 137, 138
٪, 20
✓, 16, 31
π, 34
%CHG, 30
%, 32
⌚, 24
⌚, 24
+/-, 19
1/x, 16, 31
10^, 31
Σ+, 55
Σ-, 55, 58
•, 10, 13, 131
+, 10
-, 11
×, 11
÷, 11
≡, 11
[], 137
[], 137
→P, 26, 38
[σx, σy], 56, 60
→R, 38
X²P, 43, 51
[], 10, 14, 157

: , 14, 15
θ, 38
σx, 59
χ², 43, 50
χ² Verteilung, 43
Σx, 55
Σx², 55
Σy, 55
Σy², 55
Σxy, 55
1-StAt, 66, 68
2-StAt, 66, 85

A

[ABS], 39
Absolutbetrag, 39
Achsen Schnittpunkt, 108
[ACOS], 35
[ALL], 18
All CLr, 13
Alphastaten, 16
Altgrad, 35
Andauernde Datenspeicherung, 10
Annuitäten, 121
Annuitätenrechnung (TVM), 66
Anzeigeformat, 17
Anzeigekontrast, 10

Arc

- Cosinus, 35
- Sinus, 35
- Tangens, 35

Argument, 30

Arithmetische Operatoren, 11

[ASIN], 35

[ATAN], 35

Ausschalten, 10

Ausstehende Operation, 22

Automatisches Abschalten, 10

B

Barwert, 121

Batterien

Austauschen, 157

Einsetzen, 157

schwach, 14

Beantwortung von Fragen, 155

Bereichsüberlauf, 21

Bereichsunterlauf, 21

bin, 66, 118

Binomialverteilung, 66, 118

Bogenmaß, 14, 35

C

[C], 10

%CHG], 16, 32

Chi-2, 50

CHI-2, 66, 111

Chi-Quadrat, 50

Test, 66, 111

[CLPRGM], 13, 136

[CLRG], 13, 28

[CLS], 13, 55

[Cn,r], 41

[COS], 35

Cosinus, 35

Cursor, 12

D

Darlehen, 121

Datenpaare, 58

[DEG], 14, 26, 35

[→DEG], 36

Dekadische Exponentialfunktion,

31

Dekadischer Logarithmus, 31

Dezimalgrad, 35

Dezimalkomma, 17

Dezimalpunkt, 17

Dezimalstellen, 17

df₁, 46

df₁ und df₂, 48

Diagnosetest, 159

Differenz zwischen Mittelwerten,

88

Differenz zwischen Proportionen,

95

Diskontierungstabellen, 126

Doppelpunkt, 14

Durchschnitt, 56

E

E, 19

[E], 19

[e^x], 31

Eingeben von Statistikdaten, 57

Einschalten, 10

Einsetzen der Batterien, 157

Einstichprobentest, 66

Einvariabige

Statistikberechnungen, 57

Einwertige Funktionen, 16

Individuelle Klassifizierung, 113, 115

[ENG], 19

Erzeugen eines Programms, 130

Exponenten, 19

F

- F, 43
- Fakultäten, 41
- Fehler, 10
 - Statistik, 58
- Fehlerabbruch, 139
- Fehlermeldungen, 13, 164
- Fehlfunktion, 155
- FinAnCE, 66, 121
 - [FIX], 17
 - [Fp], 43, 49
 - [FRAC], 39
- Fragen, 155
- Freiheitsgrade, 46
 - Nenner, 48
 - Zähler, 48
- Funktionsfähigkeittest, 158
- Funktionsstörung, 158
- F-Verteilung, 43, 48

G

- Garantie, 160
- Genauigkeit, 17
- Gewährleistung, 160
- Gewogenes Mittel, 64, 58
- Gleitkomma, *siehe* ALL, 18
- GRAD, 14
- Grad, 14, 35, 36
 - [GRD], 35
- Größte negative Zahl, 21
- Größte positive Zahl, 21
- Grundgesamtheit
 - Standardabweichungen, 88, 93
- Gruppierte Daten, 151
- Gruppierte Standardabweichung, 151
 - [GTO], 136, 139, 148
- Güte der Anpassung, 113, 115

H

- Hilfe bei Problemen, 155
 - [→HMS], 36
 - [→HR], 36
- Hypothesen, 121
- Hypothekendarlehen, 124

I

- Indikator, 10, 13
- [INPUT], 14, 15
- INPUT Taste, 15
- Interne Programmabibliothek, 66
- Inverse
 - Chi-Quadrat (χ^2), 51
 - F-Verteilung, 49
 - Normal, 43
 - Normalverteilung, 44
 - Student, 43
 - t, 43
 - t-Verteilung, 47
- [IP], 39

K

- Kartesische Koordinaten, 26
- Kehrwert, 31
- Kettenrechnungen, 11, 22
- Klammern, 23, 24
- Kombination, Gleichung, 42
- Kombinationen, 41
- Kombinierte Standardabweichung, 85
- Komma, 20
- Konvertieren, Polar-/kartesische Koordinaten, 26
- Konvertierungen
 - Koordinate, 38
 - Stunden, 36
 - Winkel, 36
- Koordinatenkonvertierungen, 38
- Korrelationskoeffizient, 56

Korrigieren von Statistikdaten, 58
einer Variablen, 58
zweier Variablen, 59
Kurzanleitung, 68

L

Labels, 133
[LAST], 25
[LBL], 135
Leasing, 121
Leistungsmerkmale, 6
Lineare Näherung, 61
Lineare Regression, 61
Lineare Regression Test, 66, 101
[LN], 31
[LOAD], 66
[LOG], 31
Logarithmus, 31
Löschen
Anzeige, 13
Meldungen, 13
Programme, 13
Rechner, 13
Register, 13, 28
Speicherbereich, 13
Statistik, 55
Statistikdaten, 58
Löschen des Speicherbereichs, 158
Lr-StAt, 66, 101

M

Mantisse, 17
Mathematik, 16
[m,b], 56
Meldung, Löschen, 21
Meldungen, 21, 164
Methode der kleinsten Quadrate,
61
Mittelwert, 56, 59
gewichtet, 58

N

n, 55
Nachkommateil, 39
Näherung für Mittelwert, 84
Näherung für x , 56
Näherung für y , 56
Näherung von Vertrauensbereich,
72
Natürliche Exponentialfunktion,
31
Natürlicher Logarithmus, 31
Negative Zahlen, 12
Nenner, Anzahl Freiheitsgrade, 48
Nettobarwert, 128
Neugrad, 35
Nicht signifikante Nullen, 18
[n!], 41
Normalverteilung, 43, 44
Nullhypothese, 73
Numerische Funktionen, 30

O

[OFF], 10
Operatorpriorität, 22
Overflow, 21

P

Paardifferenzen, 81
PEND, 14, 22
Periodischer Zinssatz, 121
Permutation, Gleichung, 42
Permutationen, 41
Pi, 34
[Pn,r], 42
Polarkoordinaten, 26, 38
Pooled Standard Deviation, 85
Potenzfunktion, 11, 32
PRGM, 14, 135
[PRGM], 135
Programm löschen, 66

Programmbibliothek, 66
Programme, 130
Anhalten, 139
bedingte Verzweigungen, 149
Dateneingabe, 136
Edieren, 140
Eingeben, 135
Erzeugen, 130, 132
Fehlerabbruch, 139
Grenzen, 135
Label, 135
Löschen, 140
Modifizieren, 140
nicht programmierbare
Funktionen, 154
Routinen, 135, 144
Rücksprung-Anweisung, 135
Speicherbereich, 153
Starten, 130, 138, 138
Testen, 141
verschachtelte
Unterprogramme, 147
Verzweigung, 148
Zeiger, 135
Zeilen einfügen, 140
Zeilen löschen, 140
Programmierung, 130
Programm-Modus, 14, 132
Programmzeiger, 137
Proportion der Grundgesamtheit,
78
Proportionen, 96
Prozent, 32
Prozentuale Differenz, 16, 33
Prüfen einer Hypothese, 79
Prüfsumme, 134
Punkt, 20

Q
[Q(F)], 43, 48
[Q(X²)], 43
[Q(t)], 43, 46
Quadrat, 31
Quadratisches Mittel, 59
Quadratwurzel, 16, 31
[Q(z)], 43, 44

R
RAD, 14
→RAD, 36
[RAD], 14, 35
Radiant, 14, 35, 36
[RAN#], 42
[RCL], 27
Rechnergrundstellung, 158
Rechteckskoordinaten, 38
Rechtsseitige Wahrscheinlichkeit,
43

Register, 27
Registerlabels, Summation, 55
Regression, 61
Reparatur, 161
[RND], 39
Rohdaten
Eingabe, 67, 71, 87
[R/S], 139
[RTN], 135
Runden, 17, 39

S
S_x, 59
Satz des Pythagoras, 143
Schließende Klammern, 24
[SCI], 18
[SEED], 42
Selbsttest, 159
Service, 161
[SHOW], 20, 134

- Sicherheitsgrenze t, 47
[SIN], 35
Sinus, 35
Sparkonto, 121, 124
Speicherbereich, 13
Speichern von Zahlen, 27
Speicherregister-Arithmetik, 28
[Sx, Sy], 56, 60
Standardabweichung von gruppierten Daten, 151
Standardabweichungen, 59
Standardfehler, 72
Standardfehler von Näherung, 101, 105
Starten eines Programms, 130
Statistik, 55
Bereichsgrenze für Werte, 57
Dateneingabe, 57
Fehlerhafte Eingabe, 58
gewogenes Mittel, 55
lineare Näherung, 55, 61
lineare Regression, 55, 61
lineare Vorhersage, 55
Löschen, 55
mit einer Variablen, 55
mit zwei Variablen, 55
Mittelwert, 55, 59
:, 56
Speicherbereich, 55
Standardabweichung, 55, 59
Summen, 59
[SWAP], 56
Vorhersagen, 61
Statistik, gewogenes Mittel, 64
Statistikdaten löschen, 66
Statistische Tabellen, 43
Status, 13
Steigung, 56, 105
Stichproben-Standardabweichung, 56
Stichprobenumfang, 84
[STO], 27
Student-Verteilung, 43
Studiendarlehen, 123
Stundenkonvertierungen, 36
Stunden-Minuten-Sekunden, 36
Summationsstatistik, 55
Summe
der Produkte der x- und y-Werte, 57
der Quadrate der x-Werte, 57
der Quadrate der y-Werte, 57
der x-Werte, 57
der y-Werte, 57
Summen, 27, 59
Summengröße
Eingabe, 88, 71
Summenwerte eingeben, 67
[SWAP], 15, 25
Symbole, 13
- ## T
- Tabellen, 43
[TAN], 35
Tangens, 35
Tastencodes, 133
Technische Notation, 19
Teile von Zahlen, 39
Testen von Hypothese, 47, 72, 88, 105
Testen von Paardifferenzen, 81
Teststatistik, 85
Tippfehler, 10
[tp], 43, 47
Trigonometrie, 14
t-Verteilung, 43, 46
- ## U
- Umrechnen von Wahrscheinlichkeitswerten, 52
Umschalttaste
blau, 14
gelb, 14
Umschalttasten, 14

Underflow, 21
Unterprogramme, 144

V

Vergleiche, 149
Vergleichsabfrage, 149
Verschachtelte Unterprogramme,
147
Vertrauensbereich, 78
Vertrauensbereich-Berechnung, 77
Vertrauensbereich-Näherung, 85,
88, 105
Verzinsungsperiode, 121
Verzweigung, 148
Vorhersage, 61
Vorkommateil, 39
Vorzeichenwechsel, 12

W

Wahre Standardabweichung, 56
Wahrscheinlichkeit, 41
Wertebereich für Zahlen, 21
Winkel, 35
Winkelkonvertierungen, 36
Winkelmodus, 34
Wissenschaftliche Notation, 18
Wurzeln, 32

X

χ^2 , 111
 \bar{x} , 59
 $\bar{x}w$, 56
 \bar{x}, \bar{y} , 56
 XEQ , 135
 \hat{x}_n , 56
 x^2 , 31
 $x=0?$, 149
 $x \leq y?$, 149

Y

\bar{y}, r , 56
 y -Schnittpunkt, 56
 \bar{y}^* , 11, 32

Z

Zähler, Anzahl Freiheitsgrade, 48
Zeilennummern, 132, 133
Ziffern-Trennzeichen, 14
Zinseszins, 126
 zp , 43, 44
Zufallsvariable, 43
Zufallszahl, 42
Zufallszahlengenerator, 149
Zurücksetzen, 13
Zurücksetzen des Rechners, 158
Zweistichprobentest, 66
Zweivariabige
 Statistikberechnungen, 58
Zweiwertige Funktionen, 16
z-Werte, 44

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 Index 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
Support Zentrum Ratingen
Berliner Str. 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
Reparaturzentrum Frankfurt
Berner Str. 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	10	1: Bedienungsgrundlagen
	22	2: Arithmetik und Speicherregister
	30	3: Numerische Funktionen
	41	4: Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktionen
	55	5: Statistische Berechnungen
	66	6: Interne Programmabibliothek
	130	7: Programmierung
	155	Kundenunterstützung, Batterien und Service
	164	Meldungen
	167	Index



HEWLETT
PACKARD

Bestellnummer

00021-90028

00021-90029 German

Printed in West Germany 6/89

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please do not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.