



HP-19C/ 29C

Bedienungs-Handbuch

INHALTSVERZEICHNIS

HP-29C UND HP-19C. PROGRAMMIERBARE RECHNER

HP-29C	9
HP-19C	9
Verzeichnis der Tastenfunktionen	10
Programmierfunktionen	13

EINLEITUNG

Manuelle Lösung Ihrer Rechenprobleme	19
Programmierte Lösung Ihrer eigenen Rechenprobleme	19
Manuelle Lösung des Problems	20
Programmierte Problemlösung	20
Erstellen eines Programms	20
Eintasten des Programms	21
Verwendung des Programms	21
Verwendung des Permanent-Speichers	22
Verwendung dieses Handbuchs	22

ERSTER TEIL: VERWENDUNG DES HP-19C/HP-29C ALS WISSENSCHAFTLICHER RECHNER

ABSCHNITT 1: ZU BEGINN

Anzeige	27
Tastenfeld	27
Eintasten von Zahlen	27
Negative Zahlen	28
Löschen der Anzeige	28
Drucker (HP-19C)	28
Funktionen	29
Funktionen von einer Variablen	30
Funktionen von zwei Variablen	30
Kettenrechnungen	32
Einige Bemerkungen zum HP-19C/HP-29C	35

ABSCHNITT 2: WAHL DES DRUCK- UND ANZEIGEFORMATES

Tasten zur Wahl des Anzeigeformates	37
Festkommaformat	38
Wissenschaftliches Anzeigeformat	38
Technisches Anzeigeformat	39
Wahl des Druckformates (HP-19C)	40
Automatische Umschaltung des Anzeigeformates	41
Eingabe des Zehnerexponenten	42
Rechner-Überlauf und -Unterlauf	43
Fehlermeldung	44
Anzeige abfallender Batteriespannung	44

ABSCHNITT 3: DER AUTOMATISCHE RECHENREGISTER-STAPEL («STACK»)	45
Stack	45
Anzeige	45
Umordnen der Stack-Inhalte	45
Anzeigen der Stack-Inhalte	46
Austausch von x und y	47
Löschen der Anzeige (X-Register)	47
Die ENTER -Taste	48
Wirkung von Funktionen einer Variablen auf den Stack	49
Wirkung von Funktionen zweier Variablen auf den Stack	49
Kettenrechnungen	50
Reihenfolge der Ausführung	53
LAST x	53
Korrektur von Fehlern	54
Mehrfache Verwendung eines Eingabewertes	54
Rechnen mit einer Konstanten	54

ABSCHNITT 4: SPEICHERN UND ZURÜCKRUFEN VON DATEN	57
Numerierte Speicherregister	57
Abspeichern von Daten	57
Zurückrufen von Daten	58
Auflisten der Speicherregister-Inhalte (HP-19C)	58
Löschen der Speicherregister	59
Speicherregister-Arithmetik	59
Speicherregister-Überlauf	61

ABSCHNITT 5: FUNKTIONSTASTEN	63
Tasten für die Abänderung von Zahlen	63
Absolutwert	63
Ganzzahliger Anteil einer Zahl	63
Dezimalteil einer Zahl	64
Reziprokwert	64
Quadratwurzel	64
Quadrat einer Zahl	65
Verwendung der Kreiszahl Pi (π)	65
Prozent	66
Trigonometrische Funktionen	66
Trigonometrischer Winkel-Modus	67
Trigonometrische Funktionen	67
Stunden, Minuten, Sekunden	68
Koordinatentransformationen	70
Logarithmen und Exponentialfunktionen	73
Logarithmen	73
Exponentialfunktion y^x	74
Statistikfunktionen	76
Summationen	76
Auflisten der mit $\Sigma+$ gebildeten Summen (HP-19C)	78
Mittelwert	78
Standardabweichung	80
Entfernen falsch eingegebener Werte	82
Vektor-Addition und Subtraktion	83

ZWEITER TEIL: PROGRAMMIERUNG IHRES HP-19C/HP-29C

ABSCHNITT 6: UNKOMPLIZIERTE PROGRAMMIERUNG... 87

Was ist ein Programm?	87
Programmspeicher	88
Tasten-Codes	89
Löschen eines Programms	91
Erstellen eines eigenen Programms	91
Beginn eines Programms	92
Beenden eines Programms	92
Das vollständige Programm	92
Laden eines Programms	92
Ausführung eines Programms	93
Aufsuchen einer Marke	94
Ausführung der gespeicherten Programmschritte	94
Marken und Speicherzeile 00	95
Flußdiagramm	96
Der Drucker und das Programm (HP-19C)	99
Verwendung des Druckers innerhalb eines Programms	100
Verwendung des Druckers bei der Erstellung von Programmen	100
Nachprüfen des Programmladens	101
Auflisten der Programme	102
Programmierter Papiervorschub	103

ABSCHNITT 7: PROGRAMMKORREKTUR

Nicht-speicherbare Operationen	105
Pythagoras-Programm	106
Vorbereitende Schritte vor Ausführung eines Programms	107
Ausführung des Programms	107
Rücksprung zur Speicherzeile 00	108
Schrittweise Ausführung eines Programms	108
Abändern eines Programms	109
Schrittweise Anzeige ohne Ausführung des Programms	110
Vorrücken zu einer bestimmten Speicherstelle	111
Schrittweises Zurückrücken im Speicher (Kontrolle der Programmänderung)	112
Ausführen des abgeänderten Programms	113
Löschen und Einfügen einzelner Programmschritte	113
Verwendung des Druckers bei der Programmkorrektur (HP-19C)	115

ABSCHNITT 8: PROGRAMMVERZWEIGUNGEN

Unbedingte Sprünge und Programmschleifen	119
Vergleichsoperationen und bedingte Programmverzweigungen	123

ABSCHNITT 9: UNTERBRECHEN DER PROGRAMMAUSFÜHRUNG

Verwendung von R/S	129
Pause zur Anzeige von Ergebnissen	130
Stop durch Drücken einer Taste	132
Stop bei unerlaubten Operationen	133

ABSCHNITT 10: UNTERPROGRAMME	135
Anwendungsbeispiele für Unterprogramme	138
Grenzen bei der Verwendung von Unterprogrammen	140
ABSCHNITT 11: DAS R₀-REGISTER	145
Speichern einer Zahl im R ₀ -Register	145
Wirkung von ISZ und DSZ	145
ABSCHNITT 12: VERWENDUNG DES R₀-REGISTERS ZUR INDIREKTEN KONTROLLE ANDERER OPERATIONEN	151
Indirektes Speichern und Zurückrufen von Daten	152
Indirekte Steuerung von Programmverzweigungen und Unterprogrammen	155
Schnelles Zurückspringen im Programmspeicher	159
ANHANG A: ZUBEHÖR, PFLEGE UND WARTUNG	167
Ihr Hewlett-Packard Rechner	167
Standard-Zubehör (HP-29C)	167
Standard-Zubehör (HP-19C)	167
Zusätzliches Zubehör (HP-29C)	167
Zusätzliches Zubehör (HP-19C)	168
Netzbetrieb	168
Laden der Batterie	169
Batteriebetrieb	169
Verwendung der Permanent-Speichers	169
Austausch der Batterien	170
HP-29C: Austauschen des Batteriensatzes	170
HP-19C: Austauschen des Batteriensatzes	171
Pflege des Batteriesatzes	171
HP-19C Thermodrucker	172
Thermo-Druckpapier	172
Auswechseln der Druckpapierrolle	173
Pflege des Druckers	174
Anzeige abfallender Batteriespannung	174
Keine Anzeige	174
Temperaturbereich	175
Garantie	175
Reparaturdauer	175
Versandanweisung	175
Technische Änderungen	176
Sonstiges	176
ANHANG B: UNERLAUBTE OPERATIONEN	177
ANHANG C: STACK-LIFT UND LAST X	178
Beenden einer Zahleneingabe	178
Stack-Lift	178
Nicht anhebende Operationen	178
Anhebende Operationen	178
Neutrale Operationen	178

ANHANG D: INTERNATIONALE VERKAUFS- UND SERVICE-NIEDERLASSUNGEN	181
ANHANG E: NÜTZLICHE UMRECHNUNGSFAKTOREN ...	187

Die Inhalte der Primär-Speicherregister, des Anzeigeregisters, Programme und Anzeigeformat bleiben auch bei abgeschaltetem Rechner durch den Permanent-Speicher erhalten.

Primär-Speicherregister

	i	Adresse
R ₀	0.00	0
R ₁	0.00	1
R ₂	0.00	2
R ₃	0.00	3
R ₄	0.00	4
R ₅	0.00	5
R ₆	0.00	6
R ₇	0.00	7
R ₈	0.00	8
R ₉	0.00	9

Statistik-Register

	n	
R ₀	0.00	10
R ₁	0.00	11 Σx
R ₂	0.00	12 Σx^2
R ₃	0.00	13 Σy
R ₄	0.00	14 Σy^2
R ₅	0.00	15 Σxy

Indirekte Speicherregister

R ₍₁₆₎	0.00	16
R ₍₁₇₎	0.00	17
R ₍₁₈₎	0.00	18
R ₍₁₉₎	0.00	19
R ₍₂₀₎	0.00	20
R ₍₂₁₎	0.00	21
R ₍₂₂₎	0.00	22
R ₍₂₃₎	0.00	23
R ₍₂₄₎	0.00	24
R ₍₂₅₎	0.00	25
R ₍₂₆₎	0.00	26
R ₍₂₇₎	0.00	27
R ₍₂₈₎	0.00	28
R ₍₂₉₎	0.00	29

Programmspeicher

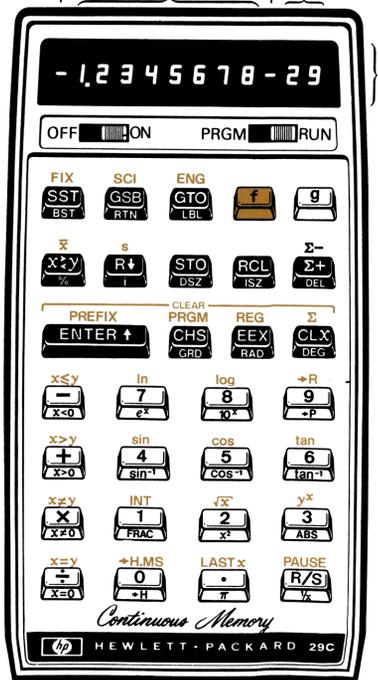
00	
01 74	
02 74	
03 74	
04 74	
96 74	
97 74	
98 74	

Automatischer Rechenregister-Stapel

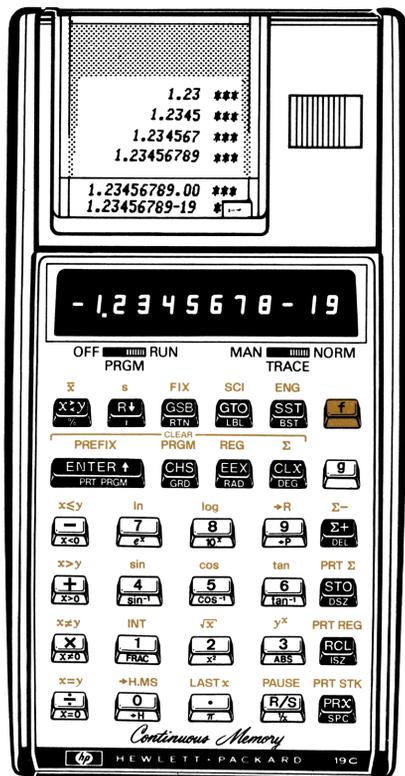
T	0.00
Z	0.00
Y	0.00
X	1.2345678 29
Last X	0.00

HP-29C

Vorzeichen Mantisse Vorzeichen des Zehnerexponenten
 Zehnerexponent



HP-19C



HP-19C/HP-29C. DER PROGRAMMIERBARE TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE RECHNER

VERZEICHNIS DER TASTENFUNKTIONEN

Manuelle Lösung der Rechnungsprobleme über das Tastenfeld (RUN-Modus) PRGM-Schalter in Stellung RUN 20

HP-29C: PRGM RUN 20

HP-19C: OFF RUN
PRGM 20

Sobald Sie eine der nachstehenden Funktionstasten vom Tastenfeld aus drücken, führt der Rechner die zugeordnete Operation aus. Eingetastete Zahlen und errechnete Ergebnisse werden angezeigt. Dabei können alle hier aufgeführten Tastenoperationen sowohl von Hand über das Tastenfeld, als auch im Rahmen eines gespeicherten Programms automatisch ausgeführt werden.

HP-29C: OFF ON Ein-/Aus-Schalter . 20

HP-19C: OFF RUN Ein-/Aus-/PRGM-Schalter 20

MAN NORM (HP-19C) Drucker-Wahlschalter 28

Vortaste zur Auswahl der Funktion, deren goldfarbenes Symbol oberhalb der Taste auf dem Rechnergehäuse steht 27

Vortaste zur Auswahl der Funktion, deren blaues Symbol auf der abgeschrägten Tastenvorderseite steht 27

hebt die Wirkung von oder auf 92

HP-19C DRUCKER

Papiervorschub um eine oder mehrere Leerzeilen 29

Bewirkt das automatische Auflisten aller Primär-Speicherregisterinhalte 58

Bewirkt das automatische Auflisten aller Stack-Registerinhalte 45

Druckt die angezeigte Zahl im X-Register 28

Bewirkt das automatische Auflisten aller Statistik-Register (R.₀ bis R.₅) 78

Programmausdruck. Drückt, von der augenblicklichen Position im Programmspeicher beginnend, die Inhalte des Programmspeichers aus. Bricht ab, wenn zwei -Anweisungen aufeinanderfolgen oder Speicherzeile 98 erreicht ist 102

ZAHLENEINGABE

Trennt aufeinanderfolgende Zahlen bei der Eingabe. Kopiert den Inhalt des X-Registers nach Y 48

Vorzeichenwechsel der angezeigten Zahl bzw. des Exponenten 28

Ist vor Eingabe eines Exponenten zu drücken 42

bis Zifferntasten 27

Dezimalpunkt 27

UMORDNEN VON DATEN

Zyklisches Vertauschen der Stack-Registerinhalte nach «unten» 45

Vertauscht die Inhalte von X- und Y-Register 45

Löscht das angezeigte X-Register 28

WAHL DES ANZEIGEFORMATES

Wählt, gefolgt von einer der Zifferntasten, die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen und schaltet die Anzeige des Rechners auf Festkommaformat 38

Wählt, gefolgt von einer der Zifferntasten, die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen und schaltet die Anzeige des Rechners auf wissenschaftliches Anzeigeformat (Exponentendarstellung) 38

Wählt, gefolgt von einer der Zifferntasten, die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen und schaltet die Anzeige des Rechners auf technisches Anzeigeformat 39

ABÄNDERN VON ZAHLEN

- ABS** Berechnet den Absolutwert der angezeigten Zahl im **X**-Register 63
- INT** Schneidet den Dezimalteil der angezeigten Zahl ab und macht sie so ganzzahlig 63
- FRAC** Trennt den ganzzahligen Anteil der angezeigten Zahl ab 64

SPEICHERN VON DATEN

- STO** Speichert die angezeigte Zahl nach Drücken der entsprechenden Zifferntaste (bzw. Dezimalpunkt und Zifferntaste) in einem der Speicherregister. Wird auch im Zusammenhang mit Speicher-Arithmetik verwendet 57
- RCL** Ruft, gefolgt von einer Zifferntaste oder dem Dezimalpunkt und einer Zifferntaste, den Inhalt des entsprechenden Speicherregisters in die Anzeige zurück 58
- CLEAR REG** Löscht sämtliche Speicherregister 59
- LAST x** Abruf des letzten Inhaltes des **X**-Registers, dessen Inhalt inzwischen durch Ausführung einer Operation geändert wurde 53

MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

- \sqrt{x}** Berechnet die Quadratwurzel der angezeigten Zahl 64
- x^2** Berechnet das Quadrat der angezeigten Zahl 65
- $1/x$** Berechnet den Reziprokwert der angezeigten Zahl 64
- π** Ruft die Zahl Pi (=3,141592654) in das angezeigte **X**-Register 65
- + - \times \div** Tasten für arithmetische Grundrechnungen 49

TRIGONOMETRIE

- DEG** Wählt Winkel-Modus «Altgrad» für trigonometrische Funktionen 67
- RAD** Dient zur Wahl des Winkel-Modus «Bogenmaß» 67
- GRD** Wählt den Winkel-Modus «Neugrad» (Gon) 67

sin cos tan Berechnet den Sinus, Kosinus bzw. Tangens der angezeigten Zahl 67

\sin^{-1} \cos^{-1} \tan^{-1} Berechnet Arkussinus, Arkuskosinus bzw. Arkustangens der angezeigten Zahl 67

\rightarrow HMS Wandelt in dezimaler Form gegebene Zeiten oder Winkel in die Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden um 68

\rightarrow H Wandelt in der Form Stunden (oder Grad), Minuten, Sekunden gegebene Zeiten oder Winkel in dezimale Stunden bzw. Grad um 68

KOORDINATENUMWANDLUNG

\rightarrow P Wandelt die rechtwinkligen Koordinaten (x,y) in entsprechende Polarkoordinaten (r, θ) um 70

\rightarrow R Wandelt die Polarkoordinaten (r, θ) in entsprechende rechtwinklige Koordinaten (x,y) um 70

LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

y^x Allgemeine Exponentialfunktion, dient zur Berechnung beliebiger Potenzen. 74

10^x Berechnet zu der angezeigten Zahl x den Wert der Exponentialfunktion zur Basis 10 73

e^x Berechnet den Wert der natürlichen Exponentialfunktion (Basis e = 2,718281828) für die angezeigte Zahl x 73

log Berechnet den dekadischen Logarithmus der angezeigten Zahl 73

ln Berechnet den natürlichen Logarithmus (Basis e = 2,718281828) der angezeigten Zahl 73

STATISTISCHE FUNKTIONEN

$\Sigma+$ Berechnet verschiedene Summen der Eingabewerte x und y in den Registern R₀ bis R₅ 76

$\Sigma-$ Entfernt die Werte x und y aus den automatisch gebildeten Summen in den Registern R₀ bis R₅ 82

12 Der programmierbare technisch-wissenschaftliche Rechner

 Berechnet den Mittelwert der eingegebenen x- und y-Werte **78**

CLEAR  Löscht die Summationsregister R₀ bis R₅ **59**

 Berechnet die Stichproben-Standardabweichung für aufsummierte x- und y-Werte **80**

PROZENTRECHNUNGEN

 Berechnet den Prozentsatz einer Zahl (x% von y) **66**

INDIREKTE FUNKTIONEN

 Folgt diese Taste auf **GTO**, **GSB**, **STO** oder **RCL**, so übernimmt der Inhalt des Registers R₀ die Funktion, die sonst die im Anschluß an diese Tasten zu drückende Ziffernfolge hat **151**

 Inkrement und Sprung bei 0. Erhöht den Inhalt des Registers R₀ um 1 **145**

 Dekrement und Sprung bei 0. Subtrahiert die Zahl 1 vom Inhalt des Registers R₀ **145**

PROGRAMMIERFUNKTIONEN

<p>Programmier- (PRGM)-Modus</p>	<p>Automatischer RUN-Modus</p>	
<p>Programmier- (PRGM)-Modus HP-29C: PRGM  RUN - Schalter in Stellung PRGM. HP-19C: OFF  RUN - Schalter in Stellung PRGM. Mit Ausnahme der nachfolgenden Operationen werden sämtliche Tastenfunktionen als Anweisungen in den Programmspeicher geladen. In der Anzeige erscheint die Nummer der Programm-Speicherzeile und der Tasten-Code.</p>	<p>Automatischer RUN-Modus HP-29C: PRGM  RUN - Schalter in Stellung RUN. HP-19C: OFF  RUN - Schalter in Stellung RUN. Alle Tastenfunktionen können sowohl von Hand</p>	<p>über das Tastenfeld, als auch im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt werden. Mit wenigen Ausnahmen erscheinen alle eingetasteten Zahlen und errechneten Ergebnisse in der Anzeige.</p>
<p>Aktive Tasten</p>	<p>Über das Tastenfeld ausgeführt</p>	<p>Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt</p>
<p>Im PRGM-Modus sind nur die nachfolgenden 5 Operationen unmittelbar wirksam: Sie dienen der Erstellung und können nicht selbst Bestandteil eines zu speichernden Programms sein.</p>		<p>,  . . .  Bezeichnungen der Marken definieren im Anschluß an  gedrückt den Beginn einer Programmroutine. Im Anschluß an  oder  gedrückt, bewirken sie, daß der Rechner die Programmausführung unterbricht, den Programmspeicher nach dem ersten Auftreten der entsprechenden Marke absucht und dort die Ausführung gespeicherter Programmschritte fortsetzt.</p>
<p> gefolgt von   verursacht den Sprung zur entsprechenden Zeile nn des Programmspeichers. Eine Ausführung von Programmschritten ist damit nicht verbunden.</p>	<p>   bewirkt den Sprung zu der Programmspeicherzeile nn; eine Ausführung gespeicherter Programmschritte wird dadurch nicht bewirkt. Folgt auf  eine der Tasten  bis  oder , sucht der</p>	<p>, gefolgt von einer der Tasten  bis  oder , bewirkt die Unterbrechung der Programmausführung, die Suche nach dem ersten Auftreten der entsprechenden Marke und die Wiederaufnahme</p>

<p>Programmier- (PRGM)-Modus</p>	<p>Automatischer RUN-Modus</p>	
<p>Aktive Tasten</p>	<p>Über das Tastenfeld ausgeführt</p> <p>Rechner den Programmspeicher auf das erste Auftreten der entsprechenden Marke ab und rückt an diese Stelle vor.</p> <p>GSB Sprung zu einem Unterprogramm. Startet, gefolgt von einer der Tasten 0 bis 9 oder f, die Ausführung gespeicherter Programmschritte ab der entsprechenden Marke.</p> <p>RTN Rücksprung zur Zeile 00 des Programmspeichers.</p>	<p>Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt</p> <p>der Programmausführung ab dieser Stelle.</p> <p>GSB Sprung zu einem Unterprogramm. Gefolgt von 0 bis 9 oder f bewirkt GSB die Suche nach dem ersten Auftreten dieser Marke im Programmspeicher und Ausführung dieses Programmtails als Unterprogramm.</p> <p>RTN Rücksprung. Folgt auf das Drücken einer der Buchstabentasten vom Tastenfeld aus oder die Ausführung einer GTO-Anweisung, wird die Ausführung des Programms angehalten und die Kontrolle an das Tastenfeld zurückgegeben. Das erste in der Folge einer GSB-Anweisung ausgeführte RTN gibt die Kontrolle an die Zeile des Programmspeichers zurück, die auf die GSB-Anweisung folgt.</p>
<p>CLEAR PRGM löscht den Programmspeicher. Belegt alle Zeilen des Programmspeichers mit R/S-Anweisungen, rückt den Rechner zur Zeile 00 zurück.</p>	<p>CLEAR PRGM hebt im Anschluß an f die Wirkung einer gedrückten Taste auf. Auf andere Tasten folgend hat CLEAR PRGM keine Wirkung, beeinflusst weder den Inhalt des Programmspeichers noch den Rechner-Status.</p>	<p>PAUSE unterbricht die Programmausführung für etwa eine Sekunde und gibt die Kontrolle für diese</p>

Programmier- (PRGM)-Modus	Automatischer RUN-Modus	
Aktive Tasten	Über das Tastenfeld ausgeführt	Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt
		Dauer an das Tastenfeld ab. Im Anschluß an diese Unterbrechung führt der Rechner die Programmausführung selbständig fort.
BST Einzelschritt zurück. Rückt den Rechner um eine Zeile im Programmspeicher zurück.	BST Einzelschritt zurück. Rückt den Rechner im Programmspeicher um eine Position zurück. Solange Sie die Taste gedrückt halten, wird die Schritt-Nummer sowie der Tasten-Code der vorangegangenen Anweisung angezeigt; nach Loslassen von BST wird der vorherige Inhalt des X -Registers angezeigt. Es werden keine Programmschritte ausgeführt.	$\boxed{X \neq Y}$, $\boxed{X = Y}$, $\boxed{X > Y}$, $\boxed{X \leq Y}$, $\boxed{X \neq 0}$, $\boxed{X = 0}$, $\boxed{X > 0}$, $\boxed{X < 0}$. Bedingte Sprungbefehle. Führen logische Vergleiche zwischen den Inhalten des X -Registers und denen des Y -Registers oder 0 aus. Ist die Bedingung erfüllt, fährt der Rechner in der natürlichen Reihenfolge mit der Ausführung gespeicherter Programmschritte fort. Ist die Bedingung dagegen nicht erfüllt, wird der darauffolgende Programmschritt übersprungen und dann mit der weiteren Programmausführung fortgefahren.
SST Einzelschritt vor. Rückt den Rechner eine Zeile im Programmspeicher vor.	SST Einzelschritt vor. Solange Sie die Taste gedrückt halten, zeigt der Rechner die Schritt-Num-	

Programmier- (PRGM)-Modus	Automatischer RUN-Modus	
Aktive Tasten	Über das Tastenfeld ausgeführt	Im Rahmen eines gespeicherten Programms ausgeführt
	<p>mer und den Tasten-Code des augenblicklichen Programm-befehls an; nach Loslassen der Taste wird dieser Programmschritt ausgeführt, das Resultat angezeigt und der Rechner um eine Zeile im Programmspeicher vorge-rückt.</p> <p>[R/S] Start/Stop. Startet die Ausführung gespei-cherter Programmschritte ab der augenblicklichen Position. Während der Ausführung von Pro-grammschritten gedrückt, hält [R/S] das Programman. Beliebige Taste. Das Drük-ken einer beliebigen Taste vom Tastenfeld aus hält ein laufendes Programm an.</p>	
<p>[DEL] löscht einen Pro-grammschritt. Entfernt den angezeigten Programm-schritt aus dem Pro-grammspeicher. Alle nach-folgenden Anweisungen rücken um eine Zeile vor.</p>	<p>[DEL] hebt, im Anschluß an [g], die Wirkung einer gedrückten Taste auf. Auf andere Tasten folgend hat [DEL] keine Wirkung. Be-einflußt weder den Inhalt des Programmspeichers, noch den Rechner-Status.</p>	

EINLEITUNG

Herzlichen Glückwunsch!

Mit Ihrem HP-19C/HP-29C besitzen Sie einen überaus vielseitigen Rechner mit einem Permanent-Speicher, mit dem Sie, dank des leistungsfähigen Hewlett-Packard Logik-Systems, die komplexesten Rechnungen durchführen können. Dabei können Sie zwischen verschiedenen Benutzungsweisen wählen:

MANUELLE LÖSUNG IHRER RECHENPROBLEME

Über das übersichtliche Tastenfeld stehen Ihnen zahlreiche festverdrahtete mathematische, statistische und wissenschaftliche Funktionen zur Verfügung, mit deren Hilfe Sie die gestellten Aufgaben Schritt für Schritt lösen können.

Verwendung mitgelieferter Programme. Wenn Sie das Anwendungsbuch des HP-19C/HP-29C verwenden, können Sie auch ohne weitreichende Kenntnisse über Ihren Rechner äußerst komplexe Berechnungen anstellen, die Ihnen für die Bereiche Mathematik, Statistik, Spiele, kaufmännische Rechnungen und Vermessungen zur Verfügung stehen.

PROGRAMMIERTE LÖSUNG IHRER EIGENEN RECHENPROBLEME

Die Programmierung Ihres HP-19C/HP-29C ist sehr einfach. Es sind dabei keinerlei Erfahrungen im Umgang mit programmierbaren Rechnern oder Kenntnisse über Programmiersprachen nötig. Dabei verfügt Ihr Rechner über eine Vielzahl herausragender Eigenschaften, die auch erfahrene Computer-Fachleute in Staunen versetzt:

- Permanent-Speicher, durch den ein geladenes Programm auch bei abgeschaltetem Rechner erhalten bleibt.
- 16 Primär-Daten-Speicherregister und 14 nur indirekt zugängliche Daten-Speicherregister.
- 98 speicherbare Programmschritte.
- Sämtliche Präfix- und Folgetasten werden zu einem kombinierten Code zusammengefaßt. Damit wird der Programmspeicherplatz optimal genutzt.
- Eine Reihe leistungsfähiger Operationen für die Korrektur und Abänderung gespeicherter Programme.
- Drei Ebenen von Unterprogrammen und 10 einfach adressierbare Marken.
- Indirekte Adressierung zum Speichern und Rückrufen von Daten, zur Programmverzweigung und zum Benutzen von Unterprogrammen.
- Eingebauter Thermodrucker zur Aufzeichnung von Rechenergebnissen, Auflisten des Programmspeicherinhaltes oder zum Festhalten eines bestimmten Rechenganges (HP-29C).

Darüber hinaus sind Sie beim Einsatz Ihres vielseitigen HP-19C/HP-29C an keinen festen Ort gebunden. Durch den eingesetzten wiederaufladbaren Batteriesatz kann der Rechner jederzeit netzunabhängig verwendet werden. Die Beispiele auf den nächsten Seiten werden Ihnen zeigen, wie einfach der HP-19C/HP-29C zu bedienen ist. Das gilt sowohl für die manuelle Lösung von Rechenproblemen wie für die Erstellung eines Programms.

MANUELLE LÖSUNG DES PROBLEMS

Die nachfolgenden einfachen Rechenbeispiele sollen Ihnen eine einfache Einführung in die Handhabung Ihres Rechners geben. Als erstes sind die Schiebeschalter unterhalb des Anzeigefensters in die entsprechende Stellung zu bringen:

HP-29C: Schieben Sie den OFF  ON-Schalter in Stellung ON.

Schieben Sie den PRGM  RUN-Schalter in Stellung RUN.

HP-19C: Schieben Sie den OFF  RUN-Schalter in Stellung RUN.

Schieben Sie den MAN  NORM-TRACE-Schalter in Stellung MAN.

Drücken Sie  **FIX** 2. Die angezeigte Zahl erscheint im Festkommaformat mit 2 Nachkommastellen gerundet.

Rechenausdruck	Drücken Sie	Anzeige
$5 + 6 = 11$	5  6 	11.00
$8 \div 2 = 4$	8  2 	4.00
$7 - 4 = 3$	7  4 	3.00
$9 \times 8 = 72$	9  8 	72.00
$\frac{1}{5} = 0,20$	5 	0.20
$\sin 30^\circ = 0,50$	30  	0.50

Lassen Sie uns jetzt ein etwas anspruchsvolleres Beispiel rechnen. Die Oberfläche einer Kugel kann nach der Formel $A = \pi \times d^2$ berechnet werden.

A = Oberfläche der Kugel

d = Durchmesser der Kugel

π = Wert der Kreiskonstanten (Pi) 3,141592654

Ganymed, einer der 12 Jupitermonde, hat einen Durchmesser von 3200 Meilen. Zur Berechnung der Oberfläche dieses Himmelskörpers können Sie in der angegebenen Reihenfolge die nachstehenden Tasten drücken.

HP-19C: Schieben Sie zuerst den MAN  NORM-TRACE-Schalter in Stellung NORM.

Drücken Sie	Anzeige	
3200	→ 3200.	Durchmesser von Ganymed
	→ 10240000.00	Quadrat des Durchmessers
 	→ 3.14	Kreiskonstante
	→ 32169908.78	Oberfläche von Ganymed in Quadratmeilen

PROGRAMMIERTE PROBLEMLÖSUNG

Wir haben soeben die Oberfläche von Ganymed, einem der 12 Jupitermonde, berechnet. Wenn Sie jetzt die Oberflächen aller 12 Monde des Jupiters berechnen wollten, müssten Sie die angegebene Tastenfolge 12mal nacheinander drücken, jedesmal mit einem anderen Wert für den Durchmesser d. Wesentlich einfacher und schneller ist es statt dessen, wenn Sie ein einfaches Programm erstellen, das zu gegebenem Durchmesser einer Kugel die Oberfläche berechnet. Dann kann der Rechner die ganze Folge von Tastenoperationen selbständig ausführen. Dazu müssen Sie zuerst das entsprechende Programm erstellen, es dann in den Programmspeicher eintasten und anschließend, nach Eingabe eines Wertes für den Durchmesser d, mit einem einzigen Tastendruck starten.

ERSTELLEN EINES PROGRAMMS

Ihr Programm existiert schon! Es ist nichts weiter als die Folge von Tastenoperationen, über die Sie bereits die Oberfläche von Ganymed berechnet haben. Der einzige Unter-

schied besteht darin, daß Sie jetzt die Oberfläche einer beliebigen Kugel berechnen können, indem Sie den speziellen Wert für den Durchmesser vor Starten des Programms eintasten. Es kommen lediglich zwei gesonderte Operationen hinzu, eine Marke und ein Rücksprungbefehl, die Beginn und Ende des Programms kennzeichnen.

EINTASTEN DES PROGRAMMS

Um die Tastenfolge in den Programmspeicher des Rechners zu tasten:

1. HP-29C: Schieben Sie den PRGM  RUN-Schalter in Stellung PRGM (Programmieren).
HP-19C: Schieben Sie den OFF  RUN-Schalter in Stellung PRGM (Programmieren).
2. Drücken Sie CLEAR  zum Löschen des Programmspeichers.
3. Drücken Sie folgende Tasten in der angegebenen Reihenfolge: (Die dabei in der Anzeige auftretenden Zahlen sind im Augenblick noch nicht von Bedeutung. Sie stellen allerdings eine wichtige Information dar und werden an späterer Stelle genau erklärt.)

		0	} Markiert den Beginn des Programms } Diese Tasten müßten Sie auch drücken, wenn } Sie das Problem manuell vom Tastenfeld } aus lösen würden
			
			
			
			} Kennzeichnet das Ende des Programms

VERWENDUNG DES PROGRAMMS

Um das Programm zur Berechnung der Kugeloberfläche zu gegebenem Durchmesser anzuwenden:

1. HP-19C: Schieben Sie den PRGM  RUN-Schalter in Stellung RUN zurück.
HP-29C: Schieben Sie den OFF  RUN-Schalter in Stellung RUN zurück.
2. Tasten Sie den Wert für den Durchmesser ein.
3. Drücken Sie  0 zum Starten des Programms.

Wenn Sie  0 drücken, führt der Rechner die gespeicherten Programmschritte automatisch aus und kommt so zum gleichen Ergebnis, das Sie auch beim schrittweisen Rechnen von Hand erhalten hätten.

Drücken Sie		Anzeige	
3200	→	3200.	
 0	→	32169908.78	Quadratmeilen

Mit Hilfe dieses einmal gespeicherten Programms können Sie jetzt die Oberfläche sämtlicher Jupitermonde – genauer jeder beliebigen Kugel – berechnen. Dazu genügt es, jeweils den entsprechenden Wert für den Durchmesser einzugeben und dann  0 zu drücken. Um jetzt beispielsweise die Oberfläche eines anderen Jupitermondes zu berechnen, dessen Durchmesser 2310 Meilen beträgt:

Drücken Sie		Anzeige	
2310  0	→	16763852.56	Quadratmeilen

Für die Monde Europa, Durchmesser 1950 Meilen, und Callisto, Durchmesser 3220 Meilen, ergibt sich:

Drücken Sie		Anzeige	
1950  0	→	11945906.07	Oberfläche von Europa in Quadratmeilen
3220  0	→	32573289.27	Oberfläche von Callisto in Quadratmeilen

So einfach ist die Programmierung. Der Rechner «merkt» sich eine Reihe von Tastenbefehlen und führt sie dann, nach Drücken einer einzigen Taste, selbständig aus. Dabei

kann der HP-19C/HP-29C bis zu 98 verschiedene Operationen für eine spätere Ausführung speichern (das sind noch mehr einzelne Tastenbefehle, da viele Operationen aus mehreren hintereinander zu drückenden Tasten bestehen).

Wenn Sie dann eine der Anweisungen **GSB** 0, **GSB** 1 usw. eingeben, führt der Rechner die einzelnen Tastenfunktionen selbständig aus. Ein weiterer Vorteil ist, daß Ihr Rechner «unter eigener Regie» wesentlich schneller ist, als wenn Sie die einzelnen Tasten von Hand drücken. Da Ihnen mehrere Programmarken zur Verfügung stehen, können Sie entsprechend auch mehrere Programme gleichzeitig im Rechner speichern. Dazu markieren Sie beispielsweise das erste Programm mit **G** **LBL** 0, ein zweites mit **G** **LBL** 2 usw.

VERWENDUNG DES PERMANENT-SPEICHERS

Ihr Rechner ist mit einem Permanent-Programmspeicher ausgerüstet – das fortschrittlichste Speichersystem, das es heute für technisch-wissenschaftliche Rechner gibt. Permanent-Speicher bedeutet, daß die Programm- und Primär-Speicherregister nicht gelöscht werden, wenn das Gerät ausgeschaltet wird. Programme lassen sich dadurch für Tage oder auch Wochen speichern. Der Permanent-Speicher ist besonders praktisch, wenn Programme oder Daten nicht verloren gehen sollen, Sie die Batteriekapazität besser ausnutzen wollen oder Ihren Rechner für spezielle Aufgaben programmiert haben.

Wenn sich z.B. 80% Ihrer Probleme mit 20% Ihrer Programme lösen lassen, können Sie eine Menge Zeit sparen, da Sie die wichtigsten Programme nicht immer wieder eingeben brauchen; sie bleiben einfach im Rechner gespeichert. Durch die permanente Speicherung werden Eingabefehler vermieden; wenn weniger Tasten gedrückt werden, sind die Fehlermöglichkeiten erheblich kleiner.

Einer der wichtigsten Vorteile des Permanent-Speichers ist die Möglichkeit, den Rechner genau für Ihre Anforderungen zu spezialisieren. Das einfachste ist, wenn Sie Ihre am meisten verwendeten Programme in der Reihenfolge ihrer Anwendungshäufigkeit im Rechner speichern. Sie brauchen dann das Programm nur einmal zu schreiben und können es dann so oft Sie wollen, verwenden.

Außer Programmen können auch beliebige Werte in den Primär-Speicherregistern gespeichert werden. Konstanten, Summen oder Zwischenergebnisse lassen sich dann jederzeit wieder aufrufen. Außerdem bleiben der Inhalt des **X**-Registers und das Anzeigeformat erhalten. Bei abgeschaltetem Gerät kann ein Programm bis zu 1½ Monate gespeichert werden. Wenn Sie Ihren Rechner dann einschalten, können Sie sofort Berechnungen ausführen, ohne das Programm erst wieder eingeben zu müssen. Das Gerät braucht dann nur jeweils kurz eingeschaltet zu werden.

VERWENDUNG DIESES HANDBUCHES

Sie befassen sich zum ersten Mal mit Hewlett-Packard Rechnern? Der erste Teil dieses Handbuches behandelt die Verwendung Ihres HP-19C/HP-29C als leistungsfähigen, wissenschaftlichen Rechner bei der manuellen Lösung von Rechenproblemen über das Tastenfeld. Beim Durcharbeiten der Abschnitte dieses ersten Teils werden Sie sämtliche vorprogrammierten Funktionen kennenlernen, über die Ihr Rechner verfügt. Dazu kommen ausführliche Erklärungen der verschiedenen Speicherregister sowie des speziellen Hewlett-Packard Logik-Systems auf der Basis der umgekehrten polnischen Notation (RPN: Reverse Polish Notation). Da die Programmierbarkeit des HP-19C/HP-29C darauf beruht, daß er eine von Hand eingegebene Tastenfolge speichern kann, ist dieser erste Teil, *Verwendung des HP-19C/HP-29C als wissenschaftlicher Rechner*, die Grundlage des zweiten Teils, Programmierung des HP-19C/HP-29C.

Sie sind bereits mit HP-Rechnern vertraut?

Wenn Sie bereits Erfahrungen im Umgang mit Hewlett-Packard Taschen- oder Tischrechnern haben, interessiert Sie vielleicht besonders der Einsatz des HP-19C Thermo-

druckers, der auf Seite 28 beschrieben ist. Auch wenn Sie danach gleich zum zweiten Teil dieses Handbuches «Programmierung des HP-19C/HP-29C» übergehen, empfehlen wir Ihnen, bei gegebener Gelegenheit auch den ersten Teil durchzulesen. Es wäre bedauerlich, wenn Sie eine der vielfältigen Möglichkeiten Ihres HP-19C/HP-29C ungenutzt ließen.

Ob Sie sich nun zum ersten Mal mit dieser Materie befassen, oder aber im Umgang mit anderen HP-Rechnern bereits geübt sind, werden Sie das Verzeichnis der Tastenfunktionen auf den Seiten 10–16 nützlich finden. Sie können diesen Abschnitt als «Kurzanleitung» oder als Leitfaden bei der Programmierung verwenden. Diese Tastenzusammenstellung kann Ihnen auch behilflich sein, wenn Sie interessierten Kollegen die Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten Ihres Rechners aufzeigen wollen. Berücksichtigen Sie, daß sämtliche den Drucker betreffende Aussagen sich ausschließlich auf den HP-19C beziehen. Ansonsten unterscheiden sich die beiden Rechner in ihrer Arbeitsweise nicht.

ERSTER TEIL
VERWENDUNG DES HP-19C/HP-29C
ALS WISSENSCHAFTLICHER RECHNER

ABSCHNITT 1. ZU BEGINN

Sie haben Ihren HP-19C/HP-29C in funktionsbereitem Zustand mit eingesetzter aufladbarer Batterie erhalten. Sie können ihn wahlweise netzunabhängig betreiben oder an das Netzladegerät anschließen und verwenden, während gleichzeitig der eingesetzte Batteriesatz geladen wird. Bevor Sie Ihren Rechner zum ersten Mal netzunabhängig verwenden, sollten Sie die Batterie zuerst 6 Stunden lang laden. *Der wiederaufladbare Batteriesatz muß auch dann in dem Rechner eingesetzt bleiben, wenn Sie ihn am angeschlossenen Netzladegerät betreiben;* es besteht dabei keine Gefahr, daß die Batterien überladen werden.

Zu Beginn:

HP-29C: Schieben Sie den PRGM  RUN-Schalter in Stellung RUN. Schieben Sie den OFF  ON-Schalter in Stellung ON.

HP-19C: Schieben Sie den OFF  RUN-Schalter in Stellung RUN. Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter MAN  NORM-Schalter in Stellung MAN.

ANZEIGE

In der hellen, roten Leuchtdioden-Anzeige erscheinen:

1. alle Zahlen, die Sie eintasten;
2. alle Zwischen- und Endergebnisse im Anschluß an die Ausführung der entsprechenden Rechenschritte.

Sie können bei Ihrem Rechner zwischen einer Vielzahl von Anzeigeformaten wählen. Wenn Sie das in den meisten Beispielen benutzte Festkomma-Format mit zwei Nachkommastellen gerundet wählen wollen, drücken Sie einfach   2.

TASTENFELD

Zahlreichen Tasten auf dem Tastenfeld Ihres Rechners sind bis zu 3 verschiedene Funktionen zugeordnet. Die Symbole dieser Funktionen stehen auf der Tastenoberseite, in goldfarbener Schrift oberhalb der Taste und in blauer Schrift auf der abgeschrägten Tastenvorderseite. Für die Auswahl der gewünschten Funktion stehen Ihnen die zwei Präfixtasten  und  zur Verfügung. Wenn Sie zuerst eine dieser Präfixtasten und dann die gewünschte Funktionstaste drücken, führt der Rechner die Operation aus, deren Symbol (in entsprechender Farbe) ober- oder unterhalb der Taste steht.

Zur Ausführung der Funktion, deren Symbol auf der Tastenoberseite steht, drücken Sie einfach die Funktionstaste. Zur Ausführung der Funktion, deren goldfarbenes Symbol oberhalb der Taste steht, drücken Sie zuerst die goldfarbene Präfixtaste  und anschließend die Funktionstaste.

Zur Ausführung der Funktion, deren blaues Symbol auf der abgeschrägten Tastenvorderseite steht, drücken Sie zuerst die blaue Präfixtaste  und anschließend die Funktionstaste.

In diesem Handbuch werden die zu drückenden Tasten stets mit dem Symbol in entsprechender Farbe und von einem Kästchen umrahmt wiedergegeben, z. B. , , .

EINTASTEN VON ZAHLEN

Zahlen werden eingegeben, indem Sie die Zifferntasten in der Reihenfolge drücken, wie Sie die Zahl auch auf einem Blatt Papier notieren würden; der Dezimalpunkt ist, falls Bestandteil der Zahl, an der entsprechenden Stelle einzutasten. (Zur Erinnerung: Falls Sie dasselbe Anzeigeformat wie das hier benutzte wünschen, drücken Sie   2.)

Zum Beispiel: Tasten Sie 148,84 ein.

Drücken Sie	Anzeige
1 4 8 . 8 4 →	148.84

Die eingegebene Zahl 148,84 erscheint jetzt in der Anzeige.

NEGATIVE ZAHLEN

Drücken Sie zur Eingabe einer negativen Zahl zuerst die Zifferntasten für die (positive) Zahl und anschließend **CHS** (change sign – Vorzeichenwechsel). Die Zahl wird jetzt in der Anzeige mit einem vorangestellten Minuszeichen «-» dargestellt. Um beispielsweise das Vorzeichen der eingegebenen Zahl zu ändern:

Drücken Sie	Anzeige
CHS →	-148.84

Sie können sowohl das Vorzeichen einer negativen wie auch einer positiven Zahl in der Anzeige (falls ungleich Null) ändern. Um beispielsweise das Vorzeichen der Zahl -148,84 erneut zu ändern und die Zahl wieder positiv zu machen:

Drücken Sie	Anzeige
CHS →	148.84

Beachten Sie, daß in der Anzeige nur negative Zahlen mit Vorzeichen dargestellt werden.

LÖSCHEN DER ANZEIGE

Sie können einen beliebigen Inhalt der Anzeige löschen, wenn Sie **CLX** (clear x = x löschen) drücken. Diese Taste ersetzt die Zahl in der Anzeige durch den Wert 0,00:

Drücken Sie	Anzeige
CLX →	0.00

Wenn Ihnen bei der Eingabe einer Zahl ein Fehler unterläuft, löschen Sie die bis hierher eingetastete Ziffernfolge mit **CLX** und tasten Sie die Zahl erneut ein.

DRUCKER (HP-19C)

Bei der Verwendung des Druckers haben Sie die Wahl zwischen drei verschiedenen Betriebsarten, die Sie mit dem Drucker-Wahlschalter einstellen können:

- Steht der Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung **MAN** (manual = von Hand), ist der Drucker von der automatischen Ansteuerung durch den Rechner abgeschaltet und druckt nur dann, wenn Sie **PRX** drücken oder eine der **PRINT**-Operationen ausführen.
- Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung **NORM** (normal) schieben, schreibt der Drucker den gesamten Rechenablauf mit, so daß Sie später den Rechengang genau rekonstruieren können. In dieser Betriebsart werden sämtliche Zahleneingaben und ausgeführten Funktionen (als entsprechendes Symbol) gedruckt. Die Zwischen- und Endergebnisse werden dagegen nur dann gedruckt, wenn Sie jeweils **PRX** drücken.
- Steht der Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung **TRACE** (Aufzeichnen sämtlicher Schritte), druckt der Rechner alle Zahleneingaben, Funktionen sowie Zwischen- und Endergebnisse aus. Dabei werden die Resultate der ausgeführten Funktionen rechts vom Zahlenwert mit dem Symbol ******* gekennzeichnet.

Beim Eintasten eines Programms (**PRGM**-Modus) werden die Symbole der entsprechenden Tasten ausgedruckt.

Wenn Sie den Druckpapierstreifen um eine Leerzeile weiterrücken wollen, drücken Sie einfach **[g] [SPC]**. Wenn Sie den Papierstreifen um mehr als eine Zeile vorrücken wollen, dann halten Sie die Taste entsprechend lange niedergedrückt. Das Auswechseln der Papierrolle ist im Anhang B unter «HP-19C Thermodrucker» beschrieben.

Unabhängig von der gewählten Betriebsart des Druckers ist es selten möglich, während des Rechnens die Tasten in so schneller Folge zu drücken, daß der HP-19C mit dem Druckvorgang nicht mehr Schritt halten kann. Damit keine Information verlorengeht, speichert der Rechner bis zu sieben Tastenbefehle, und das unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der Sie die Tasten drücken.

FUNKTIONEN

Obwohl der Rechner über eine Fülle verschiedener Funktionen verfügt, ist er sehr einfach zu bedienen. Bezüglich der festverdrahteten Funktionen gibt es eine überaus einfache Regel:

Wenn Sie eine der Funktionstasten drücken (gegebenenfalls am Anschluß an eine Präfixtaste), wird die dem Tastensymbol entsprechende Funktion sofort ausgeführt.

Funktionen werden sofort ausgeführt, wenn Sie die entsprechende Funktionstaste drücken.

Um die einfache Anwendung der verschiedenen Funktionen Ihres HP-19C am leichtesten erkennen zu können, sollten Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE bringen; Sie erhalten so eine vollständige Aufzeichnung aller Eingabewerte und Ergebnisse. Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung **TRACE** und überprüfen Sie, daß sich eine Papierrolle im Drucker befindet.

Um zum Beispiel die Quadratwurzel von 148,84 zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige	HP-19C Ausdruck
148.84	→ 148.84	
 	→ 12.20	148.84  12.20 ***

Wenn Sie sich jetzt einmal ansehen, was der Drucker zu diesem Beispiel geschrieben hat, werden Sie erkennen, wie einfach der HP-19C einen vollständigen Beleg über den Rechengang erstellt.

Die Druckzeilen werden ganz normal von links nach rechts und von oben nach unten gelesen. Der eingegebene Wert, 148,84, wird genauso gedruckt, wie er in die Anzeige getastet wurde. Rechts davon ist die ausgeführte Funktion mit Ihrem Symbol wiedergegeben. Das Resultat der Rechnung, 12,20, erscheint im Druckbild mit drei nachgesetzten Sternchen, womit der Rechner anzeigt, daß es sich bei diesem Wert um das Ergebnis irgendeiner Funktion handelt.

Eingetastete Zahl – kein Sternchen



148.84 	←	ausgeführte Funktion
12.20 ***		



Das Symbol *** zeigt an, daß diese Zahl als Ergebnis einer Rechenoperation gedruckt wird.

Lassen Sie uns fortfahren. Um das Resultat der letzten Rechnung jetzt zu quadrieren:

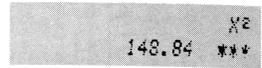
Drücken Sie



Anzeige

148.84

HP-19C Ausdruck



\sqrt{x} und x^2 sind Beispiele für Funktionen, die sich auf nur eine Zahl beziehen. Alle Funktionen, über die der Rechner verfügt, beziehen sich auf entweder eine oder zwei Zahlen (mit Ausnahme der Statistikastern wie beispielsweise $\Sigma+$ und S , die an anderer Stelle besprochen werden).

Funktionen beziehen sich entweder auf eine oder zwei Zahlen.

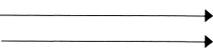
FUNKTIONEN VON EINER VARIABLEN

Zur Ausführung einer Funktion, die sich auf nur einen Zahlenwert bezieht:

1. Tasten Sie die Zahl ein.
2. Drücken Sie die entsprechende Präfixtaste und anschließend die Funktionstaste.

Um beispielsweise die Funktion $\frac{1}{x}$ auszuführen, die sich auf nur eine Zahl (x) bezieht, tasten Sie zuerst den Wert x ein und drücken Sie dann die Präfixtaste $\frac{1}{x}$ und danach die Funktionstaste. Zur Berechnung von $1/4$, tasten Sie die Zahl 4 ein und drücken dann $\frac{1}{x}$.

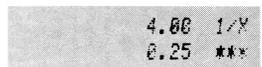
Drücken Sie



Anzeige

4.
0.25

HP-19C Ausdruck



Versuchen Sie jetzt einmal die nachfolgenden Rechenaufgaben (alles Funktionen von einer Variablen) zu lösen. Beachten Sie dabei, daß stets zuerst die Zahl einzutasten ist und dann die entsprechende Präfixtaste und danach die Funktionstaste gedrückt werden.

$$\frac{1}{25} = 0.04$$

$$\sqrt{2500} = 50.00$$

$$10^5 = 100000.00 \text{ (verwenden Sie } 10^x \text{)}$$

$$\sqrt[3]{3204100} = 1790.00$$

$$\log 12,58925411 = 1.10$$

$$71^2 = 5041.00$$

FUNKTIONEN VON ZWEI VARIABLEN

Funktionen von zwei Variablen sind solche, die sich auf zwei Zahlen beziehen, die zuvor im Rechner zur Verfügung stehen müssen. Beispiele für solche Funktionen sind die arithmetischen Grundoperationen $+$, $-$, \times , \div .

Für Funktionen von zwei Variablen gilt das gleiche wie für Funktionen, die sich auf nur eine Zahl beziehen: die Funktion wird sofort ausgeführt, wenn Sie die Funktionstaste drücken. Daher müssen die beiden Zahlen, auf die sich die Funktion bezieht, vorher in den Rechner eingegeben werden.

Wenn mehr als eine Zahl in den Rechner einzugeben ist, werden diese beiden Zahlen mit Hilfe der **ENTER**-Taste voneinander getrennt.

Wenn vor der Ausführung einer Funktion mehr als eine Zahl einzugeben ist, verwenden Sie die **ENTER↑**-Taste zur Trennung beider Zahlen.

Die Taste **ENTER↑** braucht nicht gedrückt zu werden, wenn nur eine Zahl einzugeben ist. Um zwei Zahlen in den Rechner einzugeben und eine Operation auszuführen:

1. Tasten Sie den ersten Zahlenwert ein.
2. Drücken Sie **ENTER↑** zur Trennung dieser Zahl von der nachfolgenden Zahl.
3. Drücken Sie die Funktionstaste (gegebenenfalls im Anschluß an die Präfixtaste).

Um beispielsweise 12 und 3 zu addieren:

Drücken Sie	Anzeige	
12	→ 12.	Die 1. Zahl
ENTER↑	→ 12.00	Trennt die 1. Zahl von der
		2. Zahl
3	→ 3.	Die 2. Zahl
+	→ 15.00	Das Ergebnis

HP-19C Ausdruck

```

12.00 ENT↑
3.00 +
15.00 ***
```

Die übrigen arithmetischen Operationen werden in gleicher Weise ausgeführt:

Operation	Drücken Sie	Anzeige
12 - 3	12 ENTER↑ 3 -	→ 9.00
12 × 3	12 ENTER↑ 3 ×	→ 36.00
12 ÷ 3	12 ENTER↑ 3 ÷	→ 4.00

HP-19C Ausdruck

```

12.00 ENT↑
3.00 -
9.00 ***
```

```

12.00 ENT↑
3.00 ×
36.00 ***
```

```

12.00 ENT↑
3.00 ÷
4.00 ***
```

Die Funktion **y^x** ist ebenfalls eine der Funktionen von zwei Variablen. Sie wird zur Berechnung beliebiger Potenzen verwendet und ist ebenso leicht auszuführen wie die übrigen Funktionen von zwei Variablen:

1. Tasten Sie die erste Zahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER↑** zur Trennung dieser Zahl von der nachfolgenden zweiten Zahl.
3. Tasten Sie die zweite Zahl ein (Exponent).
4. Führen Sie die Operation aus (drücken Sie **f** **y^x**).

Im Zusammenhang mit Funktionstasten (einschließlich **y^x**) ist zu beachten, daß der angezeigte Wert stets der ist, der im Symbol zu dieser Funktion mit x bezeichnet ist.

Es wird stets die Zahl x angezeigt.

Es bedeutet also **√x** «Quadratwurzel der angezeigten Zahl» und **1/x** «Reziprokwert der angezeigten Zahl» usw.

Um beispielsweise 3⁶ zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
3	→ 3.	
ENTER↑	→ 3.00	
6	→ 6.	Die angezeigte Zahl x
f y^x	→ 729.00	Das Ergebnis

HP-19C Ausdruck

```

3.00 ENT↑
6.00 yx
729.00 ***
```

Rechnen Sie jetzt mit Hilfe von y^x die folgenden Beispiele:

16^4	(16 «hoch» 4)	= 65536.00
81^2	(81 «zum Quadrat»)	= 6561.00*
$225^{0.5}$	(Quadratwurzel von 225)	= 15.00**
2^{16}	(2 «hoch» 16)	= 65536.00
$16^{0.25}$	(4. Wurzel von 16)	= 2.00

* Diese Aufgabe können Sie auch mit Hilfe von x^2 als Funktion von nur einer Variablen rechnen.

** Diese Rechnung könnten Sie auch unter Verwendung von \sqrt{x} durchführen.

KETTENRECHNUNGEN

Der große Komfort, den das Hewlett-Packard Logik-System bei der Durchführung von Rechnungen bietet, wird bereits im Zusammenhang mit einfachen Kettenrechnungen deutlich. Aber auch bei sehr langen Rechenkettten ist stets nur eine Operation zu jedem Rechenschritt auszuführen. Nach jedem dieser Schritte zeigt Ihnen der Rechner das jeweilige Zwischenergebnis an. Der automatische Rechenregister-Stapel (genannt Stack) Ihres HP-19C/HP-29C speichert dabei ganz selbständig bis zu vier Zwischenresultate und fügt sie an entsprechender Stelle wieder in die Rechnungen ein. Dabei wird das Rechnen sehr einfach, da Sie stets so vorgehen, wie Sie es vom handschriftlichen Rechnen auf dem Papier gewohnt sind – nur, daß Ihnen hier der Rechner die «Arbeit» abnimmt.

Lösen Sie zum Beispiel die Aufgabe $(12 + 3) \times 7$.

Wenn Sie diese Rechnung mit dem Bleistift auf einem Blatt Papier lösen würden, müßten Sie als erstes das Zwischenergebnis $(12 + 3)$ berechnen...

$$\cancel{(12 + 3)} \times 7 = 15$$

... und diesen Wert dann mit 7 multiplizieren.

$$\cancel{(12 + 3)} \times 7 = 15 \times 7 = 105$$

Mit Ihrem Rechner rechnen Sie diese Aufgabe auf genau die gleiche Weise, eine Operation nach der anderen. Als erstes berechnen Sie das Zwischenergebnis $(12 + 3)$...

Drücken Sie	Anzeige
12	→ 12.
ENTER →	→ 12.00
3	→ 3.
+	→ 15.00

Zwischenresultat

HP-19C Ausdruck

12.00	ENT↑
3.00	+
15.00	***

... und berechnen dann das Endergebnis. Zum Speichern des Zwischenergebnisses brauchen Sie nicht **ENTER** zu drücken; bei der Eingabe einer neuen Zahl speichert der Rechner das Zwischenergebnis selbständig.

Drücken Sie	Anzeige
7	→ 7.

Das Zwischenergebnis wird beim Eintasten dieser Zahl automatisch im Rechner gespeichert.

HP-19C Ausdruck

7.00	×
105.00	***

x	→ 105.00
----------	----------

Jetzt wird das Zwischenergebnis mit 7 multipliziert und das Endresultat angezeigt.

Da der Rechner alle Zwischenergebnisse selbständig speichert, ist es notwendig, diese Werte auszudrucken. Sie können den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM schieben und so eine Aufzeichnung des Rechengangs erhalten; anschließend drücken Sie **PR x** zum Festhalten des Endresultates. Das Endresultat wird sowohl beim HP-29C als auch beim HP-19C im **X**-Register angezeigt.

Wenn Sie das vorstehende Beispiel in der Drucker-Betriebsart TRACE gerechnet haben, wurden Ihnen sämtliche Zwischen- und Endergebnisse ausgedruckt. Rechnen Sie jetzt dieses Beispiel noch einmal und lassen Sie den Drucker nur den Rechengang aufzeichnen:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter Ihres HP-19C in Stellung NORM.

Drücken Sie	Anzeige
12 →	12.
ENTER →	12.00
3 →	3.
+ →	15.00
7 →	7.
x →	105.00
PR x →	105.00

HP-19C Ausdruck

```

12.00 ENT↑
 3.00 +
 7.00 x
105.00 ***
  
```

Druckt das Endergebnis

Rechnen Sie jetzt die nachfolgenden Beispiele. Beachten Sie, daß Sie nur zum Eintasten eines Zahlenpaares die Taste **ENTER** benötigen – die weiteren Rechenschritte werden mit jeweils einer neuen Zahl und einem automatisch gespeicherten Zwischenergebnis gerechnet.

$$\frac{(2+3)}{10}$$

Drücken Sie	Anzeige
2	
ENTER	
3	
+	
10	
÷	0.50
PR x	0.50

HP-19C Ausdruck

```

2.00 ENT↑
 3.00 +
10.00 ÷
 0.50 ***
  
```

$$3(16-4)$$

16	
ENTER	
4	
-	
3	
x	36.00
PR x	36.00

```

16.00 ENT↑
 4.00 -
 3.00 x
36.00 ***
  
```

$$\frac{14+7+3-2}{4}$$

14	
ENTER	
7	
+	
3	
+	
2	
-	
4	
÷	5.50
PR x	5.50

```

14.00 ENT↑
 7.00 +
 3.00 +
 2.00 -
 4.00 ÷
 5.50 ***
  
```

Auf die gleiche einfache Art und Weise können auch komplizierteste Aufgaben gerechnet werden. Wenn Sie beispielsweise den Ausdruck $(2+3) \times (4+5)$ mit Bleistift und Papier rechnen wollten, würden Sie:

$$(2 + 3) \times (4 + 5)$$

zuerst diese Klammer berechnen dann diese Klammer ausrechnen
 ... und schließlich das Endergebnis durch Multiplikation der Zwischenergebnisse miteinander ermitteln.

Auf die gleiche Weise lösen Sie das Problem mit Ihrem HP-19C/HP-29C. Als erstes berechnen Sie das Zwischenergebnis von $(2 + 3) \dots$

Drücken Sie **Anzeige**

2 \rightarrow 2.
 $\text{ENTER} \rightarrow$ 2.00
 3 \rightarrow 3.
 $\text{+} \rightarrow$ 5.00

Zwischenresultat

HP-19C Ausdruck

```
2.00 ENT↑
3.00 +
```

Dann addieren Sie 4 und 5. (Da Sie jetzt wieder ein weiteres Zahlenpaar eintasten müssen, bevor Sie eine Operation ausführen können, verwenden Sie wieder ENTER , um die erste dieser Zahl von der zweiten zu trennen.)

Verfahren

$$\frac{(2+3) \times (4+5)}{5 \quad 9}$$

Drücken Sie

4 ENTER 5 + \rightarrow 9.00

Anzeige

HP-19C Ausdruck

```
4.00 ENT↑
5.00 +
```

Jetzt multiplizieren Sie die beiden Zwischenergebnisse miteinander:

Verfahren

$$\frac{(2+3) \times (4+5)}{5 \quad \times \quad 9 = ?}$$

Drücken Sie

[X] \rightarrow 45.00
 $\text{PR} \text{[X]}$ \rightarrow 45.00

Anzeige

HP-19C Ausdruck

```
45.00 *
45.00 ***
```

Beachten Sie, daß es nicht nötig war, das Zwischenergebnis einer der beiden Klammern vor der Multiplikation zu notieren oder erneut einzutasten – der Rechner übernimmt diese automatische Speicherung der Zwischenergebnisse und bringt die Werte an entsprechender Stelle wieder in die Rechnung ein. Dieses Speichern geschieht nach der Methode «letzter Wert hinein – erster Wert heraus».

Ganz gleich, wie komplex ein Problem ist, es kann stets in eine Folge von Funktionen zerlegt werden, die sich auf entweder eine oder zwei Zahlen beziehen. «Arbeiten» Sie sich auf genau die gleiche Weise durch solche Probleme, wie Sie es vom handschriftlichen Rechnen mit Bleistift und Papier her gewohnt sind.

Um beispielsweise $\frac{(9 + 8) \times (7 + 2)}{(4 \times 5)}$ zu lösen:

Drücken Sie

9 ENTER 8 + \rightarrow 17.00
 7 ENTER 2 + \rightarrow 9.00
 [X] \rightarrow 153.00
 4 ENTER 5 [X] \rightarrow 20.00
 [÷] \rightarrow 7.65
 $\text{PR} \text{[X]}$ \rightarrow 7.65

(9 + 8)
 (7 + 2)
 $(9 + 8) \times (7 + 2)$
 (4×5)
 Endergebnis

HP-19C Ausdruck

```
9.00 ENT↑
8.00 +
7.00 ENT↑
2.00 +
*
4.00 ENT↑
5.00 *
÷
7.65 ***
```

Berechnen Sie jetzt die folgenden, etwas komplizierteren Ausdrücke. Gehen Sie dabei in gewohnter Weise vor. Um die Zwischenergebnisse brauchen Sie sich nicht zu kümmern – das tut der Rechner für Sie.

Beispiele:

$$(2 \times 3) + (4 \times 5) = 26.00$$

$$\frac{(14 + 12) \times (18 - 12)}{(9 - 7)} = 78.00$$

$$\frac{\sqrt{16,38 \times 5}}{0,05} = 181.00$$

$$4 \times (17 - 12) \div (10 - 5) = 4.00$$

$$\sqrt{(2 + 3) \times (4 + 5)} + \sqrt{(6 + 7) \times (8 + 9)} = 21.57$$

EINIGE BEMERKUNGEN ZUM HP-19C/HP-29C

Nachdem Sie jetzt erfahren haben, wie der Rechner verwendet wird, können Sie beginnen, die vielfältigen Möglichkeiten zu nutzen, die in dem speziellen Hewlett-Packard Logik-System begründet liegen. Dieses System erlaubt die Eingabe der Zahlenwerte ohne komplizierte Klammerung und nennt sich RPN (Reverse Polish Notation = umgekehrte polnische Notation). Dieses Verfahren der automatischen Zwischenspeicherung von Rechendaten macht es so leicht, auch bei der Lösung komplexester Rechenausdrücke die Übersicht zu wahren. Außerdem haben diese Vorzüge eine wesentliche Erleichterung bei der Erstellung von Programmen zur Folge.

- Sie führen zu jedem Zeitpunkt stets nur eine Funktion aus. Der Rechner vereinfacht auf diese Weise alle Probleme, anstatt sie noch komplizierter zu machen.
- Wenn Sie eine der Funktionstasten drücken, wird die entsprechende Operation sofort ausgeführt. Sie «arbeiten» sich auf natürliche Weise durch das Problem, mit weniger Tasten und geringerem Zeitaufwand.
- Zwischenergebnisse werden sofort angezeigt. Es gibt keine «versteckten» Resultate, und Sie können die Rechnung Schritt für Schritt überprüfen.
- Zwischenergebnisse verarbeitet der HP-19C selbständig, so daß es nicht erforderlich ist, lange Listen von Einzelresultaten zu drucken. (Auf Wunsch können Sie den HP-19C in der Schalterstellung TRACE auch alle Zwischenwerte ausdrucken lassen.)
- Zwischenresultate werden vom automatischen Rechenregister-Stapel des Rechners («Stack») selbständig in die Rechnung eingefügt; Sie brauchen sich also nicht zu merken, wohin diese Daten gespeichert wurden.
- Sie können nach genau der gleichen Methode an die Lösung Ihres Problems herangehen, wie Sie es bisher vom Rechnen mit Bleistift und Papier gewohnt waren. Es ist daher in der Regel absolut unnötig, sich bereits im voraus Gedanken über das nötige Vorgehen zu machen.

Sicherlich werden ein paar Minuten vergehen, bis Sie sich an das HP-Logik-System gewöhnt haben. Dann aber werden Sie noch oft staunen, wie einfach sich danach selbst die kompliziertesten Rechenausdrücke lösen lassen. Die kurze Zeit zur Eingewöhnung in die Bedienung Ihres Rechners ist eine lohnende Investition; sie erspart Ihnen später eine Unmenge «mathematischer Strapazen».

ABSCHNITT 2. WAHL DES DRUCK- UND ANZEIGEFORMATES

Sie können bei Ihrem HP-19C/HP-29C zwischen einer Vielzahl von Anzeigeformaten wählen.

Unabhängig von der Wahl des Anzeigeformates (beispielsweise Festkommaformat auf zwei Festkommastellen gerundet) rechnet der HP-19C/HP-29C intern immer mit der vollen Genauigkeit. Dazu werden intern alle Zahlen in Form einer zehnstelligen Mantissee mit zweistelligem Exponenten zur Basis 10 dargestellt.

So wird beispielsweise die Kreiskonstante π bei Festkommaformat mit zwei Nachkommastellen gerundet als 3,14 angezeigt. Intern wird sie als $3,141592654 \cdot 10^{00}$ gespeichert.

Wenn Sie z. B. $2 \times \pi$ berechnen, erscheint das Ergebnis mit nur zwei Nachkommastellen:

Drücken Sie **2** **ENTER** **□** **□** **×** **→** **Anzeige** **6.28**

Innerhalb des Rechners aber werden sämtliche Werte unabhängig von der Anzeigeweise als zehnstellige Mantissee mit zweistelligem Zehnerexponenten dargestellt. Tatsächlich rechnet der Rechner demnach:

$$2.000000000 \times 10^{00} \text{ [ENTER] } 3.141592654 \times 10^{00} \text{ [X]}$$

$$\underbrace{6.28}_{\text{Angezeigt werden nur diese Zahlen}} \underbrace{3185308}_{\text{aber diese Ziffern sind intern ebenfalls vorhanden}} \times 10^{00}$$

Angezeigt werden nur diese Zahlen

aber diese Ziffern sind intern ebenfalls vorhanden.

Durch den Permanent-Speicher bleiben die Inhalte des **X**-Registers erhalten. Die Zahl, die sich im **X**-Register befand, bevor Sie den Rechner ausschalteten, erscheint wiederum in der Anzeige, sobald Sie den Rechner wieder in Betrieb nehmen.

TASTEN ZUR WAHL DES ANZEIGEFORMATES

Der HP-19C/HP-29C verfügt über 3 Tasten **[FIX]**, **[SCI]** und **[ENG]**, mit deren Hilfe die Art der Anzeige und das Druckformat eingestellt werden können.

Die Taste **[FIX]** schaltet Anzeige und Drucker auf das Festkommaformat um, während mit **[SCI]** die «wissenschaftliche Schreibweise» (Exponentialdarstellung) gewählt wird. Das technische Anzeigeformat wird mit **[ENG]** gewählt. In diesem Format werden alle Zahlenwerte so dargestellt, daß der Zehnerexponent ein Vielfaches der Zahl 3 ist (z. B. $10^3, 10^{-6}, 10^{12}$). Mit einer der Zifferntasten **[0]** bis **[9]**, im Anschluß an **[FIX]**, **[SCI]** oder **[ENG]** gedrückt, können Sie die Zahl der angezeigten Nachkommastellen wählen.

Die Wahl eines Anzeigeformates hat auf die interne Zahlendarstellung keinen Einfluß, d. h. der Rechner verarbeitet alle Zahlenwerte immer mit der vollen Genauigkeit von 10 wesentlichen Stellen. Die Rundung erfolgt also stets nur in der Anzeige.

Das Anzeigeformat bleibt ebenfalls durch den Permanent-Speicher des HP-19C/HP-29C erhalten. Das Anzeigeformat, das Sie wählten, bevor Sie den Rechner ausschalteten, verwendet der Rechner wieder zur Darstellung der Zahlen im **X**-Register, sobald Sie den Rechner wieder in Betrieb nehmen.

FESTKOMMAFORMAT

Mit **[FIX]** und einer der Zifferntasten **[0]** bis **[9]** wählen Sie das Festkommaformat mit den entsprechenden Nachkommastellen gerundet. Die Anzeige erfolgt linksbündig (auf dem Druckerstreifen des HP-19C rechtsbündig) und schließt nachfolgende Nullen innerhalb der gewählten Zahl von Nachkommastellen ein.

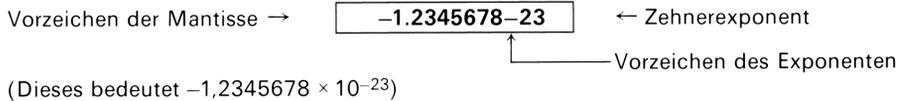
Zum Beispiel:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** des HP-19C in Stellung **MAN** und konzentrieren Sie sich auf die Anzeige.

Drücken Sie	Anzeige	
f [FIX] 2	→ 0.00	[FIX] 2 Festkommaformat mit zwei Nachkommastellen (Standardformat), das in diesem Handbuch verwendet wird.
123.4567	→ 123.4567	
f [FIX] 0	→ 123.	Die angezeigte Zahl wird auf 0 Nachkommastellen gerundet. Intern bleibt die Zahl 123,4567 mit sämtlichen Nachkommastellen erhalten.
f [FIX] 4	→ 123.4567	
f [FIX] 7	→ 123.4567000	
f [FIX] 1	→ 123.5	Beachten Sie die Rundung in der Anzeige, wenn die erste nicht mehr dargestellte Ziffer größer oder gleich 5 ist.
f [FIX] 2	→ 123.46	Standardformat [FIX] 2

WISSENSCHAFTLICHES ANZEIGEFORMAT

8stellige Mantissee

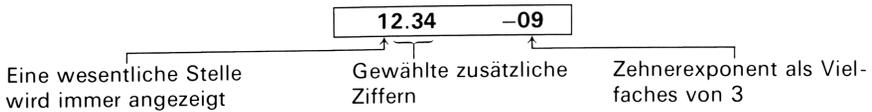


Wenn dieses Format gewählt wird, zeigt der Rechner jede Zahl mit einer Stelle links vom Dezimalpunkt und einer wählbaren Anzahl Stellen hinter dem Dezimalpunkt (bis zu 7) an. Dieser Wert ist mit einem Exponentialfaktor zur Basis 10 zu multiplizieren. Die Exponentialdarstellung (wissenschaftliche Schreibweise) eignet sich besonders zur Anzeige sehr kleiner und sehr großer Zahlen.

Das wissenschaftliche Format (Exponentialdarstellung) wählen Sie mit **f** **[SCI]**, gefolgt von der entsprechenden Zifferntaste, die die Zahl der anzuzeigenden Nachkommastellen in der Mantissee angibt. Die Anzeige erfolgt linksbündig und schließt nachfolgende Nullen innerhalb der Nachkommastellen ein. Im Gegensatz dazu erfolgt der Druck (HP-19C) der Zahlen rechtsbündig. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige	
123.4567	→ 123.4567	
f [SCI] 2	→ 1.23	02 Bedeutet $1,23 \times 10^2$. Die Mantissee wird auf zwei Nachkommastellen gerundet angezeigt.
f [SCI] 4	→ 1.2346	02 Bedeutet $1,2345 \times 10^2$. Beachten Sie, daß die Anzeige aufgerundet wird, wenn die erste nicht mehr angezeigte Dezimalziffer größer oder gleich 5 ist.
f [SCI] 7	→ 1.2345670	02 Bedeutet $1,2345670 \times 10^2$.

TECHNISCHES ANZEIGEFORMAT



Dieses Format zeigt alle Zahlen in Exponentialdarstellung derart an, daß der Exponent zur Basis 10 ein Vielfaches von 3 ist (d.h. 10^3 , 10^{-6} , 10^{12}). Diese Anzeigeweise ist besonders im wissenschaftlichen und technischen Bereich sinnvoll, wenn Maßeinheiten der Eingabewerte und Resultate in Vielfachen von 1000 mit den nachstehenden Vorsilben bezeichnet werden:

Multiplikationsfaktor	Vorsilbe	Bezeichnung
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Das technische Anzeigeformat wählen Sie mit **f** **ENG**, gefolgt von einer der Zifferntasten **0** bis **7**, mit der Sie die Zahl der zusätzlich anzuzeigenden Ziffern angeben. Die erste Stelle wird immer angezeigt, ebenso der Dezimalpunkt.

Drücken Sie **Anzeige**
 .0123456 → .0123456

f **ENG** 1 → 12. -03 Technisches Anzeigeformat. Die Zahl erscheint hier auf zwei Stellen gerundet (= eine zusätzliche Stelle). Der Zehnerexponent wird als Vielfaches von 3 dargestellt.

f **ENG** 3 → 12.35 Rundung auf der dritten zusätzlichen Stelle.

f **ENG** 7 → 12.345600 -03

f **ENG** 0 → 10. -03 Die Anzeige wird auf die erste wesentliche Stelle gerundet.

Beachten Sie, daß – wie im letzten Beispiel – eine Rundung bei diesem Format auch links vom Dezimalpunkt auftreten kann (z.B.: **ENG** 0).

Wenn Sie das technische Format gewählt haben, wird der Dezimalpunkt so verschoben, daß der Exponent ein Vielfaches der Zahl 3 ist. Wenn Sie beispielsweise die Zahl, die augenblicklich im Rechner steht, mit 10 multiplizieren, wird der Dezimalpunkt nach rechts verschoben und der Exponent ändert sich nicht:

Drücken Sie **Anzeige**

f **ENG** 2 → 12.3 -03

10 **x** → 123. -03

Wenn Sie jetzt allerdings noch einmal mit 10 multiplizieren, wird der Exponent geändert und zusätzlich der Dezimalpunkt um zwei Positionen nach links gerückt:

Drücken Sie **Anzeige**

10 **x** → 1.23 00 Dezimalpunkt wird verschoben und Exponent geändert.

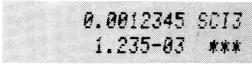
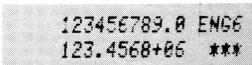
WAHL DES DRUCKFORMATES (HP-19C)

Unabhängig davon, ob Sie den Drucker in der Betriebsart MAN oder NORM (in beiden Fällen müssen Sie **PR** drücken, um Resultate aufzuzeichnen) oder in der Betriebsart TRACE verwenden, können Sie die Zahlenwerte wahlweise im Festkommaformat, wissenschaftlichen oder technischen Format drucken. Mit der Wahl des Anzeigeformates legen Sie gleichzeitig auch das Druckformat fest.

Ihr HP-19C zeigt die Ergebnisse von Rechnungen stets im gewählten Anzeigeformat an und druckt sie auch in der entsprechenden Darstellung. Das Drei-Sterne-Symbol hinter der Zahl auf dem Druckpapierstreifen ist ein Beleg dafür, daß die Zahl im gewählten Format dargestellt ist. Der Druck erfolgt dabei stets «rechtsbündig», im Gegensatz zur Anzeige, die «linksbündig» erfolgt.

Zahlen, die Sie eintasten – d.h. Zahlen, die nicht das Ergebnis einer ausgeführten Operation sind – werden ebenfalls vom HP-19C gedruckt. Wenn Sie eine Zahl eintasten und der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM oder TRACE steht, druckt der HP-19C die Zahl erst dann, wenn Sie das Anzeigeformat ändern oder eine der Funktionstasten drücken. Die Zahl wird dann in genau der Form gedruckt, wie Sie sie eingegeben haben. (Eine Ausnahme von dieser Regel wird an späterer Stelle erwähnt werden.) Eingeastete Werte sind nicht das Ergebnis einer Operation und werden folglich auch ohne das Drei-Sterne-Symbol gedruckt. Alle darauffolgenden Rechenresultate werden dagegen wieder im gewählten Format und mit nachgestelltem Drei-Sterne-Symbol gedruckt. Zum Beispiel:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung NORM.

Drücken Sie	Anzeige	HP-19C Ausdruck
f SCI 3	.0012345 → .0012345	
PR x	1.235 –03	
PR x	1.235 –03	Wenn Sie eine der Operationstasten drücken, wird die Zahl zuerst in der Form gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben. Das Resultat der Funktion wird im gewählten Format gedruckt.
123456789	→ 123456789.	
f ENG 6	→ 123.4568 06	
PR x	→ 123.4568 06	Die Zahl wird so gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben. Das Symbol gewährleistet, daß die Zahl im gewählten Format gedruckt wurde.

(Beachten Sie, daß der HP-19C positive Exponenten mit vorangestelltem «+»-Zeichen druckt.)

Zusammengefaßt heißt das, daß der HP-19C jede eingetastete Zahl zuerst in der Form druckt, in der Sie sie eingegeben haben; anschließend wird das Format geändert. Auf diese Weise können Sie auf dem Druckstreifen Ihre eingetasteten Werte in der entsprechenden Form leicht auffinden. Die Rekonstruktion eines Rechenganges wird dadurch erleichtert.

Wie bereits angekündigt, gibt es eine Situation, in der der HP-19C das Format der eingetasteten Zahl ändert, bevor er sie druckt. Wenn Sie das Festkommaformat gewählt haben, wird eine ebenfalls im Festkommaformat eingetastete Zahl der einfachen Lesbarkeit halber so gedruckt, daß die Dezimalpunkte auf dem Druckstreifen untereinander liegen. Der Rechner versucht das zu erreichen, indem er die Zahl in das gewählte Festkommaformat umwandelt (sofern die Zahl dadurch nicht beschnitten wird) und gege-

benenfalls nachfolgende Nullen anhängt. Auf diese Weise werden eingetastete Zahlen so in das Druckbild eingefügt, daß ein Maximum an Übersichtlichkeit erreicht wird.

Beispiel: Zu Monatsbeginn verfügen Sie auf Ihrem Girokonto über ein Guthaben von 735,43 DM. Während der folgenden vier Wochen stellen Sie Schecks über 235 DM, 79,95 DM, 5 DM, 1,44 DM, 17,83 DM, 50 DM und 12,43 DM aus. Welcher Kontostand ergibt sich nach der Belastung dieser Scheckbeträge? Erstellen Sie einen Beleg zu dieser Rechnung.

Vergewissern Sie sich als erstes, daß der Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** Ihres HP-19C in Stellung **NORM** ist.

Drücken Sie **f** **[FIX]** 2 **→** **Anzeige**
0.00

Wahl des Standardformates. (Es wird angenommen, daß keine Resultate vorhergegangener Rechnungen in der Anzeige stehen)

735.43 **[ENTER]** **→** **735.43**
235 **[=]** **→** **500.43**

Es werden zwei zusätzliche Nachkomma-Nullen angehängt, damit die Dezimalpunkte untereinander stehen

79.95 **[=]** **→** **420.48**

Die Zahl wird so gedruckt, wie Sie sie eingetastet haben

5 **[=]** **→** **415.48**

Es werden zwei zusätzliche Nullen gedruckt

1.44 **[=]** **→** **414.04**

17.83 **[=]** **→** **396.21**

50 **[=]** **→** **346.21**

Es werden wieder zwei zusätzliche Nullen gedruckt

12.43 **[=]** **→** **333.78**

[PR x] **→** **333.78**

Saldo zum Monatsende

Sie brauchen nicht zu befürchten, daß auf dem Druckstreifen irgendwelche Ziffern «verlorengehen» können. Der Drucker Ihres HP-19C schneidet niemals Ziffern der eingetasteten Zahl ab (selbst dann nicht, wenn es sich um zusätzlich eingetastete Nullen handelt). Nehmen Sie beispielsweise an, Sie möchten 5/10 000 des jetzigen Guthabens auf Ihrem Konto für ein Geschenk zurücklegen:

Drücken Sie .0005 **→** **Anzeige**
.0005

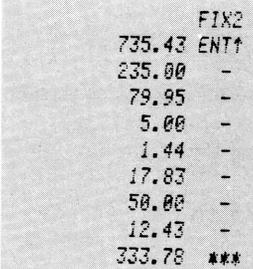
Die ganze Ziffernfolge wird gedruckt; es wird nicht auf **[FIX]** 2 gerundet

[x] **→** **0.17**

[PR x] **→** **0.17**

Der zurückgelegte Betrag für das Geschenk wird als Ergebnis einer Rechnung auf **[FIX]** 2 gerundet gedruckt

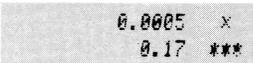
HP-19C Ausdruck



```

FIX2
735.43 ENT↑
235.00 -
79.95 -
5.00 -
1.44 -
17.83 -
50.00 -
12.43 -
333.78 ***
  
```

HP-19C Ausdruck



```

0.0005 x
0.17 ***
  
```

AUTOMATISCHE UMSCHALTUNG DES ANZEIGEFORMATES

Wenn die anzuzeigende Zahl sehr groß oder sehr klein ist, schaltet der HP-19C/HP-29C automatisch von der Festkommadarstellung zum wissenschaftlichen Format mit der

42 Wahl des Druck- und Anzeigeformates

Stellenzahl um, die zuvor im Festkommaformat verwendet wurde. Dies geschieht immer dann, wenn die entsprechende Zahl im gewählten Festkommaformat nicht mehr darstellbar ist. Wenn Sie beispielsweise $(0,05)^3$ im Standardformat **FIX** 2 rechnen, müßte der Rechner das Resultat im gewählten Format als 0,00 darstellen. Statt dessen schaltet der Rechner automatisch auf **SCI** 2 um:

Drücken Sie	Anzeige		Standardformat	HP-19C Ausdruck
CLX →	0.00		FIX 2 vom letzten Beispiel	
.05 ENTER →	0.05			
3 f y^x →	1.25	-04	Anzeige schaltet automatisch auf SCI 2 um	
PR x →	1.25	-04		

Nach einer solchen automatischen Änderung des Anzeigeformates geht der Rechner selbständig in das zuvor gewählte Format zurück, sobald eine neue Zahl eingetastet oder **CLX** gedrückt wird.

Die gleiche Umschaltung auf Exponentialdarstellung findet statt, wenn die anzuzeigende Zahl für die Festkommadarstellung zu groß (d.h., wenn sie gleich oder größer als 10^{10} ist). Dies gilt noch nicht für das Ergebnis der Rechnung 1582000×1842 :

Drücken Sie	Anzeige		Festkommaformat	HP-19C Ausdruck
1582000 ENTER →	1582000.00			
1842 x PR x →	2914044000.			

Wenn Sie jetzt noch einmal mit 10 multiplizieren, wird das Resultat für Festkommadarstellung zu groß und der Rechner schaltet selbständig auf **SCI** 2 um:

Drücken Sie	Anzeige		Wissenschaftliches Anzeigeformat	HP-19C Ausdruck
10 x →	2.91	10		
PR x →	2.91	10		

Beachten Sie, daß die automatische Umschaltung nur zwischen Festkomma- und Exponentialdarstellung geschieht; das technische Anzeigeformat muß stets über die Tastatur gewählt werden.

EINGABE DES ZEHNEREXPONENTEN

Sie können Zahlen jederzeit auch in Exponentialdarstellung eingeben. Zur Eingabe eines Zehnerexponenten dient die Taste **EEX**. Wenn Sie beispielsweise 15,6 Billionen ($16,5 \times 10^{12}$) eingeben und diese Zahl dann mit 25 multiplizieren wollen:

Drücken Sie	Anzeige		HP-19C Ausdruck
15.6 →	15.6		
EEX →	15.6	00	
12 →	15.6	12	(= $15,6 \times 10^{12}$)
ENTER →	1.56	13	
25 x →	3.90	14	
PR x →	3.90	14	

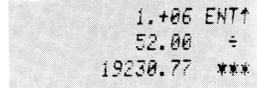
Wenn Sie exakte Zehnerpotenzen eingeben wollen (z.B. 100, 1000 usw.), können Sie Zeit sparen, indem Sie einfach **EEX** drücken und dann den Exponenten eintasten. Um beispielsweise 1 Million durch 52 zu dividieren ($1 \text{ Million} = 10^6$):

Drücken Sie	Anzeige	
EEX →	1.	00
6 →	1.	06
ENTER ↑ →	1000000.00	

In dem Fall ist es nicht nötig, die 1 einzutasten

Die Zahl wird in Festkommaformat dargestellt, da keine Exponentialdarstellung gewählt wurde

HP-19C Ausdruck

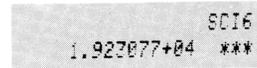


52 ⇧ →	19230.77	
PR x →	19230.77	

Wollen Sie das Resultat in «wissenschaftlicher Schreibweise» mit 6 Nachkommastellen in der Mantisse anzeigen:

Drücken Sie	Anzeige	
f SCI 6 →	1.923077	04
PR x →	1.923077	04

HP-19C Ausdruck

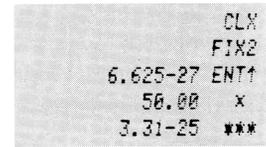


Wollen Sie negative Exponenten eingeben, tasten Sie zuerst die Zahl (Mantisse) ein, drücken Sie dann **EEX** und anschließend **CHS**. Damit wird der Exponent negativ, und Sie können jetzt die entsprechende Zehnerpotenz eintasten. Um zum Beispiel die Planck'sche Konstante (h) – ungefähr $6,625 \times 10^{-27}$ erg sec – einzugeben und anschließend mit 50 zu multiplizieren:

Drücken Sie	Anzeige	
CLX →	0.000000	00
f FIX 2 →	0.00	
6.625 EEX →	6.625	00
CHS →	6.625	-00
27 →	6.625	-27
ENTER ↑ →	6.63	-27
50 x →	3.31	-25
PR x →	3.31	-25

Erg sec

HP-19C Ausdruck

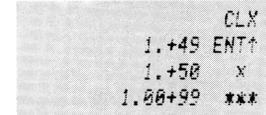


RECHNER-ÜBERLAUF UND -UNTERLAUF

Falls eine Zahl in der Anzeige dargestellt werden müßte, die größer als $9.999999999 \times 10^{99}$ ist, zeigt der Rechner 9.99999999 99 an, um damit anzudeuten, daß der Wertebereich des Rechners überschritten wurde. Wenn Sie beispielsweise $(1 \times 10^{49}) \times (1 \times 10^{50})$ rechnen, zeigt der Rechner das Resultat an:

Drücken Sie	Anzeige	
CLX →	0.00	
EEX 49 ENTER ↑ →	1.00	49
EEX 50 x →	1.00	99
PR x →	1.00	99

HP-19C Ausdruck

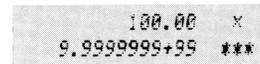


Wenn Sie aber jetzt versuchen, diese Zahl mit 100 zu multiplizieren, wird der Zahlenbereich, den der HP-19C darstellen kann, überschritten:

Drücken Sie	Anzeige	
100 x →	9.9999999	99
PR x →	9.9999999	99

Überlaufanzeige

HP-19C Ausdruck



Ist das Resultat einer Rechnung betragsmäßig so klein ($<10^{-99}$), daß es nicht in einem Register gespeichert werden kann, wird diese Zahl als Null dargestellt. Ein eventuell laufendes Programm wird dadurch nicht angehalten.

FEHLERMELDUNG

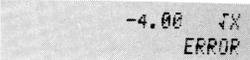
Wenn Sie eine unerlaubte Operation ausführen, zeigt der HP-19C dies durch das Wort «Error» («Fehler») in der Anzeige an. Außerdem wird das Wort Error ausgedruckt, wenn der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM oder TRACE steht.

Wenn Sie beispielsweise versuchen, die Quadratwurzel von -4 zu berechnen, erkennt dies der Rechner als Fehler bzw. unerlaubte Operation:

Vergewissern Sie sich, daß der Drucker-Wahlschalter Ihres HP-19C in Stellung NORM steht.

Drücken Sie **Anzeige**
 4 **CHS** → -4.
 → **Error**

HP-19C Ausdruck



Die Fehleranzeige «Error» können Sie löschen, indem Sie eine beliebige Taste drücken. Die dieser Taste zugeordnete Funktion wird dabei nicht ausgeführt. Die Zahl, die vor Auftreten des Fehlers in der Anzeige stand, wird nach Löschen der Fehleranzeige wieder in die Anzeige geschrieben, so daß Sie mit der Rechnung fortfahren können. Sie können die Fehleranzeige auch dadurch löschen, indem Sie den PRGM/RUN-Schalter des HP-29C oder den OFF  RUN-Schalter des HP-19C in Stellung PRGM schieben.

Auch in diesem Fall wird beim Zurückschalten in Stellung RUN wieder die Zahl angezeigt, die vor Ausführung der fehlerverursachenden Funktion in der Anzeige stand. Weitere Teile des Rechners werden davon nicht betroffen.

Zum Löschen der Fehleranzeige:

Drücken Sie **Anzeige**
 → -4.00



Im Anhang C dieses Handbuchs finden Sie eine Aufstellung sämtlicher unerlaubter Operationen, die zu der Anzeige «Error» führen.

ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie Ihren Rechner netzunabhängig im Batteriebetrieb verwenden und der Batteriesatz nahezu entladen ist, blinkt der Dezimalpunkt in der Anzeige. Diese Anzeige will Sie darauf aufmerksam machen, daß Ihnen nur noch einige Minuten Rechenzeit verbleiben.

6:02	23
------	----

Im PRGM-Modus erscheint der blinkende Leuchtpunkt zwischen der Programmschrittzahl und dem Tastencode. Sie müssen den Rechner dann entweder an das Netzladegerät anschließen oder den Batteriesatz austauschen.

ABSCHNITT 3. DER AUTOMATISCHE RECHENREGISTER-STAPEL («STACK»)

Die automatische Speicherung von Zwischenergebnissen ist der Grund dafür, daß mit dem HP-19C/HP-29C auch die kompliziertesten Berechnungen leicht und übersichtlich ausgeführt werden können. Die Speicherung dieser Zwischenwerte erfolgt dabei im automatischen Rechenregister-Stapel (genannt «Stack») des HP-19C/HP-29C.

ERSTE ANZEIGE

(Für die Beispiele dieses Abschnitts ist es ohne Bedeutung, welche Drucker-Betriebsart des HP-19C Sie wählen. Die im vorliegenden Handbuch wiedergegebenen Druckerstreifen erhalten Sie in der Schalterstellung NORM.)

Erscheint in der Anzeige eine Dezimalzahl wie beispielsweise 0.00, so ist diese Zahl der Inhalt des **X**-Registers, das immer mit der Anzeige verbunden ist.

Grundsätzlich werden alle Zahlen im Innern des Rechners in sogenannten «Registern» gespeichert. Dabei belegt eine Zahl jeweils ein ganzes Register, wobei es unbedeutend ist, wie einfach (z.B. 0,1 oder 5) oder wie komplex eine Zahl ist (z.B. 3,141592654, $-23,28362$, $2,8714891 \times 10^{27}$ usw.).

Das angezeigte **X**-Register ist eines von insgesamt vier Registern, die im Innern des Rechners den automatischen Rechenregister-Stapel bilden. Diese vier «Stack-Register» sind mit **X**, **Y**, **Z** und **T** bezeichnet. Sie sind übereinander gestapelt, wobei das unterste der Register das **X**-Register ist. Nur dessen Inhalt ist unmittelbar in der Anzeige sichtbar. Wenn der Rechner eingeschaltet wird, werden die drei Stack-Register **Y**, **Z** und **T** automatisch gelöscht (Inhalt 0.00). Der Inhalt des **X**-Registers bleibt durch den Permanent-Speicher erhalten.

Schalten Sie den Rechner aus und wieder ein, und drücken Sie **CLX** (Schalterstellung, Anzeige und Ausdruck beziehen sich auf den HP-19C).

Name des Registers	Inhalt
T	0.00
Z	0.00
Y	0.00
X	0.00 ← Dieses Register wird stets angezeigt

Wollen Sie wissen, was in den übrigen Stack-Registern steht, können Sie die Inhalte aller vier Stack-Register ausdrucken; dazu dient die **PRT STK**-Taste.

Drücken Sie **f PRT STK** → Anzeige 0.00

HP-19C Ausdruck

```

PRST
0.00 T
0.00 Z
0.00 Y
0.00 X
  
```

Beachten Sie, daß **f PRT STK**, **PRX** und die übrigen PRINT-Operationen von der Stellung des Drucker-Wahlschalters unabhängig sind.

UMORDNEN DER STACK-INHALTE

Die Tasten **R↔** (zyklisches Vertauschen nach «unten») und **x↔y** (Austauschen von x und y) ermöglichen es, die Inhalte der anderen Stack-Register in die Anzeige zu bringen oder umzuordnen.

ANZEIGEN DER STACK-INHALTE

Um zu erkennen, wie die Taste **R↓** wirkt, belegen Sie die Stack-Register zuvor mit den Zahlen 1 bis 4:

Drücken Sie: 4 **ENTER↑** 3 **ENTER↑** 2 **ENTER↑** 1

HP-19C Ausdruck

```

4.00 ENT↑
3.00 ENT↑
2.00 ENT↑

```

Diese Zahlen stehen jetzt in den entsprechenden Stack-Registern:

T	4.00	
Z	3.00	
Y	2.00	
X	1.	← Anzeige

Um jetzt den Inhalt des Stacks auszudrucken:

Drücken Sie	Stack-Inhalt	
f PRT STK	T 4.00	
	Z 3.00	
	Y 2.00	
	X 1.00	← Anzeige

HP-19C Ausdruck

```

1.00 PRST
4.00 T
3.00 Z
2.00 Y
1.00 X

```

Wenn Sie **R↓** drücken, werden die Inhalte der Stack-Register um eine Position nach «unten» verschoben, wobei der zuletzt angezeigte Wert (X-Register) nach T gespeichert wird (zyklisches Vertauschen).

Um die Wirkung von **R↓** sehen zu können, drücken Sie **f** **PRT STK** nach jedem Drücken von **R↓**:

Drücken Sie	Stack-Inhalt	
R↓	T 1.00	
f PRT STK	Z 4.00	
	Y 3.00	
	X 2.00	← Anzeige

HP-19C Ausdruck

```

R↓
PRST
1.00 T
4.00 Z
3.00 Y
2.00 X

```

R↓	Stack-Inhalt	
f PRT STK	T 2.00	
	Z 1.00	
	Y 4.00	
	X 3.00	← Anzeige

```

R↓
PRST
2.00 T
1.00 Z
4.00 Y
3.00 X

```

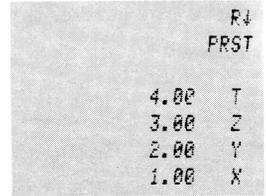
R↓	Stack-Inhalt	
f PRT STK	T 3.00	
	Z 2.00	
	Y 1.00	
	X 4.00	← Anzeige

```

R↓
PRST
3.00 T
2.00 Z
1.00 Y
4.00 X

```

R↓		Stack-Inhalt	
f PRT STK	T	4.00	
	Z	3.00	
	Y	2.00	
	X	1.00	← Anzeige



Damit stehen die Inhalte der vier Stack-Register wieder in der ursprünglichen Reihenfolge und es wird wieder 1.00 angezeigt. Sie sehen also, wie man mit Hilfe von **R↓** die Inhalte aller vier Stack-Register nacheinander zur Anzeige bringen kann. Denken Sie daran, daß Sie **R↓** viermal drücken müssen, bevor der Stack wieder in der alten Form geordnet ist.

AUSTAUSCHEN VON X UND Y

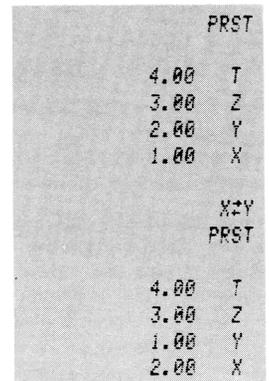
Mit Hilfe der Taste **x↔y** (Austausch von x und y) können die Inhalte des **X**- und **Y**-Registers gegeneinander vertauscht werden, ohne daß das einen Einfluß auf die Register **Z** und **T** hat. Wenn Sie noch die Daten des letzten Beispiels im Stack stehen haben und **x↔y** drücken, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	4.00	T	4.00
Z	3.00	Z	3.00
Y	2.00	Y	1.00
X	1.00	X	2.00 ← Anzeige

Mit dem HP-19C können Sie sich den Vorgang auch «schwarz auf weiß» zeigen lassen, indem Sie den Stack-Inhalt auflisten, **x↔y** drücken und dann noch einmal **f** **PRT STK** drücken:

Drücken Sie	Stack-Inhalt	
f PRT STK	T	4.00
	Z	3.00
	Y	2.00
	X	1.00 ← Anzeige

HP-19C Ausdruck



x↔y	T	4.00	
f PRT STK	Z	3.00	
	Y	1.00	
	X	2.00	← Anzeige

Beachten Sie in diesem Zusammenhang, daß bei allen Operationen zur Umordnung der Stack-Inhalte stets nur die Inhalte der Register, nicht die Register selbst, verschoben werden. Dabei sehen Sie in der Anzeige stets den augenblicklichen Inhalt des **X**-Registers.

LÖSCHEN DER ANZEIGE

Wenn Sie **CLX** (clear x = lösche x) drücken, wird das **X**-Register und damit die Anzeige gelöscht. Die Inhalte der übrigen Register werden davon nicht betroffen.

Drücken Sie jetzt **CLX**, und der Stack-Inhalt ändert sich wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	4.00	T	4.00
Z	3.00	Z	3.00
Y	1.00	Y	1.00
X	2.00 ← Anzeige	X	0.00 ← Anzeige

Das Löschen des **X**-Registers ist übrigens in keinem Falle nötig, um eine neue Rechnung zu beginnen; Sie werden das verstehen, wenn Sie in der Folge erfahren, wie der Rechner alte Rechenresultate durch Eingabe neuer Daten automatisch im Stack «anhebt».

DIE **ENTER**-TASTE

Wenn Sie eine Zahl eintasten, wird sie in das **X**-Register geschrieben. Die Inhalte der übrigen Stack-Register ändern sich dabei nicht. Wenn Sie jetzt beispielsweise 314,32 eintasten, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	4.00	T	4.00
Z	3.00	Z	3.00
Y	1.00	Y	1.00
X	0.00 ← Anzeige	X	314.32 ← Anzeige

Wenn Sie jetzt eine zweite Zahl eingeben möchten, müssen Sie die Ziffernfolge der ersten Zahl von der zweiten Zahl auf irgendeine Weise trennen.

Drücken Sie daher nach Eingabe der Ziffernfolge für die erste Zahl **ENTER**. Der Rechner weiß dann, daß die nachfolgende Zahl Bestandteil einer neuen Zahl sein muß.

Wenn Sie **ENTER** drücken, ändert sich der Stack-Inhalt wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	4.00	T	3.00
Z	3.00	Z	1.00
Y	1.00	Y	314.32
X	314.32 ← Anzeige	X	314.32 ← Anzeige

Wie Sie erkennen können, wird die Zahl im **X**-Register in das **Y**-Register kopiert. (Außerdem sind die Inhalte der **Y**- und **Z**-Register entsprechend um eine Position nach «oben» verschoben worden und der Inhalt des **T**-Registers ist verlorengegangen; dieser Vorgang wird deutlicher, wenn wir verschiedene Zahlen in den Stack-Registern stehen haben.)

Im Anschluß an das Drücken der Taste **ENTER** ist das **X**-Register für die Eingabe einer neuen Zahl vorbereitet, die dann den alten Wert in **X** überschreibt. Geben Sie zum Beispiel jetzt die Zahl 543,28 ein, und die Inhalte der Stack-Register ändern sich wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	3.00	T	3.00
Z	1.00	Z	1.00
Y	314.32	Y	314.32
X	314.32 ← Anzeige	Y	543.28 ← Anzeige

CLX ersetzt einen beliebigen Inhalt des **X**-Registers durch Null. Eine im Anschluß daran eingetastete Zahl überschreibt dann den Inhalt des **X**-Registers (in diesem Fall Null).

Nehmen Sie doch einmal an, Sie wollten gar nicht 543,28, sondern 689,4 eingeben. Sie können in dem Fall einfach **CLX** drücken, womit sich der Stack-Inhalt wie folgt ändert:

Vorher		Nachher	
T	3.00	T	3.00
Z	1.00	Z	1.00
Y	314.32	Y	314.32
X	543.28 ← Anzeige	X	0.00 ← Anzeige

Jetzt geben Sie den korrekten Wert ein:

Vorher		Nachher	
T	3.00	T	3.00
Z	1.00	Z	1.00
Y	314.32	Y	324.32
X	0.00 ← Anzeige	X	689.4 ← Anzeige

Merken Sie sich bitte, daß die Inhalte der Stack-Register nicht verschoben werden, wenn die Eingabe einer neuen Zahl unmittelbar auf **ENTER**, **CLX** oder **Σ+** folgt. Dagegen wird der letzte Inhalt der Stack-Register bei der Eingabe einer neuen Zahl «angehoben», wenn zuvor eine der übrigen Funktionen ausgeführt wurde. Dazu zählen z.B. auch **R↓** und **↔y**.

Im Anhang D finden Sie eine vollständige Aufstellung aller Operationen, nach deren Ausführung der Stack bei Neueingabe einer Zahl angehoben wird.

WIRKUNG VON FUNKTIONEN EINER VARIABLEN AUF DEN STACK

Funktionen, die sich nur auf eine Zahl beziehen, verändern nur den Inhalt des **X**-Registers; die Inhalte von **Y**, **Z** und **T** bleiben bei der Ausführung solcher Funktionen unverändert.

Wenn Sie mit den Stack-Inhalten des letzten Beispiels jetzt die Funktion **f**  ausführen, ändern sich die Inhalte der Stack-Register wie folgt:

Vorher		Nachher	
T	3.00	T	3.00
Z	1.00	Z	1.00
Y	314.32	Y	314.32
X	689.4 ← Anzeige	X	26.26 ← Anzeige

Die Funktionen einer Variablen beziehen sich also grundsätzlich nur auf den Inhalt des **X**-Registers und überschreiben diesen dann mit dem Ergebnis. Die übrigen Register des Stacks werden davon nicht betroffen.

WIRKUNG VON FUNKTIONEN ZWEIER VARIABLEN AUF DEN STACK

Die arithmetischen Operationen (als Beispiel für Funktionen von zwei Variablen) werden vom Hewlett-Packard Rechner auf die gleiche Weise gerechnet, wie Sie das mit Bleistift und Papier bisher getan haben. Wenn Sie beispielsweise 34 und 21 addieren möchten, schreiben Sie zuerst die 34 auf ein Blatt Papier und setzen dann die 21 darunter:

```
34
21
```

Dann addieren Sie beide Zahlen wie folgt:

```
  34
+ 21
----
  55
```

Ihr Rechner ordnet die Zahlen auf die gleiche Weise im Stack an. (Wie Sie bereits erfahren haben, ist es nicht erforderlich, alte Daten vor dem Beginn einer neuen Rechnung

aus dem Stack zu entfernen. Wenn hier trotzdem zuvor alle Stack-Register gelöscht werden, so erfolgt das aus Gründen der Übersichtlichkeit. Wenn Sie also zuvor den Stack mittels **CLX** und **ENTER↑** mit Nullen füllen, entsprechen die Stack-Inhalte denen, die das Beispiel hier angibt.)

Drücken Sie	Anzeige
CLX →	0.00
ENTER↑ →	0.00
ENTER↑ →	0.00
ENTER↑ →	0.00
34 →	34.
ENTER↑ →	34.00
21 →	21.

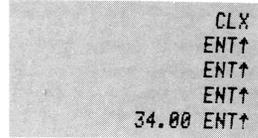
Alle Stack-Register werden gelöscht

34 wird nach X gespeichert

34 wird nach Y kopiert

21 überschreibt die 34 in X

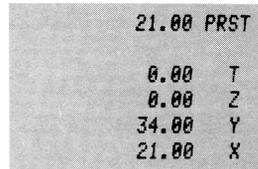
HP-19C Ausdruck



Wenn Sie jetzt die Inhalte der Stack-Register Ihres HP-19C mit **f** **PRT REG** auflisten, sehen Sie, wie beide Zahlen im Stack übereinander stehen:

Drücken Sie	Anzeige
f PRT STK →	21.00

HP-19C Ausdruck

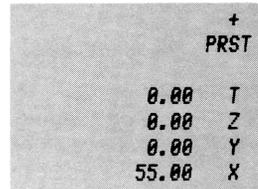


Da beide Zahlen übereinander angeordnet sind, können sie addiert werden. Führen Sie jetzt die Addition aus und drucken Sie dann erneut die Inhalte aller Stack-Register aus. Sie sehen, wie aus beiden Zahlenwerten das Ergebnis errechnet und in das X-Register geschrieben wird.

Drücken Sie	Anzeige
+ →	55.00
f PRT STK →	55.00

Ergebnis

HP-19C Ausdruck



Die altbekannte Schreibweise bei der handschriftlichen Ausführung arithmetischer Grundrechnungen hilft Ihnen zu verstehen, wie der Rechner zu verwenden ist. Stets sind zuvor beide Zahlen im Stack in der natürlichen Reihenfolge anzuordnen; dann wird die Operation ausgeführt, wenn Sie die entsprechende Funktionstaste drücken.

Von dieser einfachen Regel gibt es keine Ausnahme. Nach genau der gleichen Methode werden auch Subtraktion, Multiplikation und Division ausgeführt. In allen Fällen sind vor der Ausführung der Rechenoperation zuvor die Zahlen im Stack in der natürlichen Folge anzuordnen.

KETTENRECHNUNGEN

Sie haben jetzt gelernt, wie Zahlen in den Rechner eingegeben und Rechnungen mit diesen Daten ausgeführt werden. Als erstes waren jeweils die Zahlen mit Hilfe von **ENTER↑** im Stack in der entsprechenden Form anzuordnen. Darüber hinaus ist der Stack des HP-19C/HP-29C aber auch in der Lage, eine ganze Reihe von Bewegungen automatisch

auszuführen. Dieses selbständige Verschieben der Stack-Inhalte macht den Umgang mit diesem Rechner so einfach und ermöglicht z.B. auch das schon kennengelernte automatische Speichern von Zwischenergebnissen. Wenn eine neue Zahl eingegeben wird, «hebt» der Rechner das zuletzt berechnete Ergebnis automatisch im Stack an. Der Rechner weiß, daß die im Anschluß an einen Rechenschritt eingetasteten Ziffern Bestandteil einer neuen Zahl sein müssen. Neben diesem automatischen «Stack-Lift» (gleicher Vorgang wie beim manuellen Drücken von **ENTER↑**) schiebt der Rechner nach Ausführung einer Funktion von zwei Variablen die Inhalte der Stack-Register selbständig um eine Position nach unten. Rechnen Sie z.B.: $16 + 30 + 11 + 17 = ?$

Anmerkung: Wenn Sie zuvor **CLX** **ENTER↑** **ENTER↑** **ENTER↑** drücken, löschen Sie die Anzeige und beginnen – wie im nachstehenden Beispiel – mit Nullen in sämtlichen Stack-Registern. Für das richtige Ergebnis der folgenden Rechnungen ist das Löschen des Stacks allerdings nicht erforderlich.

Sie können in der Folge die **f** **PRT STK**-Funktion des HP-19C oder **R↓** oder beide Funktionen dazu verwenden, die jeweils geänderten Inhalte der Stack-Register aufzulisten.

Drücken Sie				Stack-Inhalt	HP-19C Ausdruck
16	T	0.00	16 wird in das angezeigte X-Register geschrieben		
	Z	0.00			
	Y	0.00			
	X	16.			
ENTER↑	T	0.00	16 wird nach Y kopiert		
	Z	0.00			
	Y	16.00			
	X	16.00			16.00 ENT↑
30	T	0.00	30 überschreibt die 16 in X		
	Z	0.00			
	Y	16.00			
	X	30.			
+	T	0.00	16 und 30 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt		
	Z	0.00			
	Y	0.00			
	X	46.00			30.00 +
11	T	0.00	11 wird in das angezeigte X-Register geschrieben. Die 46 wird im Stack automatisch angehoben		
	Z	0.00			
	Y	46.00			
	X	11.			
+	T	0.00	46 und 11 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt		
	Z	0.00			
	Y	0.00			
	X	57.00			11.00 +
17	T	0.00	17 wird nach X geschrieben; dabei wird die 57 automatisch im Stack angehoben		
	Z	0.00			
	Y	57.00			
	X	17.			
+ PRX	T	0.00	57 und 17 werden addiert und das Ergebnis wird angezeigt		
	Z	0.00			
	Y	0.00			
	X	74.00	Endergebnis		17.00 +
					74.00 ***

Im Anschluß an jeden Rechenschritt und jede sonstige Beeinflussung von Zahlen wird der Stack beim Eintasten einer neuen Zahl automatisch nach «oben» verschoben («Stack-Lift»). Da die Rechenoperationen mit jedem Drücken einer Funktionstaste sofort ausge-

führt werden, ist die Länge solcher Rechenkettens solange nicht beschränkt, wie nicht eine Zahl in einem der Stack-Register den Wertebereich des Rechners übersteigt ($9,999999999 \times 10^{99}$).

Zusätzlich zu diesem automatischen «Stack-Lift» wird der Stack während solcher Rechnungen, die sich auf die Inhalte der **X**- und **Y**-Register beziehen, selbständig nach «unten» verschoben. Dieser Vorgang hat sich zum Beispiel bereits bei der gerade ausgeführten Kettenrechnung mit jedem Drücken von $\boxed{+}$ ereignet. Wir wollen jetzt die gleiche Aufgabe auf eine etwas andere Art rechnen, um dieses automatische Verschieben der Stack-Inhalte von «unten» besser erkennen zu können. Drücken Sie zuvor **CLX** zum Löschen des **X**-Registers und rechnen Sie erneut $16 + 30 + 11 + 17 = ?$

Drücken Sie		Stack-Inhalt	
16	T	0.00	16 wird in das angezeigte X -Register geschrieben
	Z	0.00	
	Y	0.00	
	X	16.	
ENTER ↑	T	0.00	16 wird nach Y kopiert
	Z	0.00	
	Y	16.00	
	X	16.00	
30	T	0.00	30 überschreibt die 16 in X
	Z	0.00	
	Y	16.00	
	X	30.	
ENTER ↑	T	0.00	30 wird nach Y kopiert, 16 nach Z geschoben
	Z	16.00	
	Y	30.00	
	X	30.00	
11	T	0.00	11 wird nach X geschrieben; die 30 in X wird dabei überschrieben
	Z	16.00	
	Y	30.00	
	X	11.	
ENTER ↑	T	16.00	11 wird nach Y kopiert, 30 nach Z und 16 nach T geschoben
	Z	30.00	
	Y	11.00	
	X	11.00	
17	T	16.00	17 überschreibt die 11 in X
	Z	30.00	
	Y	11.00	
	X	17.	
$\boxed{+}$	T	16.00	17 und 11 werden addiert und der übrige Teil des Stack nach unten verschoben. Dabei wird 16 von T nach Z kopiert. 30 und 28 stehen für die Addition bereit.
	Z	16.00	
	Y	30.00	
	X	28.00	
$\boxed{+}$	T	16.00	30 und 28 werden addiert und der Stack erneut nach unten verschoben. Jetzt können 16 und 58 addiert werden.
	Z	16.00	
	Y	16.00	
	X	58.00	
$\boxed{+}$ PR \times	T	16.00	16 und 58 werden addiert und das Endergebnis wird angezeigt. Wieder wird der Stack verschoben.
	Z	16.00	
	Y	16.00	
	X	74.00	

HP-19C Ausdruck

CLX
16.00 ENT↑

30.00 ENT↑

11.00 ENT↑

17.00 +

74.00 ***

Der gleiche Vorgang spielt sich auch im Zusammenhang mit \square , \times und \div ab. Der Wert in **T** wird nach **Z** kopiert, der vorherige Inhalt von **Z** wird nach **Y** geschoben und das mit den Inhalten von **Y** und **X** gebildete Ergebnis wird nach **X** (Anzeigeregister) geschrieben.

Diese automatischen Bewegungen des Rechenregister-Stapels machen die Leistungsfähigkeit des Hewlett-Packard-Systems aus. Mit Hilfe dieser Einrichtung können Zwischenergebnisse in langen Rechenausdrücken im Stack gespeichert werden, ohne daß es jemals nötig ist, solche Werte erneut einzutasten.

REIHENFOLGE DER AUSFÜHRUNG

Wenn Sie eine Aufgabe der nachstehenden Art sehen, müssen Sie sich als erstes entscheiden, an welcher Stelle Sie mit der Berechnung ansetzen wollen:

$$5 \times [(3 \div 4) - (5 \div 2) + (4 \times 3)] \div (3 \times 0,213)$$

Erfahrene Benutzer von HP-Taschenrechnern haben ermittelt, daß Sie die Leistungsfähigkeit Ihres HP-19C/HP-29C dann am besten ausschöpfen, wenn Sie die Berechnung innerhalb der innersten Klammer beginnen und sich dann nach außen «vorarbeiten». Es stehen Ihnen aber auch jederzeit andere Möglichkeiten offen. Sie können beispielsweise die Aufgabe auch in der Form lösen, daß Sie alle Zahlen, von links nach rechts vorgehend, in der Reihenfolge eingeben, wie sie in der Formel auftreten. Nach dieser Methode lassen sich allerdings nicht alle Probleme berechnen, so daß Sie zweckmäßigerweise mit der inneren Klammer beginnen. Nach diesem Verfahren wollen wir jetzt das Beispiel rechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
3	→ 3.	
ENTER ↑	→ 3.00	
4	→ 4.	
\div	→ 0.75	Zwischenergebnis (3 ÷ 4)
5	→ 5.	
ENTER ↑	→ 5.00	
2	→ 2.	
\div	→ 2.50	(5 ÷ 2)
$-$	→ -1.75	(3 ÷ 4) - (5 ÷ 2)
4	→ 4.	
ENTER ↑	→ 4.00	
3	→ 3.	
\times	→ 12.00	(4 × 3)
$+$	→ 10.25	(3 ÷ 4) - (5 ÷ 2) + (4 × 3)
3	→ 3.	
ENTER ↑	→ 3.00	
0.213	→ 0.213	
\times	→ 0.64	(3 × 0,213)
\div	→ 16.04	
5	→ 5.	Die erste Zahl wird einggegeben
\times	→ 80.20	Endergebnis
PR ↵	→ 80.20	

HP-19C Ausdruck

3.00	ENT↑
4.00	=
5.00	ENT↑
2.00	÷
-	
4.00	ENT↑
3.00	×
	+
3.00	ENT↑
0.213	×
	÷
5.00	×
80.20	***

LAST X

Neben den vier Registern **X**, **Y**, **Z** und **T**, die den automatischen Rechenregister-Stapel (Stack) bilden, verfügt Ihr Rechner über ein weiteres Register, das Last X genannt wird. Dort befindet sich jeweils der Wert, der vor der Ausführung der letzten Funktion im Anzeigeregister **X** gestanden hat. Wenn Sie diesen Wert in das **X**-Register zurückholen wollen, drücken Sie **f** **LAST X**.

KORREKTUR VON FEHLERN

Die Taste **LAST x** kann verwendet werden, um Fehler wie das versehentliche Drücken einer falschen Funktionstaste oder die Eingabe eines falschen Zahlenwertes zu korrigieren.

Beispiel: Dividieren Sie 12 durch 2,157, nachdem Sie versehentlich durch 3,157 dividiert haben.

Drücken Sie **Anzeige**

12 → 12.
ENTER → 12.00
 3.157 ÷ → 3.80
f **LAST x** → 3.16
x → 12.00
 2.157 ÷ → 5.56
PR x → 5.56

Hoppla! Jetzt ist Ihnen ein Fehler unterlaufen!
 Ruft den letzten X-Wert zurück
 Jetzt sind Sie wieder am Anfang
 Das korrekte Ergebnis

HP-19C Ausdruck

```

12.00 ENT↑
3.157 ÷
      LSTX
      x
2.157 ÷
5.56 ***
    
```

Als Sie im vorstehenden Beispiel ÷ und anschließend **f** **LAST x** gedrückt haben, haben sich die Inhalte der Stack-Register und des Last X-Registers wie folgt geändert:

T 0.00		T 0.00		T 0.00	
Z 0.00		Z 0.00		Z 0.00	
Y 12.00		Y 0.00		Y 3.80	
X 3.157	÷ →	X 3.80	f LAST x	X 3.16	← Anzeige

↗ Last X 3.157 ↘

Damit ist der im Beispiel gezeigte Korrekturschritt möglich.

MEHRFACHE VERWENDUNG EINES EINGABEWERTES

Das Last X-Register kann auch für solche Rechnungen verwendet werden, bei denen eine bestimmte Zahl öfter als einmal benötigt wird. Sie können sich das erneute Eintasten dieser Zahl ersparen, indem Sie sie aus dem Last X-Register mit **f** **LAST x** in die Anzeige (X-Register) zurückrufen.

Beispiel: Berechnen Sie $\frac{7,32 + 3,650112331}{3,650112331}$

Drücken Sie **Anzeige**

7.32 → 7.32
ENTER → 7.32
 3.650112331 → 3.650112331
+ → 10.97
f **LAST x** → 3.65
÷ → 3.01
PR x → 3.01

Zwischenergebnis
 Ruft 3,650112331 nach X
 Ergebnis

HP-19C Ausdruck

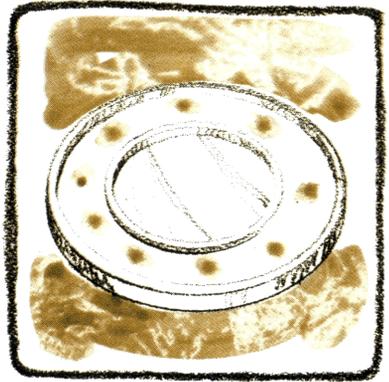
```

7.32 ENT↑
3.650112331 +
      LSTX
      ÷
3.01 ***
    
```

RECHNEN MIT EINER KONSTANTEN

Vielleicht haben Sie bemerkt, daß mit jedem Verschieben des Stacks (nach Ausführung einer Funktion von x und y, nicht durch **R↓**) die Zahl im T-Register nach Z kopiert wird. Diese Eigenschaft läßt sich gut für das Rechnen mit einer Konstanten verwenden.

Beispiel: Ein Bakteriologe untersucht eine bestimmte Art von Einzellern, deren Anzahl sich durch Zellteilung pro Tag um typisch 15% erhöht. Wenn die Ausgangskultur 1000 Einzeller umfaßt, wie groß wird dann der Umfang der Bakterienkultur am Ende der darauffolgenden sechs Tage sein?



Methode: Speichern Sie den Wachstumsfaktor (1,15) in den Registern **Y**, **Z** und **T** und schreiben Sie die ursprüngliche Anzahl (1000) in das **X**-Register. Jetzt brauchen Sie lediglich **[X]** zu drücken und erhalten so die jeweils nächste Anzahl. Den Drucker-Wahlschalter des HP-19C bringen Sie zweckmäßigerweise in Stellung TRACE; es werden dann sämtliche Resultate ausgedruckt, ohne daß Sie jeweils **PR[X]** drücken müssen.

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung TRACE.

Drücken Sie Anzeige

1.15 → 1.15
ENTER → 1.15
ENTER → 1.15
ENTER → 1.15

Wachstumsfaktor

1000 → 1000.
[X] → 1150.00
[X] → 1322.50
[X] → 1520.88
[X] → 1749.01
[X] → 2011.36
[X] → 2313.06

Wachstumsfaktor steht jetzt in T

Anfangszahl der Einzeller
 Anzahl nach 1. Tag
 Anzahl nach 2. Tag
 Anzahl nach 3. Tag
 Anzahl nach 4. Tag
 Anzahl nach 5. Tag
 Anzahl nach 6. Tag

HP-19C Ausdruck

```

1.15 ENT↑
      ENT↑
      ENT↑
1000.00 x
1150.00 ***
      x
1322.50 ***
      x
1520.88 ***
      x
1749.01 ***
      x
2011.36 ***
      x
2313.06 ***
    
```

Wenn Sie zum ersten Mal **[X]** drücken, berechnen Sie $1000 \times 1,15$. Das Ergebnis (1150,00) wird im **X**-Register angezeigt und eine Kopie des Wachstumsfaktors von **Z** nach **Y** geschoben. Da dieser Faktor laufend von **T** nach **Z** kopiert und von da weiter nach «unten» geschoben wird, brauchen Sie ihn niemals erneut einzutasten.

Beachten Sie, daß im Gegensatz zu dem hier beschriebenen Vorgang bei Verwendung von **[R]** keine Werte von **T** nach **Z** kopiert, sondern nur die im Stack vorhandenen Zahlen zyklisch verschoben werden.

ABSCHNITT 4. SPEICHERN UND ZURÜCKRUFEN VON DATEN

NUMERIERTE SPEICHERREGISTER

Sie haben inzwischen den aus 4 Registern gebildeten automatischen Rechenregister-Stapel (Stack) und das Last X-Register als Gründe für die Leistungsfähigkeit Ihres HP-19C/HP-29C kennengelernt. Neben diesen Registern für die automatische Speicherung von Zwischenergebnissen verfügt der Rechner über 16 freiverwendbare, adressierbare Daten-Speicherregister, deren Inhalte von den Vorgängen im Stack nicht betroffen werden. Diese Speicherregister dienen dem Abspeichern von Werten, die Sie erst später wieder benötigen, und können sowohl beim manuellen Rechnen als auch innerhalb eines Programms verwendet werden. Die Inhalte dieser 16 Primär-Speicherregister bleiben durch den Permanent-Speicher auch bei abgeschaltetem Rechner erhalten. In der nachstehenden Zusammenstellung sind diese Primär-Speicherregister aufgeführt. Zu ihrer Kennzeichnung werden die Indizes 0 bis 9 und .0 bis .5 verwendet.

Automatischer Rechenregister-Stapel (Stack)

T	<input type="text"/>
Z	<input type="text"/>
Y	<input type="text"/>
X	<input type="text"/>
Last X	<input type="text"/>

Primär-Speicherregister

R ₀	<input type="text"/>
R ₁	<input type="text"/>
R ₂	<input type="text"/>
R ₃	<input type="text"/>
R ₄	<input type="text"/>
R ₅	<input type="text"/>
R ₆	<input type="text"/>
R ₇	<input type="text"/>
R ₈	<input type="text"/>
R ₉	<input type="text"/>
R. ₀	<input type="text"/>
R. ₁	<input type="text"/>
R. ₂	<input type="text"/>
R. ₃	<input type="text"/>
R. ₄	<input type="text"/>
R. ₅	<input type="text"/>

ABSPEICHERN VON DATEN

Um die Zahl im X-Register in eines der Speicherregister R₀ bis R₉ zu schreiben:

1. Drücken Sie **STO** (Store = Speichern).
2. Drücken Sie eine der Zifferntasten **0** bis **9** zur Bezeichnung des Registers, in das die Zahl zu speichern ist.

Um beispielsweise die Avogadro'sche Gaskonstante (ungefähr $6,02 \times 10^{23}$) nach R₂ zu speichern (schieben Sie den Drucker-Wahlschalter Ihres HP-19C in Stellung NORM, falls Sie einen Ausdruck wünschen):

Drücken Sie Anzeige

6.02 **EEX** 23 → 6.02 23

STO 2 → 6.02 23

HP-19C Ausdruck

6.02+23 ST02

Der Wert dieser Konstanten steht jetzt (auch) im Register R₂. Beachten Sie, daß beim Abspeichern einer angezeigten Zahl in eines der Daten-Speicherregister nur eine Kopie der Zahl in das entsprechende Register geschrieben wird. Der Zahlenwert (hier $6,02 \times 10^{23}$) bleibt also im Anzeigeregister X erhalten.

Um die angezeigte Zahl in einem der Speicherregister R₀ bis R₅ zu speichern:

1. Drücken Sie **STO**.
2. Drücken Sie die Taste für den Dezimalpunkt **□**.
3. Drücken Sie eine der Zifferntasten **0** bis **5** zur Bezeichnung des entsprechenden Registers.

Um zum Beispiel die Zahl 16 495 000 (Anzahl der von der Japanischen National-Eisenbahn täglich beförderten Personen) in das Register R₄ zu speichern:

Drücken Sie	Anzeige	HP-19C Ausdruck
16495000	→ 16495000.	
STO □ 4	→ 16495000.00	16495000.00 ST.4

Damit ist eine Kopie der angezeigten Zahl im **X**-Register in das Speicherregister R₄ geschrieben.

ZURÜCKRUFEN VON DATEN

Das Zurückrufen von Daten aus den Speicherregistern geschieht auf ähnliche Weise. Um eine Zahl aus einem der Speicherregister R₀ bis R₉ in das **X**-Register (Anzeige) zurückzurufen:

1. Drücken Sie **RCL** (Recall = Rückruf).
2. Drücken Sie eine der Zifferntasten **0** bis **9** zur Angabe des entsprechenden Speicherregisters.

Um beispielsweise die Avogadro'sche Konstante aus dem Register R₂ wieder in die Anzeige zurückzurufen:

Drücken Sie	Anzeige	HP-19C Ausdruck
RCL 2	→ 6.02 23	
		RCL2

Um entsprechend eine Zahl aus einem der Register R₀ bis R₅ zurückzurufen:

1. Drücken Sie **RCL**.
2. Drücken Sie die Taste für den Dezimalpunkt **□**.
3. Drücken Sie die entsprechende Zifferntaste (**0** bis **5**).

Um beispielsweise die Zahl der von der Japanischen National-Eisenbahn täglich beförderten Personen in die Anzeige zurückzurufen:

Drücken Sie	Anzeige	HP-19C Ausdruck
RCL □ 4	→ 16495000.00	
		RC.4

Wenn Sie mit **RCL** eine gespeicherte Zahl in die Anzeige (**X**-Register) zurückrufen, wird der Stack wie bei der Eingabe einer neuen Zahl über das Tastenfeld angehoben. Dies gilt nicht, wenn unmittelbar zuvor **ENTER↑**, **CLX** oder **Σ+** gedrückt wurde (**Σ+** wird an anderer Stelle noch besprochen werden).

AUFLISTEN DER SPEICHERREGISTER-INHALTE (HP-19C)

Sie können jederzeit die Inhalte sämtlicher Primär-Speicherregister sehen, indem Sie die **f** **PRT REG**-Tasten verwenden. Nach Drücken von **f** **PRT REG** druckt der Rechner eine Liste aller Speicherregister-Inhalte aus. Falls Sie die letzten Beispiele wie angegeben gerechnet haben, erhalten Sie beim Auflisten der Speicherregister-Inhalte den nachstehend abgebildeten Druckerstreifen.

Drücken Sie **f** **PRT REG** → Anzeige **16495000.00**

HP-19C Ausdruck

0.00	0
0.00	1
6.02+23	2
0.00	3
0.00	4
0.00	5
0.00	6
0.00	7
0.00	8
0.00	9
0.00	.0
0.00	.1
0.00	.2
0.00	.3
16495000.00	.4
0.00	.5

Wollen Sie lediglich die Inhalte eines Teils der Speicherregister auflisten, können Sie das automatische Ausdrucken jederzeit durch Drücken einer beliebigen Taste vom Tastenfeld aus abbrechen. Die dieser Taste zugeordnete Funktion wird *nicht* ausgeführt.

LÖSCHEN DER SPEICHERREGISTER

Wie Sie wissen, ändern sich die Inhalte der Daten-Speicherregister nicht, wenn Sie die Werte von dort in die Anzeige zurückrufen. Für das Löschen der Speicherregister haben Sie zwei verschiedene Möglichkeiten zur Wahl:

- Um den Inhalt eines Registers gegen eine neue Zahl auszutauschen, genügt es, die neue Zahl mit **STO** in das Register zu speichern. Wollen Sie ein bestimmtes Register löschen, ersetzen Sie einfach dessen Inhalt durch Null. Um beispielsweise R_2 zu löschen, drücken Sie **0** **STO** **2**.
- Um mit einem Schritt alle numerierten Speicherregister zu löschen, drücken Sie **f** **CLEAR** **REG**. Dadurch werden die Inhalte sämtlicher numerierten Speicherregister durch 0 ersetzt. Der Stack wird davon nicht betroffen.

Durch den Permanent-Speicher des HP-19C/HP-29C bleiben die Inhalte der Primär-Speicherregister R_0 bis R_9 und $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ auch bei abgeschaltetem Rechner erhalten. Sie können, wenn Sie Ihren Rechner wieder einschalten, die zuvor in den Primär-Speicherregistern gespeicherten Werte zurückrufen und weiterverwenden.

Die Speicherregister $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ lassen sich durch **CLEAR** **Σ** löschen:

Drücken Sie **f** **CLEAR** **Σ**, um nur die Speicherregister $R_{.0}$ bis $R_{.5}$ zu löschen.

SPEICHERREGISTER-ARITHMETIK

Zur direkten Ausführung arithmetischer Grundrechnungen in den Speicherregistern R_0 bis R_9 und $R_{.0}$ bis $R_{.5}$, drücken Sie zuerst **STO**, dann die entsprechende Arithmetik-taste (**+**, **-**, **x** oder **÷**) und schließlich eine der Zifferntasten **0** bis **9** oder den Dezimalpunkt **.**, gefolgt von einer der Zifferntasten **0** bis **5** zur Bezeichnung des gewünschten Primär-Speicherregisters. Zum Beispiel:

Drücken Sie

STO **+** **1**

Ergebnis

Zahl im angezeigten **X**-Register wird zu dem Inhalt von Register R_1 addiert ($r_1 + x \rightarrow R_1$)

STO **-** **2**

Die Zahl im angezeigten **X**-Register wird vom Inhalt des Registers R_2 subtrahiert ($r_2 - x \rightarrow R_2$)

STO \times \square 3

Der Inhalt des Speicherregisters R.₃ wird mit der Zahl in **X** multipliziert ($r_3 \times x \rightarrow R_3$)

STO \div \square 4

Der Inhalt des Speicherregisters R.₄ wird durch die Zahl in **X** dividiert ($r_4 \div x \rightarrow R_4$)

Das Ergebnis dieser Rechnungen steht jeweils im entsprechenden Speicherregister. Die Inhalte der Stack-Register (also auch des **X**-Registers) bleiben dabei unverändert.

Beispiel: Ein amerikanischer Farmer fährt an drei aufeinanderfolgenden Tagen geerntete Tomaten zur nahegelegenen Konservenfabrik. Am Montag und Dienstag transportiert er 25 Tonnen, 27 Tonnen, 19 Tonnen und 23 Tonnen, für die die Konservenfabrik 55 Dollar pro Tonne zahlt. Am Mittwoch steigt der Preis auf 57,50 Dollar an und er liefert in zwei Fuhren 26 Tonnen und 28 Tonnen Tomaten. Wieviel erhält der Farmer von der Konservenfabrik ausbezahlt, wenn diese 2% vom Preis für Montag und Dienstag und 3% vom Preis für Mittwoch wegen teilweise verdorbener Ware in Abzug bringt?



Methode: Führen Sie den Gesamtbetrag in einen der Speicherregister und verwenden Sie den Stack zur Addition der Einzelmengen und Berechnung der in Abzug zu bringenden Beträge.

Drücken Sie **Anzeige**

25 **ENTER** \rightarrow 25.00

27 **+** \rightarrow 52.00

19 **+** 23 **+** \rightarrow 94.00

55 **x** \rightarrow 5170.00

STO 5 \rightarrow 5170.00

2 **%** \rightarrow 103.40

STO \square 5 \rightarrow 103.40

26 **ENTER** \rightarrow 26.00

28 **+** \rightarrow 54.00

57.50 **x** \rightarrow 3105.00

STO **+** 5 \rightarrow 3105.00

3 **%** \rightarrow 93.15

STO \square 5 \rightarrow 93.15

RCL 5 \rightarrow 8078.45

PR **x** \rightarrow 8078.45

Gesamtmenge Montag und Dienstag
Bruttobetrag Montag und Dienstag
Speichern nach R₅
Abzüge Montag und Dienstag
Subtraktion vom Betrag in R₅

Gesamtmenge am Mittwoch
Bruttobetrag Mittwoch
Addition zum Betrag in R₅
Abzüge für Mittwoch
Subtraktion vom Betrag in R₅

Gesamt-Nettobetrag, der dem Farmer ausbezahlt wird

HP-19C Ausdruck

25.00	ENT↑
27.00	+
19.00	+
23.00	+
55.00	x
	ST05
2.00	%
	ST-5
26.00	ENT↑
28.00	+
57.50	x
	ST+5
3.00	%
	ST-5
	RCL5
8078.45	***

(Sie hätten die vorstehende Aufgabe natürlich auch nur mit Hilfe der Stack-Register rechnen können; hier sollte nur gezeigt werden, wie Sie die Speicherregister-Arithmetik für das Mitführen verschiedener laufender Summen verwenden können.)

SPEICHERREGISTER-ÜBERLAUF

Wenn Sie im Zusammenhang mit der Speicherregister-Arithmetik eine Operation ausführen, so daß das Resultat in einem der Speicherregister den Wert $9,999999999 \times 10^{99}$ übersteigt, unterdrückt Ihr Rechner diese Operation und zeigt statt dessen Error an. Wenn Sie den Drucker Ihres HP-19C in der Betriebsart NORM oder TRACE verwenden, wird diese Fehlermeldung ebenfalls ausgedruckt. Sie können die Error-Anzeige durch Drücken einer beliebigen Taste löschen, ohne daß die dieser Taste zugeordnete Operation ausgeführt wird. In der Anzeige erscheint darauf der letzte Inhalt des **X**-Registers. Alle Speicherregister beinhalten die Werte, die vor Auftreten der fehlerverursachenden Operation dort standen. Wenn Sie beispielsweise $7,33 \times 10^{52}$ in das Speicherregister R₁ speichern und dann versuchen, diesen Wert mit 10^{50} zu multiplizieren, erhalten Sie als Anzeige **Error**:

Drücken Sie	Anzeige	
7.33 →	7.33	
EEX 52 →	7.33	52
STO 1 →	7.33	52
EEX 50 →	1.	50
STO \times 1 →	Error	

HP-19C Ausdruck

```
7.33+52 ST01
1.+50 ST×1
ERROR
```

Um die Fehlermeldung zu löschen und den letzten Inhalt des **X**-Registers wieder in die Anzeige zurückzurufen, genügt es, eine beliebige Taste zu drücken. Der vorherige Inhalt des Registers R₁ bleibt dabei erhalten.

Drücken Sie	Anzeige	
CLX →	1.00	50 Inhalt des X -Registers
RCL 1 →	7.33	52 Inhalt des Speicherregisters R ₁

HP-19C Ausdruck

```
RCL1
```


ABSCHNITT 5. FUNKTIONSTASTEN

Ihr HP-19C/HP-29C verfügt über eine Vielzahl festverdrahteter Funktionen, die nach Drücken der entsprechenden Funktionstaste sofort ausgeführt werden. Daneben können sämtliche Funktionen auch als Bestandteil eines gespeicherten Programms verwendet werden. Die Wirkungsweise ist dabei genau die gleiche wie bei der manuellen Verwendung über das Tastenfeld des Rechners.

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die verschiedenen Funktionen bei der manuellen Lösung von Rechenproblemen verwendet werden – d.h. mit dem PRGM-Schalter in Stellung RUN. Sie können Zeit und Druckpapier sparen, wenn Sie für das Kennenlernen der einzelnen Tastenfunktionen den Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung MAN schieben. Wünschen Sie dagegen einen Beleg sämtlicher Zwischen- und Endergebnisse, können Sie den Drucker in der Betriebsart TRACE verwenden. In den folgenden Beispielen wird, soweit nicht anders angegeben, der Drucker in der Betriebsart NORM verwendet.

Wenn Sie wollen, daß die Anzeige Ihres HP-29C bzw. die Anzeige und der Druckerstreifen Ihres HP-19C den hier angeführten Beispielen entspricht, dann:

HP-29C: Schieben Sie den PRGM -Schalter in Stellung RUN.

HP-19C: Schieben Sie den OFF -Schalter in Stellung RUN, den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM.

TASTEN FÜR DIE ABÄNDERUNG VON ZAHLEN

Ihr Rechner verfügt neben **CHS** über drei weitere Tasten zum Abändern gespeicherter Zahlen. Es sind die Tasten **ABS**, **INT** und **FRAC**, die vor allem als Bestandteil von Programmen von großem Wert sind.

ABSOLUTWERT

Manche Berechnungen benötigen den Absolutwert oder Betrag einer Zahl. Zur Berechnung des Absolutwertes der Zahl im Anzeigeregister **X** drücken Sie  **ABS** (Absolutbetrag). Um beispielsweise den Absolutwert von -3 zu berechnen:

Drücken Sie Anzeige

3 **CHS** → $-3.$

 **ABS** **PR X** → 3.00 $|-3|$

HP-19C Ausdruck

-3.00 **ABS**
3.00 *******

Zur Berechnung des Absolutwertes von $+3$:

Drücken Sie Anzeige

 **ABS** **PR X** → 3.00

$|+3|$

HP-19C Ausdruck

3.00 **ABS**

GANZZÄHLIGER ANTEIL EINER ZAHL

Um den ganzzahligen Anteil einer Zahl im **X**-Register zu bestimmen und anzuzeigen, drücken Sie  **INT** (integer = ganzzahlig). Um beispielsweise bei der Zahl 123,456 den Dezimalteil anzuschneiden:

Drücken Sie Anzeige

123.456 → 123.456

 **INT** **PR X** → 123.00

Es verbleibt nur der ganzzahlige Anteil

HP-19C Ausdruck

123.456 **INT**
123.00 *******

Wenn Sie  **INT** drücken, geht der Dezimalteil der Zahl verloren. Sie können allerdings die vollständige Zahl wieder aus dem Last X-Register zurückerufen.

DEZIMALTEIL EINER ZAHL

Um den ganzzahligen Teil einer Zahl abzuschneiden und nur den Dezimalteil zu erhalten, drücken Sie \boxed{f} $\boxed{\text{FRAC}}$ (gebrochener Anteil). Um beispielsweise nur den Dezimalteil der zuvor verwendeten Zahl zu erhalten:

Drücken Sie \boxed{f} $\boxed{\text{LAST } x}$ → Anzeige 123.46

\boxed{g} $\boxed{\text{FRAC}}$ → 0.46

$\boxed{\text{PR } x}$ → 0.46

Wenn Sie \boxed{g} $\boxed{\text{FRAC}}$ drücken, geht der ganzzahlige Anteil der Zahl verloren. Natürlich ist die vollständige Zahl in Last X verfügbar.

Ruft den ursprünglichen Wert der Zahl in das X-Register zurück. Es verbleibt nur der Dezimalteil der Zahl, der hier entsprechend dem Format $\boxed{\text{FIX}}$ 2 gerundet wird.

HP-19C Ausdruck

```

LSTX
FRC
0.46 ***

```

REZIPROKWERT

Wenn Sie den Reziprokwert der angezeigten Zahl im X-Register berechnen wollen, drücken Sie \boxed{g} $\boxed{1/x}$. Um beispielsweise den Reziprokwert von 25 zu berechnen:

Drücken Sie 25 \boxed{g} $\boxed{1/x}$ → Anzeige 0.04

$\boxed{\text{PR } x}$ → 0.04

HP-19C Ausdruck

```

25.00 1/X
0.04 ***

```

Sie können ebenso den Reziprokwert des Ergebnisses einer vorangegangenen Rechnung berechnen, ohne diesen Wert erneut einzugeben.

Beispiel: In einer elektrischen Schaltung sind vier Widerstände parallel geschaltet. Die Widerstände haben die Werte 220 Ohm, 560 Ohm, 1,2 Kiloohm und 5 Kiloohm. Berechnen Sie den Gesamtwiderstand.

$$R_{\text{GES}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{220} + \frac{1}{560} + \frac{1}{1200} + \frac{1}{5000}}$$

Drücken Sie 220 \boxed{g} $\boxed{1/x}$ → Anzeige 4.55

−03

560 \boxed{g} $\boxed{1/x}$ → 1.79

−03

$\boxed{+}$ → 0.01

1200 \boxed{g} $\boxed{1/x}$ → 8.33

−04

$\boxed{+}$ → 0.01

5000 \boxed{g} $\boxed{1/x}$ → 2.00

−04

$\boxed{+}$ → 0.01

\boxed{g} $\boxed{1/x}$ → 135.79

Summe der Reziprokwerte
Reziprokwert der Summe
Ergebnis in Ohm

$\boxed{\text{PR } x}$ → 135.79

HP-19C Ausdruck

```

220.00 1/X
560.00 1/X
+
1200.00 1/X
+
5000.00 1/X
+
135.79 ***

```

QUADRATWURZEL

Wollen Sie die Quadratwurzel einer Zahl im Anzeigeregister X berechnen, drücken Sie \boxed{f} $\boxed{\sqrt{x}}$. Um beispielsweise die Quadratwurzel von 16 zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**
 16 **f** **[√x]** → 4.00
PR **x** → 4.00

Um die Quadratwurzel des Ergebnisses zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**
f **[√x]** → 2.00
PR **x** → 2.00

HP-19C Ausdruck

```

16.00  √x
 4.00  ***
    
```

HP-19C Ausdruck

```

                √x
 2.00  ***
    
```

QUADRAT EINER ZAHL

Um das Quadrat einer Zahl im Anzeigeregister **X** zu berechnen, drücken Sie **[G]** **[x²]**. Um zum Beispiel das Quadrat von 45 zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**
 45 **[G]** **[x²]** → 2025.00
PR **x** → 2025.00

HP-19C Ausdruck

```

45.00  x²
2025.00 ***
    
```

Um das Resultat wiederum zu quadrieren:

Drücken Sie **Anzeige**
[G] **[x²]** → 4100625.00
PR **x** → 4100625.00

HP-19C Ausdruck

```

                x²
4100625.00 ***
    
```

VERWENDUNG DER KREISZAHL PI (π)

Der Wert der Kreiskonstante π ist im Innern des Rechners auf 10 Stellen genau fest gespeichert ($\pi = 3,141592654$). Wenn Sie diesen Wert im Rahmen einer Rechnung benötigen, können Sie ihn mit **[G]** **[π]** in das **X**-Register speichern. Um beispielsweise 3π zu berechnen:

Drücken Sie **Anzeige**
 3 **[G]** **[π]** **[x]** → 9.42
PR **x** → 9.42

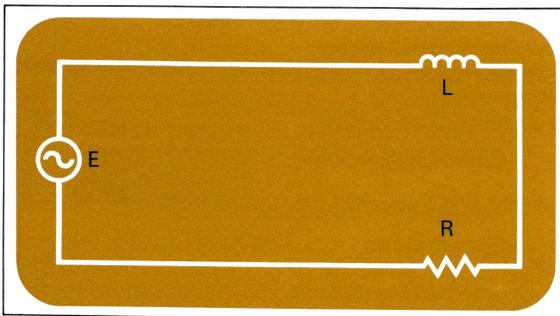
HP-19C Ausdruck

```

3.00  Pi
      x
 9.42  ***
    
```

Beispiel: In der folgenden Schaltung gilt: $X_L = 12$ Kiloohm, $R = 7$ Kiloohm, $E = 120$ Volt und $f = 60$ Hz. Berechnen Sie die Induktivität der Spule nach der Formel:

$$L = \frac{X_L}{2\pi f}$$



$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{12000}{2 \times \pi \times 60} \quad (\text{Ergebnis in Henry})$$

Drücken Sie	Anzeige	
12 EE X 3 →	12.	03
ENTER +	12000.00	
2 ÷ →	6000.00	
g f ÷ →	1909.86	
60 ÷ →	31.83	
PR x →	31.83	

Henry (Ergebnis)

HP-19C Ausdruck

```

12.+03 ENT↑
  2.00 ÷
                P;
                ÷
60.00 ÷
 31.83 ***
  
```

PROZENT

Die Taste **%** ist eine Funktion von zwei Variablen. Wenn Sie berechnen wollen, wie groß ein gegebener Prozentsatz einer Zahl ist:

1. Tasten Sie die Grundzahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER**+
3. Tasten Sie die Prozentzahl (%) ein.
4. Drücken Sie die Präfixtaste **g**.
5. Drücken Sie **%**.

Um beispielsweise zu berechnen, wieviel 6,5% Mindermengenzuschlag auf einen Warenwert von 1500 DM ausmachen:

Drücken Sie	Anzeige	
1500 ENTER +	1500.00	Grundzahl
6.5 →	6.5	Prozentzahl
g % →	97.50	Ergebnis in DM
PR x →	97.50	

HP-19C Ausdruck

```

1500.00 ENT↑
  6.50 %
 97.50 ***
  
```

6,5% von 1500 DM sind demnach 97,50 DM.

Wenn Sie wie im obigen Beispiel **%** drücken, wird die Prozentzahl im **X**-Register vom Ergebnis überschrieben, während die Grundzahl im **Y**-Register erhalten bleibt.

$$\text{Verwendete Formel: } \% = \frac{x \cdot y}{100}$$

Beim Drücken von **%** ändern sich die Inhalte der Stack-Register wie folgt:

Vorher	Nachher
T 0.00	T 0.00
Z 0.00	Z 0.00
Y 1500.00	Y 1500.00
X 6.5 ← Anzeige	X 97.50 ← Anzeige

Die überschriebene Prozentzahl (hier 6,5) kann aus dem Last X-Register zurückgerufen werden.

Da jetzt der Warenwert im **Y**- und der Zuschlag im **X**-Register steht, kann der Gesamtbetrag auf einfache Weise berechnet werden:

Drücken Sie	Anzeige	
+ →	1597.50	Gesamtpreis in DM
PR x →	1597.50	

HP-19C Ausdruck

```

                +
1597.50 ***
  
```

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Ihr Rechner verfügt über sechs trigonometrische Funktionen. Die Winkelargumente können wahlweise in Altgrad, Neugrad oder im Bogenmaß ausgedrückt werden. Der Rechner kann dezimale Grad unmittelbar in die Form, Grad, Minuten und Sekunden umwandeln und umgekehrt. Außerdem lassen sich Winkel, ob im Alt-, Neugrad oder Bogenmaß, addieren oder subtrahieren.

TRIGONOMETRISCHER WINKEL-MODUS

Die Winkelargumente für die trigonometrischen Funktionen können Sie wahlweise in Grad, Rad (Bogenmaß) oder Neugrad eingeben. Wollen Sie den Winkel-Modus Grad wählen, ist vor Verwendung einer trigonometrischen Funktion \boxed{g} \boxed{DEG} zu drücken. Mit \boxed{g} \boxed{RAD} können Sie auf Bogenmaß umschalten. Den Winkel-Modus Neugrad (Gon) erhalten Sie, indem Sie \boxed{g} \boxed{GRD} drücken.

Anmerkung: 360 Grad (Altgrad) = 400 Neugrad (Gon) = 2π Rad.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Der Rechner verfügt über die folgenden 6 trigonometrischen Funktionen:

\boxed{f} $\boxed{\sin}$	Sinus
\boxed{g} $\boxed{\sin^{-1}}$	Arkussinus
\boxed{f} $\boxed{\cos}$	Kosinus
\boxed{g} $\boxed{\cos^{-1}}$	Arkuskosinus
\boxed{f} $\boxed{\tan}$	Tangens
\boxed{g} $\boxed{\tan^{-1}}$	Arkustangens

Alle diese trigonometrischen Funktionen erwarten, daß die Winkelargumente in Abhängigkeit vom gewählten Winkel-Modus entweder in dezimalen Grad, Neugrad oder im Bogenmaß gegeben sind.

Sämtliche trigonometrischen Funktionen sind Funktionen einer Variablen, d.h. es wird lediglich der Zahlenwert eingetastet und anschließend die entsprechende(n) Funktionstaste(n) gedrückt.

Beispiel 1: Berechnen Sie den Kosinus von 35° .

Drücken Sie \boxed{g} \boxed{DEG} → Anzeige 0.00

Wahl des Winkel-Modus «DEG» (in der Anzeige befindet sich das Resultat des letzten Beispiels)

HP-19C Ausdruck

```

          DEG
35.00   COS
          0.82 ***
    
```

35 → 35.00
 \boxed{f} $\boxed{\cos}$ → 0.82
 \boxed{PR} \boxed{x} → 0.82

Beispiel 2: Berechnen Sie den Arkussinus von 0,964 im Bogenmaß.

Drücken Sie \boxed{g} \boxed{RAD} → Anzeige 0.82

Wahl des Winkel-Modus «RAD» (Resultate stammen noch vom letzten Beispiel)

HP-19C Ausdruck

```

          RAD
0.964   SIN-1
          1.30 ***
    
```

.964 → .964
 \boxed{g} $\boxed{\sin^{-1}}$ → 1.30
 \boxed{PR} \boxed{x} → 1.30

Winkel im Bogenmaß (Rad)

Beispiel 3: Berechnen Sie den Tangens von 43,66 Neugrad.

Drücken Sie \boxed{g} \boxed{GRD} → Anzeige 1.30

Wahl des Winkel-Modus «Neugrad» (Resultate stammen noch vom letzten Beispiel)

HP-19C Ausdruck

```

          GRAD
43.66   TAN
          0.82 ***
    
```

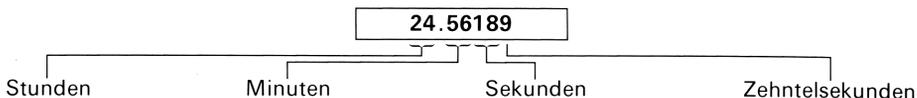
43.66 → 43.66
 \boxed{f} $\boxed{\tan}$ → 0.82
 \boxed{PR} \boxed{x} → 0.82

Neugrad

STUNDEN, MINUTEN, SEKUNDEN

Sie können mit dem HP-19C/HP-29C in dezimaler Form gegebene Stunden jederzeit mit Hilfe der Taste $\boxed{\rightarrow\text{HMS}}$ in die Form «Stunden, Minuten und Sekunden» umwandeln; ebenso können Sie in der Form «Stunden, Minuten und Sekunden» gegebene Zeiten mit der Taste $\boxed{\rightarrow\text{H}}$ in dezimale Stunden umwandeln.

Wenn eine Zeit in der Form Stunden, Minuten, Sekunden angezeigt oder gedruckt wird, geben die Ziffern links vom Dezimalpunkt die Stunden an. Rechts vom Dezimalpunkt folgen zweistellig die Ziffern für die Minuten, Sekunden und Bruchteile von Sekunden.



Zur Umwandlung dezimaler Stunden in Stunden, Minuten und Sekunden tasten Sie die Dezimalzahl für die Stunden ein und drücken Sie $\boxed{\text{f}} \boxed{\rightarrow\text{HMS}}$. Um beispielsweise 21,57 Stunden in Stunden, Minuten und Sekunden umzuwandeln:

Drücken Sie **Anzeige**

21.57 \rightarrow 21.57
 $\boxed{\text{f}} \boxed{\text{FIX}} 4 \rightarrow$ 21.5700

Dezimale Stunden
 Umstellung der Anzeige auf
 $\boxed{\text{FIX}} 4$.

HP-19C Ausdruck

```
21.57 FIX4
      HMS
21.3412 ***
```

$\boxed{\text{f}} \boxed{\rightarrow\text{HMS}} \rightarrow$ 21.3412

Das Resultat bedeutet 21 Stunden, 34 Minuten, 12 Sekunden

$\boxed{\text{PR}} \boxed{\text{x}} \rightarrow$ 21.3412

Beachten Sie, daß das Anzeigeformat nicht automatisch umgeschaltet wird; wenn Sie auch die Sekunden anzeigen bzw. drucken möchten, müssen Sie als Anzeigeformat $\boxed{\text{FIX}} 4$ wählen.

Um umgekehrt in der Form Stunden, Minuten und Sekunden gegebene Zeiten in dezimale Stunden umzuwandeln, tasten Sie im entsprechenden Format Stunden, Minuten und Sekunden ein und drücken Sie $\boxed{\text{g}} \boxed{\rightarrow\text{H}}$. Um zum Beispiel 132 Stunden, 43 Minuten und 29,33 Sekunden in den entsprechenden dezimalen Wert umzuwandeln:

Drücken Sie **Anzeige**

132.432933 \rightarrow 132.432933

Dies bedeutet 132 Stunden, 43 Minuten und 29,33 Sekunden

HP-19C Ausdruck

```
132.432933 →H
132.7248 ***
```

$\boxed{\text{g}} \boxed{\rightarrow\text{H}} \rightarrow$ 132.7248

132,7248 Stunden
 (Das Format $\boxed{\text{FIX}} 4$ wurde im letzten Beispiel gewählt)

$\boxed{\text{PR}} \boxed{\text{x}} \rightarrow$ 132.7248

Mit Hilfe der Tastenfunktionen $\boxed{\rightarrow\text{HMS}}$ und $\boxed{\rightarrow\text{H}}$ können Sie auch Winkel von dezimalen Grad in die Form Grad, Minuten und Sekunden umwandeln und umgekehrt. Dabei geben Sie die Werte im gleichen Format ein wie im Fall der Umwandlung von Zeiten.

Beispiel: Wandeln Sie 42,57 Grad in Grad, Minuten und Sekunden um.

Drücken Sie **Anzeige**

42.57 \rightarrow 42.57
 $\boxed{\text{f}} \boxed{\rightarrow\text{HMS}} \rightarrow$ 42.3412

Dezimale Winkelgrad
 Dies bedeutet $42^\circ 34' 12''$
 (Als Anzeigeformat ist – noch vom letzten Beispiel – $\boxed{\text{FIX}} 4$ gewählt)

HP-19C Ausdruck

```
42.5700 →HMS
42.3412 ***
```

$\boxed{\text{PR}} \boxed{\text{x}} \rightarrow$ 42.3412

Beispiel: Wandeln Sie 38° 8' 56,7'' in die entsprechende dezimale Form um:

Drücken Sie Anzeige
 38.08567 → **38.08567**
  → **38.1491**

Bedeutet 38° 8' 56,7''
 Ergebnis in dezimalen Grad
 (Anzeigeformat  4 vom
 letzten Beispiel)

HP-19C Ausdruck

```

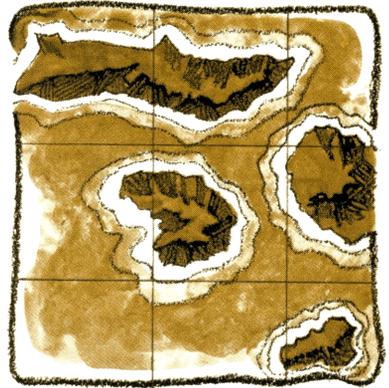
38.08567 →H
38.1491 ***
FIX2
    
```

 → **38.1491**
  2 → **38.15**

Umstellung der Anzeige auf
 2

Diese Umformungen sind insoweit von Bedeutung, als die trigonometrischen Funktionen Ihres HP-19C/HP-29C wohl das Argument in dezimalen Grad annehmen, nicht dagegen in der Form Grad, Minuten und Sekunden. Falls die Winkel in dieser Form gegeben sind, müssen sie zuerst mittels  in dezimale Grad umgewandelt werden.

Beispiel: Ein Segelschiff startet seine Reise bei der Insel Tristan da Cunha (37° 03' S, 12° 18' W) und soll bei günstigen Winden auf dem kürzesten Weg nach der Insel St. Helena (15° 55' S, 5° 43' W) gesteuert werden. Berechnen Sie die Großkreisentfernung zwischen Start- und Zielpunkt der Reise.



$$\text{Großkreisentfernung} = \cos^{-1} [\sin (\text{LAT}_s) \sin (\text{LAT}_d) + \cos (\text{LAT}_s) \cos (\text{LAT}_d) \cos (\text{LNG}_d - \text{LNG}_s)] \times 60 \text{ (in nautischen Meilen).}$$

Dabei sind LAT_s und LNG_s die geographische Breite und Länge des Startortes und LAT_d und LNG_d die Breite und Länge des Zielortes.

Lösung: Alle Winkel, die in der Form Grad, Minuten und Sekunden eingegeben werden, sind in die Form dezimale Grad umzuwandeln. Dann können die einzelnen Funktionswerte berechnet werden. Es ist der folgende Ausdruck zu berechnen:

$$\text{Entfernung} = \cos^{-1} [\sin (37^\circ 03') \sin (15^\circ 55') + \cos (37^\circ 03') \cos (15^\circ 55') \cos (5^\circ 43' \text{ W} - 12^\circ 18' \text{ W})] \times 60$$

Drücken Sie Anzeige
  → **0.00**

Wahl des Winkel-Modus Grad (es wird angenommen, daß keine Resultate vorausgegangener Rechnungen im Stack stehen)

HP-19C Ausdruck

```

DEG
5.43 →H
12.18 →H
-
COS
15.55 →H
STO1
COS
x
    
```

5.43 → **5.43**
  → **5.72**
 12.18 → **12.18**
   → **-6.58**
  → **0.99**
 15.55 → **15.55**
  → **15.92**
 1 → **15.92**
  → **0.96**
 → **0.96**

70 Funktionstasten

37.03 **g** **→H** → 37.05
STO 0 → 37.05
f **cos** → 0.80
x → 0.76
RCL 0 **f** **sin** → 0.60
RCL 1 **f** **sin** → 0.27
x → 0.17
+ → 0.93
g **cos⁻¹** → 21.92
 60 **x** → 1315.41

PR **x** → 1315.41

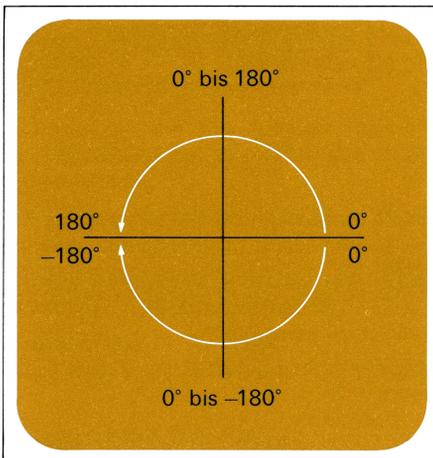
Entfernung in Seemeilen
(nautische Meile =
1,852 km)

```

37.03 →H
STO0
COS
x
RCL0
SIN
RCL1
SIN
x
+
COS-1
60.00 x
1315.41 ***
  
```

KOORDINATENTRANSFORMATIONEN

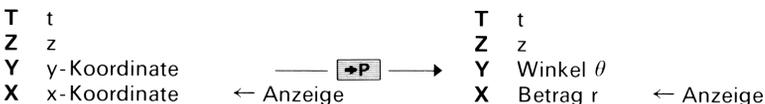
Es stehen zwei Funktionen **→P** und **→R** für die Umwandlung zwischen Polarkoordinaten und rechtwinkligen Koordinaten zur Verfügung. Der Winkel θ ist in Abhängigkeit von der Wahl des Winkel-Modus (mit **DEG**, **RAD** oder **GRD**) entweder in dezimalen Grad, Neugrad oder im Bogenmaß anzugeben. Der HP-19C/HP-29C stellt den Winkel θ wie folgt dar:



Um die rechtwinkligen (x,y) -Koordinaten (die in den entsprechenden Registern **X** und **Y** stehen müssen) in die Polarkoordinaten (r,θ) umzuwandeln:

1. Tasten Sie die y -Koordinate ein.
2. Drücken Sie **ENTER+**, um diesen Wert in das **Y**-Register zu schieben.
3. Tasten Sie die x -Koordinate ein.
4. Drücken Sie die Tasten **g** **→P** (rechtwinklig nach polar). Im **X**-Register steht dann der Betrag r und im **Y**-Register der Winkel θ ; zur Anzeige von θ können Sie **x:y** drücken.

Das folgende Diagramm veranschaulicht die Vorgänge im Stack beim Drücken von **→P**:



Um umgekehrt die Polarkoordinaten (r, θ) in rechtwinklige Koordinaten (x, y) umzuwandeln:

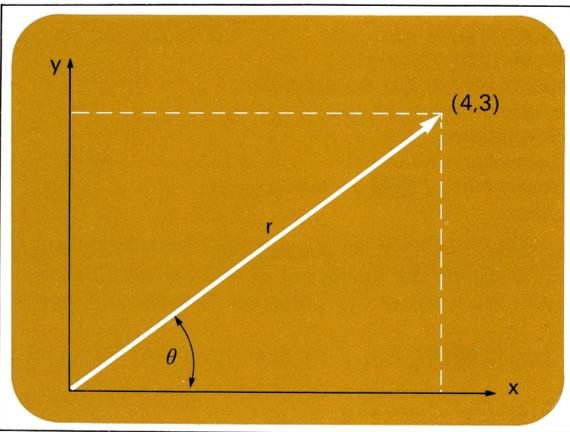
1. Tasten Sie den Wert für den Winkel θ ein.
2. Drücken Sie **ENTER**, um θ in das Y-Register zu schieben.
3. Tasten Sie den Betrag r ein.
4. Drücken Sie die Tasten **f** **→R** (polar nach rechtwinklig). Die x-Koordinate steht dann im X-Register (Anzeige) und die y-Koordinate entsprechend im Y-Register; zur Anzeige von y können Sie **x↔y** verwenden.

Die Abbildung zeigt wieder die Vorgänge im Stack beim Drücken von **→R**:



Nach dem Drücken von **→P** bzw. **→R** können Sie mit **x↔y** den berechneten Winkel θ oder die y-Koordinate in die Anzeige bringen.

Beispiel 1: Wandeln Sie die rechtwinkligen Koordinaten (4,3) in Polarkoordinaten um, wobei der Winkel im Bogenmaß auszudrücken ist.



Drücken Sie Anzeige

f **RAD** → 0.00

Wahl des Winkel-Modus RAD.
(Es wird angenommen, daß keine Resultate vorangegangener Rechnungen in der Anzeige stehen.)
y-Koordinate steht jetzt in Y
x-Koordinate steht in X
Betrag r

3 **ENTER** → 3.00

4 → 4.

f **→P** → 5.00

PR x → 5.00

x↔y → 0.64

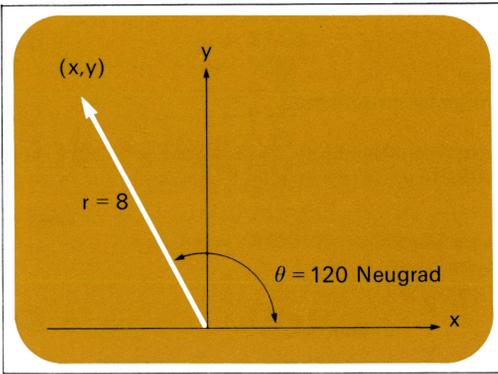
PR x → 0.64

θ im Bogenmaß (RAD)

HP-19C Ausdruck

	RAD
3.00	ENT↑
4.00	→P
5.00	***
	x↔y
0.64	***

Beispiel 2: Wandeln Sie die Polarkoordinaten (8, 120 Neugrad) in rechtwinklige Koordinaten (x, y) um:

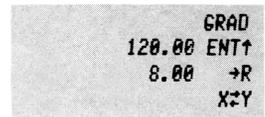


Drücken Sie **GRD** → Anzeige **0.64**



Wahl des Winkel-Modus GRD «Neugrad». (Beachten Sie, daß das Ergebnis der letzten Rechnung nicht gelöscht werden muß.)

HP-19C Ausdruck



120 **ENTER↑** → **120.00**

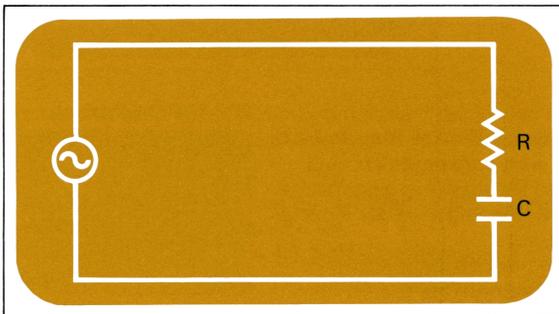
8 → **8.**

Winkel θ steht jetzt in **Y**
Betrag r wird in das angezeigte Register getastet
x-Koordinate
y-Koordinate (kann auf Wunsch mittels **X↔Y** angezeigt werden)

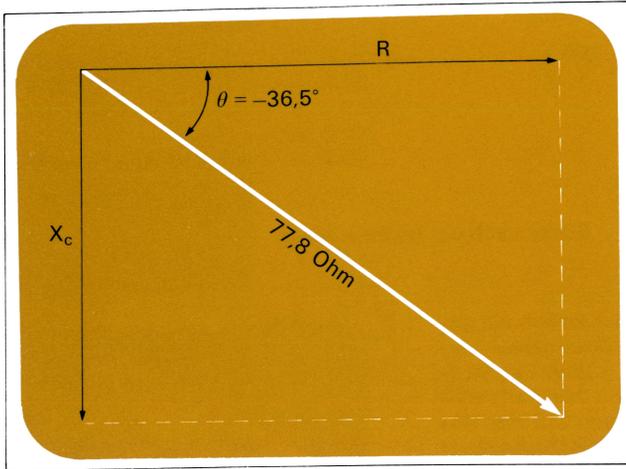
f **→R** → **-2.47**

X↔Y → **7.61**

Beispiel 3: Messungen haben ergeben, daß in dem abgebildeten RC-Schaltkreis die Gesamtimpedanz 77,8 Ohm beträgt, während die Spannung gegenüber dem Strom um eine Phasendifferenz von $36,5^\circ$ voreilt. Wie groß ist der Ohmsche Widerstand R und der kapazitive Widerstand X_c ?



Lösungsweg: Aus dem Vektordiagramm (Abbildung) ergibt sich, daß 77,8 Ohm (als Betrag) und $-36,5^\circ$ (als Winkel θ) die Polarkoordinaten eines Vektors sind, der sich in rechtwinkligen Koordinaten als (R, X_c) darstellen läßt.

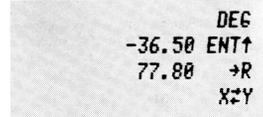


Lösung :

Drücken Sie **DEG** → Anzeige **7.61**

Wahl des Winkel-Modus «Altgrad». (Beachten Sie, daß auch hier das Ergebnis der vorangegangenen Rechnung nicht gelöscht werden muß.)

HP-19C Ausdruck



36.5 **CHS** → -36.5
ENTER↑ → -36.50
 77.8 → 77.8
f **→R** → 62.54
x↔y → -46.28

Widerstand R in Ohm
 Kapazitiver Widerstand X_c in Ohm

LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

LOGARITHMEN

Der HP-19C/HP-29C berechnet sowohl den natürlichen als auch den dekadischen Logarithmus. Außerdem berechnet er die entsprechenden Umkehrfunktionen (Exponentialfunktionen):

- f** **ln** In = log_e (natürlicher Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im X-Register zur Basis e (2,718...).
- g** **e^x** (natürliche Exponentialfunktion); berechnet e^x, wobei e die Euler'sche Zahl (2,718...) und x der Wert in X ist.
- f** **log** (dekadischer Logarithmus); berechnet den Logarithmus der Zahl im X-Register zur Basis 10.
- g** **10^x** (Exponentialfunktion zur Basis 10); berechnet 10^x, wobei x der Inhalt des X-Registers ist.

Beispiel 1: Das bekannte Erdbeben von San Francisco im Jahre 1906, das nach der Richter-Skala eine Stärke von 8,25 hatte, soll 105mal die Intensität des Bebens in Nicaragua im Jahre 1972 gehabt haben. Wie stark war demnach das Nicaragua-Beben nach der Richter-Skala?

Die zu verwendende Gleichung lautet:

$$R_1 = R_2 - \log \frac{M_2}{M_1} = 8,25 \left(\log \frac{105}{1} \right)$$

Lösung:

Drücken Sie	Anzeige
8.25 ENTER ↑	→ 8.25
105 f log	→ 2.02
=	→ 6.23
PR x	→ 6.23

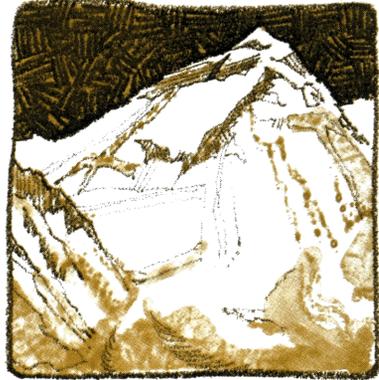
Stärke nach der Richter-Skala

HP-19C Ausdruck

```

8.25 ENT↑
105.00 LOG
-
6.23 ***
  
```

Beispiel 2: Angenommen, Sie wollen ein gewöhnliches Barometer als Höhenmesser verwenden. Nachdem Sie den Luftdruck in Meereshöhe gemessen haben (1013 Millibar), steigen Sie bis zu einer Anzeige von 319 mb. Wie hoch sind Sie? Obwohl der exakte Zusammenhang zwischen Luftdruck und Höhe eine von vielen Parametern abhängige Funktion ist, kann man den Zusammenhang in vernünftiger Näherung durch folgende einfache Beziehung angeben:



$$\text{Höhe (Meter)} = 7620 \ln \frac{1013}{\text{Luftdruck (mb)}} = 7620 \ln \frac{1013}{319}$$

Lösung:

Drücken Sie	Anzeige
7620 ENTER ↑	→ 7620.00
1013 ENTER ↑	→ 1013.00
319	→ 319.
=	→ 3.18
f ln	→ 1.16
x	→ 8804.76
PR x	→ 8804.76

Höhe in Meter

HP-19C Ausdruck

```

7620.00 ENT↑
1013.00 ENT↑
319.00 ÷
LN
x
8804.76 ***
  
```

Offensichtlich befinden Sie sich auf dem Mt. Everest!

EXPONENTIALFUNKTION **y^x**

Die Taste **y^x** wird zur Berechnung beliebiger Potenzen verwendet. Sie können jede reelle Zahl, soweit sie positiv ist, in eine beliebige reelle Potenz erheben, d.h. die Potenz muß keinesfalls ganzzahlig oder positiv sein. Darüber hinaus können Sie – solange der Wertebereich des Rechners nicht überschritten wird – jede ganzzahlige Potenz einer beliebigen negativen reellen Zahl berechnen.

Um beispielsweise 2^9 ($2 \times 2 \times 2$) zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
2 ENTER ↑ 9	→ 9.
f y^x	→ 512.00
PR x	→ 512.00

HP-19C Ausdruck

```

2.00 ENT↑
9.00 Yx
512.00 ***
  
```

Um $8^{-1.2567}$ zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
8 ENTER+	8.00
1.2567 CHS	-1.2567
f y^x	0.07
PR x	0.07

HP-19C Ausdruck

8.00	ENT↑
-1.2567	Y ^x
0.07	***

Um $(-2,5)^5$ zu berechnen:

Drücken Sie	Anzeige
2.5 CHS	-2.5
ENTER+	-2.50
5 f y^x	-97.66
PR x	-97.66

HP-19C Ausdruck

-2.50	ENT↑
5.00	Y ^x
-97.66	***

In Verbindung mit **y^x** können mit **y^x** beliebige Wurzeln gezogen werden. Berechnen Sie beispielsweise die Kubikwurzel von 5 ($\sqrt[3]{5} = 5^{1/3}$).

Drücken Sie	Anzeige	
5 ENTER+	5.00	
3 g y^x	0.33	Reziprokwert von 3
f y^x	1.71	Kubikwurzel von 5
PR x	1.71	

HP-19C Ausdruck

5.00	ENT↑
3.00	1/Y
	Y ^x
1.71	***

Beispiel: Der Pilot eines Flugzeugs liest eine Druckhöhe von 25 500 Fuß (Flugfläche 255) und eine berichtigte Eigengeschwindigkeit (CAS) von 350 Knoten (= nautische Meilen pro Stunde) ab. Welcher Machzahl

$$M = \frac{\text{Fluggeschwindigkeit}}{\text{Schallgeschwindigkeit}}$$

entspricht das, wenn die folgende Beziehung gilt:



$$M = \sqrt[5]{\left(\left[\left(\left(1 + 0,2 \left[\frac{350}{661,5} \right]^2 \right)^{3,5} - 1 \right) \times \left[1 - (6,875 \times 10^{-6}) \times 25500 \right]^{-5,2656} \right) + 1 \right)^{0,286} - 1 }$$

Methode: Zweckmäßigerweise beginnt man die Berechnung dieses Ausdrucks innerhalb der innersten Klammer. Lösen Sie also zuerst

$\left(\frac{350}{661,5} \right)^2$ und «arbeiten» Sie sich dann nach außen vor.

Drücken Sie	Anzeige	
350 ENTER+	350.00	
661.5 ÷	0.53	
g x²	0.28	Quadrat der Klammer
.2 x 1 +	1.06	

HP-19C Ausdruck

350.00	ENT↑
661.50	÷
	X ²
0.20	x
1.00	+

3.5 **f** **y^x** 1 **=** → 0.21

1 **ENTER** → 1.00
 6.875 **EE** → 6.875 00
CHS 6 **ENTER** → 6.88 -06
 25500 **X** **=** → 0.82
 5.2656 **CHS** → -5.2656

f **y^x** → 2.76
X 1 **+** → 1.58
 .286 **f** **y^x** → 1.14
 1 **=** → 0.14
 5 **X** **f** **√^x** → 0.84
PR **X** → 0.84

Die linken Klammern sind damit berechnet

Die rechten Klammern sind jetzt berechnet; die Zwischenergebnisse werden automatisch im Stack geführt.

Machzahl
(Ergebnis)

3.50	y ^x
1.00	-
1.00	ENT↑
6.875-06	ENT↑
25500.00	x
	-
-5.2656	y ^x
	x
1.00	+
0.286	y ^x
1.00	-
5.00	x
	√ ^x
0.84	***

Wenn Sie so komplexe Ausdrücke wie den voranstehenden, der immerhin sechsfach geklammert ist, berechnen, erkennen Sie die besonderen Vorzüge des Hewlett-Packard Logik-Systems. Da Sie zu jedem Zeitpunkt nur jeweils einen Rechenschritt ausführen, gehen Sie bei der Lösung der Aufgabe nicht «verloren». Außerdem werden Ihnen automatisch alle Zwischenresultate angezeigt. Sie können so den Rechengang verfolgen und auf die Richtigkeit des Ergebnisses vertrauen.

STATISTIKFUNKTIONEN

SUMMATIONEN

Wenn Sie die Taste **Σ+** drücken, werden gleichzeitig mehrere Summen und Produkte der Inhalte im **X**- und **Y**-Register berechnet. Um diese Funktionen für die verschiedenen statistischen Funktionen verfügbar zu halten, werden sie automatisch in die Speicherregister R.₀ bis R.₅ geschrieben. Die einzige Situation, in der Daten in den Speicherregistern automatisch aufaddiert werden, ist im Zusammenhang mit der Taste **Σ+** (oder **Σ-**). Bevor Sie mit Summationen beginnen, die mit der Taste **Σ+** durchgeführt werden, sollten Sie mit Hilfe von **f** **CLEAR** **Σ** die verwendeten Speicherregister R.₀ bis R.₅ löschen.

Wenn Sie eine Zahl in das Anzeigeregister **X** eintasten und **Σ+** drücken, geschieht im einzelnen folgendes:

1. Die eingetastete Zahl wird zu dem Inhalt im Register R.₁ addiert ($\Sigma x \rightarrow R_1$).
2. Das Quadrat der in das **X**-Register eingegebenen Zahl wird zu dem Inhalt im Register R.₂ addiert ($\Sigma x^2 \rightarrow R_2$).
3. Die Zahl im **Y**-Register des Stacks wird zu dem Inhalt des Registers R.₃ addiert ($\Sigma y \rightarrow R_3$).
4. Das Quadrat der Zahl im **Y**-Register des Stacks wird zu dem Inhalt des Registers R.₄ addiert ($\Sigma y^2 \rightarrow R_4$).
5. Die Zahl im **X**-Register wird mit der im **Y**-Register multipliziert und das Produkt zu dem Inhalt im Register R.₅ addiert ($\Sigma xy \rightarrow R_5$).
6. Der Inhalt von Register R.₀ wird um eines erhöht und diese Zahl dann in das Anzeigeregister **X** kopiert. Der Stack wird dabei nicht angehoben ($n \rightarrow R_0$).

Der letzte y-Wert verbleibt nach wie vor im **Y**-Register; der letzte x-Wert ist im Last X-Register verfügbar.

Mit jedem Drücken der Taste **Σ+** werden die verschiedenen Summen auf den jeweils neuesten Stand gebracht. Nachfolgend ist angegeben, wie sich der Inhalt des Stacks und der Speicherregister beim Drücken von **Σ+** ändert:

Vorher

T	t		R.0
Z	z		R.1
Y	y		R.2
X	x		R.3
			R.4
			R.5

Last X

Nachher

T	t	n	R.0
Z	z	Σx	R.1
Y	y	Σx ²	R.2
X	n	Σy	R.3
		Σy ²	R.4
		Σxy	R.5

Last X

Bevor Sie unter Verwendung von **Σ+** mit Summationen beginnen, überzeugen Sie sich davon, daß die Inhalte der Primär-Speicherregister R.0 bis R.5 gelöscht sind (Tastenfolge **f CLEAR Σ**).

Anmerkung: Im Gegensatz zur Speicherregister-Arithmetik kann die **Σ+**-Funktion zu einem Speicherüberlauf (d.h. Zahlen größer als $9,999999999 \times 10^{99}$) in den Registern R.0 bis R.5 führen, ohne daß in der Anzeige oder auf dem Druckerstreifen die Fehlermeldung **Error** erfolgt.

Wenn Sie in den weiteren Rechnungen lediglich die Summen der x- und y-Werte (Σx und Σy) verwenden wollen, können Sie **RCL** und anschließend **Σ+** drücken. Damit wird die Summe der x-Werte in das angezeigte **X**-Register und die Summe der y-Werte in das **Y**-Register zurückgerufen, wo sie deren vorherige Inhalte überschreiben. Der Stack wird dabei nicht angehoben. (Diese Möglichkeit ist besonders für Vektorrechnungen von großem Nutzen, ein Beispiel dazu finden Sie auf Seite 83.)

Wenn Sie eine der genannten Summen in einer Rechnung verwenden oder anzeigen wollen, brauchen Sie nur den entsprechenden Wert aus dem Speicherregister in die Anzeige zurückrufen. Dazu drücken Sie **RCL** **▢** und dann eine der Zifferntasten **0** bis **5**. In diesem Fall, oder wenn Sie eine neue Zahl in das **X**-Register eintasten, wird der Wert in **X** (n) überschrieben, ohne daß der Stack angehoben wird.

Beispiel: Berechnen Sie Σx, Σx², Σy, Σy² sowie Σxy für die nachstehenden Wertepaare (x,y).

y	7	5	9
x	5	3	8

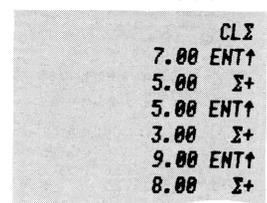
Drücken Sie **f CLEAR Σ** **→** **Anzeige** **0.00**

- 7 **ENTER↑** → 7.00
- 5 **Σ+** → 1.00
- 5 **ENTER↑** → 5.00
- 3 **Σ+** → 2.00
- 9 **ENTER↑** → 9.00
- 8 **Σ+** → 3.00

Damit werden die Speicherregister R.0 bis R.5 mit Null belegt. (Es wird angenommen, daß keine Resultate vorangegangener Rechnungen in der Anzeige stehen.)

- 1. Wertepaar n = 1
- 2. Wertepaar n = 2
- 3. Wertepaar n = 3

HP-19C Ausdruck



RCL	1	→	16.00
RCL	2	→	98.00
RCL	3	→	21.00
RCL	4	→	155.00
RCL	5	→	122.00
RCL	0	→	3.00

Summe der x-Werte aus R.₁
 Summe der x²-Werte aus R.₂
 Summe der y-Werte aus R.₃
 Summe der y²-Werte aus R.₄
 Summe der Produkte xy aus R.₅
 Anzahl der Eingaben aus R.₀

RC.1
RC.2
RC.3
RC.4
RC.5
RC.0

AUFLISTEN DER MIT $\Sigma+$ GEBILDETEN SUMMEN (HP-19C)

Wenn Sie \mathbf{f} $\mathbf{PRT \Sigma}$ drücken, erstellt der Drucker selbständig eine Liste der Inhalte aller Summationsregister R.₀ bis R.₅. Dabei werden die einzelnen Zahlenwerte durch das entsprechende Summensymbol gekennzeichnet.

Wenn Sie die Daten aus dem letzten Beispiel mit $\mathbf{\Sigma+}$ aufsummiert und die Werte noch im Rechner stehen haben, können Sie die verschiedenen gebildeten Summen jetzt mit dem Drucker auflisten:

Drücken Sie \mathbf{f} $\mathbf{PRT \Sigma}$ → Anzeige 3.00

HP-19C Ausdruck

PRT Σ	
3.00	N
16.00	ΣX
98.00	ΣX^2
21.00	ΣY
155.00	ΣY^2
122.00	ΣXY

MITTELWERT

Sie können den Mittelwert (das arithmetische Mittel) der mit $\mathbf{\Sigma+}$ eingegebenen Daten berechnen, indem Sie \mathbf{f} $\mathbf{\bar{x}}$ drücken. Der Mittelwert wird mit den Daten aus den Registern R.₁ und R.₀ bzw. R.₃ und R.₀ nach folgenden Formeln berechnet:

1. Mit den Daten aus den Registern R.₁ und R.₀ (Σx und n) wird der Mittelwert der x-Werte berechnet:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \left(\bar{x} = \frac{r.1}{r.0} \right)$$

Das Ergebnis \bar{x} erscheint in der Anzeige (X-Register).

2. Mit den Daten aus den Registern R.₃ und R.₀ (Σy und n) wird der Mittelwert der y-Werte berechnet:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \left(\bar{y} = \frac{r.3}{r.0} \right)$$

Das Ergebnis \bar{y} steht nach Ausführung der Rechnung im Y-Register.

Die einfachste Methode, die benötigten Daten in den entsprechenden Speicherregistern zu summieren, besteht in der Verwendung von $\mathbf{\Sigma+}$.

Beispiel: In der folgenden Tabelle sind die täglichen Höchst- und Tiefstwerte der Lufttemperatur für Fairbanks in Alaska über eine Winterwoche zusammengestellt. Berechnen Sie das Mittel der Tageshöchsttemperaturen und der täglichen Tiefststände des Thermometers.



	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
Höchstwert °C	6	11	14	12	5	-2	-9
Tiefstwert °C	-22	-17	-15	-9	-24	-29	-35

Drücken Sie **Anzeige**

f CLEAR **Σ** → 0.00

6 **ENTER**↑ 22
CHS **Σ**+ → 1.00

11 **ENTER**↑ 17
CHS **Σ**+ → 2.00

14 **ENTER**↑ 15
CHS **Σ**+ → 3.00

12 **ENTER**↑ 9
CHS **Σ**+ → 4.00

5 **ENTER**↑ 24
CHS **Σ**+ → 5.00

2 **CHS** **ENTER**↑ → -2.00

29 **CHS** **Σ**+ → 6.00

9 **CHS** **ENTER**↑ → -9.00

35 **CHS** **Σ**+ → 7.00

f **Σ** \bar{x} → -21.57

PR **x** → -21.57

Σ \bar{y} → 5.29

PR **x** → 5.29

Summationsregister werden gelöscht. (Es wird angenommen, daß keine Ergebnisse vorangegangener Rechnungen in der Anzeige stehen.)

1. Datenpaar eingegeben (n = 1)

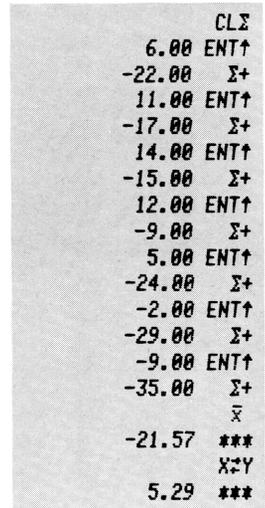
2. Datenpaar eingegeben (n = 2)

Alle Daten summiert (n = 7)

Mittlere Tagestiefsttemperatur

Mittlere Tageshöchsttemperatur

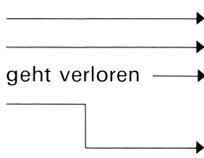
HP-19C Ausdruck



Wie Sie gesehen haben, können Sie zur Anzeige und für den Druck des HP-19C von \bar{x} und \bar{y} die Tasten **PR** **x** und **Σ** \bar{y} verwenden. Das nachstehende Diagramm veranschaulicht, was beim Drücken von **f** **Σ** \bar{x} mit den Inhalten der Stack-Register geschieht:

Vorher

T	t
Z	z
Y	y
X	x



Nachher

T	t
Z	z
Y	\bar{y}
X	\bar{x}

x

Last X

STANDARDABWEICHUNG

Mit Hilfe der Taste **S** können Sie zu den summierten Daten die Standardabweichung (als Maß für die Streuung um den Mittelwert) berechnen.

Folgendes geschieht, wenn Sie **f S** drücken:

1. Der Rechner berechnet unter Verwendung der Daten in den Registern R.₂ (Σx^2), R.₁ (Σx) und R.₀ (n) die Stichproben-Standardabweichung S_x nach der Formel:

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

Das Ergebnis steht nach Ausführung der Rechnung im angezeigten **X**-Register.

2. Der Rechner berechnet unter Verwendung der Daten in den Registern R.₄ (Σy^2), R.₃ (Σy) und R.₀ (n) die Stichproben-Standardabweichung S_y nach der Formel:

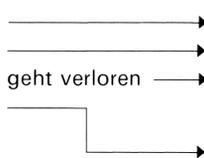
$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{n-1}}$$

Die Standardabweichung der y-Werte, S_y , steht nach Ausführung der Rechnung im **Y**-Register zur Verfügung.

Wenn Sie mit den in R.₀ bis R.₅ summierten Daten die Standardabweichungen der x- und y-Werte mit **f S** berechnen, ändern sich die Stack-Inhalte wie folgt:

Vorher

T	t
Z	z
Y	y
X	x



Nachher

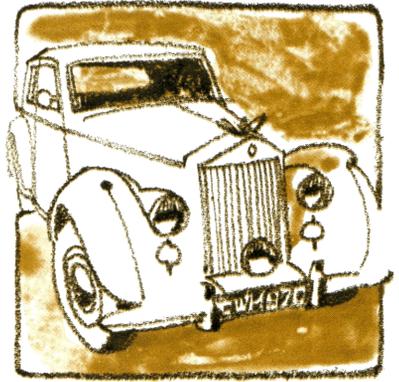
T	t
Z	z
Y	S_y
X	S_x

x

Last X

Wenn Sie dagegen die Standardabweichung der y-Werte, S_y , in der Rechnung weiterverwenden wollen, müssen Sie diesen Wert mit **xy** in das angezeigte **X**-Register speichern.

Beispiel: Nachfolgend sind, als Ergebnis einer Erhebung, das Alter und Privatvermögen (in Mio. Dollar) von sechs der 50 reichsten Bürger der USA angegeben. Berechnen Sie das Durchschnittsalter sowie das durchschnittliche Vermögen und ermitteln Sie anschließend die Stichproben-Standardabweichungen zu beiden Größen.



Alter	62	58	62	73	84	68
Vermögen	1200	1500	1450	1950	1000	1750

Drücken Sie **Anzeige**

f CLEAR **Σ** → **0.00**

62 **ENTER**↑ → **62.00**

1200 **Σ+** → **1.00**

58 **ENTER**↑ → **58.00**

1500 **Σ+** → **2.00**

62 **ENTER**↑ → **62.00**

1450 **Σ+** → **3.00**

73 **ENTER**↑ → **73.00**

1950 **Σ+** → **4.00**

84 **ENTER**↑ → **84.00**

1000 **Σ+** → **5.00**

68 **ENTER**↑ → **68.00**

1750 **Σ+** → **6.00**

f **Σ** → **1475.00**

x↑**y** → **67.83**

f **S** → **347.49**

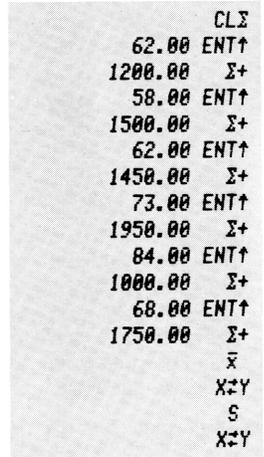
x↑**y** → **9.52**

Summationsregister werden gelöscht. (Es wird angenommen, daß keine Ergebnisse vorangegangener Rechnungen in der Anzeige stehen.)

Zahl der eingegebenen Datenpaare (n) ist gleich 12

Zahl der eingegebenen Datenpaare (n) ist gleich 6
 Durchschnittsvermögen
 Durchschnittsalter
 Standardabweichung der Vermögenswerte
 Standardabweichung des Alters

HP-19C Ausdruck



Wären die im letzten Beispiel betrachteten Personen nicht eine Auswahl aus einer übergeordneten Gruppe gewesen, sondern wären sie tatsächlich die sechs reichsten Menschen in den Vereinigten Staaten, müßte man die angegebenen Daten als eine Grundgesamtheit und nicht als eine Stichprobe auffassen.

Der Zusammenhang zwischen der Stichproben-Standardabweichung und der Standardabweichung einer Grundgesamtheit (σ) ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\sigma = \sqrt{\frac{n-1}{n}}$$

Da n (Anzahl der Eingaben) in R_0 zur Verfügung steht, können Sie die Umrechnung in die Standardabweichung einer Grundgesamtheit leicht durchführen.

Wenn Sie die im letzten Beispiel aufsummierten Daten in den Registern R_0 bis R_5 noch nicht verändert haben, können Sie die Standardabweichung der Grundgesamtheit auf folgende Weise berechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
f S →	347.49	Berechnung von S_x und S_y
RCL 0 →	6.00	Rückruf von n
1 = →	5.00	$n - 1$
RCL 0 ÷ →	0.83	$(n - 1) / n$
f √x x →	317.21	Gesuchter Wert σ_x
PR x →	317.21	
x²y →	9.52	Bringt S_y in das X -Register
f LAST x →	0.91	Rückruf von $\sqrt{(n-1)/n}$
x →	8.69	Gesuchter Wert σ_y
PR x →	8.69	

HP-19C Ausdruck

```

S
RC.0
1.00 -
RC.0
=
√X
x
317.21 ***
X²Y
LSTX
x
8.69 ***

```

ENTFERNEN FALSCH EINGEGEBENER WERTE

Wenn Sie eine falsche Zahl eingetastet und **Σ+** noch nicht gedrückt haben, drücken Sie statt dessen **CLx** und geben Sie den richtigen Wert ein.

Wenn einer der Werte geändert werden soll oder Sie nach Drücken von **Σ+** feststellen, daß fehlerhafte Daten eingegeben wurden, können Sie diesen Fehler unter Verwendung von **Σ-** (Sigma minus) wie folgt wieder rückgängig machen:

1. Geben Sie das fehlerhafte oder aus anderen Gründen zu entfernende Datenpaar in **X**- und **Y**-Register ein. (Den x -Wert können Sie dabei aus Last X zurückrufen.)
2. Drücken Sie **f** **Σ-**; die Daten werden dann wieder aus den verschiedenen Summen entfernt.
3. Geben Sie die korrekten Werte für x und y ein. (Auch wenn nur einer der Werte x und y zu korrigieren war, sind beide Werte zu entfernen und erneut einzugeben.)
4. Drücken Sie **Σ+**.

Jetzt können Sie die richtigen Werte für Mittelwert und Stichproben-Standardabweichung mit **f** **x** und **f** **S** berechnen.

Nehmen Sie beispielsweise an, daß die im Beispiel genannte 58jährige Person ihre Stellung in der Stichprobe aufgrund einer Folge schlechter Kapitalinvestitionen verliert. An ihre Stelle rückt ein 21 Jahre alter Rockmusiker, dessen Vermögen sich auf 1300 Mio. Dollar beläuft.

Berechnen Sie zu den solchermaßen geänderten Daten die Mittelwerte und Standardabweichungen.

Drücken Sie	Anzeige	
58 ENTER ↑ →	58.00	
1500 →	1500.	Zu entfernendes Datenpaar
f Σ- →	5.00	Jetzt sind nur noch 5 Datenpaare berücksichtigt
21 ENTER ↑ →	21.00	
1300 →	1300.	
Σ+ →	6.00	Zahl der Wertepaare ist wieder 6

HP-19C Ausdruck

```

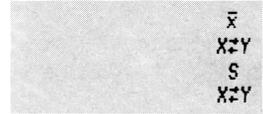
58.00 ENT↑
1500.00 Σ-
21.00 ENT↑
1300.00 Σ+

```

Die verschiedenen in den Registern R.0 bis R.5 stehenden Summen sind jetzt entsprechend abgeändert und Sie können die neuen Werte für Mittelwert und Standardabweichung berechnen:

Drücken Sie	Anzeige	
f \bar{x} →	1441.67	Neues Durchschnittsvermögen
x₂y →	61.67	Neues Durchschnittsalter; steht jetzt im X-Register
f S →	354.14	Neue Standardabweichung S_x
x₂y →	21.55	Neue Standardabweichung S_y ; steht jetzt im X-Register.

HP-19C Ausdruck

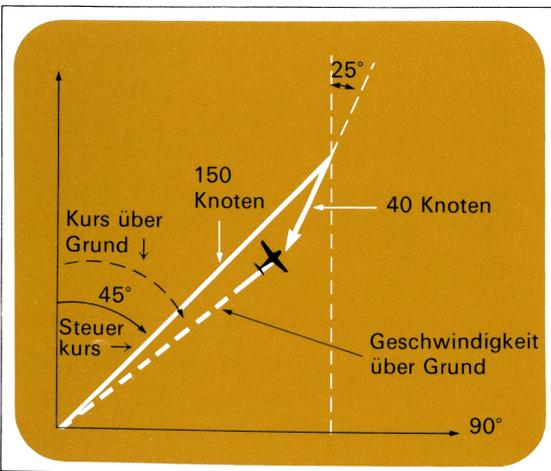


VEKTOR-ADDITION UND -SUBTRAKTION

Die Taste **Σ+** kann zum Summieren beliebiger Werte im X- und Y-Register verwendet werden. Besonders nützlich ist diese Funktion, wenn Vektoren addiert oder mit **Σ-** subtrahiert werden sollen. Dazu sind die in polarer Form gegebenen Vektoren zuvor mit Hilfe von **→R** in rechtwinklige Koordinaten umzuwandeln.

Beispiel: Ein Flugzeug fliegt mit einer Eigengeschwindigkeit (gegenüber der es umgebenden Luft) von 150 Knoten (= nautische Meilen pro Stunde). Es steuert einen Kurs von 45°. Bedingt durch einen Gegenwind aus 25° mit 40 Knoten wird es auf seinem Flugweg versetzt. Wie groß ist die Geschwindigkeit über Grund und der Kurs über Grund, den das Flugzeug tatsächlich zurücklegt?

Lösungsweg: Der gesuchte Vektor (Geschwindigkeit über Grund, Kurs über Grund) ist gleich der Differenz zwischen den Vektoren (Eigengeschwindigkeit, Steuerkurs) = (150, 45°) und (Windgeschwindigkeit, Windrichtung) = (40, 25°).



Drücken Sie **f** CLEAR **Σ** **Anzeige**
→ 0.00

g DEG → 0.00

45 **ENTER** → 45.00

150 → 150.

f →R → 106.07

Σ+ → 1.00

25 **ENTER** → 25.00

40 → 40.

f →R → 36.25

f **Σ-** → 0.00

RCL **Σ+** → 69.81

g **→P** → 113.24

PR **↔** → 113.24

↔Y → 51.94

PR **↔** → 51.94

Löscht die Summationsregister
(Es wird angenommen, daß keine Resultate vorangegangener Rechnungen in der Anzeige stehen)
Wählt Winkel-Modus Grad
Winkel θ des ersten Vektors
Betrag r des ersten Vektors
Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten
Erster Vektor wird (zu Null) addiert
Winkel θ des zweiten Vektors
Betrag r des zweiten Vektors
Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten
Zweiter Vektor wird vom ersten Vektor subtrahiert
Ruft die Summe der x - und y -Koordinaten zurück
Geschwindigkeit über Grund
Tatsächlicher Kurs über Grund

HP-19C Ausdruck

```

CLS
DEG
  45.00 ENT↑
150.00 →R
      Σ+
  25.00 ENT↑
  40.00 →R
      Σ-
      RCLΣ+
      →P
 113.24 ***
      X↔Y
   51.94 ***

```

ZWEITER TEIL
PROGRAMMIERUNG IHRES HP-19C/HP-29C

ABSCHNITT 6. UNKOMPLIZIERTE PROGRAMMIERUNG

Zu Beginn dieses Handbuches haben Sie bereits erfahren, wie die Programmierbarkeit des HP-19C/HP-29C dessen Einsatzmöglichkeiten um Größenordnungen erweitert und Ihnen dabei gleichzeitig viele Stunden Rechenzeit bei der Behandlung komplexer Problemstellungen erspart. Der Permanent-Speicher ermöglicht es Ihnen, Programme einzutasten und sie zu erhalten, während der Rechner abgeschaltet ist. Zusammen mit Ihrem programmierbaren Rechner HP-19C/HP-29C wurde Ihnen ein Anwendungsbuch geliefert, das zwölf Programme enthält. Sie können schon jetzt die Vorzüge der Programmierbarkeit Ihres HP-19C/HP-29C zu nutzen beginnen, indem Sie eines dieser fertigen Programme verwenden.

Dieser Teil des Handbuchs wird Sie in die Programmierung Ihres Rechners einführen, so daß Sie die zur Lösung Ihrer speziellen Probleme nötigen Programme selbst erstellen können. Mit zahlreichen Schritt-für-Schritt-Erklärungen beginnen die nächsten Abschnitte mit einfachen Programmen bis zu teilweise bereits recht komplexen Problemstellungen. Anschließend werden Sie die vielen Möglichkeiten Ihres HP-19C/HP-29C kennenlernen, Programme zu korrigieren oder abzuändern. Am Ende wird Ihnen dieser Teil des Handbuchs einen Eindruck davon vermitteln, wie weit Sie die Leistung Ihres Rechners durch fortgeschrittene Programmieretechniken steigern können.

Die Programmierung Ihres Rechners ist nichts weiter als eine Erweiterung seiner Verwendung zur manuellen Lösung von Problemstellungen. Daher sollten Sie, bevor Sie sich mit der Programmierung befassen, den ersten Teil dieses Handbuches durchlesen.

Zu den meisten Erklärungen des folgenden Teils sind Beispiele angegeben, die Sie mit Ihrem HP-19C/HP-29C nachrechnen können. Obwohl das grundlegende Verständnis für die Wirkungsweise Ihres Rechners nicht davon abhängt, empfehlen wir Ihnen, sich mit diesen Beispielen zu befassen. Sie sammeln auf diese Weise wertvolle Erfahrungen, die Sie sowohl bei der Verwendung Ihres Rechners, als auch bei der Erstellung eigener Programme verwenden können. Wenn Sie in der Folge hier und da Schwierigkeiten mit diesen Beispielen haben sollten, gehen Sie einige Seiten zurück und lesen Sie sich die zugehörigen Erklärungen noch einmal genau durch.

In der Regel sind zu diesen Beispielen keine Lösungen angegeben; Sie sollen vielmehr bei der Lösung dieser Problemstellungen Ihre eigenen Ideen einfließen lassen. Es ist ja letztlich jede Lösung richtig, die zu korrekten Ergebnissen führt – es gibt keinesfalls nur ein mögliches Programm zur Lösung einer vorgegebenen Problemstellung. Wenn Sie, nach vollständigem Durcharbeiten dieses zweiten Teils des Handbuchs, viele Erfahrungen in der Programmierung Ihres Rechners gesammelt haben, werden Sie vielleicht manche Programme erstellen können, die die hier angegebenen Beispiele schneller oder mit weniger Programmschritten lösen können.

Lassen Sie uns also mit der Programmierung beginnen!

WAS IST EIN PROGRAMM?

Ein Programm ist nichts weiter als die Folge der Tasten, die Sie auch im Falle der manuellen Lösung dieses Problems vom Tastenfeld aus drücken müßten. Der Rechner speichert diese Tastenfolge und führt sie anschließend auf den Druck einer einzigen Taste hin automatisch aus. Wenn Sie das gespeicherte Programm mehrere Male hintereinander

verwenden wollen, ist für jede Wiederholung des vollständigen Rechenganges lediglich diese eine Taste zu drücken.

PROGRAMMSPEICHER

Sie haben bereits ganz zu Beginn Ihres Handbuches ein Programm zur Berechnung der Kugeloberfläche erstellt. Im Anschluß an das Eintasten dieses Programms hatten Sie es ausgeführt. Wir wollen jetzt zu diesem Programm zurückkehren. Wie Sie sich erinnern, ist ein Programm nichts weiter als die Folge der Tasten, die Sie auch im Falle der manuellen Lösung dieses Problems vom Tastenfeld aus drücken müßten. Der Rechner speichert diese Tastenbefehle im sogenannten Programmspeicher. Wenn Sie den PRGM  RUN-Schalter des HP-29C bzw. den OFF  RUN-Schalter des HP-19C in Stellung PRGM schieben, können Sie sich den Inhalt des Programmspeichers Schritt für Schritt ansehen.

Programmspeicher



Schieben Sie als erstes den PRGM  RUN-Schalter des HP-29C bzw. den OFF  RUN-Schalter des HP-19C in Stellung PRGM. Drücken Sie **GTO**  00, um den Rechner an den Anfang des Programmspeichers zurückzusetzen. Der Programmspeicher des HP-19C/HP-29C besteht aus 98 Speicherzeilen und ist unabhängig von den Daten-Speicherregistern und dem Stack. Jede einzelne Speicherposition ist durch eine entsprechende Zeilennummer gekennzeichnet (von Zeile 01 bis Zeile 98); diese laufende Nummer wird im linken Teil der Anzeige sichtbar.

Im Augenblick wird in der Anzeige die Schrittnummer 00 angezeigt. Wir wollen jetzt die Taste **SST** (Einzelschritt vor) dazu verwenden, die nächste Zeile zur Anzeige zu bringen. Mit Hilfe von **SST** können Sie sämtliche Programmspeicherzeilen Schritt für Schritt nacheinander anzeigen.

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)
SST →	01 15 13 00	01 25 14 00

Wie Sie an der im linken Teil der Anzeige sichtbaren Schrittnummer erkennen, steht der Rechner jetzt an der ersten Speicherzeile. Die übrigen Zahlen, die in der Anzeige erscheinen, sind zweistellige Tasten-Codes als Bezeichnung der Anweisungen, die in dieser Programmspeicherzeile abgespeichert sind. Dabei wird jede einzelne Anweisung (Programmschritt) in eine einzelne Speicherzeile geschrieben, unabhängig davon, wieviele Einzeltasten sie umfaßt. So kann eine Speicherzeile beispielsweise eine einzelne Taste (wie **CHS**) oder eine 2-Tasten-Operation (wie **STO** 6) enthalten. In unserem Fall enthält die Speicherzeile 01 die Anweisung   0.

Als Sie das Programm zur Berechnung der Kugeloberfläche in den Speicher eintasteten, mußten Sie zusätzlich den Beginn des Programms mit   0 und das Ende des Programms mit   kennzeichnen.

Folgende Anweisungen sind im Programmspeicher gespeichert:

00	
01	0
02	
03	
04	
05	
06	
~~~~~	
96	
97	
98	

} 5 belegte Speicherzeilen

} 93 freibleibende Speicherzeilen

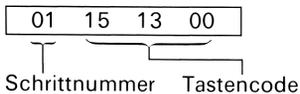
Da Sie für Ihr Programm 5 Speicherzeilen des Programmspeichers benötigten, stehen Ihnen jetzt noch 93 Speicherzeilen für zusätzliche Programme zur Verfügung. Hierbei können Sie mehrere Programme oder nur ein Programm verwenden. Als Markierungen dieser zusätzlichen Programme dienen Ihnen 1 bis 9.

## TASTEN-CODES

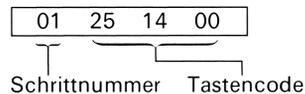
Anhand der codierten Anzeige können Sie leicht feststellen, welche Anweisungen in den einzelnen Zeilen des Programms gespeichert sind.

- Drücken Sie 0, um sicher zu sein, daß der Rechner sich am Anfang des Programms 0 befindet.
- HP-29C: Schieben Sie den -Schalter in Stellung PRGM.  
HP-19C: Schieben Sie den -Schalter in Stellung PRGM. Anzeige:

### Anzeige (HP-29C)



### Anzeige (HP-19C)



- Drücken Sie nun (Einzelschritt vor). Dies veranlaßt den Rechner, eine Zeile im Programmspeicher vorzurücken. Im linken Teil der Anzeige ist die Schrittnummer erkennbar, während der Tastencode im rechten Teil der Anzeige sichtbar ist.

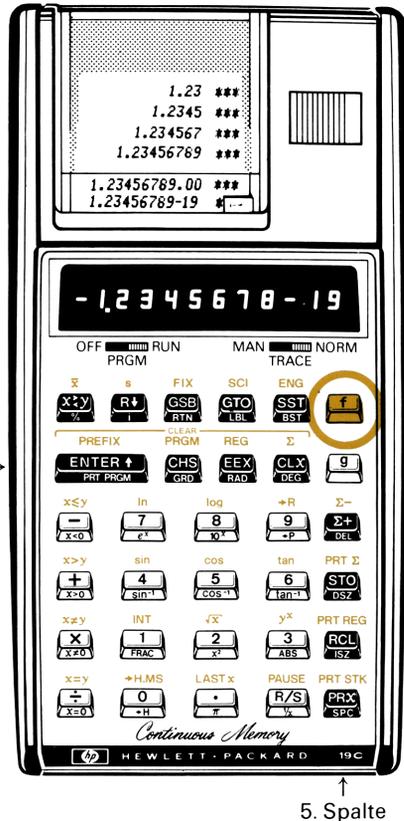
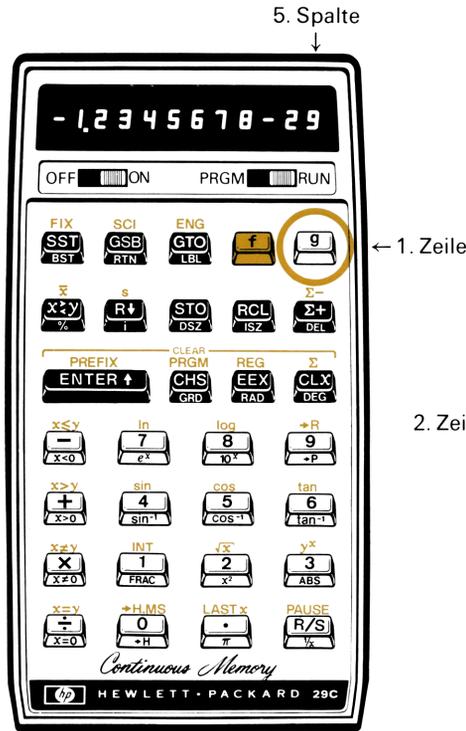
Jede Taste auf dem Tastenfeld des Rechners wird als zweistellige Zahl codiert dargestellt. Die erste Ziffer dieser Zahl gibt die Zeilennummer und die zweite Ziffer die Spaltennummer der Position dieser Taste auf dem Tastenfeld des Rechners an. Sie gehen beim Abzählen der Tasten also von oben nach unten und von links nach rechts vor. Die Größe der einzelnen Tasten ist dabei nicht von Bedeutung.

Anzeige (HP-29C)

01 15 13 00

Anzeige (HP-19C)

01 25 14 00



Betätigen Sie nun wieder die **SST**-Taste, um die nächste Zeile des Programmspeichers in die Anzeige zu bekommen.

Drücken Sie **SST** → Anzeige (HP-29C) 02 15 63    Anzeige (HP-19C) 02 25 53

Dieses übersichtliche Verfahren der Codierung macht es leicht, einzelne Tasten anhand Ihres Tastencodes zu identifizieren. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden die Zifferntasten 0 bis 9, denen zweckmäßigerweise die Tasten-Codes 00 bis 09 zugeordnet sind.

Dabei wird jede einzelne Anweisung (Programmschritt) in eine einzelne Speicherzeile geschrieben, unabhängig davon, wieviele Einzeltasten sie umfaßt.

Übungsaufgaben:

1. Welches sind die Tasten-Codes für die folgenden Operationen:  
**CHS**, **g**, **g** **GRD**, **f** **→HMS**, **STO** **+** 1 ?
2. Welche Operationen sind den folgenden Tasten-Codes zugeordnet?  
 HP-19C: 16 64, 11, 45 01, 45 41 01  
 HP-29C: 14 74, 21, 23 01, 23 51 01
3. Wieviele Programmspeicherzeilen werden von den nachstehenden Tastenfolgen belegt?  
 a) 2 **ENTER** **↑** 3 **+**  
 b) 10 **STO** 6 **RCL** 6 **×**

c) 100 **STO** 2 50 **STO** **x** 2 **RCL** 2 **g** **π** **x**

4. Welche Taste(n) müssen Sie drücken, um die Inhalte des **X**- und **Y**-Registers zu vertauschen?

## LÖSCHEN EINES PROGRAMMS

Der Programmspeicher Ihres Rechners erhält ein geladenes Programm selbst dann, wenn der Rechner ausgeschaltet ist. Um das vollständige Programm, sämtliche 98 Programmspeicherzeilen zu löschen, drücken Sie **f** **CLEAR** **PRGM**. Der Rechner wird automatisch zur Zeile 00 zurückgerückt.

Um ein einzelnes, bestimmtes Programm zu löschen, sind die folgenden Anweisungen zu befolgen:

- HP-29C: Schieben Sie den **PRGM** **■** **RUN**-Schalter in Stellung **RUN**.  
HP-19C: Schieben Sie den **OFF** **■** **RUN**-Schalter in Stellung **RUN**.
- Suchen Sie das zu löschende Programm durch Drücken der Taste **GTO**, gefolgt von einer der Zifferntasten 0 bis 9, auf, die das entsprechende Programm markiert.
- HP-29C: Schieben Sie den **PRGM** **■** **RUN**-Schalter in Stellung **PRGM**.  
HP-19C: Schieben Sie den **OFF** **■** **RUN**-Schalter in Stellung **PRGM**.
- Drücken Sie die Taste **SST** so oft, bis Sie das Programmende erreichen.
- Drücken Sie **g** **DEL** für jeden Programmschritt, den Sie aus dem Programmspeicher des Rechners zu löschen beabsichtigen. Wenn Sie **g** **DEL** drücken, wird die in der augenblicklichen Position gespeicherte Anweisung gelöscht, der Programmspeicher um eine Position zurückgesetzt und der Inhalt dieser Programmspeicherzeile angezeigt.

Sämtliche gelöschten Programmspeicherzeilen sind für neue Programmanweisungen verfügbar. Falls der Batteriesatz vollständig geleert ist, wird der Programmspeicher gelöscht und rückt zur Programmspeicherzeile 00 zurück.

## ERSTELLEN EINES EIGENEN PROGRAMMS

Sie haben bereits in der Einleitung zu diesem Handbuch ein einfaches Programm zur Berechnung der Kugeloberfläche bei gegebenem Durchmesser erstellt, in den Rechner eingetastet und mehrere Male ausgeführt. Wir wollen jetzt einige andere Programme schreiben, im Rechner speichern und ausführen, um Ihnen die Verwendung anderer Besonderheiten Ihres HP-19C/HP-29C zu zeigen.

Angenommen, Sie wollen über das Tastenfeld Ihres HP-19C/HP-29C die Fläche eines Kreises nach der Formel  $A = \pi r^2$  berechnen. Sie würden dabei als erstes den Radius  $r$  eintasten und diesen Wert anschließend mit **g** **x²** quadrieren. Als nächstes würden Sie mit **g** **π** den Wert der Kreiskonstanten Pi in die Anzeige rufen. Abschließend würden Sie **x** drücken, um damit den quadrierten Radius mit der Zahl Pi zu multiplizieren.

Erinnern Sie sich daran, daß ein Programm nichts weiter als die Tastenfolge ist, mit der Sie das gleiche Rechenproblem auch vom Tastenfeld aus lösen würden. Daher sind zur Erstellung eines Programms für die Berechnung der Fläche eines beliebigen Kreises die gleichen Tasten zu verwenden, die Sie sonst zur Berechnung des Ergebnisses «von Hand» gedrückt hätten.

Die Fläche eines Kreises können Sie nach der Formel  $A = \pi r^2$  mit der nachstehenden Tastenfolge berechnen:

**g** **x²**  
**g** **π**  
**x**

Diese Tastenfunktionen werden Sie auch als Bestandteil des Programms in den Speicher eintasten. Darüber hinaus wird Ihr Programm aber noch zwei weitere Operationen umfassen: **g** **LBL** 1 und **g** **RTN**. Um Resultate auszudrucken, müssen Sie Ihr Programm im HP-19C noch um die Anweisung **PR X** erweitern.

## BEGINN EINES PROGRAMMS

Den Programmbeginn kennzeichnen Sie mit **g** **LBL** (label = Marke) und einer der Zifferntasten 0 bis 9. Die Verwendung dieser Marken ermöglicht es, mehrere Programme zur gleichen Zeit im Rechner zu speichern und unabhängig voneinander zu verwenden.

## BEENDEN EINES PROGRAMMS

Das Ende Ihres Programms bezeichnen Sie mit einer **g** **RTN** (Rücksprung-)-Anweisung. Wenn der Rechner bei der Ausführung eines Programms an einen **RTN**-Befehl kommt, wird das Programm angehalten. So würde der Rechner z.B. bei der Ausführung eines Programms, das mit **g** **LBL** 1 begonnen hat, beim ersten Erreichen einer **RTN**-Anweisung anhalten. Es gibt noch eine weitere Tastenfunktion, die den Rechner dazu veranlaßt, ein laufendes Programm anzuhalten. Wenn der Rechner im Verlauf der Programmausführung zu einem **R/S**-Befehl im Programmspeicher kommt, hält das Programm ebenso an wie beim Erreichen von **g** **RTN**. Es ist aber zweckmäßig, daß Sie das Ende Ihres Programms mit **g** **RTN** und nicht mit **R/S** kennzeichnen.

## DAS VOLLSTÄNDIGE PROGRAMM

Das vollständige Programm zur Berechnung der Kreisfläche bei gegebenem Radius sieht jetzt wie folgt aus:

<b>g</b> <b>LBL</b> 1	Markiert den Anfang des Programms und gibt ihm einen «Namen».
<b>g</b> <b>x²</b>	Quadrirt den Radius.
<b>g</b> <b>π</b>	Ruft den Zahlenwert $\pi$ in die Anzeige.
<b>x</b>	Multipliziert $r^2$ mit $\pi$ ; das Ergebnis wird angezeigt.
<b>g</b> <b>RTN</b>	Markiert das Programmende und hält das laufende Programm an.

## LADEN EINES PROGRAMMS

Zum Eintasten eines Programms über das Tastenfeld ist als erstes der **PRGM** **RUN**-Schalter des HP-29C bzw. der **PRGM** **RUN**-Schalter des HP-19C in Stellung **PRGM** (Programmieren) zu schieben. Im **PRGM**-Modus werden die einzelnen Tastenfunktionen nicht ausgeführt, sondern mit ihrem entsprechenden Tasten-Code in den Programmspeicher des Rechners geschrieben. Mit Ausnahme von 7 besonderen Operationen können sämtliche Tastenfunktionen des Tastenfeldes für eine spätere Ausführung in den Programmspeicher geladen werden. Diese 7 Operationen, die der Rechner nicht als Bestandteil eines Programms speichern kann, sind:

**f** **CLEAR** **PREFIX**, **g** **PRT PRGM**, **f** **CLEAR** **PRGM**, **SST**, **g** **BST**, **g** **DEL**, **GTO** **n** **n**.

Alle übrigen Operationen werden, wenn Sie die entsprechende Taste in der Schalterstellung **PRGM** drücken, als Bestandteil eines später auszuführenden Programms im Rechner gespeichert.

Zum Speichern eines Programms ist wie folgt zu verfahren:

1. Schieben Sie den **PRGM** **RUN**-Schalter des HP-29C bzw. den **PRGM** **RUN**-Schalter des HP-19C in Stellung **PRGM**.
2. Drücken Sie **f** **CLEAR** **PRGM**, um alte Programminformationen zu löschen und außerdem den Rechner an den Beginn des Programmspeichers zu setzen.

Die links in der Anzeige auftauchenden Ziffern 00 lassen erkennen, daß der Rechner am Beginn des Programmspeichers steht. Diese Ziffern geben die Zeilennummer des Programmspeichers an, an der der Rechner augenblicklich steht. Diese Zahl erscheint im PRGM-Modus grundsätzlich im linken Teil der Anzeige.

Jetzt ist die nachstehende Tastenfolge für das Kreisflächen-Programm einzugeben:


  
**LBL** 1
   
 $x^2$ 
  
**TF**
  
**X**
  
**RTN**

Drücken Sie jetzt die erste Taste des Programms .

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)
 →	00	00

Bis jetzt ändert sich die Anzeige noch nicht. Drücken Sie jetzt die zweite und dritte Taste **LBL**, 1.

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)
 →	00	00
1 →	01 15 13 01	01 25 14 01

Jetzt erscheint die Zeilennummer 01 des Programmspeichers in der Anzeige; dies ist ein Anzeichen dafür, daß die vollständige Programmanweisung in dieser Zeile des Programmspeichers abgelegt wurde. Die einzelnen Anweisungen werden stets erst in dem Moment in den Programmspeicher geladen, wenn Sie alle zugehörigen Tasten (entweder 1, 2 oder 3 aufeinanderfolgende Tasten) gedrückt haben. Geben Sie jetzt auch die übrigen Programmschritte in den Rechner ein. Beachten Sie dabei die in der Anzeige erscheinende Nummer der Programmspeicherzeile und vergleichen Sie den Tasten-Code mit den auf dem Tastenfeld gedrückten Funktionstasten.

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)
 →	02 15 63	02 25 53
 →	03 15 73	03 25 63
 →	04 61	04 51
 →	05 15 12	05 25 13

Das Programm für die Berechnung einer Kreisfläche zu vorgegebenem Radius steht jetzt im Programmspeicher Ihres Rechners zur Verfügung. Beachten Sie, daß in die Programmspeicherzeile 00 keine Informationen geschrieben werden konnten.

## AUSFÜHRUNG EINES PROGRAMMS

Zur Ausführung eines Programms muß der PRGM  RUN-Schalter des HP-29C bzw. der OFF  RUN-Schalter des HP-19C wieder in Stellung RUN geschoben, eventuell erforderliche Daten eingetastet und anschließend eine der Programmtasten **GSB** 0 bis **GSB** 9 (entsprechend der Marke zu Beginn Ihres Programms) gedrückt werden. Verwenden Sie das gespeicherte Programm, das im Rechner zur Verfügung steht, zur Berechnung der Fläche verschiedener Kreise mit den Radien 3 Zoll, 6 Meter und 9 Meilen:

Schieben Sie als erstes den PRGM  RUN-Schalter des HP-29C bzw. den OFF  RUN-Schalter des HP-19C in Stellung RUN.

Drücken Sie	Anzeige	
3  1 →	28.27	Quadratzoll
6  1 →	113.10	Quadratmeter
9  1 →	254.47	Quadratmeilen

Wir wollen uns jetzt ansehen, wie der Rechner bei der Ausführung dieses Programms vorgeht.

## AUFSUCHEN EINER MARKE

Als Sie nach Eintasten des Programms den Rechner in den RUN-Modus zurückgesetzt haben, befand sich der Rechner an der Zeile 05 im Programmspeicher. In diese Zeile hatten Sie die letzte Anweisung des gespeicherten Programms geschrieben. Mit dem Drücken der Tasten **GSB** 1 begann der Rechner nun, den Programmspeicher ab der Zeile 05 nach einer **LBL** 1-Anweisung abzusuchen. Während dieses Suchvorgangs wurden keine sonstigen Anweisungen ausgeführt. Jede der Programmmarkierungen **LBL** 0 bis **LBL** 9 kann beliebig oft zur Kennzeichnung eines Programms benutzt werden. Es ist auch möglich, daß Sie eine Marke zur Markierung sämtlicher Programme und Unterprogramme verwenden. Auf diese Weise erreicht der Rechner die letzte Zeile des Programmspeichers, Schritt 98, ohne **LBL** 1 gefunden zu haben. Er ist dann selbständig nach Zeile 00 zurückgesprungen und hat den Suchvorgang von dort aus fortgesetzt. Nachdem der Rechner die entsprechende Marke in der Speicherzeile 01 gefunden hatte, begann er mit der Ausführung der gespeicherten Programmschritte.

Falls die entsprechende Marke nicht gefunden wird (sie also nicht Bestandteil eines Programms ist), führt der Rechner keine Anweisungen aus und weist mit der Anzeige Error auf den erfolglosen Suchvorgang hin. Der Programmspeicher wird an den Programm-Schritt zurückgesetzt, von dem die Suche nach der Marke begann. Zum Löschen dieser Fehleranzeige können Sie jetzt **CLX** oder eine beliebige andere Taste auf dem Tastenfeld drücken.

**Beispiel:** Vergewissern Sie sich zuvor, daß der PRGM  RUN-Schalter des HP-29C bzw. der OFF  RUN-Schalter des HP-19C in Stellung RUN steht.

<b>Drücken Sie</b>	→	<b>Anzeige</b>
<b>GSB</b> 5		Error

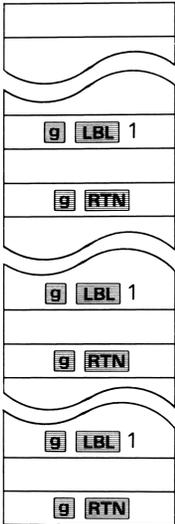
Im Programmspeicher ist keine **LBL** 5-Anweisung vorhanden. Drücken Sie jetzt zum Löschen dieser Fehleranzeige **CLX** oder eine beliebige andere Taste auf dem Tastenfeld. Sie können die Anzeige Error auch dadurch löschen, daß Sie den Rechner in den PRGM-Modus setzen. Die augenblickliche Position im Programmspeicher wird dadurch nicht verändert.

## AUSFÜHRUNG DER GESPEICHERTEN PROGRAMMSCHRITTE

Nachdem der Rechner in Zeile 01 die Anweisung **LBL** 1 gefunden hatte, wurde der Suchprozeß abgebrochen und mit der Ausführung des Programms begonnen. Bei diesem «Abarbeiten» der gespeicherten Programmschritte geht der Rechner in der Reihenfolge vor, in der Sie die Anweisungen eingetastet haben. Als erstes wird die **X²**-Funktion in Zeile 02 ausgeführt, anschließend **T** in Zeile 03 usw., bis eine **RTN**- oder **R/S**-Anweisung erreicht wird. Da der Rechner in Zeile 05 eine **RTN**-Anweisung ausführt, bricht er die Ausführung des Programms an dieser Stelle ab und zeigt den Inhalt des X-Registers an. (Wenn Sie sehen wollen, welcher Programmschritt im Speicher auf diejenige Zeile folgt, an der der Rechner angehalten hat, können Sie den Rechner kurzfristig in den PRGM-Modus setzen.) Wenn Sie im RUN-Modus einen neuen Wert für den Radius  $r$  eintasten und anschließend **GSB** 1 drücken, wiederholt der Rechner das beschriebene Verfahren. Er sucht den Programmspeicher nach unten auf das erste Auftreten von **LBL** 1 ab und fährt dann mit der schrittweisen Ausführung der gespeicherten Programmschritte bis zum ersten **RTN** oder **R/S** fort.

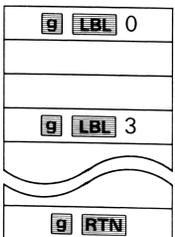
Wie Sie sehen, können Sie eine Vielzahl verschiedener Programme oder Programmteile im HP-19C/HP-29C zur gleichen Zeit speichern. Wenn Sie eines dieser Programme ausführen wollen, drücken Sie lediglich die Taste **GSB**, gefolgt von einer der Zifferntasten 0 bis 9, die der Marke zu Beginn dieses Programms entspricht. Sie können auch mehrere Programme oder Unterprogramme mit derselben Marke bezeichnen. Nehmen Sie einmal an, in Ihrem Rechner stehen 3 Programme, die alle mit **LBL** 1 beginnen.

Wenn Sie im RUN-Modus die Tasten **GSB 1** drücken, sucht der Rechner den Programmspeicher auf das erste Auftreten der Marke **g LBL 1** ab. An dieser Stelle beginnt der Rechner mit der Ausführung des Programms, die er so lange fortsetzt, bis er ein **g RTN** oder **R/S** erreicht und anhält. Wenn Sie jetzt **GTO 1** statt **GSB 1** drücken, sucht der Rechner den Programmspeicher auf das nächste (zweite) Auftreten der Marke **g LBL 1** ab und rückt an diese Stelle vor. Um dieses Programm auszuführen, drücken Sie die Taste **R/S**. Der Rechner fährt dann mit der schrittweisen Ausführung der gespeicherten Programmschritte bis zum nächsten **g RTN** oder **R/S** fort und hält an. Wenn Sie jetzt wieder **GSB 1** drücken, beginnt der Rechner ab seiner augenblicklichen Position im Programmspeicher mit der Suche nach der nächsten (dritten) **g LBL 1**-Anweisung. Daraufhin werden automatisch alle auf **g LBL 1** folgenden Programmschritte bis zum nächsten **g RTN** oder **R/S** ausgeführt, wo der Rechner wieder anhält.

**GSB 1**(Suchen nach **g LBL 1**, ausführen des Programms und anhalten)**GTO 1**(Suchen nach **g LBL 1**, **R/S** drücken: ausführen des Programms und anhalten)**GSB 1**(Suchen nach **g LBL 1**, ausführen des Programms und anhalten)

## MARKEN UND SPEICHERZEILE 00

Die Marken **g LBL 0** bis **g LBL 9** haben im Programm die Funktion einer Adresse – sie sagen dem Rechner, wo er die Ausführung gespeicherter Programme zu beginnen oder wieder aufzunehmen hat. Wenn der Rechner während der Ausführung eines Programms zu einer Marke kommt, die Bestandteil dieses Programms ist, überspringt der Rechner diese Marke und setzt die Ausführung der nachfolgenden Programmschritte fort. Wenn Sie beispielsweise im nachstehend abgebildeten Programmteil die Tasten **GSB 0** drücken, wird die Ausführung der Programmschritte mit **g LBL 0** beginnen; die Marke **g LBL 3** wird überlesen und schließlich das Programm bei **g RTN** angehalten.

Hier beginnt die Ausführung der Programmschritte, wenn Sie **GSB 0** drücken.Hier steht kein **g RTN**. Daher wird **g LBL 3** überlesen.

Hier hält das Programm an.

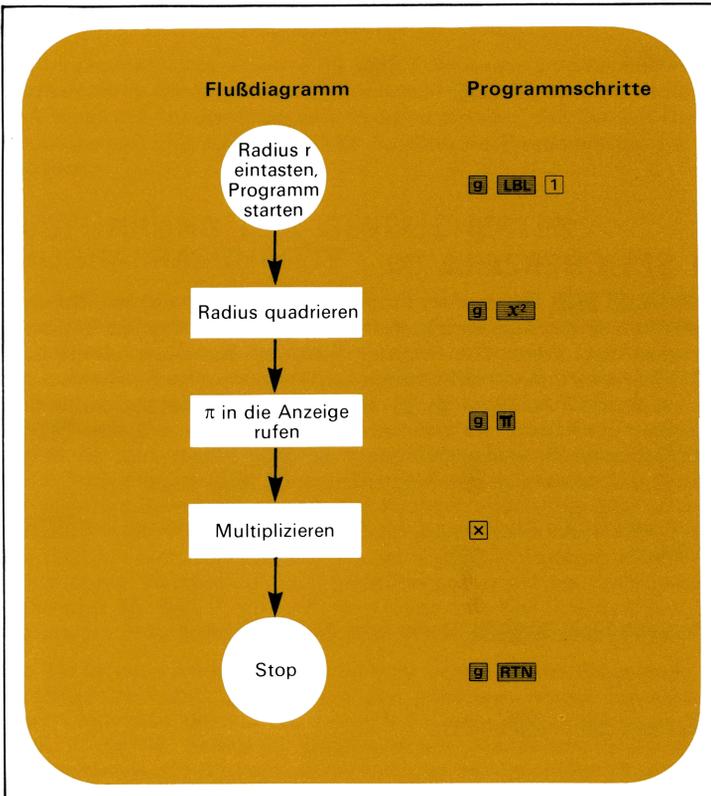
Bei der Ausführung eines Programms wird gegebenenfalls auch die Speicherzeile 00 übersprungen.

Zum Speichern der Programmschritte stehen Ihnen die Speicherzeilen 01 bis 98 des Programmspeichers zur Verfügung; in die Zeile 00 selbst können Sie keine Anweisungen speichern. Die Zeile 00 hat vielmehr die Funktion einer Marke innerhalb des Programmspeichers. Sie kennzeichnet den Speicheranfang für das Einlesen oder Eintasten eines Programms. Wenn ein laufendes Programm die Speicherzeile 00 erreicht, wird es dadurch nicht angehalten. Der Rechner springt von Zeile 98 zu Zeile 01 und setzt die Ausführung mit den darauffolgenden Programmschritten fort.

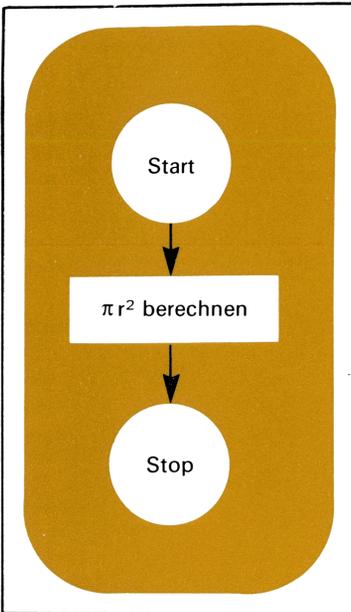
## FLUSSDIAGRAMM

Wir wollen an dieser Stelle die Erklärung über den Rechner selbst für einen Moment unterbrechen und uns mit einem sehr wertvollen Hilfsmittel bei der Programmierung – dem Flußdiagramm – befassen. Die Entwicklung eines «Flußdiagramms» ist eine wertvolle Hilfe bei der Entscheidung, wie ein bestimmtes Problem gelöst werden soll. Als Zwischenschritt bei der Entwicklung eines Programms hilft Ihnen dieses Fluß- oder Ablaufdiagramm bei der Ermittlung des günstigsten Lösungsweges. In diesem Stadium ist es aufgrund der Übersichtlichkeit noch recht einfach, Änderungen am Lösungsgang vorzunehmen oder logische Fehler zu erkennen.

Ein Flußdiagramm kann so einfach oder so ausführlich sein, wie Sie das möchten. Nachstehend ist ein Ablaufdiagramm für die Berechnung der Kreisfläche nach der Formel  $A = \pi r^2$  angegeben. Vergleichen Sie einmal die Anweisungen des Flußdiagramms mit den einzelnen Schritten des entsprechenden Programms:



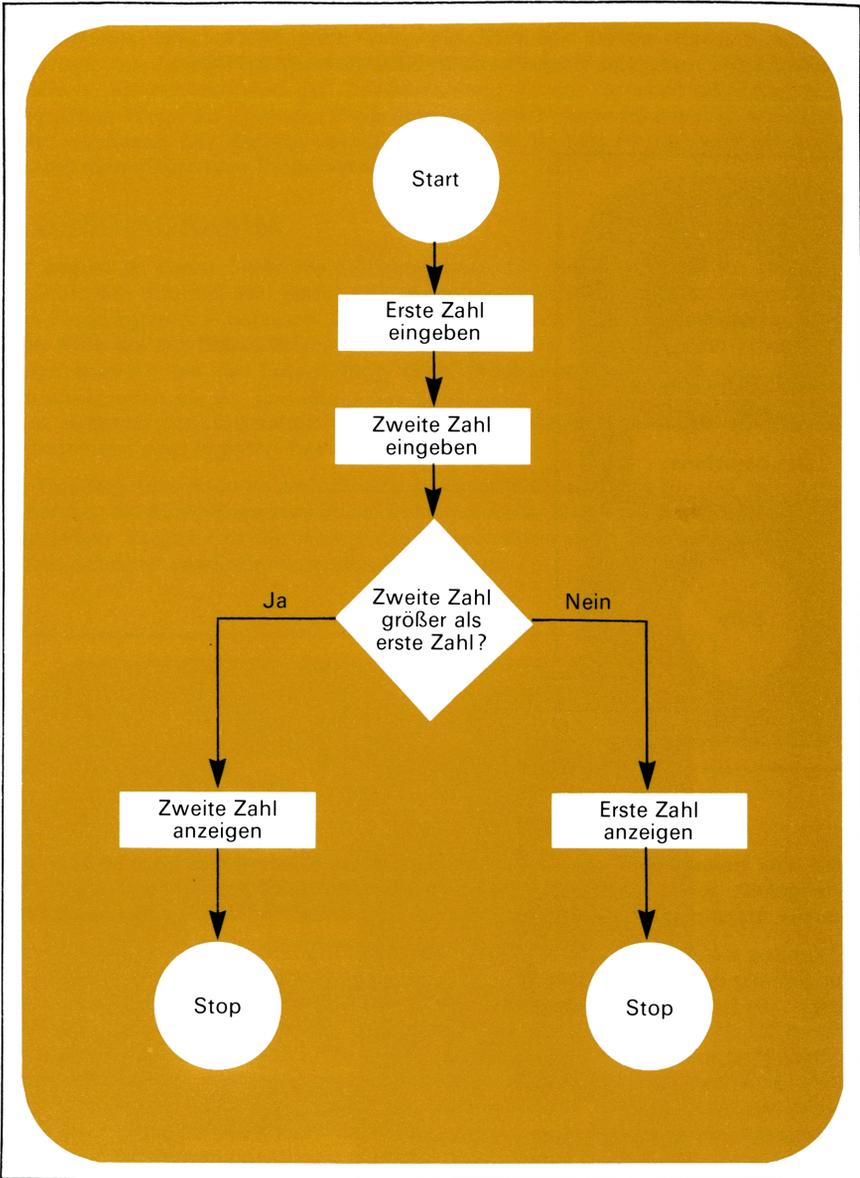
Sie erkennen die Parallelen; jedes Anweisungskästchen im vorstehenden Flußdiagramm enthält einen Programmschritt. Oft wird aber auch eine ganze Folge von Rechenschritten durch einen einzigen Block des Ablaufdiagramms dargestellt:



Hier wird eine ganze Folge von Programmschritten zu einem Block im Flußdiagramm zusammengefaßt. Auf diese Weise lassen sich auch zu umfangreichen und komplexen Programmen Ablaufdiagramme erstellen, die ein Höchstmaß an Übersichtlichkeit bieten.

Beim Zeichnen der Flußdiagramme stellen Sie den Programmablauf als lineare Folge einzelner Schritte dar. Sie beginnen entsprechend mit der Startmarke am oberen Blattrand. Dann folgen die zu Blöcken zusammengezogenen Programmanweisungen und schließlich ein Zeichen für das Programmende. Mit Pfeilen wird angedeutet, in welcher Richtung die einzelnen Programnteile aufeinanderfolgen. Während für das Zeichnen solcher Ablaufdiagramme eine Vielzahl von Symbolen gebräuchlich sind, werden im Rahmen dieses Handbuchs nur die folgenden Zeichen verwendet. Anfang und Ende von Programmen bzw. Unterprogrammen werden durch Kreise dargestellt. Rechtecke enthalten eine Folge von Rechenoperationen und rhombenförmige Kästchen eine Bedingung oder Frage, die zu einer Programmverzweigung führt.

Angenommen, Sie wollen ein Programm schreiben, das die größere von zwei eingegebenen Zahlen anzeigt. Als erstes zeichnen Sie dazu ein entsprechendes Flußdiagramm, das z.B. folgendermaßen aussehen kann:



Wenn Sie mit dem Zeichnen des Flußdiagramms fertig sind, beginnen Sie wieder von vorne und ersetzen jetzt einzelne Blöcke des Flußdiagramms durch die entsprechende Tastenfolge zur Lösung der Aufgabe. Nehmen Sie einmal an, Sie hätten das Programm in den Rechner eingetastet und würden es jetzt mit zwei Zahlen ausführen, von denen die zweite größer als die erste ist. Die Frage «zweite Zahl größer als erste Zahl?» wäre in diesem Falle mit JA zu beantworten; das Programm würde entsprechend nach links verzweigen, die zweite Zahl anzeigen und dann anhalten. Wäre die Antwort dagegen NEIN, würde der rechte Zweig des Flußdiagramms ausgeführt und die erste Zahl angezeigt werden. (Die vielen Anweisungen für Programmverzweigungen, über die Ihr Rechner verfügt, werden an späterer Stelle noch ausführlich besprochen.)

Flußdiagramme dieser Art werden Ihnen in der Folge noch öfter begegnen. Sie sollen Ihnen dabei behilflich sein, die zahlreichen nachfolgenden Programmbeispiele zu verstehen.

Wenn Sie erst einmal mit diesen Ablaufdiagrammen vertraut sind, werden Sie erkennen, daß sie sich als wesentliches Hilfsmittel bei der Erstellung, Korrektur und Dokumentation Ihrer Programme verwenden lassen.

### Übungsaufgaben:

1. Sie haben gesehen, wie ein Programm für die Berechnung der Kreisfläche zu gegebenem Radius geschrieben, im Rechner gespeichert und anschließend ausgeführt wird. Schreiben Sie jetzt ein Programm, das umgekehrt zu gegebener Kreisfläche A den zugehörigen Radius nach der Formel  $r = \sqrt{A/\pi}$  berechnet. Achten Sie darauf, daß als erstes der Rechner in den PRGM-Modus zu setzen und der Programmspeicher mit **f CLEAR** **PRGM** zu löschen ist. Kennzeichnen Sie dieses Programm mit **g LBL 2** und **g RTN**. Nachdem Sie das Programm eingetastet haben, berechnen Sie die Radien, die folgenden Kreisflächen entsprechen: 28,27 Quadratzoll, 113,10 Quadratmeter und 254,47 Quadratmeilen.

**Ergebnisse:** 3,00 Zoll, 6,00 Meter und 9,00 Meilen.

2. Erstellen Sie ein Programm, das in Grad Celsius gegebene Temperaturen nach der Beziehung  $F = 1,8^{\circ}\text{C} + 32$  in Grad Fahrenheit umgerechnet. Kennzeichnen Sie dieses Programm mit **g LBL 3** und **g RTN** und verwenden Sie es zur Umwandlung folgender Temperaturen:  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  und  $72^{\circ}\text{C}$ .

(Ergebnisse:  $-40,00^{\circ}\text{F}$ ,  $32^{\circ}\text{F}$ ,  $161,60^{\circ}\text{F}$ .)

3. Schreiben Sie im Anschluß an Aufgabe 2 ein Programm, das die in Grad Fahrenheit ausgedrückten Temperaturen wieder in Grad Celsius zurückrechnet. Verwenden Sie dabei die Beziehung  $C = 5/9 \times (F - 32)$  und markieren Sie das Programm mit **g LBL 4** und **g RTN**. Tasten Sie die Programmschritte jetzt im Anschluß an das in Aufgabe 2 eingegebene Programm in den Speicher ein. Jetzt können Sie die in der zweiten Aufgabe in Grad Fahrenheit umgerechneten Temperaturen wieder in Grad Celsius umrechnen.

Wenn Sie die Programme der zweiten und dritten Aufgabe in der angegebenen Weise erstellt und in den Rechner eingegeben haben, können Sie beliebige Temperaturwerte durch Drücken der Tasten **GSB 3** von  $^{\circ}\text{C}$  in  $^{\circ}\text{F}$  und durch Drücken der Tasten **GSB 4** von  $^{\circ}\text{F}$  in  $^{\circ}\text{C}$  umrechnen.

Sie haben jetzt gesehen, wie Sie auch mehrere Programme gleichzeitig im Rechner speichern und unabhängig voneinander verwenden können.

## DER DRUCKER UND DAS PROGRAMM (HP-19C)

Sämtliche PRINT-Operationen (ausgenommen **PRT PRGM**) können als Programmanweisungen im Programmspeicher gespeichert und somit innerhalb eines Programms verwendet werden. Zusätzlich stehen Ihnen drei Ausdruckarten des Druckers zur Verfügung.

## VERWENDUNG DES DRUCKERS INNERHALB EINES PROGRAMMS

Den Drucker Ihres HP-19C können Sie, ebenso wie die übrigen Tastenfunktionen des Rechners, sowohl innerhalb eines Programms als auch bei der manuellen Durchführung von Rechnungen verwenden. Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE schieben, erstellt der Drucker auch während der Ausführung eines Programms einen vollständigen Beleg aller Rechenoperationen, Zwischen- und Endergebnisse.

Die Ausführung der Programme dauert in der Betriebsart TRACE natürlich etwas länger als sonst, da der Rechner jeweils warten muß, bis der relativ langsamere Drucker die Zahlen geschrieben hat. Zur Beschleunigung der Programmausführung schieben Sie daher zweckmäßigerweise den Drucker-Wahlschalter in die Stellung MAN oder NORM. Um zu erreichen, daß der HP-19C während der Programmausführung bestimmte Zwischenergebnisse ausdruckt, können Sie an entsprechender Stelle **PR x**-Anweisungen in das Programm einfügen.

## VERWENDUNG DES DRUCKERS BEI DER ERSTELLUNG VON PROGRAMMEN

Sie können den Drucker Ihres HP-19C nicht nur zur Aufzeichnung von Rechenergebnissen und Programmschritten verwenden, sondern ihn auch als wertvolles Hilfsmittel bei der Erstellung und Korrektur eigener Programme einsetzen.

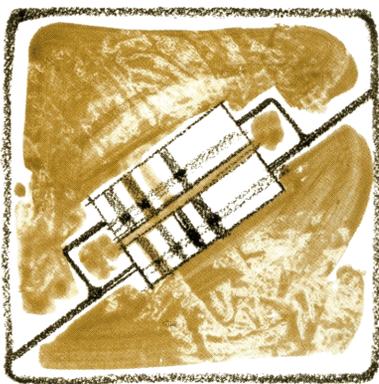
So können Sie beispielsweise bei der Erstellung eines Programms den Drucker dazu verwenden, eine Liste der Tastenfunktionen zu drucken, die später den Kern Ihres Programms bilden. Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN**  **NORM** in Stellung Norm schieben, erhalten Sie eine vollständige Aufzeichnung des zur Lösung des Problems nötigen Rechenganges. Beim späteren Eintasten der Programmschritte können Sie dann die Tastenfolge von diesem Druckerstreifen ablesen.

**Beispiel:** Der Gesamtwiderstand zweier parallel geschalteter Einzelwiderstände errechnet sich nach folgender Formel:

$$R_{\text{GES}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Schreiben Sie ein Programm, das zu zwei beliebigen parallel geschalteten Widerständen den Gesamtwiderstand berechnet.

**Lösung:** Beginnen Sie mit einem Rechenbeispiel; nehmen Sie an, die beiden Widerstände haben Werte von 1500 Ohm und 2200 Ohm. Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM und rechnen Sie den Gesamtwiderstand nach der vorstehenden Formel aus.



Zur Berechnung des Parallelwiderstandes zweier Widerstände mit 1500 und 2200 Ohm: Schieben Sie den OFF  RUN - Schalter in Stellung RUN. Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM.

Drücken Sie	Anzeige
1500 →	1500
<b>STO</b> 1 →	1500.00
2200 →	2200.
<b>x</b> →	3300000.00
<b>f</b> <b>LAST x</b> →	2200.00

### HP-19C Ausdruck

```

1500.00 STO1
2200.00 x
LSTx
  
```

<b>RCL</b> 1	→	1500.00
<b>+</b>	→	3700.00
<b>÷</b>	→	891.89

```

RCL1
+
÷
891.89 ***

```

Wie Sie sehen, hat der Drucker die Symbole der Funktionstasten notiert, die Sie zur Lösung des Problems gedrückt haben. Diese Liste sollte wie folgt aussehen:

```

1500.00 ST01
2200.00 X
LSTX
RCL1
+
÷
891.89 ***

```

Alles was Sie jetzt zu tun haben, ist diese Schrittfolge so abzuändern, daß der Parallelwiderstand für beliebige Werte  $R_1$  und  $R_2$  berechnet wird. Belassen Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM und rechnen Sie die Aufgabe noch einmal. Gehen Sie dabei so vor, daß der Wert  $R_2$  nach Ausführung der Multiplikation in  $R_1$  und der Wert  $R_1$  im Last X-Register steht:

1500 **ENTER**  
 2200 wird in  $R_1$  gespeichert  
 Vertauschen von x und y  
 1500 und 2200 werden multipliziert  
 Rückruf von 1500 aus Last X-Register  
 Rückruf von 2200 aus  $R_1$   
 Summe von 2200 und 1500  
 3300000 wird durch 3700 dividiert

```

1500.00 ENT↑
2200.00 ST01
X↔Y
x
LSTX
RCL1
+
÷
891.89 ***

```

Nehmen Sie jetzt an, daß die beiden Werte für die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  in das Y- und X-Register eingegeben wurden. Markieren Sie den Programmanfang mit **9** **LBL** 5 und das Ende mit **9** **RTN**. Damit sieht die Tastenfolge wie folgt aus:

```

01 *LBL5
02 ST01
03 X↔Y
04 x
05 LSTX
06 RCL1
07 +
08 =
09 PRTX
10 RTN

```

Geben Sie nun dieses Programm in den Programmspeicher. Der Drucker wird Ihnen hierbei behilflich sein, wie Sie noch sehen werden.

## NACHPRÜFEN DES PROGRAMMLADENS

Im PRGM-Modus und Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE druckt der Drucker die Symbole der Tasten aus, die Sie zum Laden eines Programms drücken. So erhalten Sie eine Aufzeichnung Ihres Programms und können an Hand dieses Ausdrucks die Richtigkeit

der Eingabe Ihrer Programmanweisungen überprüfen. Schalten Sie den Rechner in den PRGM- und den TRACE-Modus. Schieben Sie zuerst den OFF RUN-Schalter in Stellung PRGM und den MAN NORM-Schalter in Stellung TRACE. Anschließend drücken Sie zum Löschen des Programmspeichers: Drücken Sie jetzt die folgenden Tasten zur weiteren Eingabe des Programms.

Drücken Sie	Anzeige
<b>LBL</b> 5	01 25 14 05
<b>STO</b> 1	02 45 01
<b>X²</b>	03 11
<b>X</b>	04 51
<b>LAST x</b>	05 16 63
<b>RCL</b> 1	06 55 01
<b>+</b>	07 41
<b>÷</b>	08 61
<b>RTN</b>	09 25 13

**HP-19C Ausdruck**

```

01 *LBL5
02 STO1
03 X^2Y
04 x
05 LSTX
06 RCL1
07 +
08 ÷
09 PRTX
10 RTN
    
```

Schalten Sie jetzt zurück in den RUN-Modus und verwenden Sie das Programm zur nochmaligen Rechnung des gewählten Zahlenbeispiels: Schieben Sie den OFF RUN-Schalter in Stellung RUN. Schieben Sie den MAN NORM-Schalter in Stellung MAN zurück, wenn nicht sämtliche Rechenoperationen, Zwischen- und Endergebnisse ausgedruckt werden sollen.

Drücken Sie	Anzeige
1500 <b>ENTER</b>	1500.00
2200	2200.
<b>GSB</b> 5	891.89

**HP-19C Ausdruck**

```

1500.00 ENT↑
2200.00 GSB5
891.89 ***
    
```

Wie Sie sehen, hat der Drucker in diesem Fall das Erstellen des Programms wesentlich vereinfacht.

**AUFLISTEN DER PROGRAMME**

Programme können sowohl im RUN- als auch im PRGM-Modus ausgedruckt werden. Wenn Sie **PRT PRGM** drücken, druckt der Rechner zu jeder Programmspeicherzeile die Zeilennummer und das Symbol der in dieser Zeile gespeicherten Operation. Dieses Auflisten beginnt mit der augenblicklichen Position im Programmspeicher und endet dann, wenn zwei **R/S**-Anweisungen aufeinanderfolgen oder Speicherzeile 98 erreicht ist. Das Ausdrucken eines Programms kann jederzeit durch Drücken einer beliebigen Taste auf dem Tastenfeld angehalten werden.

Um das im Programmspeicher gespeicherte Programm **LBL** 5 auszudrucken:

Drücken Sie	Anzeige
<b>GTO</b> 5	891.89
<b>PRT PRGM</b>	

Setzt den Rechner an den Beginn des Programms **LBL** 5 Ausdruck

**HP-19C Ausdruck**

```

          GTO5
01 *LBL5 25 14 05
02 STO1 45 01
03 X^2Y
04 x 11
05 LSTX 16 63
06 RCL1 55 01
07 + 41
08 ÷ 61
09 PRTX 65
10 RTN 25 13
11 R/S 64
    
```

**Bemerkung:** Sie hatten den Rechner an den Beginn des Programms **g** **LBL** 5 gesetzt, indem Sie **GTO** 5 (im RUN-Modus) drückten. Da Sie durch Drücken von **GTO** **n** **n** den Rechner an jede Programmspeicherzeile (00 bis 98) rücken können, hätten Sie den Rechner auch durch **GTO** **n** 01 an den Beginn des Programms **g** **LBL** 5 setzen können.

## PROGRAMMIERTER PAPIERVORSCHUB

Wenn Sie zwischen einzelnen Teilen Ihres Rechenausdrucks eine Leerzeile einfügen möchten, können Sie die **g** **SPC**-Funktion verwenden. Dabei wird der Druckpapierstreifen um eine Leerzeile weitergerückt. Die Zahleneingabe wird durch die Tastenfolge **g** **SPC** beendet. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige	
123	→ 123.	
<b>g</b> <b>SPC</b>	→ 123.00	Eine Leerzeile
456	→ 456.	Die Zahleneingabe wurde durch die Aus- gabe einer Leerzeile beendet

Soll das Weiterrücken des Papierstreifens vom Programm gesteuert werden, ist für jede Leerzeile die Tastenfolge **g** **SPC** einzufügen. Damit können die ausgedruckten Zwischen- und Endergebnisse durch eine beliebige Zahl von Leerstellen voneinander getrennt werden.



## ABSCHNITT 7. PROGRAMMKORREKTUR

Es ist oft wünschenswert, bereits im Rechner gespeicherte Programme abändern oder ergänzen zu können. Auf dem Tastenfeld Ihres HP-19C/HP-29C finden Sie eine Reihe von Funktionen, die das Überarbeiten Ihrer Programme einfach gestalten. Sie ermöglichen das Austauschen einzelner Programmanweisungen, ohne daß die übrigen Programme erneut in den Speicher geladen werden müssen.

Vielleicht erinnern Sie sich noch, daß zu Beginn der Ausführungen über die Programmierung 5 Tastenfunktionen (der HP-19C verfügt zusätzlich über die **PRG PRGM**-Funktion) genannt wurden, die nicht für eine spätere Ausführung im Rechner gespeichert werden können. Diese 5 bzw. 6 Tasten gehören zu Korrekturoperationen, die das nachträgliche Abändern und Ergänzen der Programme ermöglichen.

### NICHT-SPEICHERBARE OPERATIONEN

**f CLEAR PRGM** ist eine der Tastenoperationen, die nicht in den Programmspeicher geschrieben werden können. Wenn Sie den Rechner in den PRGM-Modus schalten und dann **f CLEAR PRGM** drücken, werden sämtliche Positionen des Programmspeichers mit **R/S**-Anweisungen belegt und der Rechner an den Beginn des Speichers (Zeile 00) zurückgesetzt, so daß die erste Programmanweisung in die Speicherzeile 01 geschrieben wird. Wenn Sie den Rechner in den RUN-Modus schalten, hebt **f CLEAR PRGM** lediglich die Wirkung einer zuvor gedrückten Präfixtaste auf.

**SST** (Einzelschritt vor) ist eine weitere nicht-speicherbare Operation. Wenn Sie im PRGM-Modus **SST** drücken, rückt der Rechner im Programmspeicher um eine Position weiter und zeigt den Inhalt der Speicherzeile an. Wenn Sie **SST** im RUN-Modus drücken, zeigt der Rechner den nachfolgenden Programmspeicherschritt so lange an, wie Sie die Taste gedrückt halten; nach Loslassen der Taste wird die in dieser Zeile gespeicherte Anweisung ausgeführt. Sie können also **SST** in Abhängigkeit von der Stellung des **PRGM** **■** **■** **RUN**-Schalters (HP-29C) bzw. des **OFF** **■** **■** **RUN**-Schalters (HP-19C) sowohl zur schrittweisen Ausführung eines Programms, als auch zur reinen Anzeige der aufeinanderfolgenden Programmschritte verwenden.

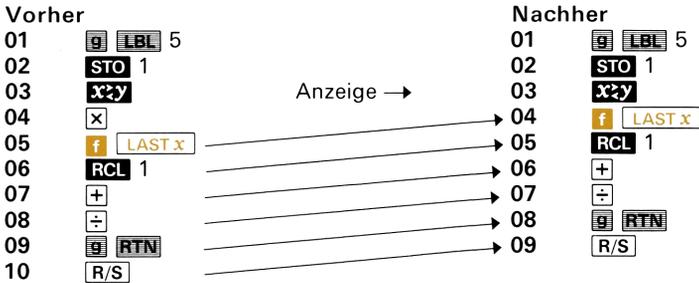
**□ BST** (Einzelschritt zurück) ist eine nicht speicherbare Tastenfunktion, die jeweils den vorangegangenen Programmschritt anzeigt. Wenn Sie **□ BST** im PRGM-Modus drücken, rückt der Rechner um eine Programmspeicherposition zurück und zeigt die in dieser Zeile gespeicherte Anweisung an. Wenn Sie dagegen im RUN-Modus dann die Taste **BST** gedrückt halten, wird die Programmschritt-Nummer und der Tasten-Code des vorhergehenden Programmschritts angezeigt.

Nach Loslassen der Taste **BST** erscheint wieder der ursprüngliche Inhalt des **X**-Registers in der Anzeige. Die gespeicherte Programmanweisung wird dabei nicht ausgeführt.

**GTO** **□** **n** **n** ist eine weitere Tastenfeldoperation, die nicht als Anweisung im Rechner gespeichert werden kann. (Dagegen kann **GTO**, gefolgt von einer beliebigen Zahl von 0 bis 9 jederzeit als Programmschritt im Rechner gespeichert werden.) Wenn Sie **GTO** **□** und anschließend eine zweistellige Schrittnummer eintasten, rückt der Rechner zu der angegebenen Speicherstelle vor oder zurück, so daß der nächste Programmschritt in dieser Zeile gespeichert oder das Programm von dort aus gestartet werden kann. Dabei werden keine Programmschritte ausgeführt. Es ist in diesem Fall außerdem nicht von Bedeutung, ob der Rechner sich im PRGM- oder RUN-Modus befindet. Haben Sie die angegebene Tastenfolge im RUN-Modus gedrückt, können Sie sich von der richtigen Position im Programmspeicher dadurch überzeugen, daß Sie kurzzeitig in den PRGM-Modus schalten. Die Anweisung **GTO** **□** **n** **n** ist besonders im PRGM-Modus von Nutzen, da Sie damit jede beliebige Speicherstelle erreichen und so beliebige Programmschritte entfernen oder abändern können.

Mit **DEL** (Programmschritt löschen) können Sie einen beliebigen Programmschritt aus dem Programmspeicher des Rechners löschen. Auch diese Operation kann nicht selbst als Bestandteil eines Programms im Rechner gespeichert werden. Wenn Sie den Rechner in den PRGM-Modus schalten und **g DEL** drücken, wird die in der augenblicklichen Position gespeicherte Anweisung entfernt, und alle nachfolgenden Programmschritte rücken um eine Speicherzeile nach oben. Die folgenden Programmspeicher-Ausschnitte zeigen den Vorgang, der sich abspielt, wenn der Rechner an Speicherzeile 04 steht und **g DEL** gedrückt wird.

Wenn der Rechner bei Speicherschnitt 04 steht und **g DEL** gedrückt wird, ändert sich der Inhalt des Programmspeichers wie folgt:

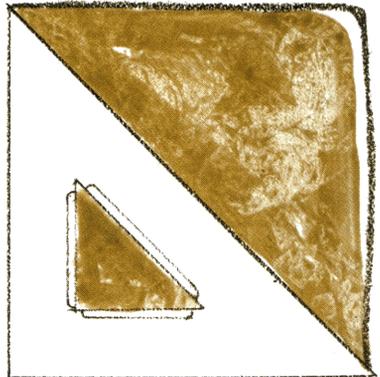


**Bemerkung:** **g DEL** entfernt den angezeigten Programmschritt aus dem Programmspeicher; alle nachfolgenden Anweisungen rücken um eine Zeile vor, und der der gelöschten Programmspeicherzeile vorhergehende Programmschritt wird angezeigt.

Wir wollen jetzt ein Programm über das Tastenfeld in den Rechner eingeben und diese Korrekturfunktion zur Überprüfung und Abänderung verwenden.

## PYTHAGORAS-PROGRAMM

Das folgende Programm berechnet die Länge der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, wenn die beiden anderen Seitenlängen gegeben sind. Dabei wird die Formel  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$  verwendet (Satz des Pythagoras).



Nachfolgend sind die einzelnen Programmschritte zur Lösung dieser Aufgabe angegeben. (Im wesentlichen die gleichen Tasten, die Sie zur Berechnung von  $c$  auch über das Tastenfeld gedrückt hätten.) Dabei wird angenommen, daß die Zahlenwerte für die Seiten  $a$  und  $b$  in den entsprechenden Registern  $X$  und  $Y$  des Stacks stehen.

Zum Eintasten des Programms: Stellen Sie als erstes den Rechner in den PRGM-Modus. Anschließend drücken Sie **f CLEAR** **PRGM**, damit der Programmspeicher gelöscht wird und der Rechner zur Speicherzeile 00 vorrückt. Geben Sie jetzt die nachstehende Tastenfolge ein:

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)
<b>9</b> <b>LBL</b> 9 →	01 15 13 09	01 25 14 09
<b>9</b> <b>X²</b> →	02 15 63	02 25 53
<b>X²Y</b> →	03 21	03 11
<b>9</b> <b>X²</b> →	04 15 63	04 25 53
<b>+</b> →	05 51	05 41
<b>f</b> <b>√X</b> →	06 14 63	06 16 53
<b>9</b> <b>RTN</b> →	07 15 12 07	07 25 13

Nachdem Sie das Programm im Rechner gespeichert haben, können Sie es zur Lösung des gestellten Problems verwenden. Berechnen Sie z.B. die Länge der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen eine Seite, a, 22 Meter und dessen andere Seite, b, 9 Meter lang ist.

Bevor Sie das Programm starten können, muß ein Vorbereitungsschritt ausgeführt werden.

## VORBEREITENDE SCHRITTE VOR AUSFÜHRUNG EINES PROGRAMMS

Häufig ist vor Ausführung eines Programms ein Vorbereitungsschritt erforderlich, der die ganzen Voraussetzungen schafft, die bei der Erstellung des Programms vorgesehen wurden. So ist es beispielsweise oft nötig, vor dem Starten des Programms Daten in bestimmte Speicherregister zu schreiben oder ein besonderes Anzeigeformat zu wählen. Solche vorbereitenden Schritte sind manchmal im Programm selbst enthalten, anderenfalls sind diese Operationen vor dem Starten des Programms über das Tastenfeld auszuführen. Für unser Programm zur Berechnung der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks sind die Werte für die Seiten a und b in die entsprechenden Stack-Register X und Y zu schreiben (beachten Sie, daß hier die Reihenfolge nicht von Bedeutung ist):

Stellen Sie als erstes den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige
22 <b>ENTER</b> →	22.00
9 →	9.

Jetzt ist Ihr Rechner für die Berechnung der Hypotenuse eines Dreiecks mit den Seiten 22 und 9 Metern vorbereitet.

## AUSFÜHRUNG DES PROGRAMMS

Zur Ausführung des Programms drücken Sie jetzt lediglich **GSB** und diejenige der Zifferntasten 0 bis 9, die dieses Programm markiert.

Drücken Sie	Anzeige	
<b>GSB</b> 9 →	23.77	Länge der Seite c in Metern

Zur Berechnung der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Seiten a = 73 Meilen und b = 99 Meilen:

Drücken Sie	Anzeige	
73 <b>ENTER</b> →	73.00	
99 →	99.	
<b>GSB</b> 9 →	123.00	Das Programm wurde für die Rechnung mit neuen Daten vorbereitet Länge der Seite c in Meilen

Wir wollen uns jetzt einmal ansehen, wie die nicht-speicherbaren Korrekturoperationen des Rechners zur Überprüfung und Abänderung dieses Programms verwendet werden können.

## RÜCKSPRUNG ZUR SPEICHERZEILE 00

Wie Sie bereits erfahren haben, bewirkt die Tastenfolge **f** CLEAR **PRGM** im PRGM-Modus, daß der Rechner zur Speicherzeile 00 zurückspringt und alle Speicherpositionen des Programmspeichers mit **R/S**-Anweisungen belegt werden.

Wenn Sie Ihren Rechner dagegen zur Speicherzeile 00 vorrücken wollen, ohne dabei Programminformationen zu löschen, können Sie entweder im PRGM- oder RUN-Modus **GTO** **00** oder im RUN-Modus **g** **RTN** drücken.

Um den Rechner an den Speicheranfang zu setzen, ohne das Pythagoras-Programm zu löschen:

**Drücken Sie**      **Anzeige**

**GTO** **00** → **123.00**

In der Anzeige steht noch das Resultat der vorangegangenen Rechnung (Länge der Seite c)

Sie hätten den Rechner auch mit **g** **RTN** im RUN-Modus an den Speicheranfang (Zeile 00) setzen können. Stellen Sie den Rechner in den PRGM-Modus und überprüfen Sie, daß der Rechner am Speicheranfang steht.

**Anzeige**  
**00**

## SCHRITTWEISE AUSFÜHRUNG EINES PROGRAMMS

Sie können gespeicherte Programme im RUN-Modus durch wiederholtes Drücken der Taste **SST** (Einzelschritt vor) Schritt für Schritt ausführen.

Verwenden Sie das Pythagoras-Programm zur Berechnung der Hypotenuse eines Dreiecks mit den Seiten  $a = 73$  Meilen und  $b = 99$  Meilen; führen Sie das Programm jetzt einmal Schritt für Schritt aus:

Stellen Sie als erstes den Rechner in den RUN-Modus.

**Drücken Sie**      **Anzeige**

73 **ENTER** → **73.00**

99 → **99.**

Jetzt sind die Daten eingegeben und das Programm kann gestartet werden.

Wenn Sie jetzt **SST** gedrückt halten, wird der Tasten-Code der nächsten Anweisung angezeigt. Nach Loslassen der Taste wird dieser Programmschritt ausgeführt.

**Drücken Sie**      **HP-29C**

**SST** → **01 15 13 09**

**99.00**

**HP-19C**

**01 25 14 09**

**99.00**

Solange Sie **SST** gedrückt halten, wird der Tasten-Code für **g** **LBL** 9 angezeigt. Nach Loslassen von **SST** wird **g** **LBL** 9 ausgeführt.

Nachdem Sie jetzt **SST** einmal gedrückt und wieder losgelassen haben, ist die erste Anweisung des Programms ausgeführt worden. (Beachten Sie, daß Sie in diesem Fall nicht **GSB** 9 gedrückt haben – wenn Sie das Programm mit Hilfe von **SST** schrittweise ausführen, brauchen Sie die zugehörigen Programmtasten **GSB** 9 nicht zu verwenden.)

Fahren Sie mit der schrittweisen Programmausführung fort. Wenn Sie **SST** erneut drücken und festhalten, wird der Tasten-Code der nächsten Anweisung angezeigt. Nach Loslassen von **SST** wird auch dieser Programmschritt ausgeführt.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>		<b>HP-19C</b>			
<b>SST</b> →	<b>02</b>	<b>15 63</b>	<b>02</b>	<b>25 53</b>	Tasten-Code für <b>g</b> <b>x²</b>	
	<b>9801.00</b>		<b>9801.00</b>		Programmschritt wurde ausgeführt	

Wenn Sie im RUN-Modus **SST** ein drittes Mal drücken, erscheint der Inhalt der Speicherzeile 03 in der Anzeige. Nach Loslassen von **SST** wird die in dieser Zeile gespeicherte Anweisung, **x²y**, ausgeführt, und der Rechner hält an.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>		<b>HP-19C</b>		
<b>SST</b> →	<b>03</b>	<b>21</b>	<b>03</b>	<b>11</b>	Tasten-Code für <b>x²y</b>
	<b>73.00</b>		<b>73.00</b>		Programmschritt wurde ausgeführt

Setzen Sie die schrittweise Ausführung des Programms mit Hilfe von **SST** fort. Wenn Sie auf diese Weise auch die **g** **RTN**-Anweisung in Zeile 07 ausgeführt haben, ist das Programm beendet, und der Rechner zeigt das Ergebnis in gleicher Weise an, wie er das auch bei der automatischen Ausführung der gespeicherten Programmschritte getan hätte.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>		<b>HP-19C</b>		
<b>SST</b> →	<b>04</b>	<b>15 63</b>	<b>04</b>	<b>25 53</b>	
	<b>5329.00</b>		<b>5329.00</b>		
<b>SST</b> →	<b>05</b>	<b>51</b>	<b>05</b>	<b>41</b>	
	<b>15130.00</b>		<b>15130.00</b>		
<b>SST</b> →	<b>06</b>	<b>14 63</b>	<b>06</b>	<b>16 53</b>	
	<b>123.00</b>		<b>123.00</b>		
<b>SST</b> →	<b>07</b>	<b>15 12</b>	<b>07</b>	<b>25 13</b>	
	<b>123.00</b>		<b>123.00</b>		

Sie haben gesehen, wie Sie sich im RUN-Modus mit Hilfe von **SST** schrittweise durch ein gespeichertes Programm tasten können. Diese Möglichkeit ist besonders beim Erstellen und Korrigieren von Programmen von großem Nutzen. Wir wollen uns jetzt ansehen, wie **SST**, **BST** und **GTO** **▣** **n** **n** im PRGM-Modus zum Abändern eines gespeicherten Programms eingesetzt werden können.

## ABÄNDERN EINES PROGRAMMS

Da Sie das vorstehende Programm vollständig ausgeführt haben, steht der Rechner augenblicklich in der Speicherzeile 08. Davon können Sie sich leicht überzeugen, indem Sie den Rechner kurzfristig in den PRGM-Modus stellen und dabei die angezeigte Programmschritt-Nummer beachten.

Wir wollen das Pythagoras-Programm jetzt derart abändern, daß der Rechner an einigen Stellen des Programms die Inhalte des **X**-Registers anzeigt. Dazu fügen wir an drei Stellen die Anweisung **f** **PAUSE** ein, um die Programmausführung für etwa eine Sekunde zu unterbrechen und den Inhalt des **X**-Registers anzuzeigen. (Später mehr darüber.)

**Drücken Sie HP-29C**

	→	01	15	13	09
	→	02		15	63
	→	03			21
	→	04		15	63
	→	05			51
	→	06		14	63
	→	07		15	12

**HP-19C**

01	25	14	09
02		25	53
03			11
04		25	53
05			41
06		16	53
07		25	13

An diesen Stellen soll jeweils eine -Anweisung eingefügt werden.

Gehen Sie noch einmal zum Speicheranfang zurück, ohne dabei Programminformationen zu löschen:

Vergewissern Sie sich, daß der Rechner in Stellung RUN gesetzt ist und schieben Sie den Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung MAN.

**Drücken Sie Anzeige**

	→	123.00
--	---	--------

Der Rechner steht wieder bei Zeile 00 des Programmspeichers.

## SCHRITTWEISE ANZEIGE OHNE AUSFÜHRUNG DES PROGRAMMS

Im Programm-Modus (PRGM) können Sie sich mit Hilfe von zu der gewünschten Stelle im Programmspeicher vortasten, ohne dabei die gespeicherten Programmschritte auszuführen. Wenn Sie in den PRGM-Modus umschalten, sehen Sie, daß der Rechner an den Speicheranfang (Zeile 00) zurückgesetzt wurde. Wenn Sie jetzt einmal drücken, rückt der Rechner zu Schritt 01 vor und zeigt den Inhalt dieser Speicherzeile an. Dabei werden keine gespeicherten Anweisungen ausgeführt.

Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

**Drücken Sie HP-29C**

	→	01	15	13	09
--	---	----	----	----	----

**HP-19C**

01	25	14	09
----	----	----	----

Programmspeicherzeile 00 wird angezeigt

Wie Sie sehen, steht der Rechner jetzt bei Zeile 01 des Programmspeichers. Wenn Sie jetzt die Tasten für eine beliebige speicherbare Operation drücken, wird diese Anweisung in die nächste Zeile des Programmspeichers, also Zeile 02, gespeichert. Dabei werden alle übrigen Programmschritte um eine Speicherzeile nach unten verschoben.

Zum Einfügen der -Anweisung für das automatische Anzeigen des Inhalts im X-Register:

**Drücken Sie HP-29C**

	→	02		14	74
--	---	----	--	----	----

**HP-19C**

02		16	64
----	--	----	----

Wir wollen uns jetzt ansehen, was beim Drücken der Tasten im Programm-speicher geschehen ist. Wenn der Rechner in Speicherzeile 01 steht und Sie dann drücken, ändert sich der Programmspeicher wie folgt:

**Vorher**

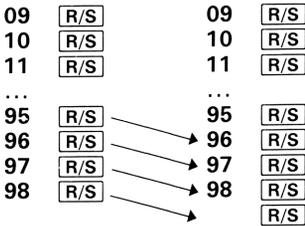
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	

**Nachher**

01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	

Hier wird die Anweisung eingefügt

Alle nachfolgenden Programmschritte werden um eine Zeile nach unten verschoben



Der Inhalt der letzten Speicherzeile geht verloren

Sie sehen, wie beim Einfügen einer neuen Anweisung alle übrigen Programmschritte im Speicher um eine Position nach unten rücken. Dabei geht der Programmschritt, der zuvor in Zeile 98 des Programmspeichers stand, unwiederbringlich verloren. In diesem Fall war es eine der R/S-Anweisungen, die den nichtbenutzten Teil des Programmspeichers belegen und für das Programm selbst nicht von Bedeutung sind. Wenn Sie dagegen alle Speicherplätze mit Programminformationen belegt haben, ist es wichtig, darauf zu achten, daß beim Einfügen zusätzlicher Programmschritte nicht wichtige Informationen am Ende des Speichers verloren gehen.

## VORRÜCKEN ZU EINER BESTIMMTEN SPEICHERSTELLE

Wie Sie leicht einsehen werden, ist die wiederholte Verwendung von SST zum Vorrücken im Programmspeicher dann zeitraubend und mühsam, wenn die gewünschte Speicherstelle weit von der augenblicklichen Position entfernt liegt. Daher verfügt der Rechner über eine weitere nicht-speicherbare Operation GTO ▣ n n, mit deren Hilfe Sie zu jeder beliebigen Programmspeicherzeile vor- bzw. zurückerücken können.

Wenn Sie entweder im PRGM- oder RUN-Modus GTO ▣ n n drücken, springt der Rechner augenblicklich zu der Speicherzeile, die durch die zweistellige Ziffernfolge n n angegeben wird. Dabei werden keine Programmschritte ausgeführt. Im PRGM-Modus wird dabei augenblicklich die angewählte Zeilennummer und der Code der dort gespeicherten Anweisung angezeigt; befinden Sie sich dagegen im RUN-Modus, können Sie kurzzeitig in den PRGM-Modus umschalten, um diese Speicherzeile anzuzeigen. Das Auflisten der Programmschritte, weitere Suchvorgänge oder die Ausführung des Programms beginnen dann ab dieser Position im Programmspeicher. Eingetastete Programmschritte werden mit der darauffolgenden Zeile beginnend in den Speicher geschrieben.

Wenn Sie beispielsweise erreichen wollen, daß der Inhalt des X-Registers (Wert der Hypotenuse c) angezeigt wird, müssen Sie im Anschluß an diesen Programmschritt eine f PAUSE-Anweisung einfügen. Drücken Sie dazu als erstes GTO (gehe nach), gefolgt von der Taste für den Dezimalpunkt und den entsprechenden Zifferntasten für die zweistellige Angabe der gewünschten «Sprungadresse». Dann können Sie f PAUSE drücken und damit den gewünschten Anzeigebefehl in die darauffolgende Speicherzeile schreiben. Denken Sie daran, daß dabei alle nachfolgenden Programmschritte um eine Speicherzeile nach unten verschoben werden, wobei die in der letzten Zeile gespeicherte Anweisung verloren geht. Zum Einfügen von f PAUSE im Anschluß an die in Zeile 07 gespeicherte f √x-Anweisung:

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GTO</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">▣</span> 07 →	07    14   63	07    16   53
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">f</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PAUSE</span> →	08    14   74	08    16   64

Beim Einfügen der f PAUSE-Anweisung in Speicherzeile 08 wurde der Programmschritt, der zuvor in dieser Zeile gespeichert war, in Speicherzeile 09 geschoben, in gleicher Weise wurden alle darauffolgenden Programmschritte um eine Speicherzeile nach unten gerückt. Die R/S-Anweisung, die zuvor in Speicherzeile 98 stand, ging dabei verloren.

Beim Einfügen der **f** **PAUSE**-Anweisung im Anschluß an Zeile 07 wurden die Inhalte des Programmspeichers wie folgt verschoben:

Vorher:	Nachher:
01 <b>g</b> <b>LBL</b> 9	01 <b>g</b> <b>LBL</b> 9
02 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	02 <b>f</b> <b>PAUSE</b>
03 <b>g</b> <b>x²</b>	03 <b>g</b> <b>x²</b>
04 <b>x²y</b>	04 <b>x²y</b>
05 <b>g</b> <b>x²</b>	05 <b>g</b> <b>x²</b>
06 <b>+</b>	06 <b>+</b>
07 <b>f</b> <b>√x</b>	07 <b>f</b> <b>√x</b>
08 <b>g</b> <b>RTN</b>	08 <b>f</b> <b>PAUSE</b>
09 <b>R/S</b>	09 <b>g</b> <b>RTN</b>
10 <b>R/S</b>	10 <b>R/S</b>
...	...
95 <b>R/S</b>	95 <b>R/S</b>
96 <b>R/S</b>	96 <b>R/S</b>
97 <b>R/S</b>	97 <b>R/S</b>
98 <b>R/S</b>	98 <b>R/S</b>

Hier wurde der Pausebefehl eingefügt. Die darauffolgenden Programmschritte wurden um eine Position nach unten verschoben.

Die letzte Anweisung ging verloren.

## SCHRITTWEISES ZURÜCKRÜCKEN IM SPEICHER

Die Taste **BST** (Einzelschritt zurück) wird im Zusammenhang mit der Korrektur von Programmen dazu verwendet, Schritt für Schritt im Programmspeicher zurückzurücken. Wenn Sie **g** **BST** im RUN-Modus drücken, rückt der Rechner um eine Zeile im Programmspeicher zurück und zeigt die dort gespeicherte Anweisung (und Zeilennummer) so lange an, wie Sie **BST** gedrückt halten – nach Loslassen der Taste erscheint wieder der letzte Inhalt des **X**-Registers in der Anzeige.

Im PRGM-Modus wird nur der Inhalt der vorhergehenden Speicherzeile angezeigt.

Weder im RUN- noch im PRGM-Modus werden Programmanweisungen ausgeführt.

Sie wollten noch einen weiteren Pausebefehl in das Pythagoras-Programm einfügen. Dieser Schritt ist im Anschluß an die **x²y**-Anweisung, die augenblicklich in Zeile 04 des Programmspeichers steht, einzutasten. Der Rechner steht im Moment noch vom letzten Einfügen der letzten **f** **PAUSE**-Anweisung bei Zeile 08 des Programms. Sie können jetzt die Taste **BST** dazu verwenden, schrittweise zur Zeile 04 zurückzurücken. Anschließend tasten Sie die **f** **PAUSE**-Anweisung in Zeile 05 ein. Zu Beginn:

Vergewissern Sie sich, daß der Rechner sich im PRGM-Modus befindet.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C	
<b>g</b> <b>BST</b> →	08 14 74	08 16 64	Wenn Sie einmal <b>g</b> <b>BST</b> drücken, wird der Inhalt der vorhergehenden Speicherzeile angezeigt
	07 14 63	07 16 53	

Wenn Sie **g** **BST** drücken, rückt der Rechner um eine Programmspeichezeile zurück. Dabei werden keine gespeicherten Programmschritte ausgeführt. Fahren Sie mit dem Drücken von **g** **BST** fort, bis Sie die Speicherzeile 04 erreicht haben:

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>g</b> <b>BST</b> →	06 51	06 41
<b>g</b> <b>BST</b> →	05 15 63	05 25 53
<b>g</b> <b>BST</b> →	04 21	04 11

Da Sie den **f PAUSE**-Befehl hinter die in Zeile 04 stehende **XY**-Anweisung speichern wollen, müssen Sie zuerst zur Zeile 04 zurückspringen. Ein eingetasteter Programmschritt wird grundsätzlich in die Speicherzeile geschrieben, die auf den angezeigten Programmschritt folgt. Wenn Sie also jetzt **f PAUSE** drücken, wird diese Anweisung in Speicherzeile 05 geschrieben und der nachfolgende Teil des Programms um eine Speicherzeile nach unten verschoben.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>				<b>HP-19C</b>
<b>f PAUSE</b> →	<b>05</b>	<b>14</b>	<b>74</b>	<b>05</b>	<b>16 64</b>

Sie haben Ihr Pythagoras-Programm jetzt so abgeändert, daß bei der Ausführung des Programms einige Inhalte, die sich während der Programmausführung im **X**-Register befinden (die Längen der Dreiecksseiten, a, b und c), angezeigt werden. Das Programm sieht jetzt wie folgt aus:

```

01 g LBL 9
02 f PAUSE
03 g X2
04 XY
05 f PAUSE
06 g X2
07 +
08 f √X
09 f PAUSE
10 g RTN
11 R/S
    
```

Wenn Sie kontrollieren wollen, ob diese Programmschritte auch im Speicher Ihres Rechners stehen, können Sie zur Speicherzeile 00 vorrücken und das Programm mit **SST** im PRGM-Modus Schritt für Schritt zur Anzeige bringen.

**Hinweis:** Der Programmspeicher Seite 88; Der Drucker und das Programm (HP-19C), Seite 99.

## AUSFÜHREN DES ABGEÄNDERTEN PROGRAMMS

Um das abgeänderte Programm auszuführen, müssen Sie Zahlenwerte für die Seiten a und b eingeben und anschließend **GSB** 9 drücken. Der Rechner berechnet daraufhin die Länge der Seite c und sollte die Werte für die Seiten a, b und c anzeigen. Verwenden Sie das Programm zur Berechnung der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Seiten a = 22 Meter und b = 9 Meter:

Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

<b>Drücken Sie</b>	<b>Anzeige</b>
22 <b>ENTER</b> →	22.00
9 →	9.
<b>GSB</b> 9 →	23.77

Speichern der Ausgangsdaten  
Nachdem dreimal die Inhalte des **X**-Registers während der Programmausführung angezeigt wurden, erscheint in der Anzeige das Ergebnis in Meter.

Wiederholen Sie die Rechnung jetzt für ein Dreieck mit den Seiten a = 73 Meilen und b = 99 Meilen (Ergebnis 123 Meilen).

## LÖSCHEN UND EINFÜGEN EINZELNER PROGRAMMSCHRITTE

Im Zusammenhang mit der Änderung und Korrektur gespeicherter Programme wird es oftmals nötig sein, einzelne Programmschritte zu entfernen. Rücken Sie den Rechner dazu an die entsprechende Programmspeicherstelle vor und drücken Sie dann im PRGM-

Modus die Tasten **g** **DEL** (Einzelschritt löschen). (Wenn Sie **DEL** im RUN-Modus drücken, wird dadurch lediglich die Wirkung der zuvor gedrückten Präfixtaste **g** aufgehoben.) Nachdem ein Programmschritt mit **g** **DEL** aus einer Speicherzeile entfernt wurde, rücken alle nachfolgenden Programmschritte um eine Position auf, um die so entstandene Lücke aufzufüllen. Am Ende des Programmspeichers wird dafür ein **R/S**-Befehl nachgeschoben. Gleichzeitig rückt der Rechner um eine Speicherzeile zurück und zeigt den entsprechenden Inhalt an.

Wenn Sie beispielsweise das augenblicklich gespeicherte Pythagoras-Programm in der Weise erneut abändern wollen, daß nur noch am Ende der Inhalt des **X**-Registers (Länge der Seite *c*) angezeigt wird, müssen Sie die beiden übrigen **f** **PAUSE**-Anweisungen in den Zeilen 02 und 05 entfernen. Zum Löschen dieser Programmschritte ist als erstes der Rechner an die entsprechende Stelle im Programmspeicher zu rücken. Dazu können Sie **SST**, **g** **BST** und **GTO** **•** **n** **n** verwenden.

Anschließend drücken Sie **g** **DEL** und löschen so die **f** **PAUSE**-Anweisung in Zeile 02.

Schalten Sie als erstes den Rechner in den PRGM-Modus.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>	<b>HP-19C</b>	
<b>GTO</b> <b>•</b> 02 →	02 14 74	02 16 64	Speicherzeile 02 wird angezeigt
<b>g</b> <b>DEL</b> →	01 15 13 09	01 25 14 09	Die Anweisung in Zeile 02 wird gelöscht und der Rechner rückt zur Zeile 01 zurück

Wenn Sie sich davon überzeugen wollen, daß der **f** **PAUSE**-Befehl gelöscht wurde, müssen Sie eine Zeile im Programmspeicher vorrücken.

<b>Drücken Sie</b>	<b>HP-29C</b>	<b>HP-19C</b>	
<b>SST</b> →	02 15 63	02 25 53	Die zuvor in Zeile 03 gespeicherte Anweisung steht jetzt in Zeile 02; alle nachfolgenden Programmschritte rücken beim Drücken von <b>g</b> <b>DEL</b> eine Speicherzeile auf.

Beim Drücken von **g** **DEL** hat sich der Inhalt des Programmspeichers wie folgt geändert:

<b>Vorher</b>	<b>Nachher</b>	
01 <b>g</b> <b>LBL</b> 9	01 <b>g</b> <b>LBL</b> 9	← Hier wurde ein Programmschritt gelöscht
02 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	02 <b>g</b> <b>x²</b>	
03 <b>g</b> <b>x²</b>	03 <b>x²y</b>	
04 <b>x²y</b>	04 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	
05 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	05 <b>g</b> <b>x²</b>	
06 <b>g</b> <b>x²</b>	06 <b>+</b>	
07 <b>+</b>	07 <b>f</b> <b>√x</b>	
08 <b>f</b> <b>√x</b>	08 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	
09 <b>f</b> <b>PAUSE</b>	09 <b>g</b> <b>RTN</b>	
10 <b>g</b> <b>RTN</b>	10 <b>R/S</b>	
11 <b>R/S</b>	11 <b>R/S</b>	
12 <b>R/S</b>	12 <b>R/S</b>	
...	...	← Hier wurde ein <b>R/S</b> -Befehl «nachgeschoben»
95 <b>R/S</b>	95 <b>R/S</b>	
96 <b>R/S</b>	96 <b>R/S</b>	
97 <b>R/S</b>	97 <b>R/S</b>	
98 <b>R/S</b>	98 <b>R/S</b>	

Diese Programmanweisungen rücken entsprechend um eine Zeile auf

Um die **f** **PAUSE**-Anweisung aus der Programmspeicherzeile 04 zu entfernen, können Sie mit **SST** zu dieser Speicherposition vorrücken und dann die gespeicherte Anweisung mit **g** **DEL** löschen.

Drücken Sie	HP-29C		HP-19C	
<b>SST</b> →	03	21	03	11
<b>SST</b> →	04	14 74	04	16 64
<b>g</b> <b>DEL</b> →	03	21	03	11

Nach Entfernen des **f** **PAUSE**-Befehls aus Zeile 04 zeigt der Rechner die Speicherzeile 03 an. Alle nachfolgenden Programmschritte rücken um einen Speicherplatz vor.

Wenn Sie die angegebenen Änderungen durchgeführt haben, sollte der Rechner bei der Ausführung des Pythagoras-Programms jetzt nur noch den letzten vor Beenden des Programms im **X**-Register stehenden Inhalt anzeigen. Es wird der Wert für die Hypotenuse c angezeigt. Schalten Sie den Rechner in Stellung RUN und verwenden Sie das Programm dann zur Berechnung eines rechtwinkligen Dreiecks mit:

Seite a = 17 Meter, b = 34 Meter                      Ergebnis für Seite c = 38,01 Meter  
 Seite a = 5500 Zoll, b = 7395 Zoll                    Ergebnis für Seite c = 9216,07 Zoll

Zum Auswechseln eines beliebigen Programmschrittes genügt es, den Rechner entsprechend im Speicher zu positionieren und **g** **DEL** zu drücken. Im Anschluß daran können Sie die Tastenfolge für die abgeänderte Programmanweisung eingeben.

Die verschiedenen Korrekturmöglichkeiten, über die Ihr Rechner verfügt, machen es leicht, jede beliebige Stelle eines Programms zu erreichen, um sie dann abzuändern oder zu berichtigen. Wenn ein Programm bei der Ausführung wegen eines Speicherüberlaufs oder einer unerlaubten Operation anhält, können Sie in den PRGM-Modus umschalten und sich die Anweisung (den Code des gespeicherten Programmschrittes) ansehen, der den Fehler verursacht hat. Sie können den Rechner auch mit **GTO** **•** **n** **n** zu einem offensichtlich fehlerhaften Programmteil vorrücken und dann die nachfolgenden Programmschritte mit **SST** im RUN-Modus Schritt für Schritt ausführen. Dabei können Sie die Wirkung jeder einzelnen Operation verfolgen und den Fehler schnell einkreisen.

## VERWENDEN DES DRUCKERS BEI DER PROGRAMM-KORREKTUR (HP-19C)

Wenn Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE schieben, zeichnet der Drucker während der Ausführung eines Programms sämtliche Einzeloperationen, Zwischen- und Endergebnisse auf. Diese Eigenschaft können Sie auch bei der Überarbeitung und Korrektur Ihrer Programme nutzen. Wenn Sie einmal sehen möchten, wie der Drucker alle vom Programm ausgeführten Operationen dokumentiert, schieben Sie den Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE und berechnen Sie mit dem Pythagoras-Programm ein rechtwinkliges Dreieck mit den Seiten a = 11282 km und b = 65482,448 km:

Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter **MAN** **TRACE** **NORM** in Stellung TRACE.

<b>Drücken Sie</b>		<b>Anzeige</b>
11282	<b>ENTER</b> →	11282.00
65482.448	→	65482.448
<b>GSB</b> 9	→	66447.23 Kilometer

## HP-19C Ausdruck

```

11282.00 ENT↑
65482.448 GSB9
01 *LBL9
02 X²
4287950996. ***
03 X÷Y
11282.00 ***
04 X²
127283524.0 ***
05 +
4415234520. ***
06 √X
66447.23 ***
07 PSE
08 RTN

```

Der Drucker zeichnet alle gedrückten Tasten, jede ausgeführte Operation und alle Zwischen- und Endergebnisse auf.

Wenn der Rechner bei der Ausführung eines Programms plötzlich anhält, weil eine Fehlermeldung erfolgt oder ein Überlauf in einem der Register eingetreten ist, können Sie den Rechner kurzfristig in den PRGM-Modus umschalten und sich die Schrittnummer und den Tastencode der Anweisung ansehen, die den Fehler verursacht hat. Wenn Sie den Grund für die Fehlermeldung nicht gleich erkennen, können Sie das Programm noch einmal starten und dabei den Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE schieben. Auf diese Weise werden die Wirkungen aller Programmmanweisungen Schritt für Schritt ausgedruckt und Sie können den Fehler leicht einkreisen.

Dabei ist es oft nicht nötig, das gesamte Programm auszudrucken. Sie können unter Verwendung von **GTO** □ □ □ □, **SST** oder **g** **BSI** zu Beginn die Stelle im Programmspeicher adressieren, ab der Sie mit dem Ausdrucken der Programmfunktionen beginnen möchten.

Sie können den Drucker in der Betriebsart TRACE auch in Verbindung mit der **SST**-Taste verwenden. Der Rechner führt mit jedem Drücken von **SST** jeweils nur eine einzelne Programmanweisung aus. Dabei wird, wenn der Drucker-Wahlschalter in Stellung TRACE steht, gleichzeitig der Programmschritt und ein eventuelles Zwischen- oder Endergebnis ausgedruckt. Nach diesem Verfahren können Sie Teile des Programms gewissermaßen im Zeitlupentempo auf ihre Wirkung untersuchen. Sicherlich haben Sie bereits erkannt, wie sehr das Überarbeiten und Verbessern Ihrer Programme durch diese Vielzahl von Korrekturoperationen erleichtert wird!

Sie können den Drucker auch verwenden, um ein abgeändertes Programm zu überprüfen. Um das abgeänderte Pythagoras-Programm auszudrucken:

<b>Drücken Sie</b>		<b>Anzeige</b>
<b>GTO</b> 9	→	01 25 14 09
<b>g</b> <b>PRT PRGM</b>		

Druckt das Programm

**g** **LBL** 9.

Nach Beenden des Ausdrucks wird der Programmspeicher an die Speicherzeile 01 gerückt.

## Ausdruck

```

GT09
01 *LBL9
02 X²
03 X÷Y
04 X²
05 +
06 √X
07 PSE
08 RTN
09 R/S

```

**Übungsaufgaben:**

1. Vielleicht haben Sie bereits herausgefunden, daß der Rechner über eine einzelne Tastenfeld-Operation (die  $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$ -Taste) verfügt, mit der Sie ohne weitere Rechenschritte die Hypotenuse (Seite c) eines rechtwinkligen Dreiecks berechnen können. Dazu sind zuvor die Werte für die Seiten a und b in das **X**- und **Y**-Register einzugeben. Ersetzen Sie jetzt im Pythagoras-Programm die Tastenfolge  $\boxed{g} \boxed{x^2}$ ,  $\boxed{x \leftrightarrow y}$ ,  $\boxed{g} \boxed{x^2}$  und  $\boxed{f} \boxed{\sqrt{x}}$  durch die einzige Anweisung  $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$ :

a) Verwenden Sie **GTO**  $\boxed{\bullet}$   $\boxed{n}$   $\boxed{n}$  und **SST** zur Kontrolle, ob die Programmschritte in Ihrem Rechner der nachfolgenden Speicherliste entsprechen:

```

01  $\boxed{g} \boxed{LBL} \boxed{9}$ 
02  $\boxed{g} \boxed{x^2}$ 
03  $\boxed{x \leftrightarrow y}$ 
04  $\boxed{g} \boxed{x^2}$ 
05  $\boxed{+}$ 
06  $\boxed{f} \boxed{\sqrt{x}}$ 
07  $\boxed{f} \boxed{PAUSE}$ 
08  $\boxed{g} \boxed{RTN}$ 

```

Diese Programmschritte sind durch  $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$  zu ersetzen.

- b) Rücken Sie unter Verwendung von **GTO**  $\boxed{\bullet}$   $\boxed{n}$   $\boxed{n}$  zur Speicherzeile 06 vor. Dort steht die letzte Anweisung, die entfernt werden soll.
- c) Verwenden Sie  $\boxed{g} \boxed{DEL}$  im PRGM-Modus zum Löschen der Programmschritte in den Zeilen 06, 05, 04, 03 und 02.

**Anmerkung:** Beim Abändern eines Programms sollten Sie vor dem Einfügen weiterer Programmanweisungen zuerst die Programmschritte löschen, die zu entfernen sind. Andernfalls schieben Sie die nachfolgenden Programmteile im Speicher vor sich her und laufen Gefahr, daß dabei am Speicherende wichtige Programminformationen verloren gehen.

- d) Tasten Sie die  $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$ -Anweisung in Speicherzeile 02.
- e) Überzeugen Sie sich davon, daß das abgeänderte Programm wie folgt aussieht:

```

01  $\boxed{g} \boxed{LBL} \boxed{9}$ 
02  $\boxed{g} \boxed{\rightarrow P}$ 
03  $\boxed{f} \boxed{PAUSE}$ 
04  $\boxed{g} \boxed{RTN}$ 

```

f) Schalten Sie zurück in den RUN-Modus und verwenden Sie das Programm zur Berechnung eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Seiten a = 73 Fuß und b = 112 Fuß.

**Ergebnis:** Seite c = 133,69 Fuß.

2. Der Abteilungsleiter eines Geldinstitutes verwendet das nachfolgende Programm zur Berechnung des verzinsten Guthabens bei Sparkonten, dabei ist die Formel  $FV = PV (1 + i)^n$  zu lösen, wobei FV den zukünftigen oder Endwert des Kapitals, PV den gegenwärtigen oder Anfangswert des Kapitals, i den dezimalen Wert des Periodenzinssatzes und n die Anzahl der Zinsperioden bezeichnet. Wenn PV zuvor in das **Y**-Register eingegeben wird, n entsprechend in das **X**-Register und der Jahreszinssatz 7,5% beträgt, sieht das Programm wie folgt aus:

```

01  $\boxed{g} \boxed{LBL} \boxed{6}$ 
02  $\boxed{1}$ 
03  $\boxed{ENTER \uparrow}$ 
04  $\boxed{\bullet}$ 
05  $\boxed{0}$ 
06  $\boxed{7}$ 
07  $\boxed{5}$ 

```

08   
 09   
 10   
 11   
 12  

- a) Tasten Sie die Schrittfolge in den Programmspeicher des Rechners ein.  
 b) Verwenden Sie das Programm zur Berechnung des Endwertes, auf den 1000 DM innerhalb von 5 Jahren anwachsen. **Ergebnis:** 1435,63 DM. Über welches Guthaben verfügen Sie nach 4 Jahren, wenn die anfängliche Einlage 2300 DM beträgt? **Ergebnis:** 3071,58 DM.  
 c) Ändern Sie das Programm zur Berücksichtigung eines Jahreszinssatzes von 8% (anstatt 7,5%) ab.  
 d) Verwenden Sie das Programm zur Berechnung der Endbeträge, auf die bei 8% p.a. 500 DM in 4 Jahren und 2000 DM in 10 Jahren angewachsen sind. **Ergebnisse:** 680,24 DM; 4317,85 DM.
3. Das folgende Programm berechnet die Zeit, die ein aus der Höhe  $h$  abgeworfener Gegenstand braucht, bis er die Erdoberfläche erreicht. (Der Einfluß des Luftwiderstandes wird dabei außer Betracht gelassen.) Wenn Sie als Vorbereitungsschritt die Höhe  $h$  (in Meter) in das angezeigte **X**-Register eintasten und dann **GSB** 0 drücken, wird die Fallzeit

$$t = \sqrt{\frac{2d}{9,8 \text{ Meter/Sek.}^2}}$$

berechnet und angezeigt.

- a) Löschen Sie den Programmspeicher Ihres Rechners und geben Sie die nachstehende Programmschrittfolge ein.

01   0  
 02 2  
 03   
 04 9  
 05   
 06 8  
 07   
 08   
 09  

- b) Berechnen Sie mit Hilfe dieses Programms die Fallzeit für einen Stein, der vom 300,51 Meter hohen Eiffelturm geworfen wird. Führen Sie die gleiche Rechnung für einen Gegenstand durch, der aus einem in 1000 Meter Höhe fliegenden Luftschiff abgeworfen wird.  
**Ergebnisse:** 7,83 Sek. und 14,29 Sek.  
 c) Ändern Sie das vorstehende Programm jetzt so ab, daß die Höhe in Fuß eingegeben werden kann. Es gilt:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{32,1740 \text{ Fuß/Sek.}^2}}$$

- d) Ein Wetterballon platzt bereits wenige Sekunden nach seinem Aufstieg in einer Höhe von 550 Fuß. Berechnen Sie mit Hilfe des abgeänderten Programms die Fallzeit, nach der die angehängte Nutzlast den Erdboden erreicht. Wie lange fällt ein Stein, der vom 1350 Fuß hohen Gebäude des Welthandelszentrums in New York City geworfen wird?  
**Ergebnisse:** 5,85 Sek., 9,16 Sek.

# ABSCHNITT 8. PROGRAMMVERZWEIGUNGEN

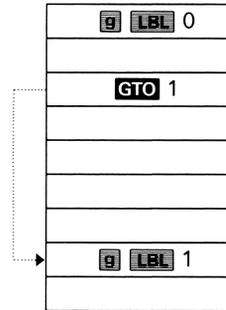
## UNBEDINGTE SPRÜNGE UND PROGRAMMSCHLEIFEN

Sie haben bereits erfahren, wie die nicht-speicherbare Operation **GTO**    vom Tastenfeld aus dazu verwendet werden kann, die Programmausführung ab einer beliebigen Speicherstelle fortzusetzen. Sie können die **GTO**-Anweisung (Sprungbefehl) auch innerhalb eines Programms verwenden. Der **GTO**-Befehl kann aber als Bestandteil eines Programms nur dann im Rechner gespeichert werden, wenn Sie im Anschluß an **GTO** als «Sprungadresse» eine der Marken (0 bis 9) eintasten. (Sie können im Anschluß an **GTO** auch  drücken – dieser Sonderfall wird an späterer Stelle besprochen.)

Wenn der Rechner zum Beispiel während der Programmausführung auf die Anweisung **GTO** 1 trifft, wird die Programmausführung angehalten und der Speicher nach dieser Marke abgesucht. Wenn der Rechner bei diesem Suchvorgang die erste Marke  **LBL** 1 gefunden hat, setzt er die sequentielle Ausführung des Programms ab dieser Stelle fort.

Auf diese Weise können Sie die Programmausführung mit **GTO**, gefolgt von der Bezeichnung einer dieser Marken, zu einer beliebigen Stelle verzweigen.

Die Programmausführung verzweigt zum nächsten  **LBL** 1



Da diese Programmverzweigung unbedingt stattfindet, bezeichnet man sie auch als unbedingten Sprung. Nach Erreichen der **GTO**-Anweisung springt der Rechner zur angegebenen Adresse (Marke) und setzt die Programmausführung ab dieser Stelle fort. (Sie werden an späterer Stelle erfahren, wie Sie **GTO** auch in Verbindung mit einem Vergleichsbefehl zur Programmierung bedingter Programmverzweigungen verwenden können, die nur dann ausgeführt werden, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.)

Die **GTO**-Anweisung wird häufig zur Programmierung sogenannter «Programmschleifen» verwendet. Das folgende Programm verwendet eine solche Programmschleife zur Berechnung der Quadratwurzel aufeinanderfolgender ganzer Zahlen, wobei es bei 0 anfängt. Damit fährt das Programm so lange fort, bis Sie vom Tastenfeld aus  drücken (oder ein Rechner-Überlauf) eintritt.

Zum Eintasten des Programms: Schalten Sie als erstes den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie  **CLEAR** ; damit wird der Programmspeicher gelöscht und der Rechner an den Speicheranfang gesetzt (Zeile 00). Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung MAN.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
 <b>LBL</b> 1 →	01 15 13 01	01 25 14 01
0 →	02 00	02 00

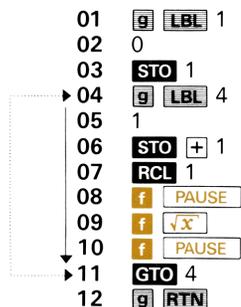
<b>STO</b> 1	→	03	23	01	03	45	01	
<b>g</b> <b>LBL</b> 4	→	04	15	13	04	04	25	14
1	→	05			01	05		01
<b>STO</b> <b>+</b> 1	→	06	23	51	01	06	45	41
<b>RCL</b> 1	→	07	24	01	07	55	01	
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	→	08	14	74	08	16	64	
<b>f</b> $\sqrt{x}$	→	09	14	63	09	16	53	
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	→	10	14	74	10	16	64	
<b>GTO</b> 4	→	11	13	04	11	14	04	
<b>g</b> <b>RTN</b>	→	12	15	12	12	25	13	

Addiert 1 zum Inhalt von  $R_1$   
 Ruft Inhalt von  $R_1$  zurück  
 Anzeigepause  
 Anzeige der Quadratwurzel der augenblicklichen Zahl  
 Verzweigung nach **g** **LBL** 4

Schalten Sie zur Ausführung des Programms in Stellung RUN zurück. Drücken Sie **GSB** 1. Der Rechner beginnt dann mit dem Ausdrucken aufeinanderfolgender ganzer Zahlen und den zugehörigen Quadratwurzeln. Das Programm hält an, wenn Sie vom Tastenfeld aus **R/S** drücken oder ein Rechner-Überlauf eintritt.

**Wie läuft das Programm ab?** Wenn Sie **GSB** 1 drücken, sucht der Rechner den Programmspeicher nach der ersten **g** **LBL** 1-Anweisung ab, die den Anfang des Programms markiert. Dann beginnt er die automatische Ausführung aufeinanderfolgender Programmschritte, bis er die **GTO** 4-Anweisung in Zeile 11 erreicht.

Bei diesem Sprungbefehl angelangt, beginnt der Rechner erneut zu suchen, diesmal nach **g** **LBL** 4. Dabei geht der Rechner die Speicherpositionen zyklisch durch und findet schließlich in Zeile 04 die erste Anweisung **g** **LBL** 4. Ab dieser Stelle setzt er dann die sequentielle Ausführung der Programmanweisungen fort. (Beachten Sie, daß im Anschluß an **GTO** die Sprungadresse in Form einer Marke, nicht einer Zeilennummer anzugeben ist.)



Da das Programm jedesmal nach **g** **LBL** 4 in Zeile 04 verzweigt, wenn der Rechner die **GTO** 4-Anweisung in Zeile 11 ausführt, bewegt sich das Programm laufend innerhalb dieser «Schleife». Dabei erhöht der Rechner ständig den Inhalt des Speicherregisters  $R_1$  um 1 und zeigt dann jeweils die neue Zahl und ihre Quadratwurzel an.

Viele der zahlreichen Möglichkeiten Ihres Rechners werden durch die Verwendung solcher Programmschleifen erst richtig ausgenutzt. Auf diese Weise wird es möglich, Daten laufend auf den neuesten Stand zu bringen und Rechnungen automatisch, schnell und, wenn gewünscht, auch in endlosen Wiederholungen auszuführen.

Die Verwendung unbedingter Sprünge ist keineswegs auf Programmschleifen beschränkt; Sie können damit innerhalb eines Programms ebenso einmalige Verzweigungen zu einer beliebigen Marke programmieren. Der Vorgang ist stets der gleiche: Wenn der Rechner bei der Programmausführung eine **GTO**-Anweisung erreicht, sucht er den Programmspeicher bis zum Auffinden der entsprechenden Marke schrittweise nach unten ab und fährt dann mit der sequentiellen Ausführung des Programms fort.

**Übungsaufgaben:**

1. Das folgende Programm berechnet, so oft Sie es starten, das Quadrat der Zahl 1 und zeigt diesen Wert an. Schalten Sie den Rechner in Stellung PRGM, tasten Sie das Programm ein und lassen Sie es anschließend im RUN-Modus einige Male ablaufen. Ändern Sie dann das Programm ab, indem Sie hinter **STO** 1 in Zeile 03 die Tastenfolge **g** **LBL** 7 und hinter die zweite **f** **PAUSE**-Instruktion die Tastenfolge **GTO** 7 einfügen. Auf diese Weise haben Sie eine Programmschleife erzeugt. Der Rechner wird jeweils eine neue Zahl und ihr Quadrat anzeigen, die Zahl dann um eins erhöhen, anzeigen, das entsprechende Quadrat berechnen und anzeigen usw. Geben Sie als erstes das ursprüngliche (noch nicht abgeänderte) Programm ein, indem Sie den Rechner in Stellung PRGM schalten und die folgenden Tasten drücken:

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	00	00
<b>g</b> <b>LBL</b> 4	01 15 13 04	01 25 14 04
0	02	02 00
<b>STO</b> 1	03 23 01	03 45 01
1	04 01	04 01
<b>STO</b> <b>+</b> 1	05 23 51 01	05 45 41 01
<b>RCL</b> 1	06 24 01	06 55 01
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	07 14 74	07 16 64
<b>g</b> <b>x²</b>	08 15 63	08 25 53
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	09 14 74	09 16 64
<b>g</b> <b>RTN</b>	10 15 12	10 25 13

**Bemerkung:** Der HP-19C druckt eine Liste der ganzen Zahlen und ihrer Quadrate aus, wenn Sie die **f** **PAUSE**-Anweisungen durch **PR x**-Befehle ersetzen. Schieben Sie den Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung NORM oder MAN.

2. Erstellen Sie anhand des nachfolgenden Flußdiagramms ein Programm, daß für aufeinanderfolgende Jahre den Endbetrag (FV) berechnet und anzeigt (oder ausdrückt [HP-19C]), auf den eine Spareinlage durch die Verzinsung angewachsen ist. Verwenden Sie dabei die Formel.

$$FV = PV (1 + i)^n$$



wobei FV = zukünftiger oder Endbetrag der Spareinlage.

PV = Anfangswert (Kontostand zu Beginn).

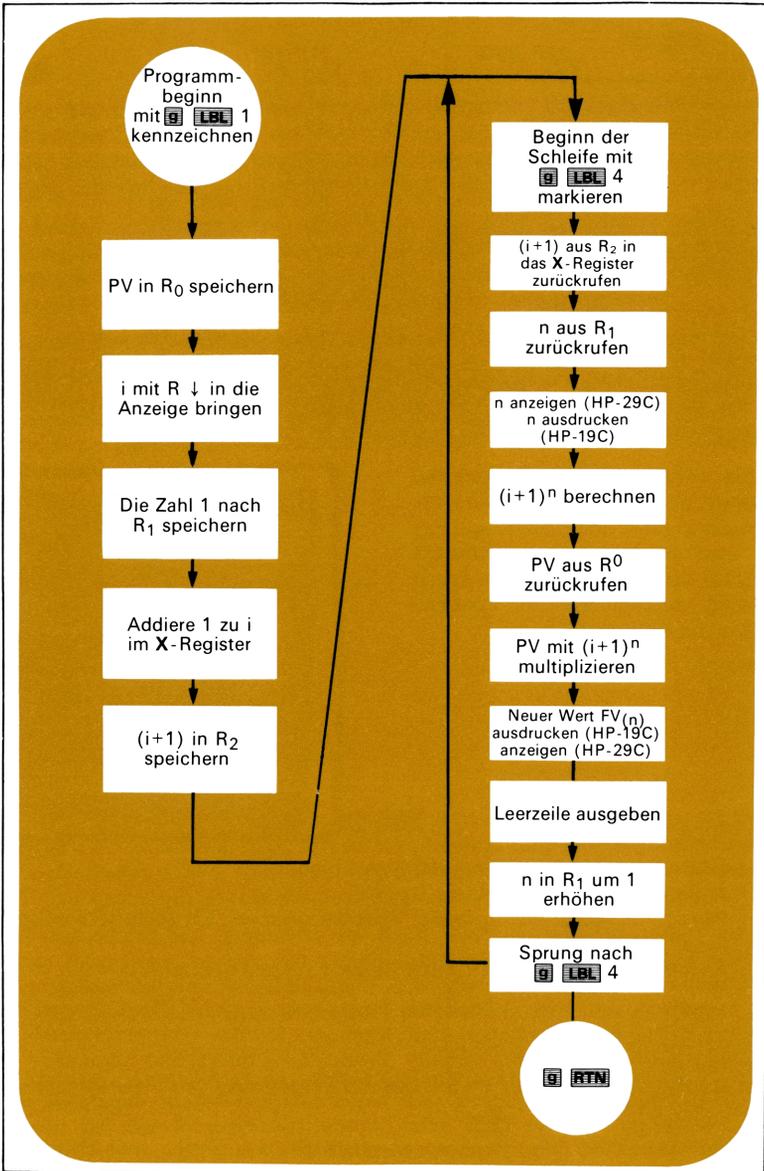
i = Periodenzinssatz (als dezimaler Wert einzugeben; 6% entspricht beispielsweise 0,06).

n = Anzahl der Zinsperioden (in der Regel = Anzahl der Jahre).

Gehen Sie davon aus, daß i vor Starten des Programms in das Y-Register und PV in das angezeigte X-Register eingegeben wird. Nachdem Sie das Programm erstellt und in den Rechner eingetastet haben, können Sie die Berechnung mit folgenden Ausgangsdaten starten: Jahreszinssatz i = 6% (als .06 eingetastet) und Spareinlage (oder Anfangswert, PV) = 1000 DM.

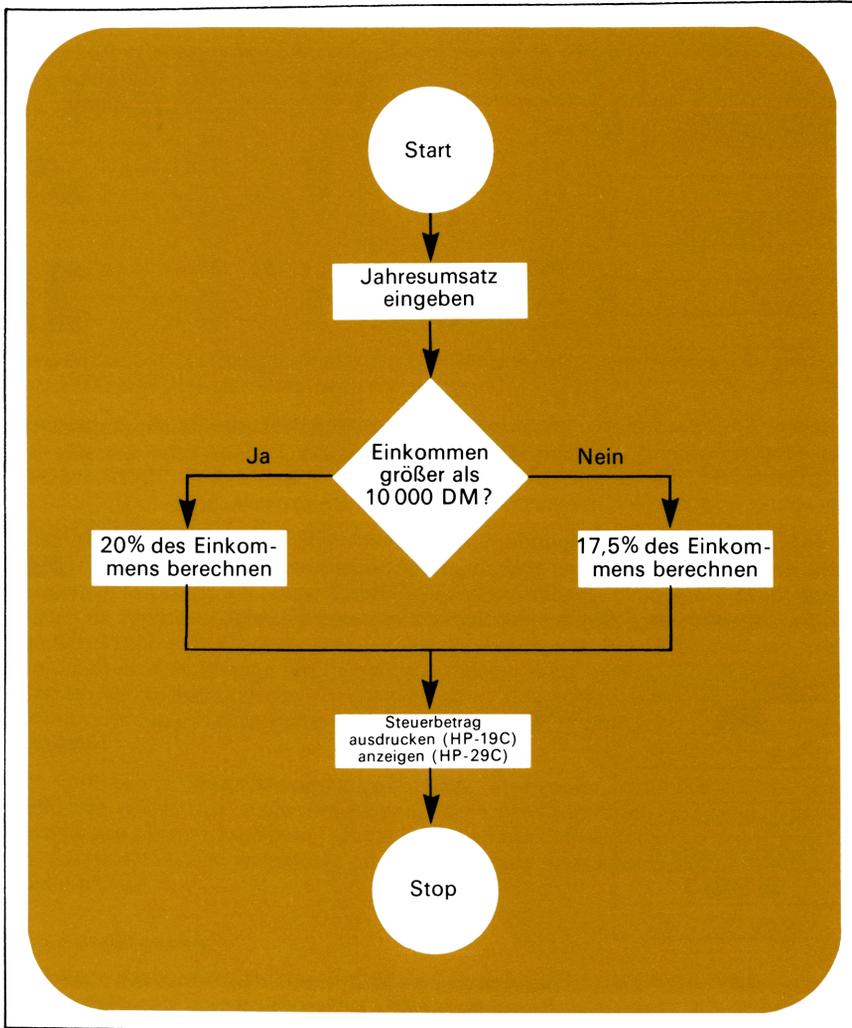
Ergebnis: Erstes Jahr 1060 DM; zweites Jahr 1123,60 DM; drittes Jahr 1191,02 DM usw.

Das Programm fährt mit der Berechnung des Kontostandes für aufeinanderfolgende Jahre so lange fort, bis Sie über das Tastenfeld **R/S** (oder eine beliebige andere Taste) drücken, bzw. ein Rechner-Überlauf eintritt. Sie sehen, wie Ihr Sparguthaben von Jahr zu Jahr wächst. Wenn Sie wollen, können Sie das Programm mit geänderten Werten für den Zinssatz  $i$  und das Startkapital PV wiederholen.



## VERGLEICHSOPERATIONEN UND BEDINGTE PROGRAMMVERZWEIGUNGEN

Es treten oft Problemstellungen auf, bei denen es wünschenswert erscheint, daß der Rechner innerhalb des Programms selbständig eine Entscheidung trifft. Nehmen Sie beispielsweise an, ein Steuerberater möchte ein Programm erstellen, das für jeden seiner Kunden den zu zahlenden Steuerbetrag berechnet und anzeigt. Dabei soll ein Steuersatz von 17,5% gelten, solange das Jahreseinkommen 10 000 DM nicht übersteigt. Für diejenigen Klienten, deren jährliches Einkommen diesen Betrag übersteigt, beträgt der Steuersatz 20%. Das Fluß- oder Ablaufdiagramm zu diesem Problem kann z.B. wie folgt aussehen:



Acht verschiedene Anweisungen befähigen den HP-19C/HP-29C, innerhalb eines Programms Entscheidungen zu treffen. In Abhängigkeit von dem Ausgang eines Vergleichs zwischen den Inhalten von X- und Y-Registern wird ein vorprogrammierter Sprung

ausgeführt oder nicht. Diese Bedingungen, von denen die Programmverzweigung abhängig ist, lassen sich in Form einer Frage formulieren. Die folgenden acht Vergleichsoperationen stehen Ihnen auf dem Tastenfeld zur Verfügung.

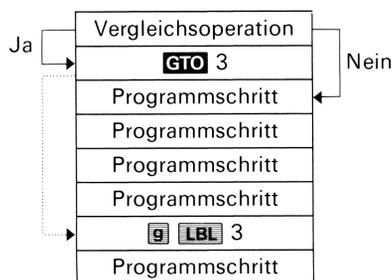
- f** **X=Y** prüft, ob die Inhalte der **X**- und **Y**-Register gleich sind.
- f** **X≠Y** prüft, ob die Inhalte der **X**- und **Y**-Register verschieden sind.
- f** **X<Y** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als oder gleich dem Inhalt des **Y**-Registers ist.
- f** **X>Y** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers größer als der Inhalt des **Y**-Registers ist.
- g** **X=0** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers gleich 0 ist.
- g** **X≠0** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers von 0 verschieden ist.
- g** **X<0** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers kleiner als Null (d.h. negativ) ist.
- g** **X>0** prüft, ob der Inhalt des **X**-Registers größer als Null (d.h. positiv) ist.

Diese Vergleichsoperationen treten an der entsprechenden Programmstelle in Form einer Frage auf. Ist die Antwort JA, fährt das Programm mit der sequentiellen Ausführung der Programmschritte fort. Ist die Antwort dagegen NEIN, überspringt das Programm den nachfolgenden Schritt. Zum Beispiel:



Wie Sie sehen, führt der Rechner im Anschluß an die Vergleichsoperationen den nächstfolgenden Programmschritt nur dann aus, wenn die mit der Testoperation gestellte Bedingung erfüllt ist, d.h. die Antwort JA lautet. Andernfalls überspringt der Rechner diesen Programmschritt und fährt mit der Ausführung weiterer Programmschritte fort.

Die auf den Vergleichsbefehl folgende Speicherzeile kann eine beliebige Programm-anweisung enthalten. In der Regel wird an dieser Stelle eine Sprunganweisung (**GTO**) stehen. Auf diese Weise wird die Programmausführung, wenn die gestellte Bedingung erfüllt ist, zu einer anderen Stelle des Programmspeichers verzweigt.



Wir wollen uns jetzt wieder dem Programmbeispiel mit den zu berechnenden Steuerbeträgen zuwenden. Für diejenigen Personen, deren Jahreseinkommen den Betrag von 10 000 DM übersteigt, sollen 20% Steuern berechnet werden. Im anderen Fall, d.h. wenn das Jahreseinkommen 10 000 DM oder weniger beträgt, sollen 17,5% des Einkommens berechnet werden. Das folgende Programm stellt selbständig fest, in welche der beiden Einkommensgruppen der Klient einzuordnen ist, berechnet daraufhin den entsprechenden Steuerbetrag und zeigt ihn an.

Vergewissern Sie sich, daß der Drucker-Wahlschalter des HP-19C in Stellung MAN ist. Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus, um das Programm einzutasten.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	00	00
<b>g</b> <b>LBL</b> 1	01 15 13 01	01 25 14 01
<b>EEX</b>	02	02 33 23
4	03	03 04 04
<b>x&gt;y</b>	04	04 21 04 11
<b>f</b> <b>x&gt;y</b>	05 14 51	05 16 41
<b>GTO</b> 2	06 13 02	06 14 02
1	07 01 07	07 01
7	08 07 08	08 07
<b>□</b>	09 73 09	09 63
5	10 05 10	10 05
<b>GTO</b> 3	11 13 03 11	11 14 03
<b>g</b> <b>LBL</b> 2	12 15 13 02	12 25 14 02
2	13 02 13	13 02
0	14 00 14	14 00
<b>g</b> <b>LBL</b> 3	15 15 13 03	15 25 14 03
<b>g</b> <b>%</b>	16 15 21 16	16 25 11
<b>g</b> <b>RTN</b>	17 15 12 17	17 25 13

Die Zahl 10 000 wird im Y-Register gespeichert

Wenn das Jahreseinkommen 10 000 DM übersteigt, verzweigt das Programm zur Marke **g** **LBL** 2

Dieser Teil des Programms berücksichtigt 17,5% Steuern

Dieser Teil des Programms berechnet 20% Steuern

Verwenden Sie das Programm jetzt zur Berechnung der Steuerbeträge, die bei 15 000 DM und 7500 DM Jahreseinkommen zu zahlen sind:

Schalten Sie den Rechner in Stellung RUN.

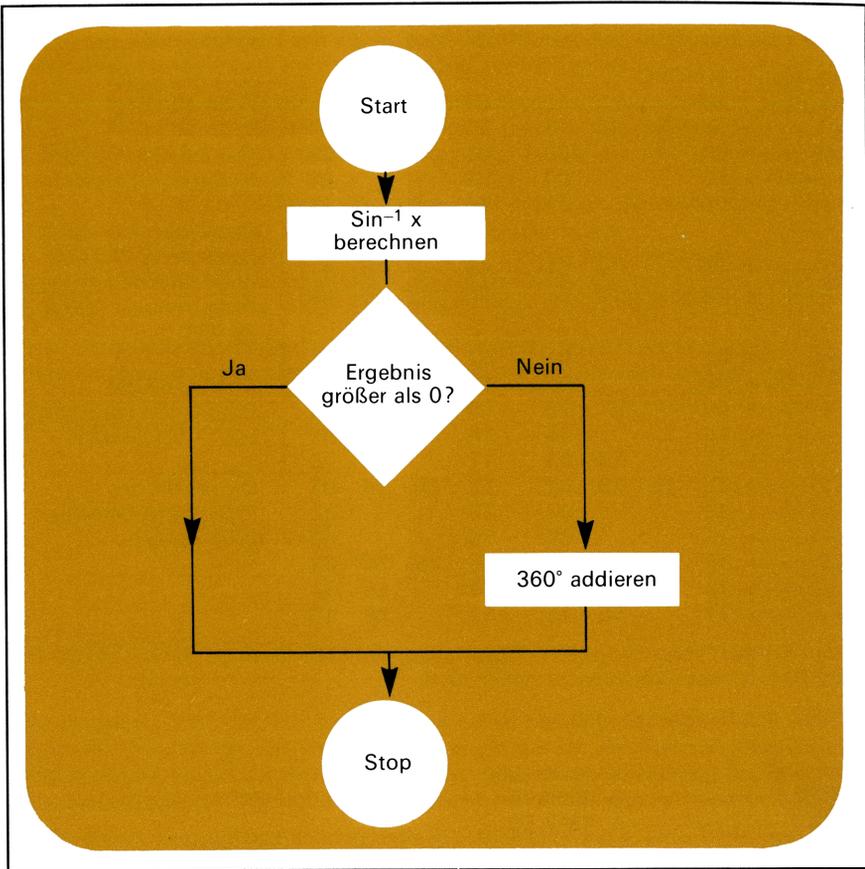
Drücken Sie	Anzeige
15000 <b>GSB</b> 1	3000.00
7500 <b>GSB</b> 1	1312.50

Von großem Nutzen sind bedingte Sprünge auch im Zusammenhang mit Programmschleifen. Soweit Ihnen bisher solche, sich wiederholende Programmteile begegnet sind, waren es Endlosschleifen. Wenn der Rechner bei der Programmausführung in einen solchen Programmteil gerät, führt er die entsprechende Schrittfolge immer wieder aus, ohne daß er eine Chance hat, jemals aus diesem Kreis herauszukommen. (In der Praxis wird er die Ausführung des Programms dann abbrechen, wenn ein Rechner-Überlauf eintritt oder Sie auf dem Tastenfeld des Rechners **[R/S]** oder eine beliebige andere Taste drücken.)

Sie können die Vergleichsoperationen dazu verwenden, den Rechner zu gegebenem Zeitpunkt wieder aus dieser Programmschleife herausspringen zu lassen. Das kann beispielsweise dann geschehen, wenn der Rechner bereits eine bestimmte Anzahl von Schleifendurchläufen ausgeführt oder einen iterativ berechneten Wert ausreichend genau bestimmt hat.

**Übungsaufgaben:**

- Erstellen Sie ein Programm, das den Arkussinus ( $\sin^{-1}$ ) eines Eingabewertes x berechnet, der zuvor in das angezeigte X-Register eingegeben wurde. Der Wert x muß dabei innerhalb der Grenzen -1 und +1 liegen. Anschließend ist der berechnete Winkel auf sein Vorzeichen zu prüfen und 360 zu addieren, wenn der Winkel nicht bereits größer als Null ist. Damit wird erreicht, daß der von diesem Programm berechnete Winkel stets positiv ist. Beim Erstellen des Programms können Sie sich an das folgende Flußdiagramm halten:



2. Das nachfolgende Programm zeigt in einer Schleife aufeinanderfolgende ganze Zahlen und ihren dekadischen Logarithmus an. Sie können die kleinste ganze Zahl, mit der das Programm beginnen soll, vor Starten des Programms im Register  $R_0$  speichern. Der Rechner hat keine Möglichkeit, die Programmschleife zu verlassen und setzt die Berechnung der Logarithmen so lange fort, bis Sie auf dem Tastenfeld  $\overline{R/S}$  oder eine beliebige andere Taste drücken. Darüber hinaus wird das Programm ebenfalls angehalten, wenn der Wertebereich des Rechners überschritten wurde.

```

01  $\overline{G}$   $\overline{LBL}$  1
02  $\overline{f}$   $\overline{FIX}$  9
03  $\overline{RCL}$  0
04  $\overline{f}$   $\overline{INT}$ 
05  $\overline{f}$   $\overline{PAUSE}$ 
06  $\overline{f}$   $\overline{\log}$ 
07  $\overline{f}$   $\overline{PAUSE}$ 
08 1
09  $\overline{STO}$   $\overline{+}$  0
10  $\overline{GTO}$  1
11  $\overline{G}$   $\overline{RTN}$ 
  
```

Sie sollten jetzt unter Verwendung der Tastenfolge  $\overline{RCL}$  8,  $\overline{f}$   $\overline{x>y}$ ,  $\overline{GTO}$  2 und  $\overline{G}$   $\overline{LBL}$  2 in der Lage sein, das Programm derart abzuändern, daß es nach einer

bestimmten Zahl anhält. Gehen Sie beim Einfügen dieser Programmschritte davon aus, daß der Zahlenwert für diese obere Grenze im Primär-Speicherbereichsregister  $R_8$  steht.

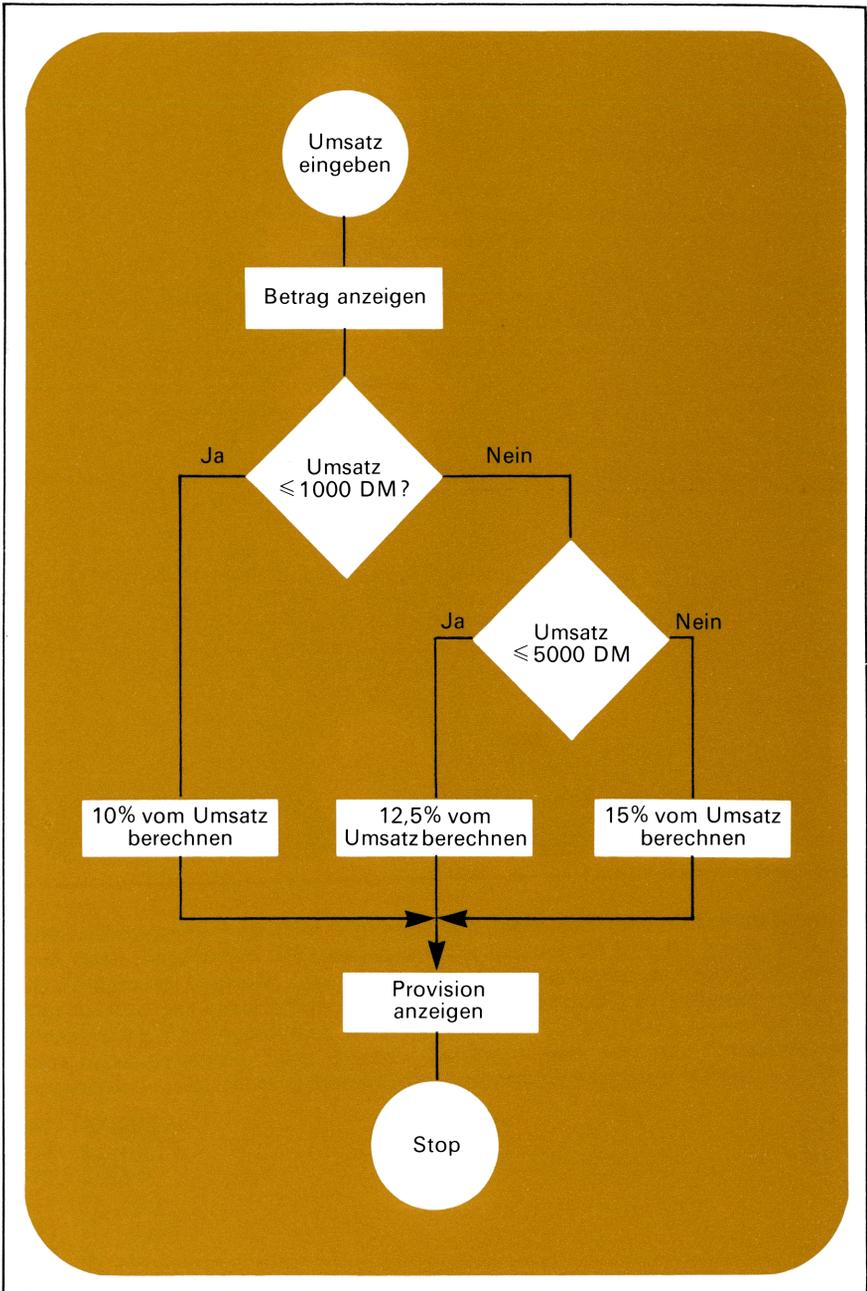
Wenn die Zahl in  $R_0$  anschließend bei der Ausführung des Programms die in  $R_8$  gespeicherte Grenze übersteigt, soll das Programm zur  -Anweisung verzweigen und anhalten.

Ändern Sie das Programm entsprechend ab und geben Sie es in den Rechner ein. Speichern Sie dann eine 1 für die untere Grenze in Register  $R_0$  und 5 als obere Grenze in Register  $R_8$ . Jetzt können Sie das Programm starten.

**Anzeige**

1.000000000  
 0.000000000  
 2.000000000  
 0.301029996  
 3.000000000  
 0.477121255  
 4.000000000  
 0.602059991  
 5.000000000  
 0.693970004

- Erstellen Sie anhand des folgenden Flußdiagramms ein Programm, mit dem ein Vertreter seine umsatzabhängigen Provisionen berechnen kann; bei Verkäufen bis zu 1000 DM werden ihm 10%, für Verkäufe zwischen 1000 DM und 5000 DM 12,5% und für Umsätze über 5000 DM 15% als Provision gewährt. Das Programm soll den Betrag der Provision anzeigen. (Ergebnisse: 50,00 DM, 125,00 DM, 187,50 DM, 625,00 DM, 900,00 DM.)



## ABSCHNITT 9. UNTERBRECHEN DER PROGRAMMAUSFÜHRUNG

Es ist oft wünschenswert, daß der Rechner die Ausführung eines Programms unterbricht, um Ihnen Gelegenheit zu geben, Daten einzutasten, oder daß der Rechner ein Programm anhält, um Ihnen Ergebnisse anzuzeigen, bevor er die Ausführung des Programms automatisch fortsetzt. Zur Unterbrechung einer Programmausführung stehen Ihnen die beiden Funktionen **R/S** und **PAUSE** zur Verfügung.

Auch wird Ihnen in diesem Abschnitt gezeigt, wie eine beliebige Taste vom Tastenfeld aus zum Anhalten einer Programmausführung verwendet wird, und wie eine «**Error**»-verursachende Programmanweisung ein laufendes Programm anhält.

### VERWENDUNG VON **R/S**

Wie Sie wissen, kann **R/S** (Start/Stop) sowohl über das Tastenfeld von Hand gedrückt als auch im Rahmen eines Programms automatisch ausgeführt werden. **R/S** hat vom Tastenfeld aus gedrückt folgende Wirkung:

1. **R/S** hält ein augenblicklich laufendes Programm an.
2. Wenn die Ausführung eines Programms zuvor angehalten oder noch nicht begonnen wurde und der Rechner im RUN-Modus arbeitet, startet **R/S** die Programmausführung ab der augenblicklichen Speicherposition.

Als eine im Rahmen eines Programms ausgeführte Anweisung hält **R/S** die Ausführung des Programms an der darauffolgenden Programmspeicherzeile an. Wenn dann **R/S** im automatischen RUN-Modus vom Tastenfeld aus gedrückt wird, fährt der Rechner mit der Ausführung der gespeicherten Programmschritte ab dieser Stelle fort. (Solange Sie die Taste **R/S** gedrückt halten, zeigt der Rechner die Schrittnummer und den Code der gespeicherten Anweisung an; nach Loslassen der Taste wird das Programm gestartet.)

Sie können diese Eigenschaften der **R/S**-Anweisung zum Anhalten des Programms für die Eingabe von Daten bzw. das Ablesen von Zwischenergebnissen verwenden. Nachdem Sie die Daten eingegeben haben, können Sie das Programm mit **R/S** vom Tastenfeld aus erneut starten.

**Beispiel:** Das folgende Programm kann zur Aufstellung einer Warenrechnung verwendet werden. Wenn Sie einen Rabattsatz in % eingeben und anschließend die Stückzahlen und Einzelpreise verschiedener Artikel eintasten, addiert das Programm die um den jeweiligen Abzug verminderten Preise auf. Für die Dateneingabe wird dazu an einer Stelle des Programms eine **R/S**-Anweisung eingefügt. Schalten Sie den Rechner in Stellung PRGM.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00
<b>g</b> <b>LBL</b> 5 →	01 15 13 05	01 25 14 05
<b>f</b> CLEAR <b>REG</b> →	02 14 33	02 16 23
<b>STO</b> 0 →	03 23 00	03 45 00
<b>g</b> <b>LBL</b> 9 →	04 15 13 09	04 25 14 09
<b>R/S</b> →	05 74	05 64
<b>x</b> →	06 61	06 51
<b>RCL</b> 0 →	07 24 00	07 55 00
<b>g</b> <b>%</b> →	08 15 21	08 25 11
<b>-</b> →	09 41	09 31

Rabattsatz in % wird in  $R_0$  gespeichert

Programmstopp zur Eingabe der Stückzahl und des Einzelpreises

## 130 Unterbrechen der Programmausführung

<b>STO</b> <b>+</b> 1 →	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>51</b>	<b>01</b>	<b>10</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>01</b>	Addition zur laufenden Summe in R ₁
<b>RCL</b> 1 →	<b>11</b>		<b>24</b>	<b>01</b>	<b>11</b>		<b>55</b>	<b>01</b>	Rückruf der laufenden Summe in die Anzeige
<b>GTO</b> 9 →	<b>12</b>		<b>13</b>	<b>09</b>	<b>12</b>		<b>14</b>	<b>09</b>	

Verwenden Sie das Programm zur Berechnung des Gesamtpreises der nachfolgenden Artikel, wenn auf alle Posten ein Rabatt von 15% gewährt wird:

Stückzahl	Einzelpreis
5	7,35 DM
7	12,99 DM
14	14,95 DM

Berechnen Sie dann den Gesamtpreis der folgenden Artikel bei einem Rabattsatz von 25%:

Stückzahl	Einzelpreis
7	4,99 DM
12	1,88 DM
37	8,50 DM

Um den Gesamtpreis für einen anderen Rabattsatz zu berechnen, tasten Sie den neuen Wert für den Prozentsatz ein und drücken Sie **GSB** 5. Wenn der Rechner anschließend anhält, ist die Stückzahl des ersten Artikels und der Preis dieses Artikels einzutasten und das Programm mit **R/S** zu starten.

Zur Ausführung dieses Programms: Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige	
15 →	15.	Tasten Sie den Rabattsatz ein
<b>GSB</b> 5 →	15.00	
5 <b>ENTER</b> →	5.00	Stückzahl für Artikel 1
7.35 <b>R/S</b> →	31.24	Laufende Summe
7 <b>ENTER</b> →	7.00	
12.99 <b>R/S</b> →	108.53	Laufende Summe
14 <b>ENTER</b> →	14.00	
14.95 <b>R/S</b> →	286.43	Gesamtpreis aller Artikel bei 15% Rabatt
25 →	25.	Rabattsatz
<b>GSB</b> 5 →	25.00	
7 <b>ENTER</b> →	7.00	Stückzahl für Artikel 1
4.99 <b>R/S</b> →	26.20	Laufende Summe
12 <b>ENTER</b> →	12.00	
1.88 <b>R/S</b> →	43.12	Laufende Summe
37 <b>ENTER</b> →	37.00	
8.50 <b>R/S</b> →	278.99	Gesamtbetrag bei 25% Rabatt

Sofern es der Speicherplatz erlaubt, ist es oft sinnvoll, unmittelbar vor einem Programmstopp zur Entgegennahme von Daten eine bestimmte Zahl in die Anzeige zu schreiben. Damit können Sie anzeigen, welcher von mehreren Eingabewerten jetzt erforderlich ist. Wenn Ihr Programm z.B. achtmal zur Entgegennahme von Daten anhält, ist es nützlich, wenn dabei die Zahlen 1 bis 8 in der Anzeige erscheinen, so daß Sie wissen, welcher Wert einzutasten ist. (Beachten Sie, daß diese «Code-Zahl» zum Eintasten eines Eingabewertes im Stack angehoben wird.)

## PAUSE ZUR ANZEIGE VON ERGEBNISSEN

Sie kennen jetzt zwei Anweisungen, die die Ausführung des Programms zur Anzeige eines Resultates verlangsamen oder abbrechen – **PRX** und **R/S**. Beim HP-19C kann

**PR X** an einer beliebigen Stelle des Programms dazu verwendet werden, den Inhalt des X-Registers auszudrucken, während **R/S** die Programmausführung abbricht, so daß Sie das entsprechende Rechenresultat in der Anzeige ablesen können.

Mit **PAUSE** steht Ihnen eine weitere Anweisung zur Verfügung, mit deren Hilfe die Programmausführung zur Anzeige der Ergebnisse verzögert werden kann. Wenn der Rechner im Rahmen eines Programms **f PAUSE** ausführt, hält er für etwa eine Sekunde an und setzt anschließend die Ausführung der nachfolgenden Programmschritte selbstständig fort. Sie können im Programm mehrere **PAUSE**-Anweisungen nacheinander vorsehen, wenn Sie eine längere Programmunterbrechung zur Anzeige von Resultaten wünschen.

Sie können durch Einfügen von **PAUSE**-Befehlen die Arbeitsweise des Programms beobachten, ohne dabei jedes Zwischenresultat auszudrucken.

**Beispiel:** Die nach dem berühmten Mathematiker des 13. Jahrhunderts benannte Fibonacci-Folge drückt viele Beziehungen in der Mathematik, Architektur und Natur aus. (So folgt zum Beispiel die Proliferation [Sprossung] zahlreicher Pflanzen einer Folge von Fibonacci-Zahlen.) Die Folge hat die Form 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ..., wobei jedes Glied durch die Summe der beiden vorhergehenden Zahlen gebildet wird.



Das folgende Programm enthält eine Endlosschleife, die die erste Fibonacci-Zahl erzeugt und anzeigt, dann die nächste Fibonacci-Zahl errechnet und anzeigt usw. Das Programm hält erst dann an, wenn es durch Drücken von **R/S** oder einer beliebigen Taste auf dem Tastenfeld unterbrochen wird.

Zum Eintasten des Programms: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00
<b>g</b> LBL 2 →	01 15 13 02	01 25 14 02
0 →	02 00	02 00
<b>STO</b> 0 →	03 23 00	03 45 00
1 →	04 01	04 01
<b>STO</b> 1 →	05 23 01	05 45 01
<b>f</b> PAUSE →	06 14 74	06 16 64
<b>g</b> LBL 0 →	07 15 13 00	07 25 14 00
<b>RCL</b> 0 →	08 24 00	08 55 00
<b>RCL</b> 1 →	09 24 01	09 55 01
<b>+</b> →	10 51	10 41
<b>f</b> PAUSE →	11 14 74	11 16 64
<b>STO</b> 0 →	12 23 00	12 45 00
<b>RCL</b> 0 →	13 24 00	13 55 00
<b>RCL</b> 1 →	14 24 01	14 55 01
<b>+</b> →	15 51	15 41
<b>f</b> PAUSE →	16 14 74	16 16 64
<b>STO</b> 1 →	17 23 01	17 45 01
<b>GTO</b> 0 →	18 13 00	18 14 00

} Endlosschleife

Schalten Sie nun den Rechner in den RUN-Modus. Drücken Sie **[R/S]** oder eine andere Taste auf dem Tastenfeld, um die Programmausführung zu stoppen, wenn Ihnen genügend Fibonacci-Zahlen angezeigt wurden. Zur Ausführung des Programms: Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige
<b>GSB</b> 2 →	1.00
	1.00
	2.00
	3.00
	5.00
	8.00
	13.00
	21.00
	34.00
	55.00
	89.00
<b>[R/S]</b> →	144.00

## STOP DURCH DRÜCKEN EINER TASTE

Wie Sie wissen, wird ein laufendes Programm angehalten, wenn Sie vom Tastenfeld aus eine beliebige Taste drücken. Das Programm kann an jeder beliebigen Stelle angehalten werden – wenn Sie den Rechner in den PRGM-Modus schalten, nachdem das Programm gestoppt wurde, erscheint in der Anzeige die Schrittzahl und der Tasten-Code der Programmmanweisung, die der Rechner im RUN-Modus als letzte Instruktion noch ausführte, bevor das Programm angehalten wurde.

Innerhalb einer Tastenfolge zur Zahleneingabe in das **X**-Register wird das Programm nicht angehalten.

Falls Sie während der Programmausführung eine Taste drücken, und dies innerhalb einer Tastenfolge zur Zahleneingabe in das **X**-Register geschieht, wird der Rechner erst diesen und den nächsten Programmschritt ausführen, bevor das Programm angehalten wird.

Wenn im unten stehenden Programmausschnitt das Drücken einer beliebigen Taste bei Zeile 15 erfolgte, würde der Rechner die Programmausführung bis zur Zeile 19 fortsetzen und erst dann das Programm anhalten. Falls Sie den Rechner in den PRGM-Modus schalteten, würde in der Anzeige die Schrittzahl 19 und der Tasten-Code der Programmmanweisung erscheinen, die der Rechner im RUN-Modus als letzte Instruktion noch ausführte, bevor das Programm angehalten wurde.

Falls ein Programm angehalten wurde, können Sie im RUN-Modus die Programmausführung durch Drücken von **[R/S]** wieder aufnehmen. Es wird mit der Programmausführung des nächsten Schritts so fortgefahren, als wäre das Programm nicht angehalten worden.

Sie können nun die Ausführung des Fibonacci-Zahlen-Programms fortsetzen:

Drücken Sie	Anzeige	
<b>[R/S]</b> →	233.00	Die Programmausführung wird wieder aufgenommen
	377.00	
<b>[R/S]</b> →	610.00	Das Programm wird wieder angehalten

## STOP BEI UNERLAUBTEN OPERATIONEN

Operationen, die als Anzeige «**Error**» nach sich ziehen (Fehlermeldung), halten auch ein laufendes Programm an. Den Grund für die Fehlermeldung können Sie hier dadurch feststellen, daß Sie kurzzeitig in den PRGM-Modus umschalten und sich die Schrittzahl und den Tasten-Code der «unerlaubten» Operation ansehen. Die Fehleranzeige können Sie dadurch löschen, indem Sie den Rechner in den PRGM-Modus schalten.

Sie können sie auch durch Drücken einer beliebigen Taste vom Tastenfeld aus löschen. (Die dieser Taste zugeordnete Funktion wird dabei nicht ausgeführt.) Sie können die Programmausführung im RUN-Modus fortsetzen, indem Sie **[R/S]** drücken.

### Übungsaufgabe:

Der Abteilungsleiter einer Konservenfabrik kennt für verschiedene Dosentypen den Radius  $r$  der Grundfläche, die Höhe  $h$  und die jeweilige benötigte Anzahl  $n$  pro Typ.

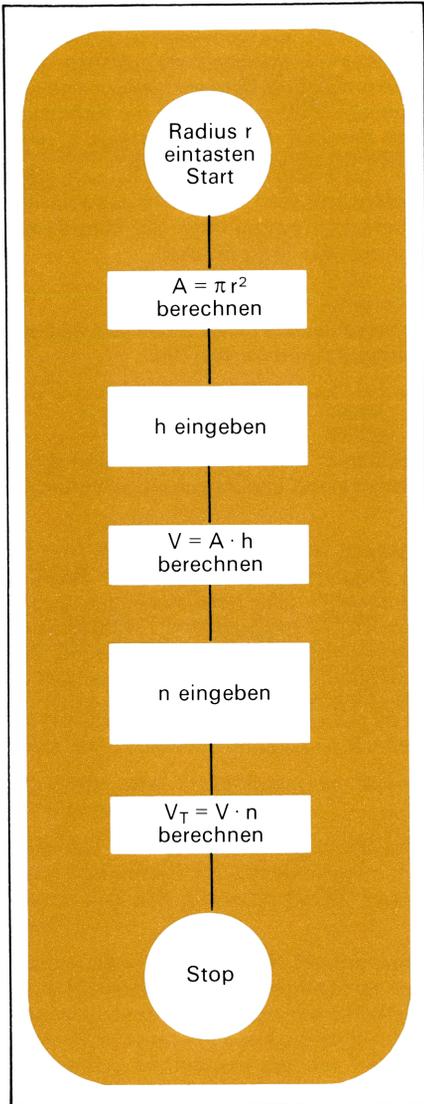
Schreiben Sie ein Programm, das dem Abteilungsleiter nach Eingabe des Radius  $r$  und Starten die Grundfläche  $A$  der Dose anzeigt.

Der Abteilungsleiter möchte anschließend den Wert für die Höhe  $h$  eingeben und durch Drücken von **[R/S]** die Programmausführung zur Berechnung und Anzeige des Volumens nach der Formel  $V = A \times h$  fortsetzen.

Schließlich, nachdem der Wert des Volumens angezeigt wurde, möchte er den Wert für die jeweilige Anzahl  $n$  pro Typ eingeben und die Programmausführung durch Drücken von **[R/S]** wieder aufnehmen, um das Gesamtvolumen  $V_T$  aller herzustellenden Dosen dieses Typs zu berechnen und anzuzeigen. Verwenden Sie das folgende Flußdiagramm, das Ihnen beim Erstellen des Programms behilflich sein wird. Berechnen Sie die Ergebnisse für 20 000 Konservendosen von 25 cm Höhe und mit einem Radius von 10 cm; außerdem für 7500 Blechdosen, die jeweils einen Radius  $r$  von 4,5 cm und eine Höhe von 8 cm besitzen.

### Ergebnisse:

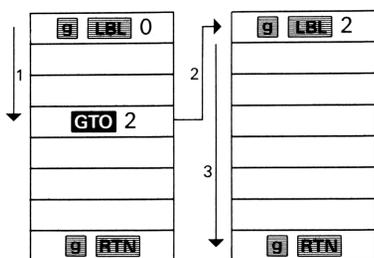
1.  $A = 314,16 \text{ cm}^2$   
 $V = 7853,98 \text{ cm}^3$   
 $V_T = 157\,079\,632,7 \text{ cm}^3$
2.  $A = 63,62 \text{ cm}^2$   
 $V = 503,94 \text{ cm}^3$   
 $V_T = 3\,817\,035,07 \text{ cm}^3$



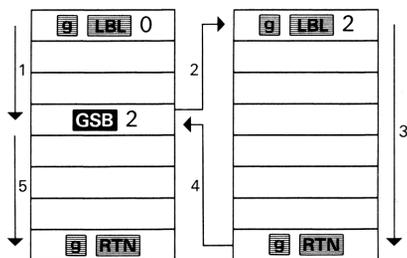
## ABSCHNITT 10. UNTERPROGRAMME

Es kommt häufig vor, daß sich innerhalb eines Programms eine bestimmte Tastenfolge wiederholt. Wenn es sich dabei um identische aufeinanderfolgende Programmschritte handelt, kann dieser Teil als «Unterprogramm» ausgeführt werden. Ein solches Unterprogramm wird durch **GSB** (go to subroutine = Sprung zum Unterprogramm), gefolgt von einer der Marken, 0 bis 9, «aufgerufen». Sie können zur Ansteuerung eines Unterprogramms auch die Tastenfolge **GSB** **f** verwenden; die Bedeutung von **f** wird an späterer Stelle ausführlich besprochen.

Die **GSB**-Anweisung bewirkt ebenso wie **GTO**, daß die Ausführung des Programms zu der im Anschluß an **GSB** bezeichneten Marke verzweigt. Der Unterschied zu **GTO** besteht darin, daß der Rechner, nach Ausführung des mit dieser Marke gekennzeichneten Unterprogramms, beim nächsten **RTN** nicht anhält, sondern in das Hauptprogramm zurückspringt und die Ausführung des Programms an der Anweisung fortsetzt, die auf den **GSB**-Befehl folgt. Das nachstehende Diagramm macht die unterschiedliche Wirkung auf **GTO** und **GSB** deutlich.



Hier hält das  
Programm an



Hier hält das  
Programm an

Betrachten wir zunächst einmal die obere Skizze. Nach Drücken von **GSB** 0 beginnt der Rechner mit der Ausführung aufeinanderfolgender Programmschritte. Bei Erreichen der Anweisung **GTO** 2 wird die Programmausführung unterbrochen und der Speicher auf die Marke **LBL** 2 abgesucht. Ab dieser Stelle setzt der Rechner die sequentielle Ausführung aufeinanderfolgender Programmschritte fort. Wenn in der Folge die erste **RTN**-Anweisung auftritt, hält der Rechner an.

Tritt im Verlauf der Programmausführung die Anweisung **GSB** 2 (Sprung zum Unterprogramm 2) auf, sucht der Rechner ebenfalls den Programmspeicher auf das erste Auftreten von **LBL** 2 ab und setzt ab dieser Stelle die Ausführung der einzelnen Programmschritte fort.

Wenn der Rechner jetzt in der Folge auf **RTN** (Zurück!) trifft, bricht er die Programmausführung nicht ab, sondern setzt sie im Hauptprogramm mit der nächsten, auf **GSB** 2 folgenden Anweisung fort.

Wie Sie sehen, besteht der einzige Unterschied zwischen dem Unterprogramm und einer normalen Programmverzweigung am anschließenden Rücksprung zum Hauptprogramm nach Ausführung von **RTN**. Im Anschluß an **GTO** hält **RTN** ein laufendes Programm an; in der Folge von **GSB** verursacht **RTN** den Rücksprung in das Hauptprogramm, wo der Rechner die sequentielle Ausführung der Programmschritte bis zum nächsten **RTN** (oder **R/S**) fortsetzt. Sie können die gleiche Routine innerhalb eines Programms sowohl mit **GTO** als auch mit **GSB** beliebig oft verwenden.

**Beispiel:** Eine quadratische Gleichung hat die Form  $ax^2 + bx + c = 0$ . Die beiden Lösungen können nach folgenden Formeln berechnet werden:

$$r_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad r_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Sie sehen, daß sich beide Lösungen nur in den Vorzeichen unterscheiden. Im nachfolgenden Programm können Sie die Werte für a, b und c in die Speicherregister R₁, R₂ und R₃ eingeben; wenn Sie dann **GSB** 5 drücken, bzw. **GSB** 6, werden die beiden Lösungen r₁ und r₂ berechnet.

Nachstehend ist ein vollständiges Programm zur Berechnung der beiden Lösungen einer quadratischen Gleichung angegeben:

a eingeben: **STO** 1

b eingeben: **STO** 2

c eingeben: **STO** 3

#### Berechnung von r₁

```

01  [G] [LBL] 5
02  [RCL] 2
03  [CHS]
04  [RCL] 2
05  [G] [x²]
06  [RCL] 1
07  [RCL] 3
08  [X]
09  4
10  [X]
11  [-]
12  [f] [√x]
13  [+]
14  [RCL] 1
15  2
16  [X]
17  [÷]
18  [G] [RTN]

```

Diese beiden  
Programmteile  
sind identisch

#### Berechnung von r₂

```

19  [G] [LBL] 6
20  [RCL] 2
21  [CHS]
22  [RCL] 2
23  [G] [x²]
24  [RCL] 1
25  [RCL] 3
26  [X]
27  4
28  [X]
29  [-]
30  [f] [√x]
31  [-]
32  [RCL] 1
33  2
34  [X]
35  [÷]
36  [G] [RTN]

```

Da die Routine zur Berechnung von r₁ einen Großteil der Programmschritte umfaßt, die auch zur Berechnung von r₂ verwendet werden, ist es sinnvoll, für diesen Teil beider Routinen ein Unterprogramm vorzusehen. Auf diese Weise kann ein Teil des Speicherplatzes von beiden Programmen gemeinsam genutzt werden. Die Routinen zur Berechnung von r₁ und r₂ können beide das gleiche Unterprogramm aufrufen:

```

01  [G] [LBL] 5
02  [GSB] 8
03  [+]
04  [RCL] 1
05  2
06  [X]
07  [÷]
08  [G] [RTN]
09  [G] [LBL] 6
10  [GSB] 8
11  [-]
12  [RCL] 1
13  2
14  [X]
15  [÷]
16  [G] [RTN]
17  [G] [LBL] 8
18  [RCL] 2
19  [CHS]
20  [RCL] 2
21  [G] [x²]
22  [RCL] 1
23  [RCL] 3
24  [X]
25  4
26  [X]
27  [-]
28  [f] [√x]
29  [G] [RTN]

```

Das so abgeänderte Programm wird, wenn Sie **GSB** 5 drücken, bei **g** **LBL** 5 in Zeile 01 gestartet. Wenn das Programm anschließend die Anweisung **GSB** 8 in Zeile 02 erreicht, erfolgt ein Sprung nach **g** **LBL** 8 in Zeile 17 und die Berechnung der Werte  $-b$  und  $\sqrt{b^2 - 4ac}$ , die in das **X**- und **Y**-Register geschrieben werden und so für die Addition oder Subtraktion zur Verfügung stehen. Wenn der Rechner anschließend die **g** **RTN**-Anweisung in Zeile 29 ausführt, erfolgt ein Rücksprung in das Hauptprogramm und dann die Addition (+) beider Werte in Zeile 03. Auf diese Weise berechnet das Programm die Lösung  $r_1$ . Dieser Wert wird angezeigt, wenn der Rechner anschließend bei **g** **RTN** in Zeile 08 anhält.

Wenn Sie **GSB** 6 drücken, beginnt die Ausführung des Programms bei **g** **LBL** 6, verzweigt anschließend zum Unterprogramm nach **g** **LBL** 8 und kehrt dann zum Hauptprogramm zurück. Diesmal wird  $\sqrt{b^2 - 4ac}$  von  $-b$  subtrahiert und so  $r_2$  berechnet. Durch die Verwendung eines Unterprogramms konnten hier sieben Programmschritte eingespart werden!

Zum Eintasten des Haupt- und Unterprogramms: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	Anzeige (HP-29C)	Anzeige (HP-19C)	
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00	
<b>g</b> <b>LBL</b> 5 →	01 15 13 05	01 25 14 05	} Berechnet $\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = r_1$
<b>GSB</b> 8 →	02 12 08	02 13 08	
<b>+</b> →	03 51	03 41	
<b>RCL</b> 1 →	04 24 01	04 55 01	
2 →	05 02	05 02	
<b>x</b> →	06 61	06 51	
<b>÷</b> →	07 71	07 61	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	08 15 12	08 25 13	} Berechnet $\frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = r_2$
<b>g</b> <b>LBL</b> 6 →	09 15 13 06	09 25 14 06	
<b>GSB</b> 8 →	10 12 08	10 13 08	
<b>-</b> →	11 41	11 31	
<b>RCL</b> 1 →	12 24 01	12 55 01	
2 →	13 02	13 02	
<b>x</b> →	14 61	14 51	
<b>÷</b> →	15 71	15 61	} Das Unterprogramm speichert $-b$ im <b>Y</b> -Register und $\sqrt{b^2 - 4ac}$ im <b>X</b> -Register; die Werte stehen für die nach folgende Addition oder Subtraktion bereit
<b>g</b> <b>RTN</b> →	16 15 12	16 25 13	
<b>g</b> <b>LBL</b> 8 →	17 15 13 08	17 25 14 08	
<b>RCL</b> 2 →	18 24 02	18 55 02	
<b>CHS</b> →	19 32	19 22	
<b>RCL</b> 2 →	20 24 02	20 55 02	
<b>g</b> <b>x²</b> →	21 15 63	21 25 53	
<b>RCL</b> 1 →	22 24 01	22 55 01	
<b>RCL</b> 3 →	23 24 03	23 55 03	
<b>x</b> →	24 61	24 51	
4 →	25 04	25 04	
<b>x</b> →	26 61	26 51	
<b>-</b> →	27 41	27 31	
<b>f</b> <b>√x</b> →	28 14 63	28 16 53	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	29 15 12	29 25 13	

Bevor Sie das Programm starten, müssen Sie **a** eintasten und **STO** 1 drücken, **b** eintasten und **STO** 2 drücken und **c** eintasten und **STO** 3 drücken. Anschließend können Sie mit **GSB** 5 die Lösung  $r_1$  und mit **GSB** 6 die Lösung  $r_2$  berechnen.

Ermitteln Sie jetzt mit Hilfe dieses Programms die Lösungen der folgenden Gleichungen:  $x^2 + x - 6 = 0$  und  $3x^2 + 2x - 1 = 0$ .

Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

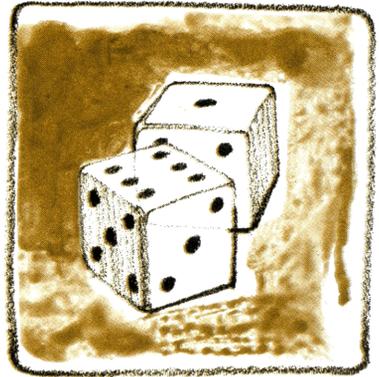
Drücken Sie	Anzeige	
1 <b>STO</b> 1 →	1.00	
1 <b>STO</b> 2 →	1.00	
6 <b>CHS</b> <b>STO</b> 3 →	-6.00	
<b>GSB</b> 5 →	2.00	Berechnung von $r_1$
<b>GSB</b> 6 →	-3.00	Berechnung von $r_2$
3 <b>STO</b> 1 →	3.00	
2 <b>STO</b> 2 →	2.00	
1 <b>CHS</b> <b>STO</b> 3 →	-1.00	
<b>GSB</b> 5 →	0.33	Berechnung von $r_1$
<b>GSB</b> 6 →	-1.00	Berechnung von $r_2$

Wenn  $(b^2 - 4ac)$  negativ ist, erfolgt eine Fehlermeldung; das Programm hält mit der Anzeige «Error» an.

## ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR UNTERPROGRAMME

Unterprogramme stellen eine wesentliche Erweiterung der Programmiermöglichkeiten Ihres Rechners dar. Eine solche, von verschiedenen Teilen des Hauptprogramms verwendete Tastenfolge, kann beispielsweise eine Programmschleife beinhalten oder aber selbst Bestandteil einer Programmschleife sein. Ein weiterer häufig angewandter und Speicherplatz sparender Trick besteht darin, die gleiche Routine einmal als Unterprogramm und zum anderen als Bestandteil des Hauptprogramms zu verwenden.

**Beispiel:** Das folgende Programm simuliert das Werfen zweier Spielwürfel, wobei zuerst die Augenzahl des ersten Würfels (eine ganze Zahl von 1 bis 6) und dann die des zweiten Würfels (ebenfalls eine ganze Zahl von 1 bis 6) angezeigt wird. Den «Kern» des Programms bildet ein Zufallszahlen-Generator (genauer: ein Pseudo-Zufallszahlen-Generator), der zuerst als Unterprogramm und dann als Bestandteil des Hauptprogramms eingesetzt wird. Wenn Sie zu Beginn einen «Anfangswert» eingeben und **GSB** 1 drücken, zeigt das Programm die Augenzahl des ersten Würfels an, wobei die **LBL** 2-Routine als Unterprogramm verwendet wird. Bei der anschließenden Erzeugung der Ziffer für die Augenzahl des zweiten Würfels wird die gleiche Routine als Bestandteil des Hauptprogramms verwendet.



Zum Eintasten des Programms: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00
<b>g</b> <b>LBL</b> 1 →	01 15 13 01	01 25 14 01
<b>STO</b> 0 →	02 23 00	02 45 00
<b>g</b> <b>LBL</b> 0 →	03 15 13 00	03 25 14 00
0 →	04 00	04 00
<b>STO</b> 1 →	05 23 01	05 45 01
<b>GSB</b> 2 →	06 12 02	06 13 02

Routine **LBL** 2 wird zuerst als Unterprogramm ausgeführt

<b>g</b> <b>LBL</b> 2	→	07	15	13	02	07	25	14	02
<b>RCL</b> 0	→	08		24	00	08		55	00
9	→	09			09	09			09
9	→	10			09	10			09
7	→	11			07	11			07
<b>x</b>	→	12			61	12			51
<b>g</b> <b>FRAC</b>	→	13		15	62	13		25	52
<b>STO</b> 0	→	14		23	00	14		45	00
6	→	15			06	15			06
<b>x</b>	→	16			61	16			51
1	→	17			01	17			01
<b>+</b>	→	18			51	18			41
<b>f</b> <b>INT</b>	→	19		14	62	19		16	52
<b>f</b> <b>FIX</b> 0	→	20	14	11	00	20	16	13	00
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	→	21		14	74	21		16	64
<b>STO</b> <b>+</b> 1	→	22	23	51	01	22	45	41	01
<b>RCL</b> 1	→	23		24	01	23		55	01
<b>g</b> <b>RTN</b>	→	24		15	12	24		25	13
<b>GTO</b> 0	→	25		13	00	25		14	00

Anschließend wird **LBL** 2 als Teil des Hauptprogramms ausgeführt

Schalten Sie jetzt den Rechner in den RUN-Modus und lassen Sie mit Ihrem Rechner «die Würfel rollen». Dazu ist als erstes ein sogenannter «Anfangswert» (eine beliebige Zahl zwischen 0 und 1) vorzugeben und anschließend **GSB** 1 zu drücken. Der Rechner zeigt dann zuerst die Augenzahl des ersten und dann die des zweiten Würfels an. Anschließend hält das Programm mit der Anzeige der Gesamtaugenanzahl an. Um ein zweites Mal zu würfeln, ist **R/S** zu drücken.

Wenn Sie wollen, können Sie dieses Würfelprogramm dazu verwenden, mit Ihren Freunden um die Wette zu knobeln. Wenn Sie beim ersten «Wurf» 7 oder 11 Augen erhalten, haben Sie gewonnen; haben Sie dagegen eine andere Augenzahl gewürfelt, müssen Sie so lange weiterspielen (**R/S** drücken), bis Sie erneut diese Punktzahl erreichen (und gewinnen) oder die Augenzahl 7 oder 11 erhalten und verlieren. Zur Ausführung des Programms:

Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

**Drücken Sie**                      **Anzeige**  
 .2315478 **GSB** 1 → 10.

Sie müssen jetzt versuchen, noch einmal 10 zu würfeln

**R/S** → 8.

Sie haben die vorgegebene Augenzahl verfehlt

**R/S** → 5.

Sie haben wieder kein Glück gehabt

**R/S** → 7.

Hoppla! Schon verloren!

Versuchen Sie es noch einmal:

**Drücken Sie**                      **Anzeige**  
**R/S** → 8.

Sie haben «Acht» gewürfelt

**R/S** → 8.

Herzlichen Glückwunsch! Sie haben gewonnen!

Bevor Sie fortfahren, stellen Sie die Anzeige wieder in das Standardformat um.

**Drücken Sie**                      **Anzeige**  
**f** **FIX** 2 → 8.00

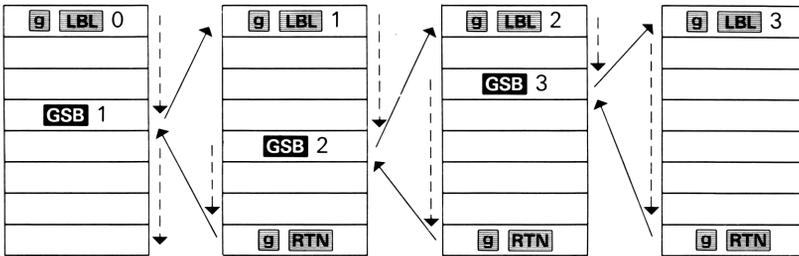
## GRENZEN BEI DER VERWENDUNG VON UNTERPROGRAMMEN

Ein Unterprogramm kann ein zweites Unterprogramm aufrufen, das dann wiederum seinerseits ein Unterprogramm verwenden kann. Die Verschachtelung solcher Unterprogramme ist lediglich durch die maximale Anzahl von Rücksprungbefehlen eingeschränkt, die sich der Rechner intern «merken» kann.

Der Rechner kann jederzeit die Rücksprungadressen für 3 Unterprogramme speichern. Das nachstehende Diagramm veranschaulicht diesen Vorgang.

### Hauptprogramm

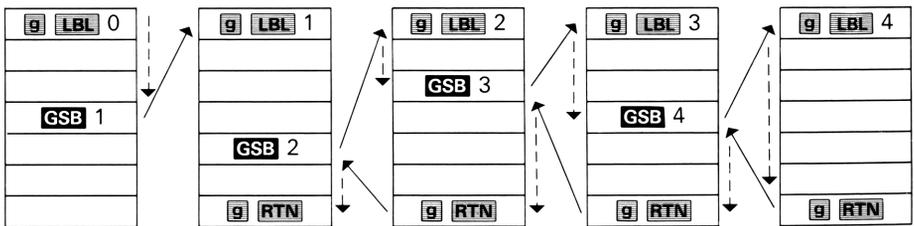
Der Rechner kann bis zu 3 Rücksprungbefehle speichern



Wie Sie sehen, kann der Rechner noch aus einer dritten Unterprogrammebene zum Hauptprogramm zurückkehren. Wenn Sie allerdings versuchen, in der dritten Unterprogrammebene ein weiteres Unterprogramm aufzurufen, kann der Rechner anschließend ebenfalls nur 3 **RTN**-Anweisungen ausführen:

### Hauptprogramm

Es werden nur drei **RTN**-Befehle ausgeführt ...



... und das Programm hält an dieser Stelle an.

Dabei kann der Rechner natürlich die **RTN**-Anweisung beliebig oft als Programmstopp ausführen.

Der Rechner «vergißt» alle bereits gespeicherten **RTN**-Anweisungen, wenn Sie **GSB** 0 bis 9 vom *Tastenfeld* aus drücken.

Wenn Sie bei der schrittweisen Ausführung eines Programms mittels **SST** eine **GSB**-Anweisung erreichen, führt der Rechner das gesamte Unterprogramm selbständig aus, bevor die Kontrolle an das Tastenfeld zurückgegeben wird. Während dieser schrittweisen Ausführung eines Programms kann allerdings nur eine **RTN**-Anweisung als Ergebnis eines **GSB**-Befehls ausgeführt werden. Wenn ein Programm ein Unterprogramm innerhalb eines Unterprogramms enthält, kehrt der Rechner während der Ausführung der **SST**-Anweisung nicht zum Hauptprogramm zurück.

**Übungsaufgaben:**

1. Sehen Sie sich das Programm zur Berechnung der beiden Lösungen  $r_1$  und  $r_2$  einer quadratischen Gleichung (Seiten 136, 137) noch einmal genau an. Entdecken Sie noch weitere Programmschritte, die durch ein Unterprogramm ersetzt werden können? (Hinweis: Sehen Sie sich einmal die Schritte 14 bis 18 und 32 bis 36 an.) Ändern Sie das Programm durch die Verwendung eines weiteren Unterprogramms ab und verwenden Sie es dann zur Lösung von  $x^2 + x - 6 = 0$  und  $3x^2 + 2x - 1 = 0$ . (Ergebnis: 2, -3; 0,33, -1.)  
 Wieviele zusätzliche Programmspeicherzeilen konnten Sie einsparen?

2. Die Kugeloberfläche kann bei gegebenem Radius  $r$  nach der Formel  $A = 4\pi r^2$  berechnet werden. Das Volumen einer Kugel ist durch

$$V = \frac{4\pi r^3}{3}$$

gegeben. Diese Formel können Sie auch umstellen und wie folgt schreiben:

$$V = \frac{r \times A}{3}$$

Erstellen Sie ein Programm, das die Oberfläche einer Kugel zu gegebenem Radius  $r$  berechnet, und geben Sie es in den Rechner ein. Kennzeichnen Sie dieses Programm mit **G** **LBL** 0 und **G** **RTN**. Sehen Sie dabei eine Vorbereitungsroutine vor, die den Wert für den Radius abspeichert. Erstellen Sie anschließend ein zweites Programm, das das Volumen  $V$  einer Kugel nach der Formel

$$V = \frac{r \times A}{3} \text{ berechnet.}$$

Markieren Sie dieses Programm mit **G** **LBL** 2 und **G** **RTN**. Verwenden Sie dabei die Anweisung **GSB** 1 dazu, einen Teil des Programms **LBL** 1 als Unterprogramm zur Flächenberechnung zu nützen.

Verwenden Sie anschließend die beiden Programme zur Berechnung des Volumens und der Oberfläche...

... der Erde, einer Kugel mit dem Radius 3963 Meilen

und... des Mondes, einer Kugel mit dem Radius 1080 Meilen.

Ergebnisse: Erdoberfläche = 197359487,5 Quadratmeilen  
 Erdvolumen =  $2,6071188 \times 10^{11}$  Kubikmeilen  
 Mondoberfläche = 14657414,69 Quadratmeilen  
 Mondvolumen = 5276669290 Kubikmeilen

3. Erstellen Sie ein Programm, das alle möglichen Permutationen von 3 ganzen Zahlen anzeigt, die zuvor in den Registern  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  gespeichert wurden. Die möglichen Permutationen der Ziffern 1, 2 und 3 können z.B. wie folgt angezeigt werden:

123  
 132  
 213  
 231  
 312  
 321

Das folgende Unterprogramm zeigt die aus  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  abgerufenen Ziffern als Permutation in der entsprechenden Reihenfolge an. Bei der Erstellung des Programms können Sie das folgende Unterprogramm und das im Anschluß daran abgebildete Flußdiagramm als Hilfestellung verwenden.

**g** **LBL** 5

1

0

0

**x****x>y**

1

0

**x****+****+****f** PAUSE**g** **RTN**

Dieses Unterprogramm bringt die aus den Speicherregistern in das **Z**-, **Y**- und **X**-Register zurückgerufenen Ziffern in das Format nnn und zeigt diese Zahl während einer Pause an.

Das Hauptprogramm hat die Aufgabe, die Ziffern aus den Registern  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  in die entsprechenden Stack-Register zurückzurufen und anschließend das Unterprogramm für die Formatierung und Anzeige der entsprechenden Permutation aufzurufen.

Nachdem Sie das Programm in den Rechner eingegeben haben, speichern Sie die Ziffern 5, 7 und 9 in den Registern  $R_1$ ,  $R_3$  und  $R_5$ .

Lassen Sie das Programm dann die möglichen Permutationen dieser drei Ziffern anzeigen.

**Ergebnis:**

579

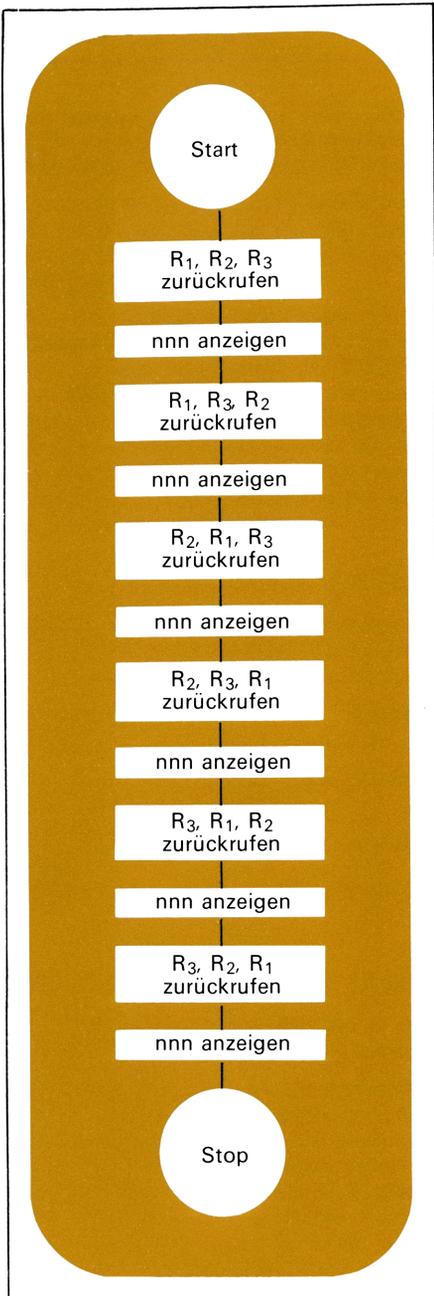
795

957

597

759

975





## ABSCHNITT 11. DAS R₀-REGISTER

Sie werden in der Folge dieses Handbuchs noch erfahren, daß das R₀-Register eine Fülle weiterer Programmiermöglichkeiten ermöglicht und als eine der wichtigsten Voraussetzungen für die herausragende Leistungsfähigkeit Ihres HP-19C/HP-29C anzusehen ist.

Es wurde an früherer Stelle bereits erwähnt, daß das R₀-Register ebenso wie die Register R₁ bis R₉ und R.₀ bis R.₅ als Daten-Speicherregister verwendet werden kann. Diese Möglichkeit können Sie sowohl im Rahmen eines Programms als auch manuell über das Tastenfeld nutzen.

Die Verwendungsmöglichkeiten des R₀-Registers gehen aber weit über die der übrigen Daten-Speicherregister hinaus. Sie können mit der Tastenfunktion **STO** in Verbindung mit weiteren Operationen die Speicherregister-Adresse zu **STO** und **RCL**, die Marken zu **GTO** und **GSB** indirekt angeben. Wenn Sie eine negative Zahl im R₀-Register speichern, können Sie die Programmausführung sogar zu jeder beliebigen Zeile im Programmspeicher verzweigen. Mit den Tastenfunktionen **g ISZ** und **g DSZ** können Sie den in R₀ gespeicherten Wert jeweils um 1 erhöhen oder verringern (Inkrement oder Dekrement). Diese Möglichkeiten sind insbesondere bei der Kontrolle von Programmschleifen von großem Nutzen.

### SPEICHERN EINER ZAHL IM R₀-REGISTER

Mit der Tastenfolge **STO** 0 können Sie jederzeit die im **X**-Register angezeigte Zahl in das R₀-Register speichern. Um beispielsweise die Zahl 7 in das R₀-Register zu schreiben: Vergewissern Sie sich, daß der Rechner sich im RUN-Modus befindet.

Drücken Sie	Anzeige
7 <b>STO</b> 0	7.00

Um eine im R₀-Register gespeicherte Zahl in das angezeigte **X**-Register zurückzurufen, drücken Sie einfach **RCL** 0:

Drücken Sie	Anzeige	
<b>CLX</b>	0.00	
<b>RCL</b> 0	7.00	Inhalt des R ₀ -Registers wurde zurückgerufen

### WIRKUNG VON **ISZ** UND **DSZ**

Sie haben erfahren, wie eine Zahl in das R₀-Register geschrieben und dessen Inhalt dann durch Überschreiben mit einem neuen Wert verändert werden kann.

Eine andere Möglichkeit der Änderung des R₀-Registerinhaltes, die besonders innerhalb eines Programms von Bedeutung ist, besteht in der Verwendung der Operationen **g ISZ** (Inkrement und Sprung bei Null) und **g DSZ** (Dekrement und Sprung bei Null). Diese Anweisungen addieren entweder 1 zu dem Inhalt im R₀-Register (Inkrement) oder subtrahieren 1 von der in R₀ gespeicherten Zahl (Dekrement). Wenn der Inhalt des R₀-Registers nach wiederholter Ausführung dieser Operation innerhalb eines laufenden Programms zu Null geworden ist, überspringt der Rechner den auf **g ISZ** oder **g DSZ** folgenden Programmschritt und führt dann die sequentielle Ausführung weiterer Anweisungen fort (wie im Zusammenhang mit Vergleichsbefehlen).

Bei Ausführung der **g ISZ**- und **g DSZ**-Anweisungen wird stets zuerst der Inhalt des R₀-Registers um 1 erhöht oder verringert; dann wird die in R₀ gespeicherte Zahl automatisch vom Rechner mit Null verglichen. Dabei muß der Inhalt des R₀-Registers nicht ganzzahlig sein. Der Registerinhalt wird auch dann vom Rechner als Null erkannt, wenn die nicht ganzzahlige Zahl zwischen -1 und +1 liegt.

**Beispiel:** Das folgende Programm soll die Wirkung von **ISZ** veranschaulichen. Es enthält eine Programmschleife, in deren Verlauf die Ausführung kurzfristig unterbrochen (**PAUSE**) und der augenblickliche Inhalt des R₀-Registers angezeigt wird. Anschließend wird **ISZ** dazu verwendet, den Inhalt des R₀-Registers um 1 zu erhöhen. Das Programm fährt damit fort, den Inhalt von R₀ laufend zu erhöhen und hält erst an, wenn Sie über das Tastenfeld **R/S** (oder eine beliebige andere Taste) drücken.

Um das Programm einzutasten: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	HP-29C	HP-19C	
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00	
<b>g</b> <b>LBL</b> 1 →	01 15 13 01	01 25 14 01	
<b>RCL</b> 0 →	02 24 00	02 55 00	
<b>f</b> <b>PAUSE</b> →	03 14 74	03 16 64	Rückruf des R ₀ -Registerinhalts
<b>g</b> <b>ISZ</b> →	04 15 24	04 25 55	Pause zur Anzeige des R ₀ -Registerinhaltes
<b>GTO</b> 1 →	05 13 01	05 14 01	Addiert 1 zum Inhalt des R ₀ -Registers
1 →	06 01 06	06 01	Rücksprung nach <b>g</b> <b>LBL</b> 1, solange die Zahl im R ₀ -Register ungleich Null ist
<b>STO</b> 0 →	07 23 00	07 45 00	Wenn der Inhalt von R ₀ zu Null geworden ist, wird die Zahl 1 in das R ₀ -Register gespeichert
<b>GTO</b> 1 →	08 13 01	08 14 01	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	09 15 12	09 25 13	

Speichern Sie jetzt 0 als Anfangswert in das R₀-Register und starten Sie das Programm. Nach etwa 5 Schleifendurchläufen können Sie das Programm mit **R/S** wieder anhalten.

Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige	
0 <b>STO</b> 0 →	0.00	Null wird in R ₀ gespeichert
<b>GSB</b> 1 →	1.00	
	2.00	
	3.00	
	4.00	
<b>R/S</b> →	5.00	

Obwohl **ISZ** und **DSZ** den Inhalt des R₀-Registers jeweils um 1 erhöhen oder verringern, muß die in R₀ gespeicherte Zahl nicht ganzzahlig sein. Zum Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige
5.28 <b>CHS</b> <b>STO</b> 0 →	-5.28
<b>GSB</b> 1 →	-5.28
	-4.28
	-3.28
	-2.28
	-1.28
<b>R/S</b> →	1.00

In der Praxis werden Sie **ISZ** und **DSZ** meistens zusammen mit ganzzahligen Inhalten des R₀-Registers verwenden, da sich diese Anweisungen besonders für Zähler verschiedener Art eignen. Sie können damit die Anzahl von Schleifendurchläufen kontrollieren.

aufeinanderfolgende Speicherregister adressieren oder Unterprogramme aufrufen. (Die Verwendung des R₀-Registers zur indirekten Kontrolle dieser Operation wird an späterer Stelle ausführlich behandelt.)

Die **DSZ**-Anweisung (Dekrement und Sprung bei Null) arbeitet genauso wie die Inkrement-Anweisung, nur daß der Inhalt des R₀-Registers jetzt jeweils um 1 verringert wird. Wenn der Rechner im Rahmen eines Programms die Anweisung **g DSZ** ausführt, subtrahiert er 1 vom Inhalt des R₀-Registers und prüft anschließend, ob die Zahl in R₀ gleich 0 ist. (Dabei werden nicht ganzzahlige Werte zwischen +1 und -1 wie 0 behandelt.)

Wenn der Inhalt des R₀-Registers größer als Null ist, fährt der Rechner mit der Ausführung der nächsten gespeicherten Anweisung fort. Ist die Zahl in R₀ dagegen Null, wird der nächste Programmschritt übersprungen und anschließend die Ausführung des Programms fortgesetzt.

**Beispiel:** Die Insel Manhattan wurde im Jahre 1624 für 24 Dollar verkauft. Das nachfolgende Programm berechnet, wie dieser Betrag von Jahr zu Jahr gewachsen wäre, wenn er statt dessen auf ein Konto eingezahlt worden wäre, das diese Einlage mit 5% p.a. verzinst hätte. Als erstes wird die Anzahl der Jahre, über die Sie diese Entwicklung zu verfolgen wünschen, in das R₀-Register gespeichert. Dann wird die **DSZ**-Anweisung dazu verwendet, die Anzahl der Schleifendurchläufe zu kontrollieren.



Um das Programm einzutasten: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	Anzeige HP-29C	Anzeige HP-19C	
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00	
<b>g</b> <b>LBL</b> 0 →	01 15 13 00	01 25 14 00	} Vorbereitungs- Routine
<b>STO</b> 0 →	02 23 00	02 45 00	
1 →	03 01 03	03 01	
6 →	04 06 04	04 06	
2 →	05 02 05	05 02	
4 →	06 04 06	06 04	
<b>STO</b> 1 →	07 23 01 07	07 45 01	
2 →	08 02 08	08 02	
4 →	09 04 09	09 04	
<b>STO</b> 2 →	10 23 02 10	10 45 02	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	11 15 12 11	11 25 13	} Schleifendurchläufe werden mit <b>DSZ</b> im R ₀ -Register gezählt
<b>g</b> <b>LBL</b> 1 →	12 15 13 01	12 25 14 01	
<b>RCL</b> 2 →	13 24 02 13	13 55 02	
5 →	14 05 14	14 05	
<b>g</b> <b>%</b> →	15 15 21 15	15 25 11	
<b>STO</b> <b>+</b> 2 →	16 23 51 02	16 45 41 02	
1 →	17 01 17	17 01	
<b>STO</b> <b>+</b> 1 →	18 23 51 01	18 45 41 01	
<b>g</b> <b>DSZ</b> →	19 15 23 19	19 25 45	
<b>GTO</b> 1 →	20 13 01 20	20 14 01	

<b>RCL</b> 1	→	21		24	01	21		55	01	} Wenn schließlich der Inhalt von R ₀ Null ist, setzt der Rechner die Ausführung des Programms mit diesen Anweisungen fort und zeigt das Jahr und den Betrag an
<b>f</b> <b>FIX</b> 0	→	22	14	11	00	22	16	13	00	
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	→	23		14	74	23		16	64	
<b>RCL</b> 2	→	24		24	02	24		55	02	
<b>f</b> <b>FIX</b> 2	→	25	14	11	02	25	16	13	02	
<b>f</b> <b>PAUSE</b>	→	26		14	74	26		16	64	
<b>g</b> <b>RTN</b>	→	27		15	12	27		25	13	

Wenn Sie das Programm ausführen wollen, müssen Sie als erstes die Anzahl der Jahre eintasten, über die Sie das Anwachsen des Betrages verfolgen wollen. **GSB** 0 startet eine Routine, die diesen Wert in das R₀-Register speichert und einige weitere Vorbereitungsschritte ausführt. Anschließend können Sie das eigentliche Programm mit den Tasten **GSB** 1 starten.

Verwenden Sie das Programm jetzt zur Berechnung des Betrages, der im Laufe von 5 bzw. 15 Jahren auf dem genannten Konto angewachsen ist:

Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige	
5 <b>GSB</b> 0	→	24.00 Vorbereitungsschritt
<b>GSB</b> 1	→	1629. Nach 5 Jahren (also 1629)
		30.63 ist der Betrag auf \$ 30.63
		angewachsen
15 <b>GSB</b> 0	→	24.00 Vorbereitungsschritt
<b>GSB</b> 1	→	1639. Nach 15 Jahren (also
		49.89 1639) ist der Betrag auf
		\$ 49.89 angewachsen

**Wirkungsweise des Programms:** Wenn Sie die Anzahl der Jahre eintasten und anschließend mit **GSB** 0 die Vorbereitungsroutine starten, wird dieser Wert mit **STO** 0 in das R₀-Register gespeichert. Anschließend wird die Jahreszahl 1624 im Speicherregister R₁ und der Betrag (\$ 24.00) im Register R₂ gespeichert.

Wenn Sie jetzt **GSB** 1 drücken, wird das eigentliche Programm gestartet. Bei jedem Schleifendurchlauf werden 5% des Betrages berechnet und zu der Zahl im Register R₂ addiert. Außerdem wird die Jahreszahl R₁ um 1 erhöht. Die **DSZ**-Anweisung bewirkt, daß jeweils 1 vom Inhalt des R₀-Registers abgezogen wird; wenn die Zahl in R₀ anschließend ungleich Null ist, springt der Rechner nach **g** **LBL** 1 und führt die in der Schleife gespeicherten Programmschritte ein weiteres Mal aus.

Der Rechner bleibt so lange innerhalb dieser Programmschleife, bis der Inhalt des R₀-Registers Null ist. Dann übergeht er den Sprungbefehl nach **g** **LBL** 1 und führt die Anweisung **RCL** 1 und die weiteren Programmschritte nacheinander aus. Dabei wird zuerst die letzte Jahreszahl aus R₁ und dann der Betrag aus Register R₂ zurückgerufen, formatiert und angezeigt.

Wenn es Sie interessiert, auf welchen Betrag der Kaufpreis der Insel Manhattan bis 1977 angewachsen ist, können Sie die Anzahl der Jahre zwischen 1624 und 1977 (353 Jahre) eingeben und das Programm anschließend starten. (Sie können jetzt die 4 bis 5 Minuten, während denen sich Ihr Rechner durch 3½ Jahrhunderte arbeitet, für eine Kaffeepause nutzen.)

**Übungsaufgaben:**

1. Wenn Sie das nachfolgende Programm mit **GSB** 1 starten, wird eine zuvor eingetastete Zahl in das Primär-Speicherregister R₉ geschrieben. Anschließend wird der Inhalt von R₉ unter Verwendung der Speicherregister-Arithmetik innerhalb einer Programmschleife jeweils um 1 verringert. Das Programm hält bei jedem Schleifendurch-

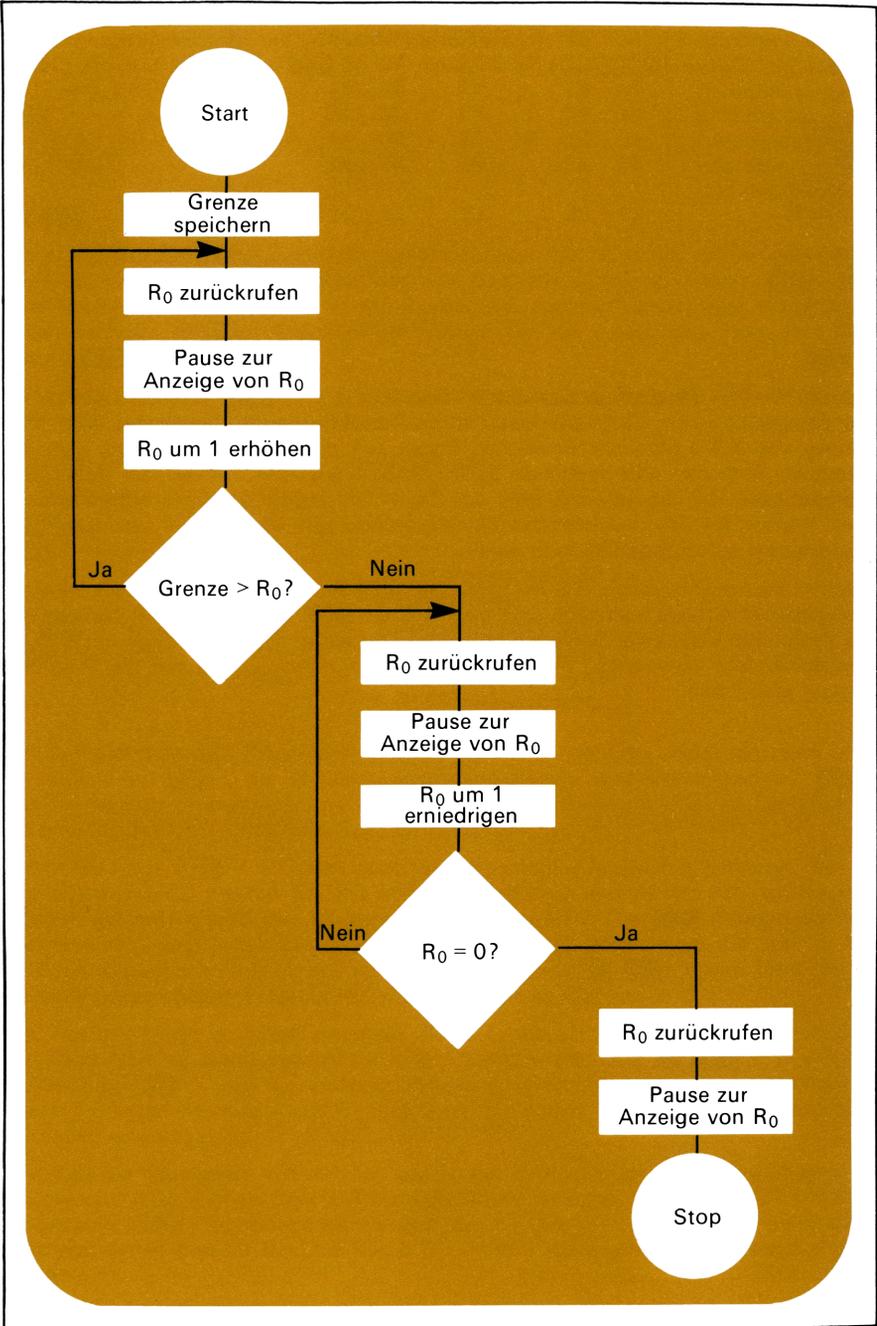
lauf und zeigt während der Pause den augenblicklichen Inhalt von R₉ an. Wenn diese Zahl Null erreicht hat, hält das Programm an. Erstellen Sie jetzt ein Programm, das anstelle von R₉ und **g** **X≠0** das R₀-Register und **g** **DSZ** verwendet und die gleiche Wirkung hat.

```

g LBL 1
STO 9
g LBL 2
f PAUSE
1
STO [-] 9
RCL 9
g X≠0
GTO 2
g RTN

```

2. Erstellen Sie ein Programm, das unter Verwendung von **ISZ** veranschaulicht, wie eine Spareinlage von 1000 DM während der darauffolgenden Jahre bei einer Verzinsung von 5,5% pro Jahr anwächst. Dabei soll der Rechner für jedes Jahr die Jahreszahl und das entsprechende Sparguthaben anzeigen. Sehen Sie dabei eine Endlosschleife vor, die jederzeit über das Tastenfeld mit **R/S** abgebrochen werden kann. Verwenden Sie anschließend das Programm zum Anzeigen dieser Daten für mindestens 5 aufeinanderfolgende Jahre.
3. Erstellen Sie ein Programm, das mit Hilfe der **ISZ**-Anweisung von Null bis zu einer vorgegebenen Grenze hochzählt und dann mittels **DSZ** wieder bis Null zurückzählt. Das Programm kann zwei Schleifen enthalten und außer **ISZ** und **DSZ** noch einen Vergleichsbefehl verwenden. Das folgende Flußdiagramm wird Ihnen die Programmierung erleichtern.



## ABSCHNITT 12. VERWENDUNG DES R₀-REGISTERS ZUR INDIREKTEN KONTROLLE ANDERER OPERATIONEN

Sie haben gesehen, wie die im R₀-Register gespeicherte Zahl mit **STO** 0 und **DSZ** verändert werden kann. Sie können aber den in R₀ gespeicherten Wert auch dazu verwenden, andere Operationen zu kontrollieren. Die Tastenfunktion  (indirekt) kann im Zusammenhang mit anderen Funktionstasten dazu verwendet werden, diese Operationen in Abhängigkeit von der im R₀-Register gespeicherten Zahl zu steuern. Dabei verwendet  die Zahl im R₀-Register als *Adresse*.

Die folgenden Operationen können in Abhängigkeit vom R₀-Registerinhalt indirekt kontrolliert werden:

**STO**  Speichert, falls das R₀-Register eine der Zahlen 0 bis 29 enthält, den Inhalt des angezeigten X-Registers in dasjenige Primär- oder indirekte Daten-Speicherregister, dessen Adresse durch den Inhalt von R₀ gegeben ist.

**RCL**  Ruft, wenn das R₀-Register eine der Zahlen 0 bis 29 enthält, den Wert desjenigen Primär- oder indirekten Daten-Speicherregisters in die Anzeige zurück, dessen Adresse durch den Inhalt des R₀-Registers gegeben ist.

**STO**    
**STO**    
**STO**    
**STO**  

Führt, wenn R₀ eine der Zahlen 0 bis 29 enthält, mit demjenigen Primär- oder indirekten Speicherregister eine Register-Arithmetik-Operation aus, dessen Adresse durch den Inhalt im R₀-Register gegeben ist.

**GTO**  Der Rechner sucht, wenn das R₀-Register eine positive Zahl zwischen 0 und 9 enthält, den Programmspeicher auf das erste Auftreten derjenigen Marke ab, deren Adresse durch den Inhalt des R₀-Registers gegeben ist. Die Programmausführung wird ab dieser Stelle fortgesetzt.

**GTO**  Wenn das R₀-Register eine negative Zahl zwischen -1 und -99 enthält, springt der Rechner im Programmspeicher um die entsprechende Anzahl von Programmschritten zurück und setzt die Ausführung des Programms ab dieser Stelle fort.

**GSB**  Wenn das R₀-Register eine Zahl zwischen 0 und 9 enthält, setzt der Rechner die Programmausführung mit dem Unterprogramm fort, das entsprechend dem Inhalt des R₀-Registers markiert ist. Der Rechner setzt die Programmausführung im Anschluß an den Rücksprung in das «rufende» Hauptprogramm mit dem auf **GSB**  folgenden Programmschritt fort.

**GSB**  Wenn das R₀-Register eine negative Zahl zwischen -1 und -99 enthält, springt der Rechner im Programmspeicher um die entsprechende Anzahl von Programmschritten zurück und setzt die Ausführung des Programms ab dieser Stelle fort. (Gleiche Funktion wie **GTO** .)

Wenn die Zahl im R₀-Register außerhalb des angegebenen Bereichs liegt und der Rechner versucht, eine dieser Operationen auszuführen, erfolgt eine Fehlermeldung mit der Anzeige **Error**. Der Rechner verwendet im Zusammenhang mit der -Funktion als Adresse nur den ganzzahligen Anteil der augenblicklich im R₀-Register gespeicherten Zahl. Wenn Sie beispielsweise 25,99998785 in das R₀-Register speichern, liest der Rechner diese Zahl bei der Adressierung mit  als 25, obwohl die Zahl mit der vollen Genauigkeit im R₀-Register gespeichert bleibt.

Der Rechner berücksichtigt im Zusammenhang mit  stets nur den ganzzahligen Anteil der im R₀-Register gespeicherten Zahl.

Sicherlich erkennen Sie bereits jetzt die nahezu uneingeschränkten Verwendungsmöglichkeiten für die -Funktion in Verbindung mit den genannten, indirekt adressierbaren Operationen. Die Verwendung dieser indirekt gesteuerten Anweisungen ermöglicht es Ihnen, den Programmspeicherplatz Ihres Rechners optimal auszunutzen, da auf diese Weise selbst äußerst komplexe Programme erstaunlich wenig Speicherplatz belegen. Wir wollen uns jetzt eingehender mit diesen Operationen befassen.

## INDIREKTES SPEICHERN UND ZURÜCKRUFEN VON DATEN

Sie können die im R₀-Register gespeicherte Zahl auch zur Adressierung der 29 Daten-Speicherregister Ihres Rechners verwenden. Wenn Sie **STO**  drücken, wird der Inhalt des angezeigten X-Registers in dasjenige Speicherregister geschrieben, dessen Adresse augenblicklich im R₀-Register steht. **RCL**  adressiert die Daten-Speicherregister in gleicher Weise, ebenso die Operationen für die Speicherregister-Arithmetik **STO**  , **STO**  , **STO**   und **STO**  . (Wenn Sie die Wirkungsweise der normalen Register-Arithmetik-Operationen inzwischen vergessen haben, können Sie die Einzelheiten im Abschnitt 4 dieses Handbuchs nachlesen.)

Wenn Sie **STO** , **RCL**  oder eine der Register-Arithmetik-Operationen in Verbindung mit  verwenden, kann das R₀-Register beliebige ganze Zahlen von 0 bis 29 enthalten. Die Zahlen 0 bis 15 adressieren dabei die Primär-Speicherregister R₀ bis R₉ und R_{.0} bis R_{.5}, während die Zahlen von 16 bis 29 die indirekten Speicherregister R₍₁₆₎ bis R₍₂₉₎ bezeichnen. Wenn das R₀-Register schließlich die Zahl 0 enthält, kann es sich mit  sogar selbst adressieren!

Nachstehend sind die einzelnen Daten-Speicherregister und die zugehörigen Adressen aufgeführt:

Primär-Register	Adresse 	Indirekte Register	Adresse 
R ₀	0	R ₍₁₆₎	16
R ₁	1	R ₍₁₇₎	17
R ₂	2	R ₍₁₈₎	18
R ₃	3	R ₍₁₉₎	19
R ₄	4	R ₍₂₀₎	20
R ₅	5	R ₍₂₁₎	21
R ₆	6	R ₍₂₂₎	22
R ₇	7	R ₍₂₃₎	23
R ₈	8	R ₍₂₄₎	24
R ₉	9	R ₍₂₅₎	25
R _{.0}	10	R ₍₂₆₎	26
R _{.1}	11	R ₍₂₇₎	27
R _{.2}	12	R ₍₂₈₎	28
R _{.3}	13	R ₍₂₉₎	29
R _{.4}	14		
R _{.5}	15		

Sie können die Wirkungsweise von **STO**  und **RCL**  leicht erkennen, wenn Sie diese Operation vom Tastenfeld manuell ausführen.

Überzeugen Sie sich davon, daß der Rechner sich im RUN-Modus befindet:

Drücken Sie	Anzeige
<b>CLX</b> <b>f</b> <b>FIX</b> 2	0.00
5 <b>STO</b> 0	5.00
1.23 <b>STO</b> <b>i</b>	1.23
24 <b>STO</b> 0	24.00
85083 <b>STO</b> <b>i</b>	85083.00
12 <b>STO</b> 0	12.00
77 <b>EEX</b> 43	77.
<b>STO</b> <b>i</b>	7.70

Alle Speicherregister werden gelöscht  
Speichert 5 in das R₀-Register  
1,23 wird in das Register gespeichert, dessen Adresse in R₀ steht – d.h. in Register R₅  
Die Zahl 24 wird in das R₀-Register gespeichert  
Dieser Wert wird in das indirekte Speicherregister geschrieben (R₍₂₄₎), dessen Adresse der augenblicklichen Zahl (24) in R₀ entspricht  
Speichert 12 in das R₀-Register

43

44

Der Inhalt des R₀-Registers (12) bestimmt, in welches der Daten-Speicherregister der Wert  $7,7 \times 10^{44}$  gespeichert wird (R_{.2})

Wenn Sie einen Wert aus einem Primär-Speicherregister zurückrufen wollen, können Sie **RCL** gefolgt von der entsprechenden Zifferntaste verwenden. Um einen Wert aus einem indirekten Speicherregister zurückzurufen, muß die entsprechende Adresse (16–30) im R₀-Register gespeichert sein. Der Inhalt des indirekten Speicherregisters kann dann durch Drücken von **RCL** **i** zurückgerufen werden.

Beachten Sie, daß der Inhalt eines jeden Speicherregisters (Primär- oder indirektes Speicherregister) durch die indirekte Adresse des entsprechenden Registers und der Taste **i** zurückgerufen werden kann.

#### Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige
12 <b>STO</b> 0	12.00
<b>RCL</b> <b>i</b>	7.70
<b>CLX</b>	0.00
<b>RCL</b> <b>□</b> 2	7.70

Speichert die indirekte Adresse (12) des entsprechenden Registers R_{.2} in das R₀-Register

44

Ruft den Inhalt des Primär-Speicherregisters mit der indirekten Adresse 12 zurück

44

Ruft direkt den Inhalt des Registers R_{.2} zurück

Wenn der Inhalt des R₀-Registers geändert wird, ändert sich auch die Adresse des Registers, auf das sich die Operation **STO** **i** bzw. **RCL** **i** bezieht.

#### Beispiel:

Drücken Sie	Anzeige
24 <b>STO</b> 0	24.00
<b>RCL</b> <b>i</b>	85083.00
5 <b>STO</b> 0	5.00
<b>RCL</b> <b>i</b>	1.23

Speichert die indirekte Adresse (24) des entsprechenden Registers R₍₂₄₎ in das R₀-Register

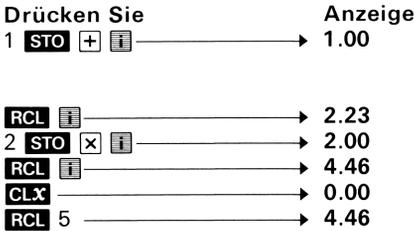
Ruft den Inhalt des indirekten Registers R₍₂₄₎ zurück

Ruft den Inhalt des Primär-Speicherregisters R₅ zurück

Mit dem Inhalt des R₀-Registers werden auch die Register adressiert, auf die sich die folgenden Register-Arithmetik-Operationen beziehen: **STO** **+** **i**, **STO** **-** **i**,

**STO**  $\times$   $\bar{I}$ , **STO**  $\div$   $\bar{I}$ . Auch hier können Sie jedes der Daten-Speicherregister (Primär- oder indirektes Register) erreichen, indem Sie das R₀-Register zur Adressierung verwenden.

**Beispiel:**

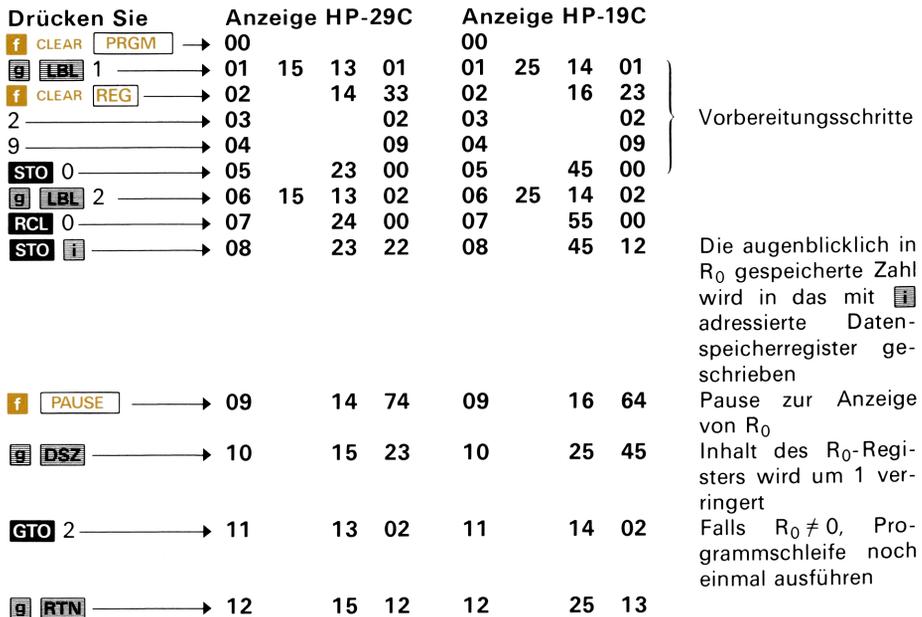


Die Zahl 1 wird zum Inhalt desjenigen Speicher-Registers (R₅) addiert, dessen Adresse augenblicklich in R₀ steht

Die Vorteile, die die indirekte Adressierung der Daten-Speicherregister mit sich bringt, kommen natürlich erst im Rahmen eines Programms voll zur Geltung.

**Beispiel:** Das folgende Programm verwendet eine Schleife dazu, sämtliche Daten-Speicherregister R₀ bis R₉, R_{.0} bis R_{.5} und R₍₁₆₎ bis R₍₂₉₎ mit ihren eigenen Adressen zu belegen. Die Ausführung des Programms wird während jedem Schleifendurchlauf kurzzeitig unterbrochen, um den jeweiligen Inhalt des R₀-Registers anzuzeigen: Wenn der Inhalt von R₀ Null ist, verläßt der Rechner die Programmschleife und hält an.

Zum Eintasten des Programms: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.



Wenn das Programm gestartet wird, werden zunächst alle Speicherregister gelöscht und das R₀-Register mit 29 vorbesetzt. Dann wird im Rahmen einer Programmschleife jeweils der Inhalt des R₀-Registers zurückgerufen und anschließend in das entsprechend adressierte Speicherregister geschrieben. Wenn R₀ beispielsweise die Zahl 17 enthält, wird diese Zahl zurückgerufen und anschließend in das indirekte Register R₍₁₇₎ (Adresse 17) gespeichert. Der Inhalt des R₀-Registers wird mit jedem Schleifendurchlauf um 1 verringert. Das Ergebnis dient dann einmal als zu speichernder Wert, und zum anderen als

Adresse für den Speicherbefehl. Wenn das R₀-Register schließlich Null erreicht hat, verläßt der Rechner die Programmschleife und hält das Programm an.

Zur Ausführung des Programms: Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

<b>Drücken Sie</b>		<b>Anzeige</b>
<b>GSB</b> 1	→	29.00
		28.00
		usw.
		1.00

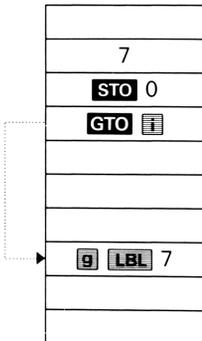
Beachten Sie, daß der Inhalt des R₀-Registers Schritt für Schritt bis Null jeweils um 1 verringert wurde.

<b>Drücken Sie</b>		<b>Anzeige</b>
<b>RCL</b> 	→	0.00

## INDIREKTE STEUERUNG VON PROGRAMMVERZWEIGUNGEN UND UNTERPROGRAMMEN

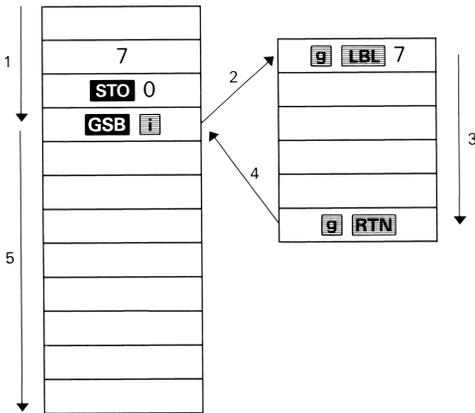
In gleicher Weise, wie Sie die Verwendung der Speicherregister mit **STO**  und **RCL**  indirekt gesteuert haben, können Sie auch ganze Tastenfolgen, Unterprogramme und sogar vollständige Programme mit Hilfe des R₀-Registers indirekt adressieren.

Mit **GTO**  können Sie die Sprungadresse für eine Programmverzweigung indirekt, d.h. von der in R₀ gespeicherten Zahl abhängig, angeben. Wenn der Rechner bei der Ausführung eines Programms auf **GTO**  trifft, verzweigt er zu der Marke (**LBL** 0 bis 9), deren Adresse augenblicklich im R₀-Register steht. Wenn Sie beispielsweise die Zahl 7 in das R₀-Register speichern und der Rechner dann **GTO**  ausführt, springt er nach **G** **LBL** 7, bevor er die Ausführung der gespeicherten Anweisungen fortsetzt.



Sie können **GTO**  natürlich auch vom Tastenfeld aus von Hand drücken, wenn Sie die Ausführung eines Programms ab einer bestimmten Marke starten wollen.

Sie können mit Hilfe des R₀-Registers auch Unterprogramme indirekt adressieren. Wenn der Rechner während der Ausführung eines Programms auf die Anweisung **GSB**  trifft (oder diese Tasten auf dem Tastenfeld von Hand gedrückt werden), sucht er den Programmspeicher nach der mit dem R₀-Registerinhalt adressierten Marke ab und führt das nachfolgende Unterprogramm aus. Bei Erreichen des nächsten **G** **RTN** erfolgt ein Rücksprung in das «rufende» Hauptprogramm. Dort setzt der Rechner die Programmausführung mit der Anweisung fort, die auf den **GSB** -Befehl folgt. Wenn Sie beispielsweise die Zahl 7 in das R₀-Register speichern, veranlaßt **GSB**  die Ausführung des Unterprogramms, das mit **G** **LBL** 7 und **G** **RTN** markiert ist.



Die Adressierung erfolgt dabei in gleicher Weise über den Inhalt des R₀-Registers wie im Zusammenhang mit **GTO** .

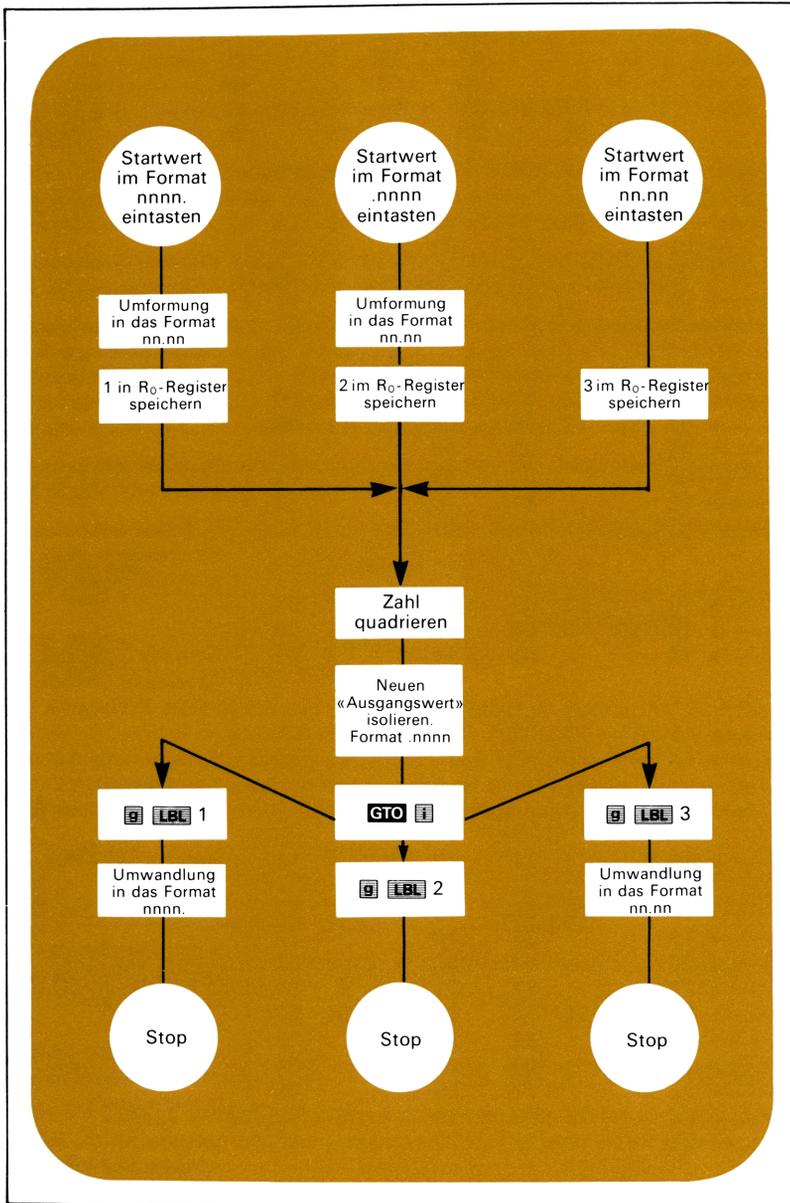
Beachten Sie, daß die Zahl im R₀-Register positiv oder gleich Null sein muß. (Negative Zahlen bewirken einen schnellen Rücksprung im Programmspeicher, über den an späterer Stelle noch ausführlich gesprochen wird.) Wenn der Rechner den Inhalt des R₀-Registers als Adresse verwendet, berücksichtigt er nur den ganzzahligen Anteil der gespeicherten Zahl.

**Beispiel:** Eine Möglichkeit zur Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen besteht darin, eine Zahl (genannt «Startwert») zu quadrieren, die mittleren Ziffern dieser Zahl herauszuziehen, *diese* Zahl erneut zu quadrieren usw. Wenn Sie beispielsweise die Zahl 5182 vorgeben, erhalten Sie als Quadrat 26853124. Der Zufallszahlen-Generator könnte dann die vier mittleren Ziffern, 8531, isolieren und diesen Wert erneut quadrieren. Wenn Sie dieses Verfahren im Rahmen einer Programmschleife fortsetzen, können Sie eine Vielzahl von «zufälligen» Zahlenwerten erhalten.

Das nachfolgende Programm veranschaulicht die Verwendung der **GTO** -Anweisung. Sie können einen 4stelligen Startwert wahlweise in der Form nnnn, .nnnn oder nn.nn eintasten. Dieser Anfangswert wird anschließend im Hauptteil des Programms quadriert und das Quadrat dann beschnitten. Dann wird die sich ergebende 4stellige Zufallszahl in dem gleichen Format angezeigt, in dem Sie den Startwert eingegeben hatten:

nnnn, .nnnn oder nn.nn.

Das Flußdiagramm zu diesem Programm kann zum Beispiel wie folgt aussehen:



Mit Hilfe der **GTO** -Anweisung können Sie wählen, in welcher Weise die erzeugte Zufallszahl im Anschluß an den Hauptteil des Programms umgeformt werden soll.

Sie geben in Abhängigkeit vom Eingabeformat des Startwertes wahlweise 1, 2 oder 3 in das R₀-Register ein. Dementsprechend wählt das Programm im Anschluß an den Hauptteil die Form aus, in der das Ergebnis anzuzeigen ist. Das hier angegebene Programm hält nach jeder Berechnung einer solchen Pseudo-Zufallszahl an. Es ist aber mit einfachen Mitteln möglich, diese Routine zu einer Programmschleife zu schließen, so daß das Ver-

fahren mehrmals durchgeführt wird. Auf diese Weise kann die «Zufälligkeit» erhöht werden, mit der diese Werte aufeinanderfolgen.

Zum Eintasten des vollständigen Programms: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	Anzeige HP-29C	Anzeige HP-19C	
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b> →	00	00	
<b>g</b> <b>LBL</b> 4 →	01 15 13 04	01 25 14 04	} Wandelt nnnn. in nn.nn um
<b>EEX</b> →	02 33	02 23	
2 →	03 02	03 02	
<b>÷</b> →	04 71	04 61	
1 →	05 01	05 01	
			Schreibt 1 für das Abspeichern nach R ₀ in das <b>X</b> -Register
<b>GTO</b> 7 →	06 13 07	06 14 07	
<b>g</b> <b>LBL</b> 5 →	07 15 13 05	07 25 14 05	} Wandelt .nnnn in nn.nn um
<b>EEX</b> →	08 33	08 23	
2 →	09 02	09 02	
<b>x</b> →	10 61	10 51	
2 →	11 02	11 02	
			Schreibt 2 für das Abspeichern nach R ₀ in das <b>X</b> -Register
<b>GTO</b> 7 →	12 13 07	12 14 07	
<b>g</b> <b>LBL</b> 6 →	13 15 13 06	13 25 14 06	} Schreibt 3 für das Abspeichern nach R ₀ in das <b>X</b> -Register
3 →	14 03	14 03	
<b>g</b> <b>LBL</b> 7 →	15 15 13 07	15 25 14 07	} Speichert die Adresse für eine später folgende Operation in R ₀
<b>STO</b> 0 →	16 23 00	16 45 00	
<b>↵</b> →	17 21	17 11	Ruft nn.nn in das <b>X</b> -Register
<b>g</b> <b>↵</b> →	18 15 63	18 25 53	Quadrirt nn.nn
<b>EEX</b> →	19 33	19 23	} Schneidet die zwei letzten Ziffern des Quadrates ab
2 →	20 02	20 02	
<b>x</b> →	21 61	21 51	
<b>f</b> <b>INT</b> →	22 14 62	22 16 52	
<b>EEX</b> →	23 33	23 23	
4 →	24 04	24 04	} Schneidet die beiden ersten Ziffern des Quadrates ab
<b>÷</b> →	25 71	25 61	
<b>g</b> <b>FRAC</b> →	26 15 62	26 25 52	
<b>GTO</b> <b>i</b> →	27 13 22	27 14 12	Verzweigung zum entsprechenden Programmteil
<b>g</b> <b>LBL</b> 1 →	28 15 13 01	28 25 14 01	} Ergebnis in der Form nnnn.
<b>EEX</b> →	29 33	29 23	
4 →	30 04	30 04	
<b>x</b> →	31 61	31 51	
<b>f</b> <b>FIX</b> 0 →	32 14 11 00	32 16 13 00	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	33 15 12	33 25 13	} Ergebnis in der Form .nnnn
<b>g</b> <b>LBL</b> 2 →	34 15 13 02	34 25 14 02	
<b>f</b> <b>FIX</b> 4 →	35 14 11 04	35 16 13 04	
<b>g</b> <b>RTN</b> →	36 15 12	36 25 13	

<b>g</b> <b>LBL</b> 3	→	37	15	13	03	37	25	14	03	}	Ergebnis in der Form nn.nn
<b>EEX</b>	→	38			33	38			23		
2	→	39			02	39			02		
<b>X</b>	→	40			61	40			51		
<b>f</b> <b>FIX</b> 2	→	41	14	11	02	41	16	13	02		
<b>g</b> <b>RTN</b>	→	42		15	12	42		25	13		

In der vorstehenden Tastenfolge könnten bei Bedarf einige Programmschritte dadurch eingespart werden, daß die mehrfach vorkommende Tastenfolge **EEX** 2 in den Speicherzeilen 02–03, 08–09, 19–20 und 38–39 als Unterprogramm aufgerufen würde.

Da das Programm als Beispiel für die Verwendung von **GTO**  gedacht ist, wurde hier aus Gründen der Übersichtlichkeit auf diese Möglichkeit verzichtet.

Wenn Sie einen 4stelligen Startwert in einem der drei angegebenen Formate eintasten, wird anschließend eine der Adressen 1, 2 oder 3 in das **X**-Register geladen. Diese Adresse wird in Verbindung mit der **GTO** -Anweisung in Zeile 27 dazu verwendet, die Programmausführung zur entsprechenden Routine zu verzweigen, so daß die errechnete Pseudo-Zufallszahl im gleichen Format angezeigt wird.

Führen Sie das Programm jetzt aus; verwenden Sie dabei die Startwerte 5182, 0,5182 und 51,82.

Zum Starten des Programms: Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige		
5182 <b>GSB</b> 4	→	8531.	Die Zufallszahl wird im jeweiligen Format ausgegeben
.5182 <b>GSB</b> 5	→	0.8531	
51.82 <b>GSB</b> 6	→	85.31	

Das Programm erzeugt Zufallszahlen in dem gleichen Format, in dem Sie den entsprechenden Startwert eingetastet haben. Normale Zufallszahlen-Generatoren verbessern die Verteilung erzeugter Zufallszahlen dadurch, daß sie Programmschleifen dazu verwenden, die «Zufälligkeit» aufeinanderfolgender Werte zu verbessern. Sie können dazu einfach **GSB** und die entsprechende Zifferntaste mehrmals hintereinander drücken.

Drücken Sie	Anzeige		
<b>GSB</b> 6	→	77.79	Die Abhängigkeit vom ursprünglichen Startwert scheint mit jedem Mal abzunehmen
<b>GSB</b> 6	→	51.28	
<b>GSB</b> 6	→	29.63	

Sie hätten bei diesem Programm mit geringfügigen Änderungen anstatt **GTO**  auch **GSB**  verwenden können.

## SCHNELLES ZURÜCKSPRINGEN IM PROGRAMMSPEICHER

Wenn Sie **GTO**  und **GSB**  zusammen mit negativen Zahlen im R₀-Register verwenden, können Sie die Ausführung des Programms sogar zu jeder beliebigen Programmspeicherzeile verzweigen.

Wie Sie wissen, wird die Programmausführung nach **GTO** oder **GSB** so lange unterbrochen, bis der Rechner beim Absuchen des Programmspeichers die entsprechende Marke findet. Wenn der Rechner im Verlauf eines Programms auf die Anweisungen **GTO**  oder **GSB**  trifft und eine positive Zahl zwischen 0 und 9 im R₀-Register steht, sucht er die nachfolgenden Speicherpositionen auf die Marke zyklisch ab, die mit dem Inhalt des R₀-Registers adressiert ist. Die Programmausführung wird erst dann fortgesetzt, wenn der Rechner diese Marke gefunden hat.

Ist dagegen eine *negative* Zahl im R₀-Register gespeichert, springt der Rechner bei Ausführung von **GTO**  oder **GSB**  unmittelbar im Programmspeicher zu einer davorlie-

genden Stelle zurück. Anstatt nach einer bestimmten Marke zu suchen, rückt der Rechner im Speicher um die Zahl von Programmzeilen zurück, die als negativer Wert im R₀-Register steht. (Der Vorzug dieser Möglichkeit besteht darin, daß der Rücksprung im Programmspeicher wesentlich schneller erfolgt als die entsprechende Suche nach einer Marke. Außerdem können Sie das Programm auf diese Weise zu jeder beliebigen Position im Programmspeicher übertragen und Programmverzweigungen auch dann noch vorsehen, wenn bereits alle Marken für andere Zwecke verwendet wurden.)

Sehen Sie sich zum Beispiel den nachstehenden Programmauszug an. Es wird angenommen, daß -11 in das R₀-Register gespeichert wurde. Wenn jetzt, in Zeile 87 **GTO**  ausgeführt wird, springt das Programm um 11 Schritte zur Zeile 76 (87 - 11 = 76) zurück. Da das Programm dadurch nicht angehalten wird, fährt der Rechner mit der Ausführung der dort gespeicherten Anweisung fort.

	74	<b>f</b>	<b>y^x</b>
	75	3	
	76	<b>STO</b>	3
	77	4	
	78	5	
	79	<b>R↓</b>	
	80	<b>g</b>	<b>RTN</b>
	81	<b>g</b>	<b>LBL</b> 2
	82	<b>f</b>	<b>log</b>
	83	1	
	84	1	
	85	<b>CHS</b>	
	86	<b>STO</b>	0
	87	<b>GTO</b>	
	88	<b>g</b>	<b>tan⁻¹</b>

Wenn -11 nach R₀ gespeichert wurde, springt der Rechner bei Ausführung von **GTO**  um 11 Zeilen im Programmspeicher zurück.

Der Rechner setzt die Ausführung des Programms nach Befolgen des **GTO** -Befehls so lange fort, bis er auf die nächste **g** **RTN**- oder **R/S**-Anweisung trifft, worauf er anhält. Der Rechner würde nach Drücken der Taste **GSB** 2 im vorstehenden Programmbeispiel die Anweisungen in den Zeilen 81 bis 87 nacheinander ausführen. Dann würde er im Programmspeicher zurückspringen und als nächstes den Schritt 76 ausführen. Anschließend würde er mit den Programmschritten 77, 78 usw. fortfahren, bis er die **g** **RTN**-Anweisung in Zeile 80 erreicht. An dieser Stelle würde das Programm dann anhalten.

Die Anweisung **GSB** **f** bewirkt mit negativen Zahlen im R₀-Register ebenfalls einen entsprechenden Rücksprung im Programmspeicher. Die darauffolgenden Anweisungen werden aber jetzt als *Unterprogramm* ausgeführt. Wenn der Rechner die nächste **g** **RTN**-Anweisung erreicht, hält er nicht an, sondern setzt die Ausführung des Programms mit der Anweisung fort, die auf den **GSB** -Befehl folgt (wie bei der normalen Ausführung von Unterprogrammen).

Der folgende Programmausschnitt veranschaulicht die Wirkung von **GSB** . Wenn Sie **GSB** 2 drücken, wird die Zahl -11 in das R₀-Register gespeichert. Wird anschließend **GSB** **f** ausgeführt, springt das Programm von Zeile 87 um 11 Schritte nach Zeile 76 zurück, ohne dadurch angehalten zu werden. Wenn anschließend der **g** **RTN**-Befehl (Rücksprungbefehl) in Zeile 80 erreicht wird, setzt der Rechner die Ausführung des Programms mit der Anweisung in Zeile 88 fort.

Schnelle Rücksprünge mit Hilfe von **GTO**  und **GSB**  sind als Bestandteile Ihrer Programme von größtem Nutzen. Sie können damit die Programmausführung an beliebige Stellen innerhalb des Programmspeichers übertragen. Wenn Sie eine negative Zahl im R₀-Register gespeichert haben, können Sie die sich daraus ergebende Schrittnummer

Wenn -11 nach R₀ gespeichert wurde, springt der Rechner bei Ausführung von **GTO** **f** um 11 Zeilen im Programmspeicher zurück.

```

74  f yx
75  3
→76  STO 3
77  4
78  5
79  R↓
80  g RTN
81  g LBL 2
82  f log
83  1
84  1
85  CHS
86  STO 0
87  GSB f
88  g tan⁻¹
89  g %
    
```

**g RTN** bewirkt anschließend einen Rücksprung; der Rechner setzt die Ausführung des Programms mit der Anweisung in Zeile 88 fort.

jederzeit leicht ermitteln, indem Sie die negative Zahl in R₀ zu der Zeilennummer der **GTO** **f**- bzw. **GSB** **f**-Anweisung addieren.

Rücksprünge dieser Art können sogar über die Zeile 00 hinaus ausgeführt werden. Die «angesprungene» Speicherzeilennummer ergibt sich dabei aus der Summe der negativen Zahl im R₀-Register und der Zeilennummer des **GTO** **f**- bzw. **GSB** **f**-Befehls, zu der jetzt noch 98 addiert wird. Wenn R₀ zum Beispiel -11 enthält und die **GTO** **f**-Anweisung in Zeile 07 steht, wird der Rechner die Ausführung des Programms mit der Anweisung fortsetzen, die in der Zeile 93 gespeichert ist ( $7 - 11 + 98 = 94$ ).

Das nachfolgende Programm enthält eine Endlosschleife, die die Fibonacci-Folge erzeugt und anzeigt. Sie würden normalerweise sicherlich nicht auf die Idee kommen, ein Programm zu erstellen, das in Zeile 85 beginnt und über 00 hinaus bis zur Zeile 08 des Programmspeichers reicht. Wir haben das Beispiel hier absichtlich gewählt, um Ihnen zu veranschaulichen, wie **GTO** **f** zusammen mit negativen Zahlen im R₀-Register sogar für einen Rücksprung über den Speicheranfang (Zeile 00) hinaus verwendet werden kann.

```

85  g LBL 1
86  1
87  0
88  CHS
89  STO 0
90  0
91  STO 1
92  1
93  STO 2
94  f PAUSE
→95  RCL 1
96  2
97  +
98  f PAUSE
01  STO 1
02  RCL 1
03  RCL 2
04  +
05  f PAUSE
06  STO 2
07  GTO f
08  g RTN
    
```

Der Rechner springt bei der Ausführung des Programms um 10 Zeilen im Speicher zurück

} Endlosschleife

Wenn das Programm ausgeführt wird, speichern die Anweisungen in den Zeilen 86–89 die Zahl –10 in das R₀-Register. Anschließend veranlaßt die **GTO** -Anweisung in Zeile 07 einen Rücksprung um 10 Speicherzeilen, so daß als nächstes die Anweisung in Zeile 95 (07 – 10 + 98 = 95) ausgeführt wird. Auf diese Weise wird eine Endlosschleife gebildet, die die einzelnen Glieder der Fibonacci-Folge erzeugt und anzeigt. Das Programm wird unterbrochen, wenn Sie **R/S** (oder eine beliebige andere Taste) auf dem Tastenfeld drücken.

Zur Eingabe des vollständigen Programms sind als erstes die Anweisungen mit den Zeilennummern 01 bis 08 einzutasten. Rücken Sie dann zur Speicherzeile 84 vor und geben Sie die übrigen Programmschritte in die Zeilen 85 und 98 ein.

Zum Eintasten der Schrittfolge in den Programmspeicher: Schalten Sie den Rechner in den PRGM-Modus.

Drücken Sie	HP-29C Anzeige	HP-19C Anzeige
  →	00	00
<b>STO</b> 1 →	01      23 01	01      45 01
<b>RCL</b> 1 →	02      24 01	02      55 01
<b>RCL</b> 2 →	03      24 02	03      55 02
<b>+</b> →	04      51	04      41
 →	05      14 74	05      16 64
<b>STO</b> 2 →	06      23 02	06      45 02
<b>GTO</b>  →	07      13 22	07      14 12
 →	08      15 12	08      25 13

Rücken Sie jetzt zur Speicherzeile 84 vor und setzen Sie die Eingabe der Programmschritte mit  1 in Zeile 85 fort:

Drücken Sie	HP-29C Anzeige	HP-19C Anzeige	
<b>GTO</b>  84 →	84      74	84      64	Rückt den Speicher in Zeile 84
 1 →	85    15 13 01	85    25 14 01	
1 →	86      01	86      01	
0 →	87      00	87      00	
<b>CHS</b> →	88      32	88      22	
<b>STO</b> 0 →	89      23 00	89      45 00	
0 →	90      00	90      00	
<b>STO</b> 1 →	91      23 01	91      45 01	
1 →	92      01	92      01	
<b>STO</b> 2 →	93      23 02	93      45 02	
 →	94      14 74	94      16 64	
<b>RCL</b> 1 →	95      24 01	95      55 01	
<b>RCL</b> 2 →	96      24 02	96      55 02	
<b>+</b> →	97      51	97      41	
 →	98      14 74	98      16 64	

Schalten Sie jetzt in den RUN-Modus zurück und starten Sie das Programm. Wenn Sie gesehen haben, wie schnell die aufeinanderfolgenden Glieder der Fibonacci-Folge wachsen, können Sie das Programm durch Drücken von **R/S** (oder einer beliebigen anderen Taste) anhalten.

Zum Starten des Programms: Schalten Sie den Rechner in den RUN-Modus.

Drücken Sie	Anzeige
<b>GSB</b> 1 →	1.00
	1.00
	2.00
	3.00
	5.00

**8.00**  
**13.00**  
**21.00**  
**34.00**  
**55.00**  
**89.00**  
**144.00**  
**233.00**  
**377.00**  
**610.00**

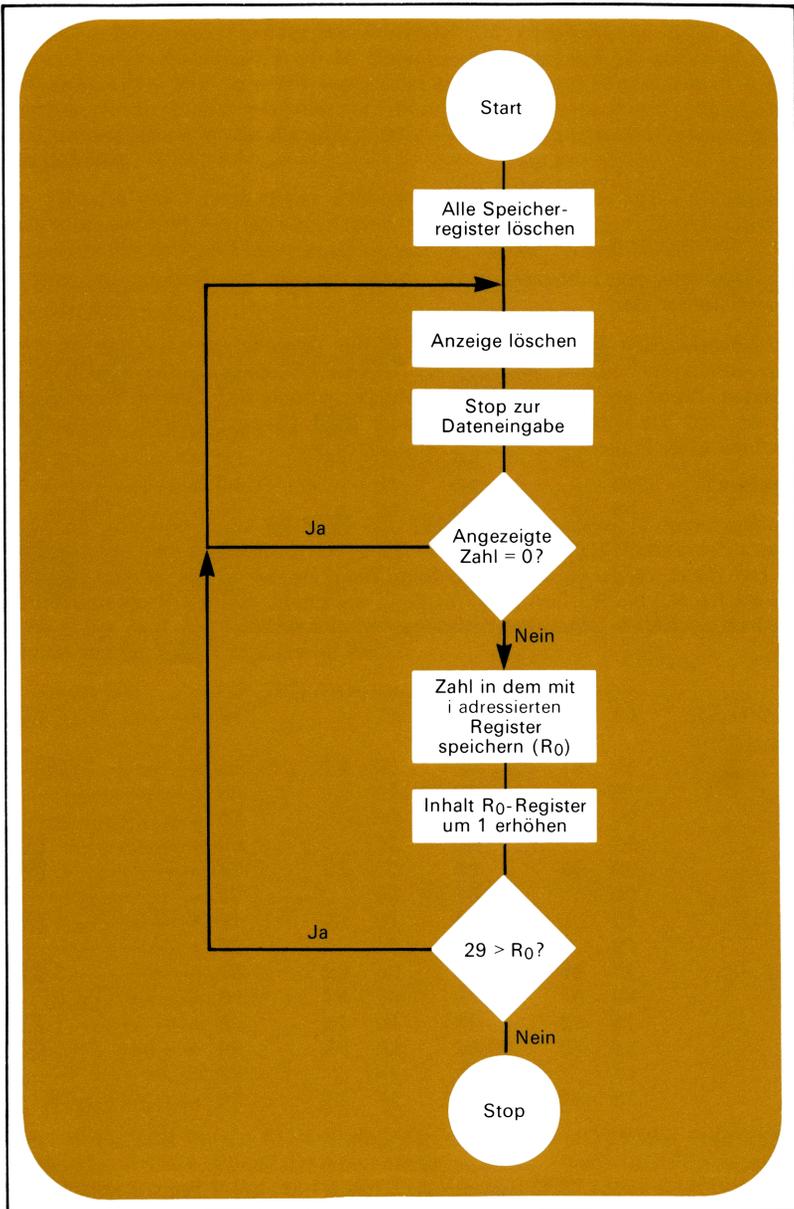
**R/S** 

Die einzelnen Elemente der Fibonacci-Folge stellen jeweils die Summe der beiden vorangegangenen Zahlen dar.

Wenn Sie die Anweisungen **GTO**  und **GSB**  für schnelle Rücksprünge im Programmspeicher verwenden wollen, darf das R₀-Register beliebige Zahlen zwischen -1 und -99 enthalten. Wenn der Betrag des ganzzahligen Anteils der Zahl im R₀-Register größer als 98 ist, und Sie versuchen, **GTO**  oder **GSB**  auszuführen, reagiert der Rechner darauf mit einer Fehlermeldung und zeigt **Error** an.

### Übungsaufgaben:

- a) Erstellen Sie unter Verwendung von **ISZ**  und **STO**  ein Programm, mit dem Sie während aufeinanderfolgender Stops eine Reihe von Daten eingeben können. Das Programm soll diese Werte in der Reihenfolge der Eingabe in die entsprechenden Register R₀ bis R₉, R₋₀ bis R₋₅ und R₍₁₆₎ bis R₍₂₉₎ speichern. Bei der Programmierung können Sie sich nach dem folgenden Flußdiagramm richten.



b) Geben Sie jetzt im Anschluß an die Routine aus (a) ein Programm ein, das die einzelnen Inhalte der Daten-Speicherregister in umgekehrter Folge zurückruft und anzeigt (d.h. zuerst wird  $R_{29}$  angezeigt, dann  $R_{28}$  usw.). Das Programm sollte selbstständig anhalten, nachdem es den Inhalt von  $R_1$  ausgegeben hat.

Verwenden Sie jetzt das im Teil (a) eingegebene Programm dazu, 29 verschiedene Werte einzugeben. Führen Sie dann das unter (b) erstellte Programm aus. Der Rechner

sollte dabei die 29 zuvor eingegebenen Werte in umgekehrter Reihenfolge nacheinander anzeigen.

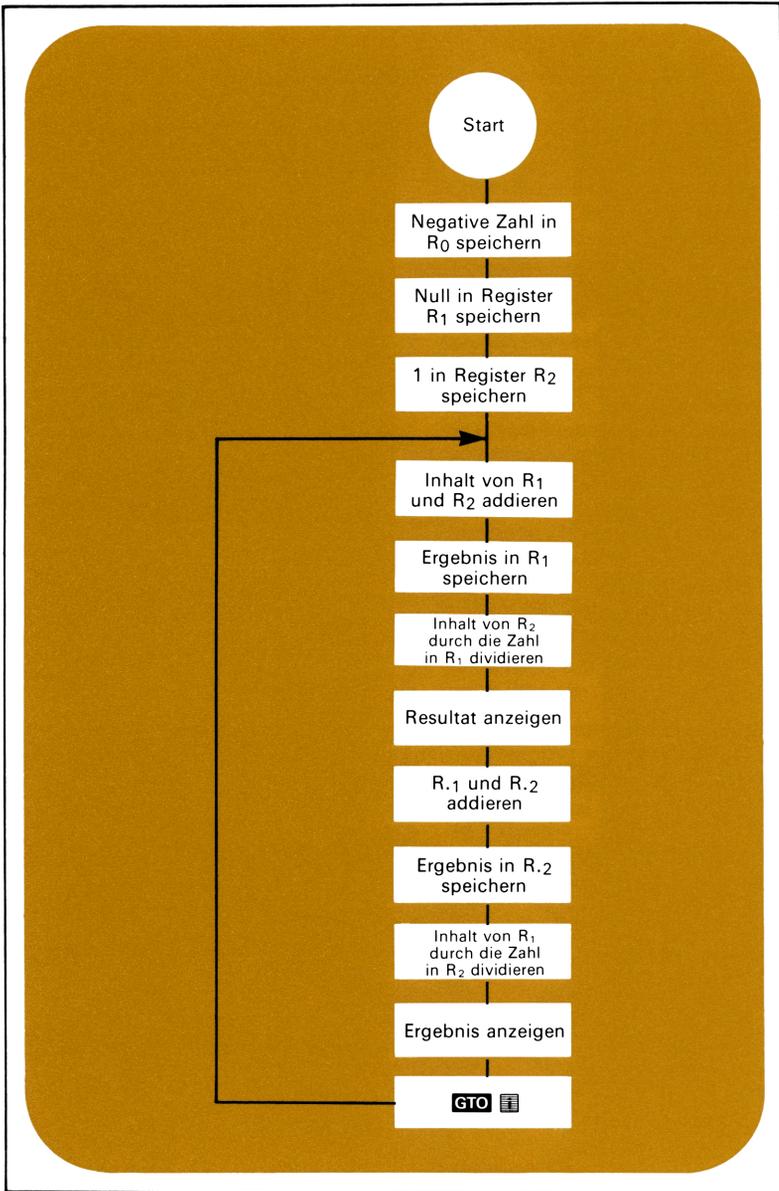
2. Ändern Sie den Zufallszahlen-Generator von Seite 158 in der Weise ab, daß statt **GTO** **GSB** die Anweisung **GSB** verwendet wird. Führen Sie das Programm mit den gleichen Startwerten aus und überprüfen Sie, ob es noch einwandfrei arbeitet.

3. Eine interessante Besonderheit der Fibonacci-Folge besteht darin, daß die einzelnen Glieder gegen einen Grenzwert konvergieren. Dieser Wert war bei den alten Griechen als «Goldener Schnitt» bekannt, da er bei Gebäuden und Räumen ein Verhältnis von Länge zu Breite beschrieb, das man für das ästhetische Optimum hielt.



Erstellen Sie ein Programm, das den «Goldenen Schnitt» als Grenzwert der Fibonacci-Folge ermittelt. Dabei sollen die aufeinanderfolgenden Quotienten (z.B.: 2/3, 3/5, 5/8, 8/13 usw.), die allmählich gegen den «Goldenen Schnitt» konvergieren, angezeigt werden. Bilden Sie die nötige Programmschleife mit Hilfe von **GTO** **I** und einer negativen Zahl im R₀-Register. Bei der Erstellung des Programms können Sie sich an dem nachfolgenden Flußdiagramm orientieren.

Wenn das Verhältnis des «Goldenen Schnitts» ausreichend genau berechnet worden ist, können Sie die Ausführung des Programms mit **R/S** über das Tastenfeld unterbrechen (das Verhältnis des «Goldenen Schnitts» beträgt 0,618033989).



## ANHANG A. ZUBEHÖR, PFLEGE UND WARTUNG

---

### IHR HEWLETT-PACKARD RECHNER

Als weiteres Glied in der Reihe der fortschrittlichen Hewlett-Packard Rechner zeichnet sich Ihr HP-19C/HP-29C durch ein neuzeitliches Design, überragende Leistungen und die Tatsache aus, daß die HP-Ingenieure bei der Entwicklung und Fertigung auch dem kleinsten Detail große Aufmerksamkeit geschenkt haben. Alle Hewlett-Packard Rechner sind nach ihrer Fertigung auf mechanische und elektrische Funktionsfehler geprüft; dabei werden alle Rechnerfunktionen gründlich getestet. Wenn Sie einen Hewlett-Packard Rechner kaufen, so bedeutet das mehr, als nur einen Rechner zu besitzen. Es bedeutet auch, daß Ihnen das umfangreichste Zubehör zur Verfügung steht, das heute von einem Hersteller geboten wird. Das Zubehör wurde speziell auf Ihre Bedürfnisse abgestimmt. Hewlett-Packard steht als Weltunternehmen auf dem elektronischen Gerätesektor auch nach dem Verkauf mit Service- und Vertriebsniederlassungen in 65 Ländern hinter seinen Produkten. Durch das zahlreiche angebotene Zubehör und die Möglichkeit der schnellen Wartung und Instandsetzung wird der Nutzen, den Sie aus Ihrem HP-19C/HP-29C ziehen können, noch erhöht.

### STANDARD-ZUBEHÖR (HP-29C)

Zusammen mit Ihrem HP-29C werden Ihnen die folgenden Zubehörteile geliefert:

Zubehör	Best.-Nr.
Batteriesatz (bereits im Rechner eingesetzt)	82019A
HP-19C/HP-29C Bedienungshandbuch	5955-2110
HP-19C/HP-29C Anwendungsbuch	5955-2111
Netzladegerät (200–254 V, 50–60 Hz)	82041A
Kunstleder-Etui	52027A

### STANDARD-ZUBEHÖR (HP-19C)

Zusammen mit Ihrem HP-19C werden Ihnen die folgenden Zubehörteile geliefert:

Zubehör	Best.-Nr.
Batteriesatz (bereits im Rechner eingesetzt)	82052A
HP-19C/HP-29C Bedienungshandbuch	5955-2110
HP-19C/HP-29C Anwendungsbuch	5955-2111
Netzladegerät (200–254 V, 50–60 Hz)	82059A
2 Rollen Druckpapier (in Packungen zu je 6 Rollen lieferbar)	82051A
Weiche Kunststoff-Tragtasche	52064A

### ZUSÄTZLICHES ZUBEHÖR (HP-29C)

Die Liste der lieferbaren Zubehörteile wird von Zeit zu Zeit erweitert. Ein Verzeichnis der verfügbaren Sonder-Zubehörteile mit Preisliste ist bei der nächstgelegenen HP-Niederlassung erhältlich.



### Schutzgehäuse

Best.-Nr. 82029A

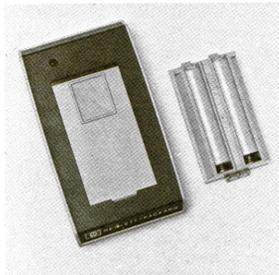
Ein Taschenrechner kann auch auf Ihrem Schreibtisch «verlorengehen». Dem vorzubeugen, wurde das Schutzgehäuse entwickelt. Mit diesem abschließbaren Gehäuse und dem ca. 1,8 m langen Stahlkabel können Sie Ihren Taschenrechner am Arbeitsplatz sichern. Zum Schutz des Schreibtisches ist das Kabel mit Plastik überzogen. Jedes Gehäuse wird mit zwei Schlüsseln geliefert.



### Umschaltbares Netzladegerät

Best.-Nr. 82026A

Umschaltbares Netzladegerät (90–127 V, 50–60 Hz oder 200–254 V, 50–60 Hz, während des Ladens kann das Gerät am Netz arbeiten).



### Reserve-Batteriesatz

Best.-Nr. 82028A

Wenn Sie Ihren Rechner häufig netzunabhängig verwenden wollen, ist dieses Zubehörteil von großem Nutzen. Zusammen mit dem Batteriesatz wird ein Batteriehalter geliefert, an den das Netzladegerät Ihres Rechners direkt angeschlossen werden kann. Auf diese Weise können Sie einen Batteriesatz laden, während der andere im Rechner verwendet wird.



## ZUSÄTZLICHES ZUBEHÖR (HP-19C)

### Thermo-Druckpapier

Best.-Nr. 82051A

Druckpapier für Ihren HP-19C ist in Packungen mit jeweils 6 Rollen erhältlich.

## NETZBETRIEB

Der in den Rechner eingebaute Batteriesatz besteht aus wieder aufladbaren NC-Akkumulatoren. Wenn Sie Ihren Rechner erhalten, ist die Batterie in der Regel nicht geladen. Sie können Ihren Rechner aber dennoch sofort verwenden, wenn Sie ihn über das mitgelieferte Ladegerät an das Netz anschließen. Wenn Sie auf solche Weise Ihren Rechner im Netzbetrieb verwenden, müssen die Batterien im Gerät eingesetzt bleiben.

**VORSICHT**

Wenn Sie Ihren Rechner im Netzbetrieb verwenden und der Batteriesatz nicht im Rechner eingesetzt ist, können Sie eine fehlerhafte oder unsinnige Anzeige erhalten.

Wenn Sie das Netzgerät anschließen wollen, müssen Sie wie folgt vorgehen:

1. Der Rechner kann ein- oder ausgeschaltet sein.
2. Stecken Sie den Ladestecker in die rückwärtige Buchse am Rechner.
3. Stecken Sie den Netzstecker des Ladegerätes in eine Steckdose.

**VORSICHT**

Ihr Rechner kann beschädigt werden, wenn Sie ein anderes als das mitgelieferte HP-Netzladegerät verwenden.

**LADEN DER BATTERIE**

Wenn Sie das Netzladegerät wie oben beschrieben angeschlossen haben, werden die eingesetzten Batterien geladen. Dabei können Sie den Rechner abschalten oder ihn in der Stellung ON benutzen. Die Ladezeit beträgt für einen vollständig entladenen Batteriesatz:

bei eingeschaltetem Rechner: ca. 17 Stunden  
 bei ausgeschaltetem Rechner: ca. 7–10 Stunden.

Nach jeweils kürzeren Ladeperioden wird auch die zur Verfügung stehende Betriebszeit des Rechners geringer sein. Unabhängig davon, ob der Rechner während des Ladevorgangs ein- oder ausgeschaltet ist, können die Batterien niemals überladen werden. Der Rechner kann daher ohne weiteres am Netz angeschlossen bleiben, wobei es normal ist, daß sowohl der Rechner als auch das Ladegerät handwarm werden.

**BATTERIEBETRIEB**

Wenn Sie Ihren Rechner netzunabhängig verwenden wollen, ziehen Sie den Stecker des Ladekabels heraus. Das Netzladegerät kann dabei am Netz angeschlossen bleiben.

Bei Batteriebetrieb können Sie Ihren Rechner stets mit sich führen. Bei voll geladenem Batteriesatz stehen 3 Stunden Rechenzeit zur Verfügung. Wenn Sie den Rechner immer dann abschalten, wenn Sie ihn gerade nicht brauchen, reicht dies voll und ganz für einen normalen Arbeitstag.

Der Drucker Ihres HP-19C hat am Stromverbrauch den größten Anteil. Sie sollten den Drucker-Wahlschalter daher bei Batteriebetrieb in Stellung MAN (von Hand) schieben, wenn Sie keinen gedruckten Beleg Ihrer Rechnung benötigen.

**VERWENDUNG DES PERMANENT-SPEICHERS**

Wenn Sie den Rechner abschalten, bleiben folgende Informationen erhalten:

- Alle geladenen Programme im Programmspeicher des Rechners
- Die Inhalte der 16 Primär-Speicherregister
- Der Inhalt des angezeigten X-Registers.

Wird der Rechner eingeschaltet, so steht der Programmspeicher immer auf «00» (Anfang des Programms), ohne Rücksicht darauf, bei welchem Schritt er ausgeschaltet wurde.

Die Inhalte des T-, Z-, Y- und Last X-Registers und der Winkelmodus (**DEG**, **RAD** oder **GRD**) gehen beim Abschalten des Rechners verloren. Jedoch können die Primär-Speicherregister zum Speichern von Werten verwendet werden. Bei der permanenten Speicherung darf die Batterie nicht aus dem Rechner herausgenommen werden. Ist aus

der Anzeige ersichtlich, daß die Batterien schwach werden, so ist der Rechner sofort abzuschalten und an ein Netzgerät anzuschließen oder eine neue Batterie einzusetzen. Bleibt die Batterie bis zur völligen Entladung im Gerät, so gehen die gespeicherten Informationen verloren. Fällt das ein- oder abgeschaltete Gerät hin oder wird es starken Erschütterungen ausgesetzt, können die Inhalte des Programmspeichers und der Primär-Speicherregister verloren gegangen sein. Falls dies geschieht, erscheint in der Anzeige des eingeschalteten Rechners **Error**. Um diese Anzeige zu löschen, überzeugen Sie sich, daß die Batterie geladen ist oder betreiben Sie den Rechner am angeschlossenen Netzladegerät und drücken Sie eine beliebige Taste auf dem Tastenfeld.

## AUSTAUSCH DER BATTERIEN

Wenn dies einmal nötig sein sollte, ersetzen Sie den mitgelieferten Batteriesatz durch einen gleichartigen von Hewlett-Packard.

### VORSICHT

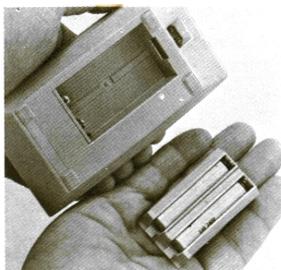
Wenn Sie einen anderen als den mitgelieferten Hewlett-Packard Batteriesatz in Ihrem Gerät verwenden, kann dieses beschädigt werden.

### HP-29C: AUSTAUSCHEN DES BATTERIESATZES

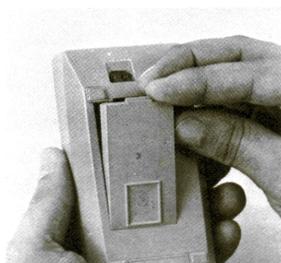
Gehen Sie zum Austausch des Batteriesatzes wie folgt vor:



1. Schalten Sie den Rechner aus und ziehen Sie den Stecker des Netzladegerätes heraus.
2. Drücken Sie an der angegebenen Stelle auf den Batteriesatz und schieben Sie ihn in Pfeilrichtung.



3. Wenn die Verriegelungszunge des Batteriesatzes sichtbar wird, heben Sie dieses Ende an, drehen Sie den Rechner um und lassen Sie den Batteriesatz in Ihre Hand fallen.



4. Setzen Sie einen neuen Batteriesatz in Pfeilrichtung ein und lassen Sie ihn einrasten.

Wenn Sie Ihren HP-29C häufig netzunabhängig außer Hause betreiben wollen, ist der Reserve-Batteriehalter ein wertvolles Zubehör. Er besteht aus einem Ladeteil und einem weiteren Batteriesatz. Auf diese Weise können Sie jeweils eine Batterie laden, während Sie die andere im Rechner verwenden.

## HP-19C: AUSTAUSCHEN DES BATTERIESATZES

Zum Auswechseln der Batterie gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie den HP-19C aus und trennen Sie die Verbindung zum Netzladegerät.
2. Drücken Sie mit dem Daumen auf den halbrunden Schlitz des Batteriefachdeckels. Der Deckel wird dadurch entriegelt.



3. Nehmen Sie den Batteriesatz aus dem Gehäuse heraus.



4. Setzen Sie den neuen Batteriesatz so ein, daß die Batteriepole auf die Kontakte zu liegen kommen und rasten Sie den Batteriefachdeckel dann mit leichtem Druck ein.



## PFLEGE DES BATTERIESATZES

Auch wenn Sie Ihren Rechner nicht im Batteriebetrieb verwenden, entladen sich die Batterien langsam von selbst. Diese Selbstentladung ist gering und beträgt etwa 1% Kapazitätsverlust pro Tag. Es kann vorkommen, daß die Batterien nach einer Lagerung von 30 Tagen nur noch 50–75% ihrer Kapazität haben und der Rechner sich nicht einschalten läßt. In diesem Fall sollten Sie den Batteriesatz gegen einen geladenen Austausch-Batteriesatz auswechseln, oder aber den teilgeladenen Batteriesatz mindestens 14 Stunden lang laden.

Falls sich die Batterien in kurzer Zeit selbst entladen oder nur eine sehr kurze Betriebszeit zulassen, kann es sein, daß sie defekt sind. Falls die Garantiezeit von einem Jahr noch nicht

abgelaufen ist, senden Sie den Batteriesatz, gemäß den Versandbestimmungen, an Hewlett-Packard. Falls die Garantie nicht mehr wirksam ist, können Sie mit der Zubehör-Bestellkarte einen neuen Batteriesatz bestellen.

### VORSICHT

Versuchen Sie nicht, einen Batteriesatz mit anderen Mitteln zu überladen oder einen alten Batteriesatz ins Feuer zu werfen – die NC-Akkumulatoren können dabei platzen oder giftige Stoffe freisetzen.

Achten Sie darauf, die Kontakte Ihres Batteriesatzes niemals kurzzuschließen. Der dabei fließende extrem große Strom kann zum Schmelzen des Batteriesatzes oder gar zu ernststen Verbrennungen führen.

Wenn Sie Ihren Batteriesatz in Hinsicht auf eine maximale Lebensdauer schonen wollen, sollten Sie so wenig Stellen wie möglich anzeigen und im Batteriebetrieb den Drucker nur dann verwenden, wenn Sie ihn auch benötigen.

## HP-19C THERMODRUCKER

Der Drucker Ihres HP-19C besitzt einen beweglichen Druckkopf, der auf einem speziellen hitzeempfindlichen Papier schreibt. Wenn der Druckkopf vom Rechner angesteuert wird, heizt er sich und die umliegende Zone des Druckpapiers auf. Dadurch wird auf dem Druckpapier ein chemischer Vorgang ausgelöst, der das Material verfärbt. Der Drucker Ihres HP-19C arbeitet bei geringem Stromverbrauch nahezu geräuschlos und wurde speziell für den Einsatz in tragbaren Rechnern entwickelt.

### THERMO-DRUCKPAPIER

Da der Drucker Ihres HP-19C nach dem Thermoprinzip arbeitet, benötigt er spezielles hitzeempfindliches Druckpapier. Sie sollten nur das von Hewlett-Packard in 25-Meter-Rollen (80 Fuß) erhältliche Thermo-Druckpapier verwenden.

Da das benötigte Druckpapier eine spezielle hitzeempfindliche Beschichtung benötigt, lassen sich die gewöhnlichen Papierrollen, wie sie in Additionsmaschinen und Registrierkassen Verwendung finden, nicht einsetzen. Auch unter den Thermo-Druckpapieren gibt es bezüglich der Ansprechempfindlichkeit gewisse Unterschiede; Sie sollten daher nur das Original HP-Thermo-Druckpapier verwenden, für das der Drucker ausgelegt ist. Damit bewahren Sie den Drucker vor eventuellen Beschädigungen und haben die Gewähr für ein sauberes und scharfes Druckbild.

Verwenden Sie für Ihren HP-19C nur Hewlett-Packard Thermo-Druckpapier.

Ihren Vorrat an Druckpapierrollen sollten Sie an einem kühlen und dunklen Ort lagern. Bei direkter Sonnenbestrahlung über längere Zeit können sich Thermo-Druckpapiere verfärben. Das gleiche gilt für den Fall, daß das Material mit Azeton, Ammoniak oder anderen organischen Lösungsmitteln in Verbindung kommt. Aus dem gleichen Grund sollten Sie die Druckpapierrollen auch vor Temperaturen über 50°C schützen. (Benzin- und Öldämpfe können dem Material übrigens nicht schaden!)

Obwohl sich beschriftete Druckerstreifen, die 30 Tage lang mit fluoreszierendem Licht bestrahlt wurden, nicht verfärbt haben oder verblaßt sind, sollten Sie diese Aufzeichnungen an einem dunklen und kühlen Ort aufbewahren und sie vor der Einwirkung von Lösungsmitteldämpfen schützen. (Wenn dies aus Sicherheitsgründen notwendig

erscheint, können Sie von diesen Druckerstreifen auf normalen Bürokopierern Duplikate herstellen.)

## AUSWECHSELN DER DRUCKPAPIERROLLE

Verfahren Sie zum Auswechseln der Druckpapierrolle wie folgt:

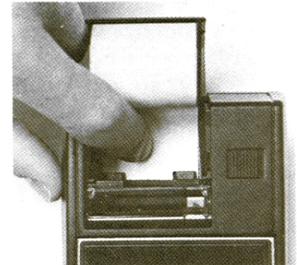
1. Öffnen Sie die Abdeckung über der Papierrolle und entfernen Sie den leeren Kern der alten Rolle.



2. Wickeln Sie vor dem Einsetzen der neuen Rolle die ersten zwei oder drei Windungen ab und überzeugen Sie sich davon, daß sich auf dem Rest der Rolle keine Klebstoffrückstände mehr befinden.
3. Knicken Sie den Papieranfang einmal um und fahren Sie den Falz mit dem Fingernagel nach.

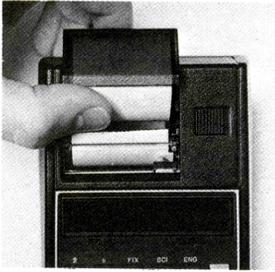


4. Legen Sie die Rolle vorübergehend in der Abdeckung ab und führen Sie den Papieranfang in den Schlitz nahe dem Boden des Papierrollenbehälters ein.



5. Schalten Sie den Rechner ein und drücken Sie die Papiervorschub-Taste so oft, bis die Papiervorderkante hinter der durchsichtigen Abreißkante sichtbar wird.





6. Legen Sie die Rolle jetzt in den Papierrollenbehälter und schließen Sie die Abdeckung.

Wenn sich kein Papier im Rechner befindet, funktioniert zwar die Papiervorschub-Taste, der Drucker arbeitet aber nicht.

## PFLEGE DES DRUCKERS

Der Drucker Ihres HP-19C ist, wie der übrige Rechner auch, für einen wartungsfreien Betrieb ausgelegt. Alle beweglichen Stellen befinden sich an selbstschmierenden Lagern, so daß ein Ölen oder Reinigen dieser Teile entfällt. Sie können von Zeit zu Zeit die abnehmbare Kunststoff-Abreißschiene mit Wasser und einem milden Reinigungsmittel säubern. (Sie dürfen dazu *keinesfalls* Azeton oder Alkohol verwenden!)

Sie sollten *niemals* versuchen, mit einem Werkzeug, wie beispielsweise einem Schraubenzieher oder Bleistift, an den beweglichen Teilen des Druckers zu arbeiten. Wenn sich das Papier verklemmt hat und nicht einwandfrei zu transportieren ist, können Sie den Schaden meist schon dadurch beheben, daß Sie den Papierstreifen von Hand in beiden Richtungen durch die Papierführung ziehen. (Sie können zur besseren Erreichbarkeit dieser Teile die Abreißschiene abnehmen.)

Wenn der Papiervorschub arbeitet, auf dem Druckerstreifen aber keine Schrift erscheint, ist die Papierrolle wahrscheinlich in der falschen Richtung eingelegt. (Das Druckpapier ist nur einseitig mit den hitzeempfindlichen Chemikalien behandelt.) Reißen Sie das vorstehende Papierstreifenstück ab, öffnen Sie die Papierabdeckung und ziehen Sie das Papier an der Rolle aus der Führung heraus. Drehen Sie dann die Rolle um und legen Sie sie so ein, wie es im Absatz «Auswechseln der Druckpapierrolle» beschrieben ist.

## ANZEIGE ABFALLENDER BATTERIESPANNUNG

Wenn Sie Ihren Rechner netzunabhängig im Batteriebetrieb verwenden und der Batteriesatz nahezu entladen ist, blinkt der Dezimalpunkt in der Anzeige. Diese Anzeige will Sie darauf aufmerksam machen, daß Ihnen nur noch einige Minuten Rechenzeit verbleiben.

6:02	23
------	----

Im PRGM-Modus erscheint der blinkende Leuchtpunkt zwischen der Programmschrittzahl und dem Tasten-Code.

Sie müssen den Rechner dann entweder an das Netzladegerät anschließen oder den Batteriesatz austauschen.

## KEINE ANZEIGE

Wenn die Anzeige dunkel bleibt oder erlischt, schalten Sie den Rechner aus und dann wieder ein. Wenn Sie nicht die Anzeige einer Zahl erhalten, überprüfen Sie die folgenden Punkte:

1. Falls das Ladegerät angeschlossen ist, sollten Sie prüfen, ob die verwendete Steckdose auch unter Spannung steht.
2. Überprüfen Sie, ob vielleicht die Kontakte des Batteriesatzes verschmutzt sind.
3. Tauschen Sie den Batteriesatz, wenn möglich, gegen einen geladenen Reserve-Batteriesatz aus.
4. Wenn die Anzeige noch immer ausbleibt, versuchen Sie, den Rechner (mit eingesetztem Batteriesatz) am angeschlossenen Ladegerät zu betreiben.
5. Wenn Sie jetzt immer noch keine Anzeige erhalten, ist der Rechner defekt (siehe Absatz «Garantie»).

## TEMPERATURBEREICH

Der Rechner kann im folgenden Temperaturbereich eingesetzt werden:

Betrieb	+10° bis 40° C	+50° bis 104° F
Laden	+15° bis 40° C	+59° bis 104° F
Lagerung	-40° bis 55° C	-40° bis 131° F

## GARANTIE

Auf den HP-19C/HP-29C erhalten Sie eine Garantie von 12 Monaten. Sie erstreckt sich auf Material- und Verarbeitungsfehler. Dabei werden fehlerhafte Teile instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn Sie den Rechner nach den unten angegebenen Versandanweisungen an Hewlett-Packard einsenden.

Die Garantie erstreckt sich nicht auf solche Schäden, die durch Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparatur oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Hewlett-Packard haftet insbesondere nicht für eventuelle Folgeschäden.

Nach Ablauf der Garantiezeit wird der Rechner gegen eine geringe Berechnung repariert. Auf solche Arbeiten sowie Serviceleistungen im Rahmen der einjährigen Garantie wird dann wiederum eine Garantie von 90 Tagen Dauer gewährt.

## REPARATURDAUER

Normalerweise kann die Instandsetzung eingesandter Geräte und der Rückversand innerhalb von fünf Werktagen erfolgen. Dieser Wert ist allerdings als Mittelwert anzusehen. In Abhängigkeit von der Belastung der Service-Abteilung kann im Einzelfall diese Frist von fünf Tagen auch einmal überschritten werden.

## VERSANDANWEISUNGEN

Bei fehlerhaftem Arbeiten des Ladegerätes oder des Rechners senden Sie uns:

Ihren HP-19C/HP-29C mit allen Standard-Zubehörteilen.

Eine komplett ausgefüllte Service-Karte.

Schicken Sie Ihren Rechner in der Originalverpackung an die in der Service-Karte angegebene Anschrift der nächsten Service-Stelle in Ihrem Land. Das Porto geht zu Lasten des Einsenders, wobei es unerheblich ist, ob die Garantiefrist bereits abgelaufen ist oder nicht. Innerhalb der Garantiezeit werden die Kosten für die Rücksendung des instandgesetzten Gerätes von Hewlett-Packard getragen.

## TECHNISCHE ÄNDERUNGEN

Hewlett-Packard behält sich technische Änderungen vor. Die Produkte werden auf der Basis der Eigenschaften verkauft, die am Verkaufstag gültig waren. Eine Verpflichtung zur Änderung einmal verkaufter Geräte besteht nicht.

## SONSTIGES

Service-Verträge werden zu diesem Rechner nicht angeboten. Ausführung und Entwurf des Rechners und der Elektronik sind geistiges Eigentum von Hewlett-Packard; Service-Handbücher können daher an Kunden nicht abgegeben werden.

Sollten weitere servicebezogene Fragen auftreten, so rufen Sie eine der im Anhang D angegebenen Telefonnummern an.

## ANHANG B. UNERLAUBTE OPERATIONEN

Wenn Sie versuchen, eine der folgenden unerlaubten Operationen (wie beispielsweise die Division durch Null) auszuführen, zeigt der Rechner in der Anzeige das Wort «**Error**» an.

Unerlaubte Operationen:

$\div$	wenn $x = 0$
$y^x$	wenn $y = 0$ oder $x \leq 0$
$y^x$	wenn $y < 0$ und $x$ nicht ganzzahlig
$\sqrt{x}$	wenn $x < 0$
$1/x$	wenn $x = 0$
log	wenn $x \leq 0$
ln	wenn $x \leq 0$
$\sin^{-1}$	wenn $ x  > 1$
$\cos^{-1}$	wenn $ x  > 1$
STO $\div$	wenn $x = 0$
$\bar{x}$	wenn $n = 0$
S	wenn $n \leq 1$
STO + n, STO - n, STO $\times$ n, STO $\div$ n,	wenn das Resultat im entsprechenden Speicherregister n größer als $9,999999999 \times 10^{99}$ werden würde.
STO i	wenn $ (INT R_0)  > 29$
RCL i	wenn $ (INT R_0)  > 29$
STO + i, STO - i, STO $\times$ i, STO $\div$ i,	wenn ABS (INT R ₀ ) > 29, oder wenn das Ergebnis in dem mit i adressierten Speicherregister $9,999999999 \times 10^{99}$ übersteigen würde.
ISZ i, DSZ i,	wenn $ (INT R_0)  > 29$
GTO i, GSB i,	wenn $-99 > INT R_0 > 9$ .

## ANHANG C. STACK-LIFT UND LAST X

---

Ihr Rechner ist so konstruiert, daß Sie beim Lösen einer Aufgabe in der gleichen Reihenfolge vorgehen, in der Sie die Aufgabe mit Bleistift und Papier gerechnet hätten. Nur selten wird es hierbei erforderlich sein, daß Sie sich Gedanken über den automatischen Rechenregister-Stapel machen. Gelegentlich jedoch – besonders dann, wenn Sie ein Programm erstellen – ist es notwendig zu wissen, wie einzelne Operationen den Stack verändern. Die folgende Erläuterung sowie die Tabelle werden Ihnen dabei behilflich sein.

### BEENDEN EINER ZAHLENEINGABE

Die meisten Operationen, über die Ihr Rechner verfügt – ob sie als Instruktionen in einem Programm verwendet oder vom Tastenfeld aus gedrückt werden –, beenden die Eingabe einer Zahl. Dies bedeutet, daß der Rechner «weiß», daß die Ziffern, die nach einer solchen Operation eingegeben werden, Teil einer neuen Zahl sind.

### STACK-LIFT

Es gibt drei Arten von Operationen, die Sie auf Ihrem Rechner verwenden können:

1. die den Stack nicht anhebenden Operationen,
2. die den Stack anhebenden Operationen und
3. die den Stack nicht beeinflussenden Operationen (die sich dem Stack gegenüber neutral verhalten).

### NICHT ANHEBENDE OPERATIONEN

Ihr Rechner verfügt nur über vier den Stack nicht anhebende Operationen. Eine im Anschluß an eine dieser Operationen eingetastete Zahl überschreibt den Inhalt des **X**-Registers, ohne daß der Stack angehoben wird.

Diese den Stack nicht anhebenden Operationen sind: **ENTER**↑, **CLX**, **Σ+**, **Σ-**.

### ANHEBENDE OPERATIONEN

Die meisten Operationen auf dem Tastenfeld, einschließlich der mathematischen Funktionen von einer oder zwei Variablen wie **x²** oder **x**, sind den Stack anhebende Operationen. Im Anschluß an eine dieser Operation bewirkt das Eintasten einer Zahl, daß die Registerinhalte im Stack angehoben werden.

### NEUTRALE OPERATIONEN

Einige Operationen, wie **PR X** (HP-19C) und **GTO 3**, sind neutral, d.h. eine im Anschluß an eine dieser Operationen eingetastete Zahl beeinflusst den Stack nicht.

Wenn Sie **ENTER**↑ und anschließend **PR X** drücken und dann eine neue Zahl eintasten, wird der Inhalt des **X**-Registers von dieser Zahl überschrieben und der Stack nicht angehoben. Wenn auf **x²** und einer **GTO 3**-Anweisung eine Zahleneingabe erfolgt, wird der Stack angehoben. In der nachstehenden Tabelle sind sämtliche Operationen, über die Ihr HP-19C/HP-29C verfügt, aufgeführt. Dabei werden die den Stack anhebenden Operationen mit «E» – die den Stack nicht anhebenden Operationen mit «D» – und die den Stack nicht beeinflussenden (neutralen) Operationen mit «N» gekennzeichnet. Auch werden diejenigen Operationen gekennzeichnet, bei deren Ausführung der **X**-Registerinhalt nach Last X gespeichert wird.

Drucker Symbol	Tasten	Anhebend (E) Nicht anhebend (D) Neutral (N)	Speichert X nach Last X
ABS	<b>ABS</b>	E	Ja
	<b>BST</b>	N	
CHS	<b>CHS</b> *		
CLRG	<b>CLEAR REG</b>	N	
CLΣ	<b>CLEAR Σ</b>	N	
CLX	<b>CLX</b>	D	
COS	<b>COS</b>	E	Ja
COS ⁻¹	<b>COS⁻¹</b>	E	Ja
DEG	<b>DEG</b>	N	
	<b>DEL</b>		
÷	<b>÷</b>	E	Ja
DSZ	<b>DSZ</b>	N	
	<b>EEX</b> *		
ENG0 ENG9	<b>ENG</b> 0 bis 9	N	
ENT↑	<b>ENTER</b> ↑	D	
e ^x	<b>e^x</b>	E	Ja
FRC	<b>FRAC</b>	E	Ja
FIX0 FIX9	<b>FIX</b> 0 bis 9	N	
GRAD	<b>GRD</b>	N	
GSB0 GSB9	<b>GSB</b> 0 bis 9		
GTO0 GTO9	<b>GTO</b> 0 bis 9		
→HMS	<b>→HMS</b>	E	Ja
→H	<b>→H</b>	E	Ja
	<b>i</b>	E	
INT	<b>INT</b>	E	Ja
ISZ	<b>ISZ</b>	N	
LSTX	<b>LAST x</b>		
*LBL0 *LBL9	<b>LBL</b> 0 bis 9	N	
LN	<b>ln</b>	E	Ja
LOG	<b>log</b>	E	Ja
-	<b>-</b>	E	Ja
→P	<b>→P</b>	E	Ja
%	<b>%</b>	E	Ja
Pi	<b>π</b>	E	
+	<b>+</b>	E	Ja
PSE	<b>PAUSE</b>	N	
PREG	<b>PRT REG</b>	N	
PRTΣ	<b>PRT Σ</b>	N	
	<b>SPC</b>	N	
PRST	<b>PRT STK</b>	N	
	<b>PR X</b>	N	
→R	<b>→R</b>	E	Ja
R↓	<b>R↓</b>	E	
RAD	<b>RAD</b>	N	
RCL0 RCL9	<b>RCL</b> 0 bis 9	E	

Drucker Symbol	Tasten	Anhebend (E) Nicht anhebend (D) Neutral (N)	Speichert <b>X</b> nach Last X
RC.0 RC.5	<b>RCL</b> $\square$ 0 bis $\square$ 5	E	
R/S	R/S	N	
RTN	<b>g</b> <b>RTN</b> **	N	
S	<b>f</b> <b>S</b>	E	Ja
SCI0 SCI9	<b>f</b> <b>SCI</b> 0 bis 9	N	
$\Sigma+$	<b>$\Sigma+$</b>	D	Ja
$\Sigma-$	<b>f</b> <b>$\Sigma-$</b>	D	Ja
SIN	<b>f</b> <b>sin</b>	E	Ja
SIN ⁻¹	<b>g</b> <b>sin⁻¹</b>	E	Ja
$\sqrt{x}$	<b>f</b> <b>$\sqrt{x}$</b>	E	Ja
	<b>SST</b>	N	
ST $\div$ 0 ST $\div$ 9	<b>STO</b> $\div$ 0 bis 9,	E	
S $\div$ .0 S $\div$ .5	$\square$ 0 bis $\square$ 5		
ST-0 ST-9	<b>STO</b> - 0 bis 9,	E	
S-.0 S-.5	$\square$ 0 bis $\square$ 5		
ST+0 ST+9	<b>STO</b> + 0 bis 9,	E	
S+.0 S+.5	$\square$ 0 bis $\square$ 5		
ST $\times$ 0 ST $\times$ 9	<b>STO</b> $\times$ 0 bis 9,	E	
S $\times$ .0 S $\times$ .5	$\square$ 0 bis $\square$ 5		
ST00 ST09	<b>STO</b> 0 bis 9	E	
ST.0 ST.5	<b>STO</b> $\square$ 0 bis $\square$ 5	E	
STO <i>i</i>	<b>STO</b> $\square$	E	
TAN	<b>f</b> <b>tan</b>	E	Ja
TAN ⁻¹	<b>g</b> <b>tan⁻¹</b>	E	Ja
x	<b>X</b>	E	Ja
X=0?	<b>g</b> <b>X=0</b>	N	
X $\neq$ 0?	<b>g</b> <b>X$\neq$0</b>	N	
X<0?	<b>g</b> <b>X&lt;0</b>	N	
X>0?	<b>g</b> <b>X&gt;0</b>	N	
X=Y?	<b>f</b> <b>X=Y</b>	N	
X $\neq$ Y?	<b>f</b> <b>X$\neq$Y</b>	N	
X $\leq$ Y?	<b>f</b> <b>X$\leq$Y</b>	N	
X>Y?	<b>f</b> <b>X&gt;Y</b>	N	
$\bar{x}$	<b>f</b> <b>$\bar{x}$</b>	E	Ja
X ²	<b>g</b> <b>X²</b>	E	Ja
1/X	<b>g</b> <b>1/X</b>	E	Ja
X $\leftrightarrow$ Y	<b>X$\leftrightarrow$Y</b>	E	
Y ^x	<b>f</b> <b>y^x</b>	E	Ja
10 ^x	<b>g</b> <b>10^x</b>	E	Ja

* **CHS**, **EEX**,  $\square$  und die Ziffern 0 bis 9 werden normalerweise als Teil einer Zahleneingabe benutzt. Wenn Sie jedoch **CHS** nach Beenden einer Zahleneingabe drücken und dann eine Zahl eingeben, wird der Stack angehoben.

** Das Ende eines Programms wirkt wie eine **RTN**-Operation.

# ANHANG D. INTERNATIONALE VERKAUFS- UND SERVICE-NIEDERLASSUNGEN

Die kursiv gedruckten Stellen verfügen über Service-Möglichkeiten für Ihren HP-Taschenrechner. Wenden Sie sich mit allen diesbezüglichen Anfragen an diese Service-Niederlassung Ihres Landes.

## EUROPA

### BELGIEN

*Hewlett-Packard Benelux  
S.A./N.V.  
Avenue du Col-Vert, 1  
(Groenkraaglaan)  
B-1170 Brussels  
Tel: (02) 672 22 40  
Cable: PALOBEN Brussels  
Telex: 23-494 paloben bru*

### BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

*Hewlett-Packard GmbH  
Vertriebszentrale Frankfurt  
Bernerstraße 117  
Postfach 560140  
D-6000 Frankfurt 56  
Tel: (0611) 50 04-1  
Cable: HEWPACKSA Frankfurt  
Telex: 04-13249 hpffm d*

Hewlett-Packard GmbH  
D-7030 Böblingen  
Württtemberg  
Tel: (07031) 667-1

Hewlett-Packard GmbH  
D-4000 Düsseldorf 11  
Tel: (0211) 5 9711

Hewlett-Packard GmbH  
D-2000 Hamburg 1  
Tel: (040) 2413 93

Hewlett-Packard GmbH  
D-8012 Ottobrunn  
Tel: (089) 601 30 61/7

Hewlett-Packard GmbH  
D-3000 Hannover 91  
Tel: (0511) 46 60 01

Hewlett-Packard GmbH  
D-8500 Nürnberg  
Tel: (0911) 56 30 83/85

Hewlett-Packard GmbH  
D-1000 Berlin 30  
Tel: (030) 24 90 86

Hewlett-Packard GmbH  
D-7500 Karlsruhe 41  
Tel: (0721) 69 40 06

### DÄNEMARK

*Hewlett-Packard A/S  
Datavej 52  
DK-3460 Birkerød  
Tel: (02) 81 66 40  
Cable: HEWPACK AS  
Telex: 16640 hp as*

Hewlett-Packard A/S  
DK-8600 Silkeborg  
Tel: (06) 82 71 66

### FINNLAND

*Hewlett-Packard OY  
Nahkahousuntie 5  
P.O. Box 6  
SF-00211 Helsinki 21  
Tel: (90) 6923031  
Cable: HEWPACKOY Helsinki  
Telex: 12-1563 HEWPA SF*

### FRANKREICH

*Hewlett-Packard France  
Quartier de Courtabœuf  
Boite postale N° 6  
F-91401 Orsay Cédex  
Tel: (1) 907 78 25  
Cable: HEWPACK Orsay  
Telex: 600048*

Hewlett-Packard France  
F-69130 Ecully  
Tel: (78) 33 81 25

Hewlett-Packard France  
F-31300 Toulouse Le Mirail  
Tel: (61) 40 11 12

Hewlett-Packard France  
F-13721 Marignane  
Tel: (91) 89 12 36

Hewlett-Packard France  
F-35014 Rennes Cédex  
Tel: (99) 36 33 21

Hewlett-Packard France  
F-67000 Strasbourg  
Tel: (88) 35 23 20/21

Hewlett-Packard France  
F-59000 Lille  
Tel: (20) 51 44 14

Hewlett-Packard France  
F-93153 Le Blanc Mesnil Cédex  
Tel: (01) 931 88 50

Hewlett-Packard France  
F-38042 Grenoble Cédex  
Tel: (76) 25 81 41

### GRIECHENLAND

*Kostas Karayannis  
18, Ermou Street  
GR-Athens 126  
Tel: 3237731  
Cable: RAKAR Athens  
Telex: 21 59 62 rkar gr*

Hewlett-Packard S.A.  
GR-Kifissia – Athens  
Tel: 8080337, 8080359,  
8080429, 8018693

### GROSSBRITANNIEN

*Hewlett-Packard Ltd.  
King Street Lane  
GB-Winnersh, Wokingham  
Berks. RG11 5AR  
Tel: (0734) 78 47 74  
Cable: Hewpie London  
Telex: 847178/9*

Hewlett-Packard Ltd.  
Altrincham, Cheshire WA14 1NU  
Tel: (061) 928 6422

Hewlett-Packard Ltd.  
Halesowen  
West Midlands B62 8SD  
Tel: (021) 550 9911

Hewlett-Packard Ltd.  
GB-Thornton Heath  
Surrey CR4 6XL  
Tel: (01) 684 0103/8

Hewlett-Packard Ltd.  
GB-New Town  
County Durham  
Tel: Washington 464001,  
ext 57/58

Hewlett-Packard Ltd.  
GB-Castleford  
West Yorkshire WF10 1AE  
Tel: (09775) 50402

182 Internationale Verkaufs- und Service-Niederlassungen

Hewlett-Packard Ltd.  
GB-Hitchin, Herts  
Tel: (0462) 52824/56704

Hewlett-Packard Ltd.  
West Lothian EH30 9TG,  
Scotland  
Tel: (031) 331 1000 (20 lines)

IRLAND

*Hewlett-Packard Ltd.*  
*King Street Lane*  
*GB-Winnersh, Wokingham*  
*Berks. RG11 5AR*  
*Tel: (0734) 78 47 74*  
*Cable: Hewpie London*  
*Telex: 847178/9*

ISLAND

Elding Trading Company Inc.  
Hafnarhvoli-Tryggvagötu  
IS-Reykjavik  
Tel: 1 58 20  
Cable: ELDING Reykjavik

ITALIEN

*Hewlett-Packard Italiana S.p.A.*  
*Via Amerigo Vespucci 2*  
*Casella Postale 3645*  
*I-20100 Milano*  
*Tel: (02) 6251 (10 lines)*  
*Cable: HEWPACKIT Milano*  
*Telex: 32046*

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-00143 Roma  
Tel: (06) 54 69 61

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-10131 Torino  
Tel: (011) 68 22 45/65 93 08

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-95126 Catania  
Tel: (095) 37 05 04

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-35100 Padova  
Tel: (049) 66 48 88

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-56100 Pisa  
Tel: (050) 2 32 04

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-80142 Napoli  
Tel: (081) 33 77 11

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.  
I-40137 Bologna  
Tel: (051) 30 78 87

LUXEMBURG

*Hewlett-Packard Benelux*  
*S.A./N.V.*  
*Avenue du Col-Vert, 1*

*(Groenkraaglaan)*  
*B-1170 Brussels*  
*Tel: (02) 672 22 40*  
*Cable: PALOBEN Brussels*  
*Telex: 23 494 paloben bru*

NIEDERLANDE

*Hewlett-Packard Benelux N.V.*  
*Van Heuven Goedhartlaan 121*  
*P.O. Box 529*  
*NL-1134 Amstelveen*  
*Tel: (020) 47 20 21*  
*Cable: PALOBEN Amsterdam*  
*Telex: 13 216 hepa nl*

NORWEGEN

*Hewlett-Packard Norge A/S*  
*Nesveien 13*  
*Box 149*  
*N-1344 Haslum*  
*Tel: (02) 53 83 60*  
*Telex: 16621 hpnas n*

ÖSTERREICH

*Hewlett-Packard Ges.m.b.H.*  
*Handelskai 52*  
*P.O. Box 7*  
*A-1205 Vienna*  
*Tel: 35 16 21/32,*  
*33 66 06/7/8/9, 33 15 29/30*  
*Cable: HEWPAK Vienna*  
*Telex: 75923 hewpak a*

POLEN

*Biuro Informacji Technicznej*  
*Hewlett-Packard*  
*Ul Stawki 2, 6P*  
*00-950 Warszawa*  
*Tel: 395962/395187*  
*Telex: 81 24 53 hepa pl*

PORTUGAL

*Telectra Empresa Técnica de*  
*Equipamentos Eléctricos,*  
*S.a.r.l.*  
*Rua Rodrigo da Fonseca 103*  
*P.O. Box 2531*  
*P-Lisbon 1*  
*Tel: (19) 68 60 72*  
*Cable: TELECTRA Lisbon*  
*Telex: 12598*

SCHWEDEN

*Hewlett-Packard Sverige AB*  
*Enighetsvägen 1-3, Fack*  
*S-161 20 Bromma 20*  
*Tel: (08) 730 05 50*  
*Cable: MEASUREMENTS*  
*Stockholm*  
*Telex: 10721*

Hewlett-Packard Sverige AB  
S-421 32 Västra Frölunda  
Tel: (031) 49 09 50

Hewlett-Packard Sverige AB  
S-702 40 Örebro  
Tel: (019) 14 07 20

SCHWEIZ

*Hewlett-Packard (Schweiz) AG*  
*Zürcherstraße 20*  
*P.O. Box 307*  
*CH-8952 Schlieren-Zürich*  
*Tel: (01) 730 52 40/730 18 21*  
*Cable: HPAG CH*  
*Telex: 53933 hpag ch*

Hewlett-Packard (Schweiz) AG  
CH-1219 Le Lignon-Geneva  
Tel: (022) 96 03 22

SPANIEN

*Hewlett-Packard Española S.A.*  
*Jerez No. 3*  
*E-Madrid 16*  
*Tel: (1) 458 26 (10 lines)*  
*Telex: 23515 hpe*

Hewlett-Packard Española S.A.  
E-Sevilla 5  
Tel: 64 44 54/58

Hewlett-Packard Española S.A.  
E-Barcelona 17  
Tel: (3) 203 6200 (5 lines)

Hewlett-Packard Española S.A.  
E-Bilbao 1  
Tel: 23 83 06/23 82 06

Hewlett-Packard Española S.A.  
E-Valencia 8  
Tel: 326 67 28/326 85 55

UDSSR

*Hewlett-Packard*  
*Representative Office USSR*  
*Pokrovski Boulevard*  
*4/17-KW 12*  
*Moscow 101000*  
*Tel: 294-2024*  
*Telex: 7825 hewpak su*

FÜR NICHT AUFGEFÜHRTE  
EUROPAISCHE LÄNDER,  
WENDEN SIE SICH AN:

*Hewlett-Packard S.A.*  
*7, rue du Bois-du-Lan*  
*P.O. Box*  
*CH-1217 Meyrin 2*  
*Geneva, Switzerland*  
*Tel: (022) 82 70 00*  
*Cable: HEWPACKSA Geneva*  
*Telex: 2 24 86*

FÜR NICHT AUFGEFÜHRTE  
LÄNDER IM MITTLEREN  
OSTEN UND IM  
MITTELMEERRAUM,  
WENDEN SIE SICH AN:

Hewlett-Packard S.A.  
Mediterranean &  
Middle East Operations  
35, Kolóková Street –  
Platia Kefallariou  
GR-Kifissia – Athens  
Tel: 8080337/359/429  
und 8018693  
Cable: HEWPACKSA Athens  
Telex: 21-6588

FÜR SOZIALISTISCHE  
LÄNDER,  
WENDEN SIE SICH AN:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H.  
Handelskai 52  
P.O. Box 7  
A-1205 Vienna  
Tel: (0222) 3516 21 to 32  
Cable: HEWPAK Vienna  
Telex: 75923 hewpak a

## NORTH AND SOUTH AMERICA

### ARGENTINA

Hewlett-Packard Argentina S.A.  
Av. Leandro N. Alem 822-12º  
1001 Buenos Aires  
Tel: 31-6063/64/65/66/67  
Cable: HEWPACKARG  
Telex: Public Booth N° 9

### BOLIVIA

Stambuk & Mark (Bolivia) Ltda.  
Av. Mariscal Santa Cruz 1342  
La Paz  
Tel: 40626, 53163, 52421  
Cable: BUKMAR  
Telex: 3560014

### BRAZIL

Hewlett-Packard do Brasil  
l.e.C. Ltda.  
Alameda Rio Negro 980  
Alphaville  
06400 Barueri SP  
Tel: 429-2148/9, 429-2118/9  
Cable: HEWPACK São Paulo

Hewlett-Packard do Brasil  
l.e.C. Ltda.  
Rua Padre Chagas, 32  
90000 Pôrto Alegre RS  
Tel: (0512) 22-2998, 22-5621  
Cable: HEWPACK Pôrto Alegre

Hewlett-Packard do Brasil  
l.e.C. Ltda.  
Rua Siqueira Campos, 53  
Copacabana  
20000 Rio de Janeiro RJ  
Tel: 257-80-94-DDD (021)  
Cable: HEWPACK Rio de  
Janeiro  
Telex: 391-212-1905 HEWP-BR

### CANADA

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
275 Hymus Boulevard  
Pointe-Claire,  
Quebec H9R 1G7  
Tel: (514) 697-4232  
TWX: 610-422-3022  
Telex: 05-821521 HPCL

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Vancouver, British Columbia  
V6A 3R2  
Tel: (604) 254-0531

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Winnipeg, Manitoba R3H 0L8  
Tel: (204) 786-7581

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Calgary, Alberta T2G 1Z1  
Tel: (403) 287-1672

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Dartmouth, Nova Scotia B3B 1L1  
Tel: (902) 469-7820

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Ottawa, Ontario K2C 0P9  
Tel: (613) 225-6530

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Mississauga, L4V 1M8,  
Ontario  
Tel: (416) 678-9430

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.  
Edmonton, Alberta T5M 3T9  
Tel: (403) 452-3670

### CHILE

Calcagni y Metcalfe Ltda.  
Alameda 580, Oficina 807  
Casilla 2118, Santiago 1  
Tel: 398613  
Cable: CALMET Santiago  
Telex: 3520001 CALMET

### COLOMBIA

Instrumentación  
H.A. Langebaek & Kier S.A.  
Carrera 7 No. 48-75  
Apartado Aéreo 6287  
Bogotá 1, D.E.  
Tel: 69-88-77  
Cable: AARIS Bogotá  
Telex: 044-400

### COSTA RICA

Científica Costarricense S.A.  
Calle Central, Avenidas 1 y 3  
Apartado 10159  
San José  
Tel: 21-86-13  
Cable: GALGUR San José

### ECUADOR

A.F. Vizcaino Compañía Ltda.  
Av. Rio Amazonas No. 239  
P.O. Box 2925  
Quito  
Tel: 242-150, 247-033, 247-034  
Cable: Astor Quito

### EL SALVADOR

Instrumentación y  
Procesamiento  
Electrónico de el Salvador  
Bulevar de los Heroes 11-48  
San Salvador  
Tel: 252787

### GUATEMALA

IPESA  
Avenida Reforma 3-48, Zona 9  
Guatemala City  
Tel: 63627, 64786, 66471-5,  
Ext. 9  
Telex: 4192 Teltro Gu

### MEXICO

Hewlett-Packard Mexicana,  
S.A. de C.V.  
Torres Adalid No. 21, 11º Piso  
Col. del Valle  
Mexico 12, D.F.  
Tel: (905) 543-42-32  
Telex: 017-74-507

Hewlett-Packard Mexicana  
Monterrey, N.L.  
Tel: 48-71-32, 48-71-84

### NICARAGUA

Roberto Terán G.  
Apartado Postal 689  
Edificio Terán  
Managua  
Tel: 25114, 23412, 23454, 22400  
Cable: ROTERAN Managua

### PANAMA

Electrónico Balboa, S.A.  
P.O. Box 4929  
Calle Samuel Lewis  
Ciudad de Panamá  
Tel: 64-2700  
Cable: ELECTRON Panamá  
Telex: 3431103 Curundu,  
Canal Zone

## PARAGUAY

Z.J. Melamed S.R.L.  
 División: Aparatos y Equipos Médicos  
 División: Aparatos y Equipos Científicos y de Investigación  
 P.O.B. 676  
 Chile-482, Edificio Victoria  
 Asunción  
 Tel: 91-271, 91-272  
 Cable: RAMEL

## PERU

Compañía Electro Médica S.A.  
 Los Flamencos 145, San Isidro  
 Casilla 1030  
 Lima 1  
 Tel: 41-4325  
 Cable: ELMED Lima

## PUERTO RICO

Hewlett-Packard Inter-Americas  
 Puerto Rico Branch Office  
 Calle 272, No. 203  
 Urb. Country Club  
 Carolina, 00924  
 Tel: (809) 762-7255  
 Telex: 345-0514

UNITED STATES  
OF AMERICA

Hewlett-Packard  
 APD Service Department  
 P.O. Box 5000  
 Cupertino, CA 95014  
 Tel: (408) 996-0100  
 TWX: 910-338-0546

Hewlett-Packard  
 APD Service Department  
 P.O. Box 999  
 Corvallis, Oregon 97330

## URUGUAY

Pablo Ferrando S.A.  
 Comercial e Industrial  
 Avenida Italia 2877  
 Casilla de Correo 370  
 Montevideo  
 Tel: 40-3102  
 Cable: RADIUM Montevideo

## VENEZUELA

Hewlett-Packard  
 de Venezuela C.A.  
 P.O. Box 50933  
 Caracas 105  
 Los Ruices Norte  
 3a Transversal  
 Edificio Segre  
 Caracas 107  
 Tel: 35-00-11 (20 lines)  
 Cable: HEWPACK Caracas  
 Telex: 25146 HEWPACK

FOR COUNTRIES  
NOT LISTED, CONTACT:

Hewlett-Packard Inter-Americas  
 3200 Hillview Avenue  
 Palo Alto, California 94304  
 Tel: (415) 493-1501  
 TWX: 910-373-1260  
 Cable: HEWPACK Palo Alto  
 Telex: 034-8300, 034-8493

ASIA, AFRICA AND  
AUSTRALIA

## AMERICAN SAMOA

Oceanic System Inc.  
 P.O. Box 777  
 Pago Pago Bayfront Road  
 Pago Pago 96799  
 Tel: 633-5513  
 Cable: OCEANIC-Pago Pago

## ANGOLA

Telectra  
 Empresa Técnica de Equipamentos  
 Eléctricos, S.A.R.L.  
 R. Barbosa Rodrigues,  
 42-1° DT.º  
 Caixa Postal, 6487 - Luanda  
 Tel: 35515/6  
 Cable: TELECTRA Luanda

## AUSTRALIA

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 31-41 Joseph Street  
 Blackburn, Victoria 3130  
 P.O. Box 36  
 Doncaster East, Victoria 3109  
 Tel: 89-6351  
 Cable: HEWPARD Melbourne  
 Telex: 31-024

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 Pymble, New South Wales, 2073  
 Tel: 449-6566

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 Parkside, S.A. 5063  
 Tel: 272-5911

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 Nedlands, W.A. 6009  
 Tel: 86-5455

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 Fyshwick, A.C.T. 2609  
 Tel: 95-2733

Hewlett-Packard Australia  
 Pty., Ltd.  
 Spring Hill, 4000, Queensland  
 Tel: 229-1544

## BAHARAIN

Green Salon  
 Arabian Gulf  
 Tel: 5503

## BURUNDI

Typomeca S.P.R.L.  
 B.P. 533  
 Bujumbura

## CYPRUS

Kypronics Ltd.  
 Nicosia  
 Tel: 45628/29

## ETHIOPIA

EMESCO Ltd.  
 P.O. Box 2550  
 Kassate Teshome Bldg.  
 Omedla Square  
 Addis Ababa  
 Cable: EMESCO Addis Ababa  
 Tel: 12-13-87

## GUAM

Guam Medical Supply, Inc.  
 Jay Ease Building, Room 210  
 P.O. Box 8947  
 Tamuning, 96911  
 Tel: 646-4513  
 Cable: EARMED Guam

## HONG KONG

Schmidt & Co.  
 (Hong Kong) Ltd.  
 P.O. Box 297  
 Connaught Centre, 39th Floor  
 Connaught Road, Central  
 Hong Kong  
 Tel: H-255291-5  
 Cable: SCHMIDTCO Hong Kong  
 Telex: 74766 SCHMC HX

## INDIA

Blue Star Ltd.  
 Kasturi Buildings  
 Janshedji Tata Rd.  
 Bombay 400 020  
 Tel: 29 50 21  
 Cable: BLUEFROST  
 Telex: 2156

Blue Star Ltd.  
 Bombay 400 025  
 Tel: 45 78 87

Blue Star Ltd.  
 Bombay 400 025  
 Tel: 45 73 01

Blue Star Ltd.  
 Kanpur 208 001  
 Tel: 6 88 82

Blue Star Ltd.  
Calcutta 700 001  
Tel: 23-0131

Blue Star Ltd.  
New Delhi 110 024  
Tel: 634770 & 635166

Blue Star Ltd.  
Secunderabad 500 003  
Tel: 70126, 70127

Blue Star Ltd.  
Madras 600 034  
Tel: 82056

Blue Star Ltd.  
Jamshedpur 831 001  
Tel: 7383

Blue Star Ltd.  
Bangalore 560 025  
Tel: 55668

Blue Star Ltd.  
Cochin 682 016  
Tel: 32069, 32161, 32282

#### INDONESIA

*BERCA Indonesia P.T.*  
P.O. Box 496  
1st Floor JL. Cikini Raya 61  
Jakarta  
Tel: 56038, 40369, 49886  
Cable: *BERCACON*  
Telex: 42895

*BERCA Indonesia P.T.*  
Surabaya  
Tel: 44309

#### IRAN

*Hewlett-Packard Ltd.*  
No. 13, Fourteenth Street  
Miremad Avenue  
P.O. Box 41/2419  
IR-Tehran  
Tel: 851082-7  
Telex: 213405 HEWP IR

#### IRAQ

*Hewlett-Packard Trading Company*  
Mansoor City  
Baghdad  
Tel: 5517827  
Cable: *HEWPACDAD*,  
Baghdad Iraq  
Telex: 2455 Hepairaq, ik

#### ISRAEL

*Electronics & Engineering Division of Motorola Israel Ltd.*  
17 Kremenetski Street  
P.O. Box 25016  
Tel-Aviv

Tel: 38973  
Cable: *BASTEL Tel-Aviv*  
Telex: 33569

#### JAPAN

*Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.*  
Ohashi Building  
59-1, Yoyogi 1-chome  
Shibuya-ku, Tokyo 151  
Tel: 03-370-2281/92  
Cable: *YHPMARKET TOKYO*  
Telex: 232-2024 YHP-Tokyo

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Ibaraki-shi, Osaka, 567  
Tel: 0726-23-1641

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Nakamura-Ku, Nagoya, 450  
Tel: 052-571-5171

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Kanagawa-ku, Yokohama, 221  
Tel: 045-312-1252

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Mito, Ibaragi, 310  
Tel: 0292-25-7470

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Atsugi, Kanagawa, 243  
Tel: 0462-24-0451

Yokogawa-Hewlett-Packard Ltd.  
Kumagaya, Saitama, 360  
Tel: 0485-6563

#### KENYA

*Technical Engineering Services (E.A.) Ltd.*  
P.O. Box 18311  
Nairobi  
Tel: 557726/556762  
Cable: *PROTON*

#### KOREA

*Samsung Electronics Co., Ltd.*  
20th Fl. Dongbang Bldg. 250,  
2-KA  
C.P.O. Box 2775  
Taepyeong-Ro, Chung-Ku  
Seoul  
Tel: (23)6811, (23)5130-9,  
ext. 3203  
Cable: *ELEKSTAR Seoul*  
Telex: 2257S

#### KUWAIT

*Al-Khaldiya Trading & Contracting Co.*

P.O. Box 830  
Kuwait  
Tel: 42 49 10  
Cable: *VISCOUNT*

#### MALAYSIA

West Malaysia  
Teknik Mutu Sdn. Bhd.  
No. 2, Lorong 13/6A  
Section 13  
Petaling Jaya, Selangor  
Tel: 54994 or 54916  
Telex: MA 37605

#### MOROCCO

Gerep  
190 Blvd Ibrahim Roudani  
Casablanca  
Tel: 25-16-76/25-90-99  
Cable: Gerep-Casa  
Telex: 23739

#### MOZAMBIQUE

*A.N. Gonçalves, Lta.*  
162, 1º Apt. 14 Av. D. Luis  
Caixa Postal 107  
Lourenco Marques  
Tel: 27091, 27114  
Cable: *NEGON*  
Telex: 6-203 NEGON Mo

#### NEW ZEALAND

*Hewlett-Packard (N.Z.) Ltd.*  
4-12 Cruickshank Street  
Kilbirnie, Wellington 3  
P.O. Box 9443  
Courtenay Place, Wellington  
Tel: 877-199  
Cable: *HEWPACK Wellington*  
Telex: NZ 3839

Hewlett-Packard (N.Z.) Ltd.  
Pakuranga  
Tel: 569-651

#### NIGERIA

*The Electronics Instrumentations Ltd.*  
N6B/770 Oyo Road  
Oluseun House  
P.M.B. 5402  
Ibadan  
Tel: 61577  
Cable: *THETEIL Ibadan*  
Telex: 31231 TEIL Nigeria

The Electronics Instrumentations Ltd.  
Lagos

#### PAKISTAN

*Mushko & Company Ltd.*  
Oosman Chambers

*Abdullah Haroon Road  
Karachi-3  
Tel: 511027, 512927  
Cable: COOPERATOR Karachi  
Telex: KR894*

Mushko & Company Ltd.  
Rawalpindi  
Tel: 41924

PHILIPPINES

*The Online Advanced Systems  
Corp.  
6th Floor, Yujuico Building  
560 Quintin Paredes Street  
Binondo, Manila  
Tel: 48-71-49, 48-68-63,  
40-05-41  
In Makati: 85-35-81,  
85-34-91  
Telex: 3274 ONLINE*

REUNION ISLANDS

ZOOM  
*B.P. 938, 97400 Saint-Denis  
85, rue Jean Chatel  
Ile de la Réunion  
Tel: 21-13-75  
Cable: ZOOM*

RHODESIA

*Field Technical Sales  
45 Kelvin Road North  
P.O. Box 3458  
Salisbury  
Tel: 705231 (5 lines)  
Telex: RH 4122*

RWANDA

*Buromeca  
R.C. Kigali 1228  
B.P. 264 Kigali  
Rwanda*

SAUDI ARABIA

*Modern Electronic  
Establishment  
Head Office  
King Abdul Aziz Street  
P.O. Box 1228  
Jeddah  
Tel: 31173-33201  
Cable: ELECTA*

Modern Electronic  
Establishment  
Riyadh  
Tel: 62596-66232

SINGAPORE

*Hewlett-Packard Singapore  
(Pte.) Ltd.  
1150, Depot Road  
Singapore 4*

*Alexandra Post Office Box 58  
Singapore 3  
Tel: 2702355  
Cable: HEWPACK Singapore  
Telex: HPSG RS 21486*

SOUTH AFRICA

*Hewlett-Packard South Africa  
(Pty.), Ltd.  
Private Bag, Wendywood,  
Sandton, Transvaal, 2144  
Hewlett-Packard Centre  
Daphne Street, Wendywood  
Sandton, 2144  
Tel: 802-1040/8  
Cable: HEWPACK  
Johannesburg  
Telex: 8-4782*

Hewlett-Packard South Africa  
(Pty.), Ltd.  
Sandton, 2001  
Tel: 636-8188/9

Hewlett-Packard South Africa  
(Pty.), Ltd.  
Pinelands, Cape Province, 7405  
Tel: 53-7955/56/57/58/59

Hewlett-Packard South Africa  
(Pty.), Ltd.  
Durban, 4001  
Tel: 88-7478

SYRIA

Sawah & Co.  
Place Azmé  
B.P. 2308  
SYR-Damascus  
Tel: 16367, 19697, 14268  
Cable: SAWAH, Damascus

TAHITI

*Metagraph  
BP 1741  
Papeete  
Tel: 20/320, 29/979*

TAIWAN

*Hewlett-Packard Far East Ltd.  
Taiwan Branch  
39 Chung Hsiao West Road  
Section 1, Seventh Floor  
Taipei  
Tel: 3819160-4, 3318538,  
3715121, Ext. 270-279  
Cable: HEWPACK TAIPEI  
Telex: 21824 HEWPACK*

Hewlett-Packard Far East Ltd.  
Kaohsiung  
Tel: (07) 242318-Kaohsiung

TANZANIA

Internation Aeradio (E.A.), Ltd.  
P.O. Box 861  
Dar-es-Salaam  
Tel: 21251, Ext. 265  
Telex: 41030

THAILAND

*UNIMESA Co., Ltd.  
Elcom Research Building  
Bangjak Sukumvit Avenue  
Bangkok  
Tel: 932387, 930338  
Cable: UNIMESA Bangkok*

TURKEY

*Telekom Engineering Bureau  
P.O. Box 437  
Beyoğlu  
TR-Istanbul  
Tel: 49 40 40  
Cable: TELEMATIION Istanbul  
Telex: 23609*

UNITED ARAB EMIRATES

*Emitac Limited  
P.O. Box 1641  
Sharjah  
Tel: Sharjah 22779  
Dubai 25795  
Telex: Sharjah 8033*

UGANDA

International Aeradio (E.A.), Ltd.  
P.O. Box 2577  
Kampala  
Cable: INTAERIO Kampala  
Tel: 54388

YEMEN

A. Besse and Co. Yemen Ltd.  
Sanaa  
Tel: 2182/2342

ZAMBIA

*R.J. Tulbury (Zambia) Ltd.  
P.O. Box 2792  
Lusaka  
Tel: 73793  
Cable: ARJAYTEE, Lusaka*

FOR AREAS NOT LISTED,  
CONTACT:

Hewlett-Packard  
Intercontinental  
3200 Hillview Avenue  
Palo Alto, California 94304  
Tel: (415) 493-1501  
TWX: 910-373-1260  
Cable: HEWPACK Palo Alto  
Telex: 034-8300, 034-8493

# ANHANG E. NÜTZLICHE UMRECHNUNGSFAKTOREN

---

Die folgenden Faktoren sind, soweit möglich, mit einer Genauigkeit von bis zu 10 Stellen angegeben. Exakte Werte sind mit zwei Sternchen versehen. (Referenz: Metric Practice Guide E380-74 der ASTM.)

## LÄNGE

1 Zoll	= 25,4 Millimeter**
1 Fuß	= 0,3048 Meter**
1 Meile (Land-)*	= 1,609 344 Kilometer**
1 Meile (See-)*	= 1,852 Kilometer**
1 Meile (See-)*	= 1,150 779 448 Meile (Land-)*

## FLÄCHE

1 Quadratzoll	= 6,4516 Quadratzentimeter**
1 Quadratfuß	= 0,092 903 04 Quadratmeter**
1 Acre	= 43 560 Quadratfuß
1 Quadratmeile*	= 640 Acres*

## VOLUMEN

1 Kubikzoll	= 16,387 064 Kubikzentimeter**
1 Kubikfuß	= 0,028 316 847 Kubikmeter
1 Unze (flüssig)*	= 29,573 529 56 Kubikzentimeter
1 Unze (flüssig)*	= 0,029 573 530 Liter
1 Gallone (flüssig)*	= 3,785 411 784 Liter**

## MASSE

1 Unze (fest)	= 28,349 523 12 Gramm
1 Pound (lb)	= 0,453 592 37 Kilogramm**
1 Tonne (U.S.)	= 0,907 184 74 Tonne**

## ENERGIE

1 B.T.U. (British Thermal Unit)	= 1055,055 853 Joule
1 Kilokalorie	= 4190,02 Joule
1 Wattstunde	= 3600 Joule**

## KRAFT

1 Unze (Kraft)*	= 0,278 013 85 Newton
1 Pound (lbf)*	= 4,448 221 615 Newton

## LEISTUNG

1 PS	= 735,5 Watt**
------	----------------

## DRUCK

1 Atmosphäre	= 760 mm Hg auf Meereshöhe
1 Atmosphäre	= 14,7 Pound* pro Quadratzoll
1 Atmosphäre	= 101 325 Pascal

## TEMPERATUR

Fahrenheit	= 1,8 Celsius + 32
Celsius	= 5/9 (Fahrenheit - 32)
Kelvin	= Celsius + 273,15
Kelvin	= 5/9 (Fahrenheit + 459,67)
Kelvin	= 5/9 Rankine

* U.S. Maße.

** Exakte Werte.

# HP-29C/19C Gewährleistung

Füllen Sie bitte die unten aufgeführten Punkte aus und bewahren Sie diese Karte in Ihrem Handbuch auf. *Diese Karte gilt als Nachweis für die Gewährleistung.* Sollte Ihr HP fehlerhaft arbeiten, senden Sie ihn mit der ausgefüllten Karte an das nächstgelegene designierte HP-Service-Büro (Anhang D). Die Gewährleistung kann nicht anerkannt werden, wenn die ausgefüllte Karte nicht zusammen mit dem Rechner eingeschickt wird. Bitte retournieren Sie Ihren HP *in der Originalverpackung* zur Reparatur.

Kaufdatum:

16.8.78

Serien-Nr.:

1711531736

Rechnungs-Nr.:

Gekauft bei:

Kaufhof am Marienplatz  
8 München 33  
Postfach 180

HEWLETT  PACKARD

# Registrations-Karte

HP-29C

(bitte Zutreffendes ankreuzen)

HP-19C

Wenn Sie diese Karte ausgefüllt an uns einsenden, können wir Ihnen künftig Produkt-Informationen zugehen lassen.

Kaufdatum Tag   Monat   Jahr

Name

Vorname

Firma

Strasse                      Nr.

Postleitzahl

Ort

Staat

**1. Wo wurde Ihr Rechner gekauft?**

**2. Welche der angegebenen Funktionen trifft auf Sie zu?**

**3. Geben Sie 2 Anwendungsgebiete für Ihren Rechner an:**

- 1) für das Hauptgebiet und  
2) für das nächst wichtige

101 Direkt von HP

201 Geschäftsleitung

301 Maschinenbau

102 Über Post von HP

202 Leitender Angestellter

302 Physik

100 Im Fachhandel

203 Wissenschaftler/Techniker

303 Naturwissenschaft

204 Schüler, Student

304 Datenverarbeitung

205 Anderes:  
_____

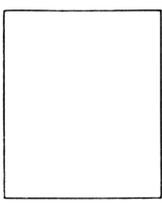
305 Navigation

306 Statistik/Mathematik

307 Finanz-Analysen

308 Liegenschaftshandel

309 Unternehmensplanung



**HEWLETT-PACKARD S.A.**  
Attn : Warranty-Dept.  
**CH-1217 MEYRIN 2**  
Switzerland

# Service-Information

Für Reparaturen bitte *ausfüllen* und mit Rechner, Batterie und Netzgerät *einschicken*.

Name: _____

Adresse: _____

Ort: _____

Land: _____

Tel. privat: _____

Tel. Geschäft: _____

War Ihr Rechner bei Auslieferung defekt?      ja       nein

Bitte Fehler beschreiben:

_____

_____

_____

_____

_____

HEWLETT  PACKARD



HEWLETT  PACKARD