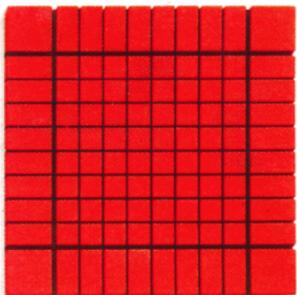
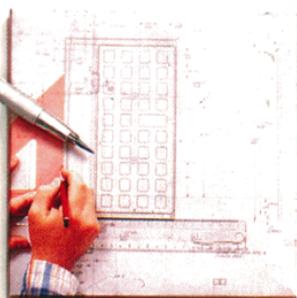


HEWLETT-PACKARD

# HP-10C

BEDIENUNGSHANDBUCH



### **Bemerkung**

**Hewlett-Packard übernimmt keinerlei Haftung für die Richtigkeit der in diesem Handbuch enthaltenen Programm-Materialien und Tastenfolgen. Die Programm-Materialien und Tastenfolgen dienen lediglich zur beispielhaften Illustration; der Benutzer trägt das volle Risiko hinsichtlich der Güte und der Durchführbarkeit. Sollten sich Programm-Materialien oder Tastenfolgen als fehlerhaft erweisen, so hat der Benutzer die gesamten Kosten für die entstandenen Schäden, die Folgeschäden und die notwendigen Korrekturen zu tragen. Hewlett-Packard haftet nicht für Schäden oder Folgeschäden, die sich im Zusammenhang mit der Verwendung von Tastenfolgen oder Programm-Materialien ergeben können.**



# BEDIENUNGSHANDBUCH HP-10C

**Juni 1982**

00010-90026

# Einleitung

Herzlichen Glückwunsch! Ihre Wahl des Rechners HP-10C mit Permanentspeicher zeigt uns, daß Sie Wert auf Qualität, Vielseitigkeit und einfache Handhabung legen. Sie sind ein erfahrener Benutzer von HP-Rechnern oder Sie kommen das erste Mal mit einem HP-Taschenrechner in Berührung; in jedem Fall soll dieses Handbuch Sie mit den Möglichkeiten des HP-10C vertraut machen, und Ihnen dabei helfen, die unbekannt Details so schnell wie möglich zu erlernen. Die geplante Verwendung Ihres HP-10C und der Grad Ihrer Erfahrung im Umgang mit programmierbaren HP-Taschenrechnern bestimmen, wieviel Zeit Sie in dieses Handbuch investieren sollten.

Dieses Handbuch ist in acht (Haupt-) Abschnitte unterteilt. Bevor Sie jedoch diese Abschnitte lesen, sollten Sie zunächst einige Erfahrungen im Umgang mit dem HP-10C sammeln, in dem Sie die im Unterabschnitt «Der HP-10C – Ein Problemlöser» auf Seite 7 dargestellten, einführenden Materialien durcharbeiten.

Der Abschnitt 1, «Erste Schritte», enthält die allgemeinen Bedienungsanleitungen für den HP-10C, mit denen sowohl der neue als auch der erfahrene Benutzer von HP-Taschenrechnern vertraut sein sollte. Die Abschnitte 2 bis 4 enthalten Informationen, die mehr für neue Benutzer von Bedeutung sind.

Die Abschnitte 5 bis 8 behandeln die Einzelheiten der Programmierung des HP-10C.

In den verschiedenen Anhängen werden zusätzliche Details der Arbeitsweise des Rechners, sowie Garantie- und Serviceinformationen dargestellt.

Der Index Funktionstasten und der Index Programmtasten dienen zum schnellen Nachschlagen der Bedeutung der einzelnen Tasten und enthalten eine komprimierte Darstellung der wichtigsten Inhalte dieses Handbuchs.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	2
<b>Der HP-10C: Ein Problemlöser</b> .....	7
Manuelle Lösungen .....	8
Programmierte Lösungen .....	10
<b>Teil I: Grundlagen</b> .....	13
<b>Abschnitt 1: Erste Schritte</b> .....	14
Ein- und Ausschalten des Rechners .....	14
Batterieanzeige .....	14
Bedienung des Tastenfelds .....	14
Primär- und Alternativfunktionen .....	14
Löschen von Vorwahltasten .....	15
Negative Zahlen .....	15
Eingabe von Exponenten .....	15
Löschen der Anzeige: <b>CLx</b> .....	16
Funktionen einer Variablen .....	16
Funktionen zweier Variablen und die <b>ENTER</b> -Taste .....	17
Sonderanzeigen .....	19
Statusanzeigen .....	19
Dezimal- und Gruppentrennzeichen .....	19
Fehlermeldungen .....	20
Overflow und Underflow .....	20
Speicher .....	21
Permanentspeicher .....	21
Löschen des Speichers .....	21
<b>Abschnitt 2: Automatischer Speicherstack, LAST X und Datenspeicherung</b> .....	22
Automatischer Speicherstack und Stackmanipulation .....	22
Funktionen zur Stackmanipulation .....	23
Rechnerfunktionen und Stack .....	25
Funktionen von zwei Variablen .....	25
Kettenrechnung .....	26
LAST X .....	28
Konstantenarithmetik .....	29

## 4 Inhaltsverzeichnis

Speicherregister-Operationen . . . . .	32
Speichern von Zahlen . . . . .	32
Rückruf von Zahlen . . . . .	33
Löschen von Datenspeicherregistern . . . . .	33
Speicherregisterarithmetik . . . . .	33
Übungen zur Speicherregisterarithmetik . . . . .	34
Aufgaben . . . . .	34
<b>Abschnitt 3: Numerische Funktionen . . . . .</b>	<b>36</b>
Pi . . . . .	36
Funktionen zur Zahlenmanipulation . . . . .	36
Funktionen einer Variablen . . . . .	36
Allgemeine Funktionen . . . . .	37
Trigonometrische Operationen . . . . .	37
Trigonometrische Funktionen . . . . .	38
Zeit- und Winkelkonvertierungen . . . . .	39
Altgrad/Bogenmaß-Konvertierung . . . . .	40
Logarithmische Funktionen . . . . .	40
Funktionen von zwei Variablen . . . . .	41
Prozentrechnung . . . . .	41
Die Potenzfunktion . . . . .	41
Transformation von Polar- und Rechteckskordinaten . . . . .	42
Statistische Funktionen . . . . .	43
Summationen . . . . .	43
Korrektur fehlerhafter Eingaben . . . . .	46
Mittelwert . . . . .	47
Standardabweichung . . . . .	48
Lineare Regression . . . . .	50
Linearer Schätzwert und Korrelationskoeffizient . . . . .	51
<b>Abschnitt 4: Kontrolle der Anzeige . . . . .</b>	<b>54</b>
Wahl des Anzeigeformats . . . . .	54
Festkommaformat . . . . .	54
Wissenschaftliches Anzeigeformat . . . . .	55
Technisches Anzeigeformat . . . . .	56
Anzeige der Mantisse . . . . .	57
Rundung auf der zehnten Stelle . . . . .	58
<b>Teil II: Programmierung des HP-10C . . . . .</b>	<b>59</b>
<b>Abschnitt 5: Grundlagen der Programmierung . . . . .</b>	<b>60</b>
Wozu Programme? . . . . .	60
Laden eines Programms . . . . .	60

Ausführen eines Programms .....	62
Programmspeicher .....	63
Tastencodes .....	63
Anzeigen von Programmzeilen .....	65
Der Programmbehl <b>GTO</b> 00 und die Programmzeile 00 .....	66
Erweitern des Programmspeichers .....	67
Die <b>MEM</b> -Funktion .....	69
Positionieren des Rechners auf bestimmte Programmzeilen .....	69
Zeilenweise Ausführung eines Programms .....	70
Unterbrechen der Programmausführung .....	72
Pausen während der Programmausführung .....	72
Automatisches Anhalten der Programmausführung .....	72
Manuelles Unterbrechen der Programmausführung .....	76
Nichtprogrammierbare Funktionen .....	76
<b>Abschnitt 6: Programmverzweigungen und Programmschleifen</b> .....	77
Unbedingte Sprünge .....	77
Programmschleifen .....	78
Bedingte Sprünge .....	80
<b>Abschnitt 7: Modifizieren eines Programms</b> .....	89
Ändern eines Befehls in einer Programmzeile .....	89
Anfügen von Befehlen an das Ende eines Programms .....	89
Einfügen von Befehlen innerhalb eines Programms .....	90
Einfügen von Programmbeehlen durch Ersetzen .....	90
Einfügen von Programmbeehlen durch Verzweigen .....	91
<b>Abschnitt 8: Laden mehrerer Programme</b> .....	94
Speichern eines weiteren Programms .....	94
Starten eines weiteren Programms .....	96
<b>Anhang A: Stack Lift und LAST X</b> .....	97
Beendigung der Zifferneingabe .....	97
Stack Lift .....	97
Stacksperrende Operationen .....	97
Stackfreigebende Operationen .....	98
Neutrale Operationen .....	98
Last X .....	99
<b>Anhang B: Fehlermeldungen</b> .....	100

<b>Anhang C: Batterieaustausch, Gewährleistung und Serviceinformationen</b> .....	<b>102</b>
Batterien .....	<b>102</b>
Spannungsabfallanzeige .....	<b>103</b>
Auswechseln der Batterien .....	<b>104</b>
Funktionskontrolle des Rechners (Selbsttest) .....	<b>106</b>
Gewährleistung .....	<b>107</b>
Technische Änderungen .....	<b>108</b>
Gewährleistungsinformationen .....	<b>108</b>
Service .....	<b>109</b>
Service-Zentrale in den Vereinigten Staaten .....	<b>109</b>
Service-Stellen in Europa .....	<b>110</b>
Internationale Serviceinformation .....	<b>111</b>
Reparaturkosten .....	<b>111</b>
Service-Garantie .....	<b>111</b>
Versandanweisungen .....	<b>111</b>
Sonstiges .....	<b>112</b>
Benutzerberatung .....	<b>112</b>
Bestellinformationen .....	<b>113</b>
Temperaturbereiche .....	<b>113</b>
<b>Index Funktionstasten</b> .....	<b>114</b>
<b>Index Programmtasten</b> .....	<b>118</b>
<b>Sachindex</b> .....	<b>119</b>
<b>Tastenfeld und Permanentspeicher des HP-10C</b> ....	<b>Innenseite</b>
	<b>Rückumschlag</b>

# Der HP-10C: Ein Problemlöser

Der programmierbare wissenschaftliche Taschenrechner HP-10C ist ein äußerst leistungsfähiges Instrument, mit dem Sie jederzeit einfache oder komplexe Problemstellungen lösen oder wichtige Daten speichern können. Der HP-10C ist so einfach zu programmieren, daß keinerlei Programmiererfahrung oder Kenntnisse von Programmiersprachen erforderlich sind.

Einer der wesentlichsten Vorteile des HP-10C gegenüber anderen Taschenrechnern liegt in dem extrem niedrigen Energieverbrauch. Dadurch wird eine sehr leichte und kompakte Bauweise ermöglicht, und die Notwendigkeit von Zusatzgeräten wie Ladegeräten entfällt. Der Stromverbrauch des HP-10C ist so gering, daß die durchschnittliche Lebensdauer eines Batteriensatzes, bei normaler Ausnutzung des Rechners, 6 bis 12 Monate beträgt. Zusätzlich werden Sie bei Leistungsabfall der Batterien durch eine spezielle Anzeige rechtzeitig gewarnt.

Der HP-10C hilft Ihnen zusätzlich Energie zu sparen, indem er seine Anzeige (das Display) automatisch abschaltet, wenn über einen Zeitraum von mehreren Minuten keine Eingabe erfolgt ist. Trotzdem gehen keinerlei Daten verloren – jede eingetastete Information bleibt durch den Permanent Speicher erhalten.

Ihr Hewlett-Packard Taschenrechner benutzt eine einzigartige Operationslogik, die durch die **ENTER**-Taste verkörpert wird, und die sich wesentlich von der in anderen Taschenrechnern verwandten Logik unterscheidet. Die Vorteile der HP-Taschenrechnerlogik werden beim Gebrauch des Rechners deutlich. Die Details dieser Logik werden später beschrieben; zunächst wollen wir Sie an Hand einiger einfacher Rechenbeispiele mit der Funktion der **ENTER**-Taste vertraut machen.

Wir beginnen mit den arithmetischen Funktionen. Dazu sind in der Regel zwei Zahlen in den Rechner einzugeben. Dies geschieht wie folgt: zunächst ist die erste Zahl einzugeben; zur Trennung der ersten Zahl von der zweiten ist die **ENTER**-Taste zu drücken, anschließend ist die zweite Zahl einzugeben; zum Abschluß ist dann die gewünschte arithmetische Operation durch Drücken von **+**, **-**, **x**, oder **÷** auszulösen. Die Ergebnisse erscheinen sofort nach dem Betätigen der jeweiligen numerischen Funktionstaste.

Um ein Gefühl für Ihren neuen Rechner zu bekommen, schalten Sie die Anzeige (das Display) durch Drücken der **ON**-Taste ein. Wenn Ziffern ungleich Null erscheinen, können Sie das Display mit **CLx** löschen, d.h. die

## 8 Der HP-10C: Ein Problemlöser

Anzeige auf Null setzen. Werden auf der rechten Seite des Dezimalpunkts keine vier Stellen angezeigt, so kann durch Drücken von **f** **FIX** 4 das Anzeigeformat an das in den folgenden Beispielen verwendete Format angeglichen werden. (Sämtliche in diesem Handbuch illustrierten Anzeigen haben das Format **FIX** 4, sofern anderes nicht explizit vermerkt ist.)



0.0000

**Bemerkung:** Blinkt nach dem Einschalten des Rechners in der linken unteren Ecke des Displays ein Stern (\*), so besagt dies, daß die verwendeten Batterien fast leer sind. Der Austausch von Batterien wird in Anhang C beschrieben.

## Manuelle Lösungen

Es ist nicht notwendig, den Inhalt des Rechners zwischen den jeweiligen Problemstellungen zu löschen. Sollten Sie bei der Eingabe der einzelnen Ziffern einer Zahl einen Fehler machen, drücken Sie einfach **CLx** und geben anschließend die korrekte Ziffer ein.\*

Problem	Tastenfolge	Anzeige
$9 + 6 = 15$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>+</b>	15.0000
$9 - 6 = 3$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>-</b>	3.0000
$9 \times 6 = 54$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>x</b>	54.0000
$9 \div 6 = 1,5$	9 <b>ENTER</b> 6 <b>÷</b>	1.5000

Beachten Sie, daß in den vier Beispielen:

- Beide Zahlen im Rechner sind, bevor **+**, **-**, **x** oder **÷** gedrückt wird.
- **ENTER** nur zur Trennung der beiden nacheinander einzugebenden Zahlen benutzt wird.
- Das Auslösen einer numerischen Funktionstaste, in diesem Fall **+**, **-**, **x** oder **÷**, die sofortige Ausführung der Funktion und die Anzeige des Ergebnisses verursacht.

\* Falls Sie zum ersten Mal mit HP-Taschenrechnern arbeiten, werden Sie feststellen, daß die meisten Tasten mit zwei Funktionen belegt sind. Um die Primärfunktion, die in weiß auf der Oberfläche der Taste beschrieben ist, auszuwählen, brauchen Sie nur die Taste selbst zu betätigen. Um die goldfarbenen Funktionen auszuwählen, drücken Sie zunächst die Vorwahltaste **f**.

Um die enge Beziehung zwischen einer manuellen und einer programmierten Problemlösung zu verdeutlichen, soll zunächst die Lösung eines Problems manuell, d.h. über das Tastenfeld des Rechners, berechnet werden. Anschließend werden wir ein Programm zur Lösung des gleichen und ähnlicher Probleme benutzen.

Die meisten konventionellen Warmwasserbereiter besitzen eine zylindrische Form. Der Wärmeverlust eines solchen Geräts läßt sich leicht über die Formel  $q = h \times A \times T$  berechnen, wobei:

- $q$  der Wärmeverlust des Geräts in Kalorien/Stunde;  
 $h$  der Wärmeübergangskoeffizient;  
 $A$  die Gesamtoberfläche des Zylinders in  $m^2$ ;  
 $T$  der Temperaturunterschied zwischen dem Zylinder und der umgebenden Luft in Grad Celsius ist.



**Beispiel:** Angenommen Sie besitzen einen zylinderförmigen, 200 Liter fassenden Warmwasserbereiter. Sie wollen nun bestimmen, wieviel Energie wegen unzureichender Isolierung verlorengeht. Bei ersten Messungen stellen Sie einen Temperaturunterschied zwischen der Oberfläche des Geräts und der umgebenden Luft von 10 Grad Celsius fest. Die Oberfläche des Zylinders ist  $3 m^2$  groß, und der Wärmeübergangskoeffizient beträgt ungefähr 1,78. Zur Berechnung des Wärmeverlusts sind die folgenden Tasten in der angegebenen Reihenfolge zu drücken.

Tastenfolge	Anzeige	
10 <input type="button" value="ENTER"/>	10.0000	Eingabe des Temperaturunterschieds ( $T$ ) und der Oberfläche ( $A$ ).
3	3.	
<input type="button" value="x"/>	30.0000	Berechnung von $A \times T$ . Eingabe Wärmeübergangskoeffizient ( $h$ ).
1.78	1.78	
<input type="button" value="x"/>	53.4000	Wärmeverlust in Kalorien pro Stunde ( $h \times A \times T$ ).

## Programmierte Lösungen

Im vorangegangenen Beispiel wurde der Wärmeverlust des Warmwasserbereiters für einen Temperaturunterschied von 10 Grad berechnet. Es sei nun unterstellt, daß der Wärmeverlust für mehrere Temperaturunterschiede gesucht wird. Theoretisch könnten Sie jede einzelne Wärmeverlust-Berechnung manuell durchführen. Eine einfachere und schnellere Vorgehensweise besteht jedoch darin, ein Programm zu schreiben, das den Wärmeverlust für beliebige Temperaturunterschiede berechnet.

**Schreiben des Programms.** Das Programm besteht aus der gleichen Folge von Tastatureingaben, wie sie bei der manuellen Lösung des Problems benötigt wurden.

**Laden des Programms.** Zum Laden der Programmbefehle in den HP-10C müssen die folgenden Tasten in der angegebenen Reihenfolge gedrückt werden. Der Rechner speichert die einzelnen Befehle bei der Eingabe. (Bei der Eingabe zeigt die Anzeige Informationen an, die für Sie erst später von Interesse sind und im Moment ignoriert werden können.)

Tastefeld	Anzeige	
<b>P/R</b>	00-	Schalten des HP-10C auf Programm Mode. (Programm-Statusanzeige erscheint.)
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	01-	Löschen des Programmspeichers.
<b>ENTER</b>	02- <b>36</b>	} Von der manuellen Problemlösung übernommene Tastenfolge.
3	03- <b>3</b>	
<b>X</b>	04- <b>20</b>	
1	05- <b>1</b>	
<b>.</b>	06- <b>48</b>	
7	07- <b>7</b>	
8	08- <b>8</b>	} Zurückschalten des HP-10C auf Run Mode. (Programm-Statusanzeige erlischt.)
<b>X</b>	08- <b>20</b>	
<b>P/R</b>	<b>53.4000</b>	

**Starten des Programms.** Um das Programm zu starten, müssen Sie die folgenden Tasten drücken.

Tastenfolge	Anzeige	
10 [R/S]	10. 53.4000	Erster Temperaturunterschied. Der zuvor manuell berechnete Wärmeverlust.
12 [R/S]	64.0800	Wärmeverlust für eine weitere Temperaturdifferenz.

Mit dem geladenen Programm läßt sich nun sehr schnell der Wärmeverlust für beliebig viele Temperaturdifferenzen berechnen. Sie brauchen lediglich den gewünschten Temperaturunterschied einzugeben und [R/S] zu drücken. Vervollständigen Sie zum Beispiel die rechtsstehende Tabelle.

Temperaturunterschied	Wärmeverlust
10	?
12	?
14	?
16	?
18	?
20	?

Als Ergebnisse sollten 53.4000, 64.0800, 74.7600, 85.4400, 96.1200 und 106.8000 angezeigt werden.

Sie sehen, Programmieren ist sehr einfach! Der Rechner erinnert sich an eine Reihe von Tastenfolgen und führt sie aus, sobald Sie dies wünschen. Nachdem Sie nun einige Erfahrungen im Umgang mit Ihrem HP-10C gesammelt haben, lassen Sie uns einen Blick auf einige wichtige Details bei der Bedienung des Rechners werfen.



**Teil I:  
Grundlagen**

## Erste Schritte

### Ein- und Ausschalten des Rechners

Der HP-10C kann mit der **ON**-Taste\* ein- und ausgeschaltet werden. Aus Gründen der Stromersparnis schaltet sich der HP-10C automatisch ab, wenn über einen Zeitraum von einigen Minuten keine Eingabe erfolgt.

### Batterieanzeige

Wenn durch einen blinkenden Stern in der linken unteren Ecke der Anzeige eine absinkende Batterieleistung signalisiert wird, bleibt Ihnen noch einige Zeit, um einen Batterienaustausch vorzunehmen. Zur Ausführung von Programmen verbleibt Ihnen eine Restrechenzeit von mindestens 15 Minuten, bei manuellem Betrieb eine Restrechenzeit von mindestens einer Stunde. Der Batterienaustausch wird in Anhang C (Seite 104) beschrieben.

0.0000

\*

### Bedienung des Tastenfelds

#### Primär- und Alternativfunktionen

Fast alle Tasten Ihres HP-10C beinhalten eine Primär- und eine Alternativfunktion. Die Primärfunktion jeder Taste wird durch den Text auf der Oberseite der Taste beschrieben. Die Alternativfunktion wird durch die goldfarbenen Buchstaben oberhalb der Taste angedeutet.



- Um die in goldfarbenen Buchstaben oberhalb der Taste angezeigte Alternativfunktion auszuwählen, ist zunächst die goldfarbene Vorwahltaste **f** und anschließend die eigentliche Funktionstaste zu drücken, d.h. hier **f** **π**.
- Um die Primärfunktion auf der Oberfläche der Taste auszuwählen, braucht nur die Taste selbst betätigt zu werden, d.h. hier **CHS**.

\* Die **ON**-Taste ist flacher als die anderen Tasten, um ein unbeabsichtigtes Drücken zu vermeiden.

Beachten Sie, daß beim Drücken der Vorwahltaste **f** die Statusanzeige f erscheint. Die Statusanzeige erlischt, wenn eine Eingabesequenz durch Betätigung einer Funktionstaste abgeschlossen wird.

0.0000

f

## Löschen von Vorwahltasten

Zum Auslösen einiger bestimmter Funktionen sind mehrere Tasten notwendig; eine Vorwahltaste (bzw. eine Vorwahlkombination) und eine Zahlen- oder sonstige Taste. Vorwahltasten (Präfixtasten) sind: **f**, **STO**, **RCL** und **GTO**, **f** **FIX**, **f** **SCI** und **f** **ENG**. Wenn Sie bei der Eingabe der Vorwahl für eine Funktion einen Fehler machen, können Sie den Fehler durch **f** **CLEAR** **PREFIX** rückgängig machen. Da die **PREFIX**-Taste auch zur Anzeige der Gesamtmantisse der Zahl im Display dient, erscheinen nach dem Drücken von **PREFIX** für einen Moment alle zehn Ziffern der Mantisse der Zahl.

## Negative Zahlen

Um eine angezeigte Zahl, die entweder neu eingegeben wurde oder aus einer vorangegangenen Berechnung resultiert, mit einem negativen Vorzeichen zu versehen, ist die Taste **CHS** (*change sign*) zu betätigen. Zeigt die Anzeige bereits eine negative Zahl, d.h. vor der Zahl steht ein Minuszeichen, so wird durch Drücken von **CHS** das Minuszeichen entfernt, und die Zahl wird somit positiv.

## Eingabe von Exponenten

Die Taste **EEX** (*enter exponent*) ist zu benutzen, wenn ein Exponent als Teil einer Zahl eingegeben werden soll. Bei der Verwendung von **EEX** ist zunächst die Mantisse einzugeben, dann **EEX** zu drücken, und anschließend ist der Exponent einzutasten. Beispielsweise wäre die Avogadro'sche Konstante ( $6,0225 \times 10^{23}$ ) wie folgt einzugeben:

Tastenfolge	Anzeige	
6.0225	<b>6.0225</b>	
<b>EEX</b>	<b>6.0225 00</b>	Die beiden Nullen dienen als Aufforderung zur Eingabe des Exponenten.
2	<b>6.0225 02</b>	
3	<b>6.0225 23</b>	( $6,0225 \times 10^{23}$ ).
<b>ENTER</b>	<b>6.0225 23</b>	Abschluß der Eingabe der Zahl.

## 16 Erste Schritte

Um eine Zahl mit negativem Exponenten einzugeben, muß zunächst die Mantisse eingegeben und dann **[EEX]** gedrückt werden. Danach ist **[CHS]** (*change sign*) zu tasten, um das Vorzeichen des Exponenten umzukehren\*, und anschließend kann der Exponent eingegeben werden. Üben Sie diese Operation durch Eingabe des Planck'schen Wirkungsquantums ( $6,6262 \times 10^{-34}$  Joule/Sekunde) und multiplizieren Sie diesen Wert mit der Zahl 50:

Tastenfolge	Anzeige	
6.6262 <b>[EEX]</b>	6.6262 00	
34	6.6262 34	
<b>[CHS]</b>	6.6262 -34	
<b>[ENTER]</b>	6.6262 -34	
50 <b>[x]</b>	3.3131 -32	Joule/Sekunde

**Bemerkung:** In den für den Exponenten reservierten Teil der Anzeige eingetastete Ziffern der Mantisse verschwinden beim Auslösen von **[EEX]**, bleiben jedoch intern gespeichert.

**[EEX]** verarbeitet keine Zahlen mit mehr als 7 Vorkommastellen und keine Dezimalzahlen mit mehr als 5 Nullen vor der ersten signifikanten Stelle. Um eine solche Zahl einzugeben, muß diese zuvor in eine Form mit einem geeigneten, höher- oder niederwertigeren Exponenten gebracht werden. Beispielsweise kann die Zahl  $123456789,8 \times 10^{23}$  als  $1234567,898 \times 10^{25}$ , die Zahl  $0,00000025 \times 10^{-15}$  als  $2,5 \times 10^{-22}$  eingegeben werden.

### Löschen der Anzeige: **[CLx]**

1. Im Run Mode werden durch Drücken von **[CLx]** (*clear X*) alle Ziffern in der Anzeige (X-Register) auf Null gesetzt.
2. Im Program Mode wird **[CLx]** als programmierbare Anweisung behandelt; d.h. der momentan angezeigte Befehl wird *nicht* gelöscht, stattdessen wird **[CLx]** als programmierter Befehl gespeichert.

## Funktionen einer Variablen

Als Funktionen einer Variablen werden diejenigen numerischen Funktionen bezeichnet, die zur Ausführung der Operation nur eine Zahl (1 Argument) benötigen. Die Funktionen einer Variablen sind wie folgt zu benutzen:

\* **[CHS]** kann auch vor der Eingabe des Exponenten gedrückt werden. (Dies gilt nicht für die Mantisse, wo die Zahleneingabe vor dem Auslösen von **[CHS]** erfolgen muß.)

1. Eingabe des Arguments (sofern sich dieses nicht bereits als Ergebnis einer vorangegangenen Rechnung in der Anzeige befindet).
2. Auslösen der Funktionstaste(n).

**Tastenfolge**                      **Anzeige**

45                                      45.  
 f LOG                                1.6532

## Funktionen zweier Variabler und die **ENTER**-Taste

Bei einer Funktion zweier Variabler müssen zwei Zahlen (2 Argumente) im Rechner sein, bevor die Funktion ausgeführt werden kann. **+**, **-**, **x** und **÷** sind Beispiele für Funktionen von zwei Variablen.

Die beiden Zahlen sollten in der üblichen arithmetischen Reihenfolge, als ob die Rechnung mit der Hand ausgeführt werden würde, von links nach rechts eingegeben werden.

**Die **ENTER**-Taste.** Wenn sich eine der beiden Zahlen, die Sie als Argumente für eine Funktion von zwei Variablen benutzen wollen, bereits als Ergebnis einer vorangegangenen Funktionsauswertung im Rechner befindet, benötigen Sie die **ENTER**-Taste nicht. Sind jedoch beide Zahlen vor einer Funktionsauswertung neu einzugeben, so müssen diese durch die **ENTER**-Taste getrennt werden.

Geben Sie zum Beispiel zwei Zahlen in den Rechner ein, und führen Sie damit eine Funktion zweier Variabler aus, etwa  $2 \div 3$ :

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

**Tastenfolge**                      **Anzeige**

2                                      2.  
 ENTER                                2.0000  
 3                                      3.  
 ÷                                        0.6667

Rechnen Sie nun dieses und die folgenden Beispiele. Beachten Sie, daß Sie nur dann **ENTER** zur Trennung von Zahlen zu drücken brauchen, wenn Sie die Zahlen direkt hintereinander eingeben. Ein zuvor berechnetes Ergebnis (Zwischenresultat) wird automatisch von der nächsten Zahl, die Sie eingeben, getrennt.

## 18 Erste Schritte

Lösen Sie  $(9 + 17 - 4 + 23) \div 4$ :

Tastenfolge	Anzeige	
9 <input type="button" value="ENTER"/>	9.0000	
17 <input type="button" value="+"/>	26.0000	$(9 + 17)$
4 <input type="button" value="-"/>	22.0000	$(9 + 17 - 4)$
23 <input type="button" value="+"/>	45.0000	$(9 + 17 - 4 + 23)$
4 <input type="button" value="÷"/>	11.2500	$(9 + 17 - 4 + 23) \div 4$

Sogar deutlich komplizierte Probleme lassen sich auf diese einfache Weise lösen – durch die Ausnutzung der automatischen Speicherung von Zwischenergebnissen. (Die Lösung von Problemen mit verschachtelten Klammern wird in dem Abschnitt «Kettenrechnung», Seite 26, beschrieben.)

**Beispiel:** Lösen Sie  $(6 + 7) \times (9 - 3)$ .

Zunächst ist das Zwischenresultat  $(6 + 7)$  zu berechnen:

Tastenfolge	Anzeige	
6	6.	
<input type="button" value="ENTER"/>	6.0000	
7	7.	
<input type="button" value="+"/>	13.0000	$(6 + 7)$

Als nächstes ist  $(9 - 3)$  zu berechnen. Da jetzt wieder zwei Zahlen direkt hintereinander eingegeben werden müssen, muß mit der -Taste die erste Zahl (9) von der zweiten (3) getrennt werden. ( braucht nicht benutzt zu werden, um die Zahl 9 von dem zuvor berechneten Zwischenresultat 13, das sich bereits im Rechner befindet, zu trennen – die Ergebnisse von vorangegangenen Rechnungen werden automatisch gespeichert.) Zu lösen ist  $(9 - 3)$ :

Tastenfolge	Anzeige	
9	9.	
<input type="button" value="ENTER"/>	9.0000	
3	3.	
<input type="button" value="-"/>	6.0000	$(9 - 3)$

Um das Endergebnis zu erhalten, sind jetzt nur noch die beiden Zwischenergebnisse (13 und 6) miteinander zu multiplizieren:

Tastenfolge	Anzeige	
<input type="button" value="×"/>	78.0000	$(6 + 7) \times (9 - 3)$

Beachten Sie, daß der HP-10C die Zwischenresultate für Sie automatisch gespeichert und sie bei der letzten Operation nach dem Prinzip last-in/first-out verwendet hat. Jedes noch so kompliziert aussehende Problem kann immer auf eine Folge von Operationen mit ein oder zwei Variablen reduziert werden.

### Denken Sie daran:

- Bei jeder Operation, die die sequentielle Eingabe zweier Zahlen erfordert, wird die **ENTER**-Taste zur Trennung der ersten Zahl von der zweiten benötigt.
- Nach einer Berechnung neu eingetastete Ziffern werden automatisch als Teil einer neuen Zahl aufgefaßt.
- Zwischenresultate werden nach dem Prinzip last-in/first-out gespeichert.

Rechnen Sie jetzt die folgenden Beispiele durch. Gehen Sie dabei so vor, als wenn Sie mit Papier und Bleistift arbeiten würden. Ignorieren Sie die Zwischenresultate – sie werden von Ihrem HP-10C automatisch verarbeitet.

$$\begin{aligned}(16 \times 38) - (13 \times 11) &= 465.0000 \\ (27 + 63) \div (33 \times 9) &= 0.3030 \\ \sqrt{(16,38 \times 0,55)} \div ,05 &= 60.0300 \\ 4 \times (17 - 12) \div (10 - 5) &= 4.0000\end{aligned}$$

## Sonderanzeigen

### Statusanzeigen

Das Display (die Anzeige) des HP-10C enthält fünf Statusanzeigen, die Ihnen den Status des Rechners während bestimmter Operationen mitteilen. Die Statusanzeigen werden zusammen mit den zugehörigen Operationen in den jeweiligen Abschnitten dieses Handbuchs beschrieben.

**\* f RAD GRAD PRGM**  
**Statusanzeigen**

### Dezimal- und Gruppentrennzeichen

Durch das Dezimaltrennzeichen wird der ganzzahlige und der gebrochene Anteil einer Zahl unterschieden. Mit dem Gruppentrennzeichen können die Ziffern einer großen Zahl zu Gruppen zusammengefaßt werden. In manchen Ländern ist das Dezimaltrennzeichen der Dezimalpunkt und das Gruppentrennzeichen das Komma, während für andere Länder gerade die Umkeh-

ung gilt. Um die Dezimal-/Gruppentrennzeichenkonvention auf Ihrem HP-10C zu verändern, müssen Sie den Rechner ausschalten, die  $\square$ -Taste drücken, den Rechner wieder einschalten, und dann die  $\square$ -Taste wieder loslassen ( $\square$ /ON).

$\square$ /ON  $\begin{matrix} \rightarrow & 12,345,678.91 \\ \rightarrow & 12.345.678,91 \end{matrix}$

### Vertauschen von Dezimal- und Gruppentrennzeichen

Im folgenden wird innerhalb dieses Handbuchs die in Europa übliche Zahlendarstellung benutzt, d.h. das Komma als Dezimaltrennzeichen und der Punkt als Gruppentrennzeichen. Schalten Sie Ihren HP-10C entsprechend um.

### Fehlermeldungen

Wenn Sie versuchen, eine Berechnung mit einem unzulässigen Parameter durchzuführen – z.B. die Quadratwurzel einer negativen Zahl zu ziehen –, so erscheint eine Fehlermeldung im Display. Eine vollständige Auflistung aller Fehlermeldungen und ihrer Ursachen ist in Anhang B zu finden.

Tastenfolge	Anzeige
4 CHS $\sqrt{x}$ CLx	Fehler 0 -4.0000

Zum Löschen einer Fehlermeldung ist CLx (oder sonst eine beliebige Taste) zu drücken. Danach kann der normale Rechnerbetrieb fortgesetzt werden.

### Overflow und Underflow

**Overflow.** Wenn das Ergebnis einer Berechnung eine Zahl mit einer Wertigkeit größer als  $9,999999999 \times 10^{99}$  ist, werden alle Neunen und das korrekte Vorzeichen angezeigt. Tritt ein Overflow in einem ablaufenden Programm auf, so wird die Programmausführung unterbrochen und die Overflow-Anzeige erscheint.

(-)9.999999 99

**Overflow Display**

**Underflow.** Ist das Ergebnis einer Berechnung eine Zahl mit einer Wertigkeit kleiner als  $1,000000000 \times 10^{-99}$ , so wird diese Zahl durch Null ersetzt. Die Ausführung eines laufenden Programms wird durch einen Underflow nicht unterbrochen.

# Speicher

## Permanentspeicher

Durch den Permanentspeicher des HP-10C bleiben die folgenden Informationen selbst nach Abschalten der Anzeige erhalten:

- Sämtliche im Rechner gespeicherten numerischen Daten.
- Sämtliche im Rechner gespeicherten Programme.
- Momentanes Anzeigeformat.
- Momentaner trigonometrischer Mode (Altgrad, Bogenmaß oder Neugrad).

Nach dem Einschalten befindet sich der HP-10C immer im Run Mode (**PRGM**-Statusanzeige aus), selbst wenn beim Ausschalten der Rechner im Program Mode (**PRGM**-Statusanzeige an) war.

Der Permanentspeicher bleibt auch nach dem Entfernen der Batterien noch für einige Minuten erhalten. Danach geht zunächst der Rechnerstatus und erst anschließend der Daten- und Programmbestand verloren. Der Austausch der Batterien wird in Anhang C beschrieben.

## Löschen des Speichers

Der Permanentspeicher des HP-10C kann jederzeit wie folgt initialisiert (total gelöscht) werden:

1. Schalten Sie den HP-10C aus.
2. Drücken Sie die -Taste und halten Sie sie gedrückt.
3. Schalten Sie den HP-10C wieder ein.

→RAD



Löschen des  
Permanentspeichers

Beim Löschen des Permanentspeichers erscheint die rechts abgebildete Fehlermeldung. Durch Drücken von  (oder sonst einer Taste) wird die Meldung gelöscht.

**Pr Error**

**Bemerkung:** Der Permanentspeicher kann unkontrolliert gelöscht werden, wenn der Rechner zu Boden fällt oder auf andere Art und Weise beschädigt wird.

# Automatischer Speicherstack, LAST X und Datenspeicherung

## Automatischer Speicherstack und Stackmanipulation

Die automatische Speicherung und Rückgabe von Zwischenresultaten sind die Gründe für die einfache Durchführbarkeit auch komplexer Berechnungen auf Ihrem HP-10C. Diese leichte Bedienbarkeit wird durch den automatischen Speicherstack (zu deutsch Rechenregisterstapel) und die **ENTER**-Taste ermöglicht.

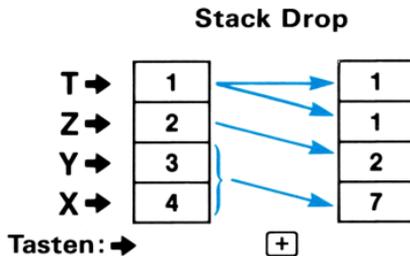
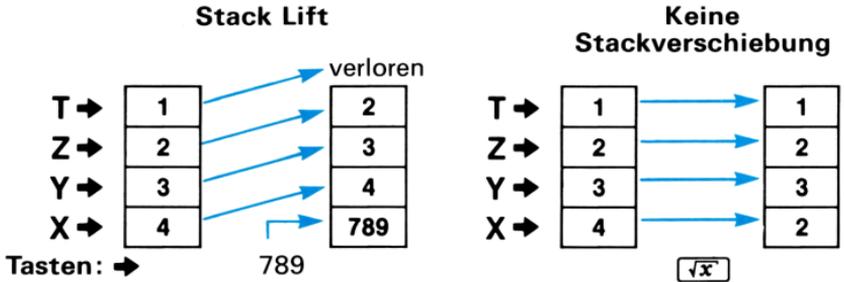
### Register des automatischen Speicherstacks

T →	0.0000
Z →	0.0000
Y →	0.0000
X →	0.0000

Wird immer angezeigt.

Solange sich der HP-10C im Run Mode (**PRGM**-Statusanzeige aus) befindet, wird im Display immer der Inhalt des X-Registers angezeigt.

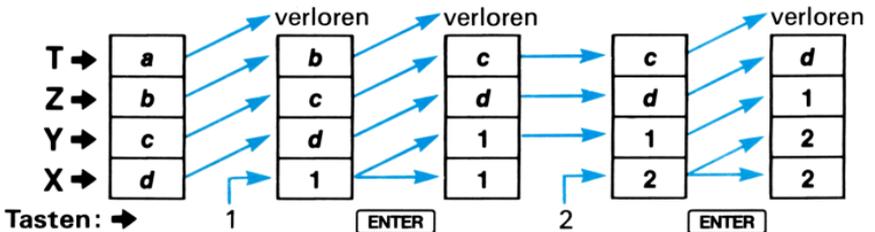
Jede Zahl, die neu eingetastet wird oder das Ergebnis der Ausführung einer numerischen Funktion ist, wird im angezeigten X-Register abgelegt. Durch die Ausführung einer Funktion oder die Eingabe einer Zahl werden die sich im Stack befindlichen Zahlen je nach Typ der Operation entweder nach oben (Stack Lift) oder nach unten (Stack Drop) verschoben, oder verbleiben in den ursprünglichen Registern. Die Zahlen im Stack sind auf der Basis last-in/first-out verfügbar. Sei beispielsweise der Stack mit den auf der jeweiligen linken Seite, der drei unten gezeigten Abbildungen, stehenden Zahlen geladen. Nun bewirkt das Auslösen der angedeuteten Tasten eine Stackverschiebung, wie sie auf der rechten Seite der jeweiligen Abbildung zu sehen ist.

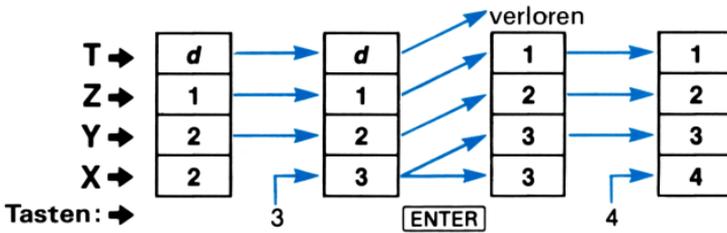


Es ist zu beachten, daß der Inhalt des T-Registers bei einem Stack Drop erhalten bleibt. Dadurch ist es möglich, diese Zahl als arithmetische Konstante zu verwenden.

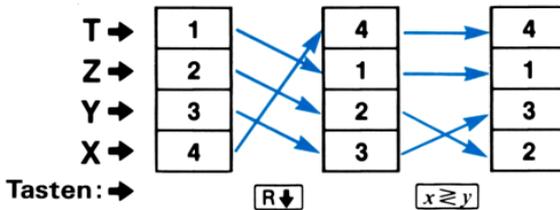
## Funktionen zur Stackmanipulation

**ENTER**. Die **ENTER**-Taste dient zur Trennung von zwei nacheinander eingegebenen Zahlen. Beim Drücken von **ENTER** verschiebt der Rechner den Stackinhalt nach oben, in dem die Zahl in der Anzeige (X-Register) in das Y-Register übertragen wird. Zur Illustration dieser Operation soll der Stack beispielsweise mit den Zahlen 1, 2, 3 und 4 geladen werden. Dabei wird der alte Stackinhalt durch die Werte *a*, *b*, *c* und *d* dargestellt.

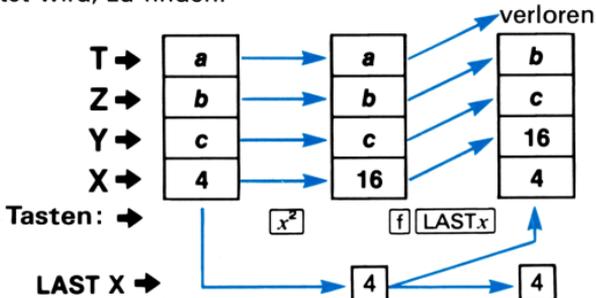




**R↓** (*roll down*) und **x↔y** (*X exchange Y*). Durch Drücken von **R↓** wird der Inhalt der Stackregister zyklisch um ein Register nach unten vertauscht (der Wert des X-Registers wird in das T-Register übertragen). Sämtliche Werte bleiben erhalten. Die Funktion **x↔y** vertauscht die Inhalte des X- und des Y-Registers. Wenn der Stack beispielsweise mit den Zahlen 1, 2, 3 und 4 geladen wäre, so würden **R↓** und **x↔y** die folgenden Verschiebungen bewirken:



**LAST X** (*last X*). Bei der Ausführung einer numerischen Funktion wird der Wert, der das angezeigte X-Register vor der Funktionsausführung belegt hat, in das LAST X-Register gerettet. Durch Drücken von **f** **LAST X** wird der aktuelle Inhalt des LAST X-Registers wieder in das X-Register zurückübertragen. In Anhang A, «Stack Lift und LAST X», ist eine Aufstellung aller Funktionen, vor deren Ausführung der Inhalt des X-Registers in das LAST X-Register gerettet wird, zu finden.

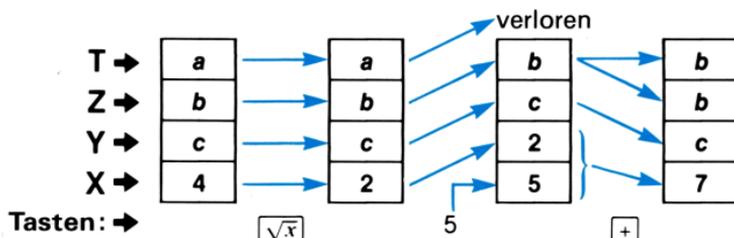


## Rechnerfunktionen und Stack

Wenn Sie zwei Zahlen nacheinander eingeben wollen, müssen Sie zur Trennung der beiden Zahlen die **ENTER**-Taste drücken. Benötigen Sie jedoch nur die Eingabe einer Zahl, weil sich die zweite Zahl bereits im angezeigten X-Register als Ergebnis einer vorangegangenen Berechnung oder einer sonstigen Funktionsausführung (wie etwa  $x \geq y$ ,  $R \uparrow$  usw.) befindet, so brauchen Sie **ENTER** nicht zu betätigen.

Woran liegt dies? Die Ausführung der meisten HP-10C Funktionen hat zwei Auswirkungen:

1. Die spezifizierte Funktion wird ausgeführt.
2. Der automatische Speicherstack wird freigegeben (*enabled*), d.h. bei Eingabe einer neuen Zahl oder bei Rückruf einer bereits gespeicherten Zahl verschiebt sich der Stackinhalt automatisch nach oben.



Bei vier Funktionen – **ENTER**, **CLx**,  $\Sigma+$  und  $\Sigma-$  – wird der Stack gesperrt (*disabled*). In diesen Fällen wird der Stack bei Neueingabe oder Rückruf der *nächsten* Zahl *nicht* nach oben verschoben. Nach Ausführung einer der genannten Funktionen wird die momentan angezeigte durch die nächste Zahl überschrieben. (Obwohl die Ausführung von **ENTER** einen direkten Stack Lift bewirkt, wird bei Eingabe oder Rückruf der *nächsten* Zahl *keine* Stackverschiebung ausgelöst. Die auf Seite 23 illustrierte Arbeitsweise von **ENTER** zeigt, wie durch **ENTER** der Stack in diesem Fall gesperrt wird.) In den meisten Fällen sind die hier genannten Aspekte so natürlich in den Rechenprozeß eingegliedert, daß sie Ihnen überhaupt nicht auffallen werden.\*

## Funktionen von zwei Variablen

Ein wichtiger Aspekt bei der Verwendung von Funktionen zweier Variablen ist die Positionierung der Zahlen im Stack. Bei der Ausführung einer arithmetischen Funktion sollten die Argumente der Funktion im Stack so positioniert sein, wie man sie auch auf dem Papier anordnen würde.

\* Eine weitergehende Stackdiskussion ist in Anhang A zu finden.



und danach von innen nach außen wie mit Papier und Bleistift fortgesetzt werden. Dies sei an Hand des folgenden Beispiels erläutert:

$$3 \times (4 + 5 \times (6 + 7))$$

Tastenfolge	Anzeige	Erklärung
6 <input type="button" value="ENTER"/> 7 <input type="button" value="+"/>	<b>13,0000</b>	Zwischenresultat (6 + 7)
5 <input type="button" value="x"/>	<b>65,0000</b>	Zwischenresultat 5 × (6 + 7)
4 <input type="button" value="+"/>	<b>69,0000</b>	Zwischenresultat (4 + 5 × (6 + 7))
3 <input type="button" value="x"/>	<b>207,0000</b>	Endresultat 3 × (4 + 5 × (6 + 7))

Wie Sie sehen, wird zu jedem Zeitpunkt der Rechnung nur eine einzige Operation abgearbeitet. Bei jeder der arithmetischen Operationen wird der Stackinhalt automatisch nach unten verschoben und nach Abschluß der Berechnung und erneuter Dateneingabe wieder nach oben geschoben. Das folgende Beispiel soll dies illustrieren.

**Beispiel:** An Stelle der bisher benutzten Pfeildiagramme soll nun eine Tabelle verwendet werden, um die Stackoperationen bei der Lösung des Ausdrucks

$$((3 + 4) \times (6 - 4)) \div 2$$

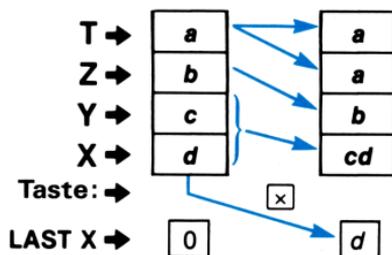
zu verfolgen.

	1	2	3	4	5	6
<b>T</b> →	a	b	b	b	b	c
<b>Z</b> →	b	c	c	b	c	7
<b>Y</b> →	c	3	3	c	7	6
<b>X</b> →	3	3	4	7	6	6
<b>Tasten:</b> →	3	<input type="button" value="ENTER"/>	4	<input type="button" value="+"/>	6	<input type="button" value="ENTER"/>

	7	8	9	10	11
<b>T</b> →	c	c	c	c	c
<b>Z</b> →	7	c	c	c	c
<b>Y</b> →	6	7	c	14	c
<b>X</b> →	4	2	14	2	7
<b>Tasten:</b> →	4	<input type="button" value="-"/>	<input type="button" value="x"/>	2	<input type="button" value="÷"/>

## LAST X

Das LAST X-Register des HP-10C ist ein separates Datenspeicherregister, das zum Retten der Zahl, die sich vor der letzten Ausführung einer numerischen Funktion im Display befunden hat, dient.\* Diese Funktion ermöglicht eine Konstantenarithmetik (Wiederverwendung einer Zahl ohne Neueingabe) und kann zusätzlich zur Fehlersuche dienen.



**Beispiel:** Zwei einzelne Zahlen, wie etwa 45,575 Meter und 331 Meter, sind mit  $\pi$  (der Kreiskonstanten) zu multiplizieren.

	1	2	3	4
T →	a	b	b	b
Z →	b	c	c	b
Y →	c	45.5750	45.5750	c
X →	45.575	45.5750	3.1416	143.1781
Tasten: →	45.575	ENTER	f π	x
LAST X →				3.1416

	5	6	7
T →	b	c	c
Z →	c	143.1781	c
Y →	143.1781	25.3310	143.1781
X →	25.331	3.1416	79.5797
Tasten: →	25.331	f LAST <sub>x</sub>	x
LAST X →	3.1416	3.1416	3.1416

\* Ausnahmen sind die statistischen Funktionen  $\bar{x}$ ,  $s$  und  $LR$ . Diese Funktionen ignorieren den Inhalt des X-Registers und berechnen das jeweilige Resultat aus den Daten in den Statistikregistern ( $R_0$  bis  $R_9$ ).

**LAST X** ermöglicht des weiteren eine einfache Korrektur fehlerhafter Eingaben (Auslösen der falschen Funktionstaste, Eingabe falscher Zahlenwerte usw.). Dividieren Sie zum Beispiel 287 durch 13,9, nachdem Sie zuvor versehentlich durch 12,9 geteilt haben.

<b>Tastenfolge</b>	<b>Anzeige</b>
287 <b>ENTER</b>	<b>287,0000</b>
12.9 <b>÷</b>	<b>22,2481</b>
<b>f</b> <b>LAST X</b>	<b>12,9000</b>
<b>x</b>	<b>287,0000</b>
13.9 <b>÷</b>	<b>20,6475</b>

Der falsche Divisor!!!

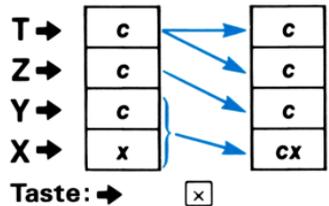
Rückruf des letzten Werts des X-Registers (der falsche Divisor) vor der Ausführung von **÷** aus dem LAST X-Register.

Ausführung der inversen Funktion zu der Funktion, mit der das falsche Resultat erzeugt wurde.

Das korrekte Ergebnis.

## Konstantenarithmetik

Zur Durchführung von arithmetischen Operationen mit einer Konstanten kann, wie oben beschrieben, das LAST X-Register herangezogen werden. Eine andere Vorgehensweise besteht darin, den Stack mit der gewünschten Konstanten zu laden. Dabei hängt das jeweilige Verfahren von dem Typ der durchzuführenden Berechnung ab (siehe die Beispiele des letzten und dieses Unterabschnitts).



Da bei einem Stack Drop der Wert des T-Registers erhalten bleibt, kann diese Zahl als Konstante in arithmetischen Operationen benutzt werden.

Zum Einfügen einer Konstanten in eine Berechnung ist der Stack mit diesem Wert zu laden, d.h. die Konstante muß in das X-Register eingegeben und durch dreimaliges Drücken von **ENTER** in die übrigen Register übertragen werden. Die Konstante kann jetzt benutzt werden, in dem Sie das eigentliche Argument eingeben und die gewünschte arithmetische Operation ausführen. Bei jedem Stack Drop steht Ihnen dann eine Kopie der Konstanten für die nächste Berechnung zur Verfügung. Gleichzeitig wird die Konstante jedesmal im T-Register reproduziert.

### 30 Automatischer Speicherstack, LAST X und Datenspeicherung

**Beispiel:** Ein Bakteriologe testet eine Kultur von Mikroorganismen, deren Population im Durchschnitt jeden Tag um 15% wächst (d.h. der Wachstumsfaktor beträgt 1,15). Wie groß ist die Bakterienpopulation am Ende eines jeden von fünf aufeinanderfolgenden Tagen, wenn die Kultur mit 1000 angesetzt wird?



**Verfahren:** Laden Sie unter Benutzung von **ENTER** den konstanten Wachstumsfaktor in das Y-, Z- und T-Register und die ursprüngliche Population (1000) in das Display (X-Register). Danach erhalten Sie durch jedes Auslösen von **x** die neue Tagespopulation. Im Anzeigeformat **FIX** 2 (das durch Drücken von **f** **FIX** 2 gewählt werden kann) hätte der Stack das folgende Aussehen:

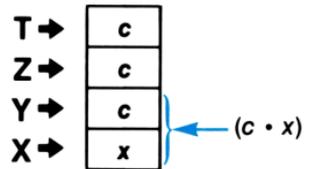
	1	2	3	4
<b>T</b> →	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
<b>Z</b> →	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	1.15
<b>Y</b> →	<b>c</b>	<b>d</b>	1.15	1.15
<b>X</b> →	<b>d</b>	1.15	1.15	1.15
<b>Tasten:</b> →		1.15	<b>ENTER</b>	<b>ENTER</b>

	5	6	7	8
<b>T</b> →	1.15	1.15	1.15	1.15
<b>Z</b> →	1.15	1.15	1.15	1.15
<b>Y</b> →	1.15	1.15	1.15	1.15
<b>X</b> →	1.15	1,000.	1,150.00	1,322.50
<b>Tasten:</b> →	<b>ENTER</b>	1000	<b>x</b>	<b>x</b>

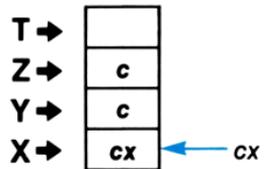
	9	10	11
<b>T</b> →	1.15	1.15	1.15
<b>Z</b> →	1.15	1.15	1.15
<b>Y</b> →	1.15	1.15	1.15
<b>X</b> →	1,520.88	1,749.01	2,011.36
<b>Tasten:</b> →	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

Beim ersten Auslösen von  $\boxed{x}$  wird  $1,15 \times 1000$  berechnet. Das Ergebnis (1150,0000) wird im X-Register angezeigt, der Stack wird nach unten verschoben, und die Konstante im T-Register wird reproduziert; d.h. jedes Drücken von  $\boxed{x}$  beinhaltet:

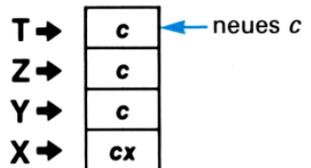
1. Den Beginn einer neuen Berechnung, bei der die Inhalte des X- und Y-Registers benutzt werden.



2. Das Ergebnis der Berechnung wird im X-Register abgelegt, der verbleibende Stackinhalt nach unten verschoben.



3. In T wird wieder eine neue Kopie der zuletzt in diesem Register gespeicherten Zahl (d.h. hier unsere Konstante) generiert.



Da bei jedem Stack Drop der im T-Register gespeicherte Wachstumsfaktor reproduziert wird, braucht dieser Wert während der ganzen Rechnung nicht wieder eingegeben zu werden.

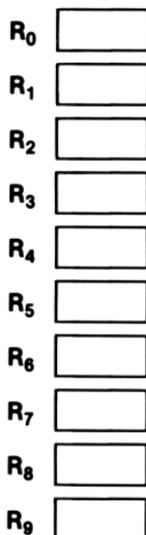
## Speicherregister-Operationen

Das Speichern und der Rückruf von Daten sind Operationen, die die Anzeige (X-Register) und die 10 Datenspeicherregister des HP-10C betreffen. Die Datenspeicherregister bilden einen von den Stackregistern und dem LAST X-Register völlig getrennten Bereich.

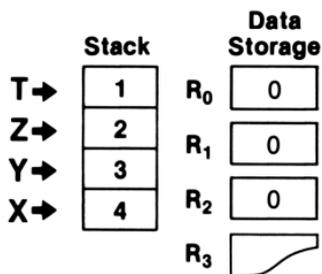
### Speichern von Zahlen

**STO** (*store*). Wenn hinter diesem Befehl eine Registeradresse (0 bis 9) folgt, so wird der Inhalt der Anzeige (X-Register) in das durch die spezifizierte Zahl adressierte Datenspeicherregister übertragen.

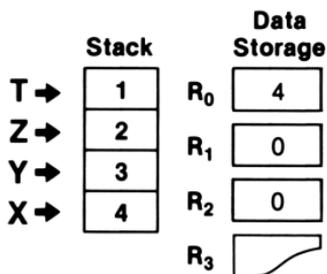
Daten-  
speicherregister



Eine Stack- und Datenspeicher-Konstellation der Form . . .



. . . würde durch Drücken von **STO** 0 wie folgt verändert:

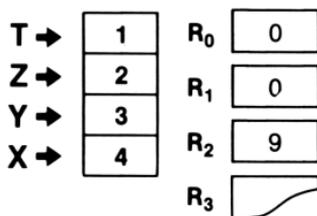


Der alte Inhalt des Speicherregisters bleibt solange erhalten, bis das jeweilige Speicherregister mit einem neuen Wert belegt oder gelöscht wird. Bei einem Löschen des Permanentenspeichers gehen die Inhalte sämtlicher Speicherregister verloren.

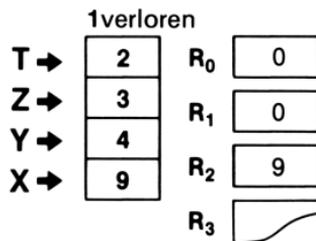
## Rückruf von Zahlen

**[RCL]** (*recall*). Wenn hinter diesem Befehl eine Speicherregisteradresse (0 bis 9) folgt, so wird der Inhalt des spezifizierten Datenspeicherregisters in das Display (X-Register) übertragen. Solange der Stack nicht gesperrt ist, wird durch eine **[RCL]**-Operation der Stackinhalt nach oben verschoben.

Bei einer Stack- und Datenspeicher-Konstellation der Form . . .



. . . bewirkt der Befehl **[RCL] 2:**



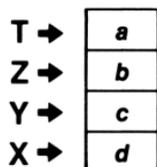
## Löschen von Datenspeicherregistern

Durch den Befehl **[f] CLEAR [REG]** (*clear registers*) werden die Inhalte sämtlicher Datenspeicherregister, der Stackregister und des LAST X-Registers durch Null ersetzt. Zum Löschen eines einzelnen Datenspeicherregisters ist das betreffende Register mit dem Wert «Null» zu laden.

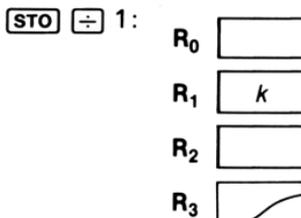
## Speicherregisterarithmetik

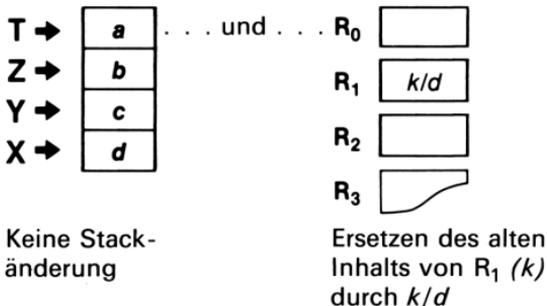
**[STO]** (**[+]**, **[-]**, **[X]**, **[÷]**) *n* (*storage register arithmetic*). Bei Befehlssequenzen dieser Form werden die Inhalte des Displays (X-Registers) und des durch *n* spezifizierten Datenspeicherregisters als Argumente für die gewünschte arithmetische Operation benutzt. Diese Befehlssequenzen haben die allgemeine Form: **[STO]** gefolgt von einer arithmetischen Funktionstaste, wiederum gefolgt von einer Speicherregisteradresse (0 bis 9). Das Ergebnis einer Operation der Speicherregisterarithmetik wird in dem spezifizierten Datenspeicherregister abgelegt.

Bei einer Stack- und Datenspeicher-Konstellation der Form . . .



. . . bewirkt die Befehlsfolge





## Übungen zur Speicherregisterarithmetik

### Tastenfolge

### Anzeige

**f** **FIX** 4

18 **STO** 0  
3 **STO** **÷** 0

**RCL** 0  
4 **STO** **x** 0

**RCL** 0  
**STO** **+** 0

**RCL** 0  
40 **STO** **-** 0

**RCL** 0

**18,0000**  
**3,0000**

**6,0000**  
**4,0000**

**24,0000**  
**24,0000**

**48,0000**  
**40,0000**

**8,0000**

Die Anzeige zeigt das Ergebnis einer früheren Rechnung.

Speichern der Zahl 18 in R<sub>0</sub>.

Division der Zahl in R<sub>0</sub> (18) durch 3.

Rückruf des Ergebnisses aus R<sub>0</sub>.

Multiplikation der Zahl in R<sub>0</sub> (6) mit 4.

Rückruf des Ergebnisses aus R<sub>0</sub>.

Addition des Displayinhalts (24) zum Inhalt von R<sub>0</sub>.

Rückruf des Ergebnisses aus R<sub>0</sub>.

Subtraktion von 40 vom Inhalt von R<sub>0</sub>.

Rückruf des Ergebnisses aus R<sub>0</sub>.

## Aufgaben

1. Berechnen Sie den Wert von x in der folgenden Gleichung:

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

Lösung: 20,9104

Einer der möglichen Lösungswege ist

4 **ENTER** 5,2 **=**  
 8,33 **x** **f** **LAST x** 7,46  
**=** ,32 **x** **=**  
 3,15 **ENTER** 2,75 **=**  
 4,3 **x** 1,71 **ENTER**  
 2,01 **x** **=** **=**

2. Benutzen Sie die Konstantenarithmetik zur Ermittlung des Restrückzahlungsbetrags eines Darlehens in Höhe von 1000 DM, für das bereits 6 Rückzahlungsraten in Höhe von jeweils 100 DM geleistet worden sind. Der Zinssatz pro Zahlungsperiode beträgt 1%.

Verfahren: Laden Sie den Stack mit  $(1 + i)$  (wo  $i$  der Zinssatz) und geben Sie danach den Darlehensbetrag ein. Benutzen Sie die folgende Formel zur Berechnung des Restrückzahlungsbetrags nach jeder Rate.

Neuer Rückzahlungsbetrag =  
 $((\text{Alter Rückzahlungsbetrag}) \times (1 + i)) - \text{Rückzahlungsrate}$

Die daraus resultierende Tastenfolge würde mit

1,01 **ENTER** **ENTER** **ENTER** 1000

beginnen, und wäre nach jeder Zahlung mit

**x** 100 **=**

fortzusetzen. Nach 6 Raten sollten Sie als Ergebnis einen Restrückzahlungsbetrag von 446,32 DM erhalten.

3. Speichern Sie in Register  $R_5$  den Wert 100 und führen Sie die folgenden Operationen aus:
1. Dividieren Sie den Inhalt von  $R_5$  durch 25.
  2. Subtrahieren Sie die Zahl 2 vom Inhalt von  $R_5$ .
  3. Multiplizieren Sie den Inhalt von  $R_5$  mit 0,75.
  4. Addieren Sie 1,75 zum Inhalt von  $R_5$ .
  5. Übertragen Sie den Inhalt von  $R_5$  in die Anzeige.

Lösung: 3,2500

## Numerische Funktionen

Die numerischen Funktionen Ihres HP-10C ermöglichen eine ganze Reihe von Operationen, die von der einfachen Zahlenmanipulation bis hin zu mathematischen und statistischen Anwendungen reichen. Die Verwendung einer Funktion innerhalb eines Programms oder über das Tastenfeld ist in beiden Fällen gleich.

### Pi

Durch Drücken der Tasten  $\boxed{f}$   $\boxed{\pi}$  werden die ersten 10 Stellen der Kreisconstanten  $\pi$  (3,141592654) im Display (X-Register) abgelegt. Bei nicht gesperrtem Stack wird durch  $\boxed{f}$   $\boxed{\pi}$  der Stackinhalt nach oben verschoben.

### Funktionen zur Zahlenmanipulation

Zusätzlich zu  $\boxed{CHS}$  (*change sign*) enthält der HP-10C zwei weitere Funktionen zur Zahlenmanipulation:  $\boxed{INT}$  und  $\boxed{FRAC}$ .

**Ganzzahliger Anteil.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{INT}$  wird die Zahl im Display (X-Register) durch ihren ganzzahligen Anteil ersetzt, d.h. alle Ziffern rechts des Dezimalzeichens werden auf Null gesetzt.

**Dezimaler Anteil.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{FRAC}$  wird die Zahl im Display (X-Register) durch ihren dezimalen (gebrochenen) Anteil ersetzt, d.h. alle Ziffern links des Dezimalzeichens werden auf Null gesetzt.

Gesucht	Tastenfolge	Anzeige
Ganzzahliger Anteil	123,4567 $\boxed{f}$ $\boxed{INT}$	123,4567 123,0000
Dezimaler Anteil	123,4567 $\boxed{f}$ $\boxed{FRAC}$	123,4567 0,4567

### Funktionen einer Variablen

Die Funktionen einer Variablen des HP-10C lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Die Zahl in der Anzeige (X-Register) wird als Argument für die Funktion benutzt.
- Die Zahl in der Anzeige (X-Register) wird durch das Ergebnis der Funktionsausführung ersetzt.
- Die Inhalte des Y-, Z- und T-Registers bleiben unberührt.

## Allgemeine Funktionen

**Reziprokwert.** Durch Drücken von  $\boxed{1/x}$  wird der Reziprokwert der Zahl in der Anzeige (X-Register) berechnet, d.h. die Zahl 1 wird durch den Inhalt des X-Registers dividiert.

**Fakultät.** Wenn die Anzeige (X-Register) mit einem ganzzahligen Wert  $n$  kleiner oder gleich 69 geladen ist, wird durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{n!}$  die Fakultät von  $n$ , d.h. das Produkt der Zahlen von 1 bis  $n$ , berechnet. Es gilt:  $0! = 1$ .

**Quadratwurzel.** Durch Drücken von  $\boxed{\sqrt{x}}$  wird die Quadratwurzel der Zahl in der Anzeige (X-Register) berechnet.

**Quadrat.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{x^2}$  wird das Quadrat der Zahl in der Anzeige (X-Register) berechnet.

Gesucht	Tastensequenz	Anzeige
Reziprokwert	25 $\boxed{1/x}$	25, 0,0400
Fakultät	8 $\boxed{f}$ $\boxed{n!}$	8, 40.320,0000
Quadratwurzel	3,9 $\boxed{\sqrt{x}}$	3,9 1,9748
Quadrat	12,3 $\boxed{f}$ $\boxed{x^2}$	12,3 151,2900

## Trigonometrische Operationen

Sie haben die Möglichkeit, den trigonometrischen Mode zu wählen, in dem die sechs trigonometrischen Basisfunktionen arbeiten sollen.

**Trigonometrische Modi.** Durch die Auswahl eines bestimmten trigonometrischen Modus werden bereits im Rechner befindliche Zahlen nicht in diesen Mode konvertiert. Die Spezifikation eines trigonometrischen Modus beinhaltet lediglich, daß dem Rechner mitgeteilt wird, welche Maßeinheit (Altgrad, Bogenmaß oder Neugrad) für die Argumente einer trigonometrischen Funktion unterstellt werden soll.

**DEG-Mode.** Durch Drücken von  $\boxed{f} \boxed{DEG}$  wird der trigonometrische Mode «dezimale Altgrad» gewählt. Dieser Mode wird nicht durch eine Statusanzeige im Display gekennzeichnet. Die Grad-Eingabe erfolgt in dezimaler Form, nicht in der Form Minuten–Sekunden.

**RAD-Mode.** Durch Drücken von  $\boxed{f} \boxed{RAD}$  wird der trigonometrische Mode «Radiant» (Bogenmaß) gewählt. Solange der RAD-Mode gewählt ist, erscheint im Display die RAD-Statusanzeige.

0.0000  
RAD

**GRAD-Mode.** Durch Drücken von  $\boxed{f} \boxed{GRD}$  wird der trigonometrische Mode «Neugrad» (360 Altgrad entsprechen 400 Neugrad) gewählt. Im Display erscheint die GRAD-Statusanzeige.

0.0000  
GRAD

Der Rechner befindet sich immer in einem der drei trigonometrischen Modi. Durch den Permanentspeicher bleibt der zuletzt gewählte Mode auch nach einem Abschalten des Rechners erhalten. Wird der Permanentspeicher gelöscht, so befindet sich der Rechner automatisch im DEG-Mode.

### Trigonometrische Funktionen

Tastenfolge	Funktion
$x \boxed{SIN}$	Sinus $x$
$x \boxed{f} \boxed{SIN^{-1}}$	Arcussinus $x$
$x \boxed{COS}$	Cosinus $x$
$x \boxed{f} \boxed{COS^{-1}}$	Arcuscosinus $x$
$x \boxed{TAN}$	Tangens $x$
$x \boxed{f} \boxed{TAN^{-1}}$	Arcustangens $x$

Bei der Verwendung von trigonometrischen Funktionen ist darauf zu achten, daß der Rechner vor Ausführung der Funktion auf den gewünschten trigonometrischen Mode (DEG, RAD oder GRAD) eingestellt ist.

## Zeit- und Winkelkonvertierungen

Zahlen, die eine Uhrzeit oder einen Winkel darstellen, werden vom HP-10C in Abhängigkeit von der ausgeführten Konvertierung in einem Dezimal- oder in einem Minuten/Sekunden-Format interpretiert.

Stunden, Dezimalstunden (H, h) oder	↔	Stunden, Minuten Sekunden Dezimalsekunden (H, MMSSs) oder
Grad, Dezimalgrad (D, d)	↔	Grad, Minuten Sekunden Dezimalsekunden (D, MMSSs)

**Konvertierung in Stunden (oder Grad)/Minuten/Sekunden.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\rightarrow H.MS}$  wird die Zahl in der Anzeige (X-Register) von einem Dezimalstunden- (oder Dezimalgrad-)Format in ein Stunden (oder Grad)/Minuten/Sekunden/Dezimalsekunden-Format konvertiert.

Drücken Sie beispielsweise  $\boxed{f}$   $\boxed{\rightarrow H.MS}$  zur Konvertierung von



Mit  $\boxed{f}$   $\boxed{PREFIX}$  können jetzt sämtliche Stellen der Dezimalsekunden angezeigt werden:



**Konvertierung in Dezimalstunden (oder Dezimalgrad).** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\rightarrow H}$  wird die Zahl in der Anzeige (X-Register) von einem Stunden (oder Grad)/Minuten/Sekunden/Dezimalsekunden-Format in ein Dezimalstunden- (oder Dezimalgrad-)Format konvertiert.

## Altgrad/Bogenmaß-Konvertierung

Die Funktionen  $\boxed{\rightarrow\text{DEG}}$  und  $\boxed{\rightarrow\text{RAD}}$  dienen zur Konvertierung von Winkeln aus dezimalen Altgrad in Bogenmaß (Radiant) (D,d $\rightarrow$ R,r) bzw. umgekehrt (R,r $\rightarrow$ D,d).

Zu konvertieren	Tastenfolge	Anzeige
Dezimalgrad in Radiant	40,5	<b>40,5</b>
Radiant in Dezimalgrad	$\boxed{f}$ $\boxed{\rightarrow\text{RAD}}$ $\boxed{f}$ $\boxed{\rightarrow\text{DEG}}$	<b>0,7069</b> <b>40,5000</b>

## Logarithmische Funktionen

**Natürlicher Logarithmus.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\text{LN}}$  wird der natürliche Logarithmus der Zahl in der Anzeige (X-Register) berechnet, d.h. der Logarithmus zur Basis  $e$  (2,718281828) des Werts im X-Register.

**Natürliche Exponentialfunktion.** Durch Drücken von  $\boxed{e^x}$  wird der Wert der  $e$ -Funktion mit der Zahl in der Anzeige (X-Register) als Argument gebildet, d.h. es wird  $e$  (2,718281828) hoch dem Inhalt des X-Registers berechnet.

**Dekadischer Logarithmus.** Durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\text{LOG}}$  wird der dekadische Logarithmus der Zahl in der Anzeige (X-Register) berechnet, d.h. der Logarithmus zur Basis 10 des Werts im X-Register.

**Dekadische Exponentialfunktion.** Durch Drücken von  $\boxed{10^x}$  wird der Wert der dekadischen Exponentialfunktion mit dem Inhalt der Anzeige (X-Register) als Argument berechnet, d.h. die Zahl 10 wird mit dem Wert im X-Register potenziert.

Gesucht	Tastenfolge	Anzeige
Natürlicher Logarithmus	45 $\boxed{f}$ $\boxed{\text{LN}}$	<b>45,</b> <b>3,8067</b>
Natürliche Exponentialfunktion	3,4012 $\boxed{e^x}$	<b>3,4012</b> <b>30,0001</b>
Dekadischer Logarithmus	12,4578 $\boxed{f}$ $\boxed{\text{LOG}}$	<b>12,4578</b> <b>1,0954</b>
Dekadische Exponentialfunktion	3,1354 $\boxed{10^x}$	<b>3,1354</b> <b>1.365,8405</b>

## Funktionen von zwei Variablen

Die mathematischen Funktionen zweier Variabler des HP-10C benutzen zur Berechnung des Funktionswerts die Inhalte der Anzeige (X-Register) und des Y-Registers. Vor der Verwendung dieser Funktionen ist zunächst der Wert für das Y-Register einzugeben, dann **ENTER** zu drücken (um diese Zahl in das Y-Register zu laden), und anschließend ist der Wert für das X-Register einzugeben. Danach kann die gewünschte Funktion ausgeführt werden.

### Prozentrechnung

**Prozentualer Anteil.** Zur Berechnung des prozentualen Anteils einer Zahl nach Vorgabe des Prozentsatzes ist wie folgt vorzugehen:

1. Geben Sie die Basiszahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER**.
3. Geben Sie den Prozentsatz ein.
4. Drücken Sie **%**.
- (5. Durch Drücken von **+** wird der ermittelte prozentuale Anteil zur Basiszahl addiert.)

Berechnen Sie beispielsweise die Mehrwertsteuer (13%) und den Verkaufspreis für eine Vase mit einem Nettowert von 15 DM.

Tastenfolge	Anzeige	
15 <b>ENTER</b>	15,0000	Eingabe der Basiszahl (des Nettopreises).
13 <b>%</b>	1,9500	Berechnung von 13% von 15 DM (1,95 DM).
<b>+</b>	16,9500	Verkaufspreis (16,95 DM).

### Die Potenzfunktion

Durch Drücken von **y<sup>x</sup>** wird eine vorgegebene Zahl  $y$  mit einer gleichfalls vorzugebenden Zahl  $x$  potenziert. Der  $y$ -Wert ist vor dem  $x$ -Wert einzugeben:

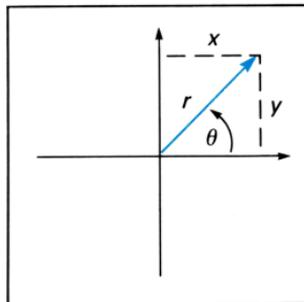
1. Geben Sie die auf der Taste mit  $y$  bezeichnete Basiszahl ein.
2. Drücken Sie **ENTER**, um die zweite Zahl (den Exponenten) von der ersten Zahl (der Basis) zu trennen.
3. Geben Sie den auf der Taste mit  $x$  bezeichneten Exponenten ein.
4. Drücken Sie **y<sup>x</sup>**, um die Potenz zu berechnen.

Gesucht	Tastenfolge	Anzeige
$2^{1,4}$	2 <b>ENTER</b> 1,4 <b>y<sup>x</sup></b>	2,6390
$2^{-1,4}$	2 <b>ENTER</b> 1,4 <b>CHS</b>	0,3789
$(-2)^3$	2 <b>CHS</b> <b>ENTER</b> 3 <b>y<sup>x</sup></b>	-8,0000
$3\sqrt{2}$ oder $2^{1/3}$	2 <b>ENTER</b> 3 <b>1/x</b> <b>y<sup>x</sup></b>	1,2599

## Transformation von Polar- und Rechteckskordinaten

Die beiden Funktionen **↔P** und **↔R** dienen zur Umwandlung von Polar- in Rechteckskordinaten und umgekehrt.

Der Winkel  $\theta$  kann in Abhängigkeit von dem jeweiligen trigonometrischen Mode (DEG, RAD oder GRAD) in *dezimalen* Altgrad, Radiant oder Neugrad angegeben werden.  $\theta$  ist wie in der Abbildung oben definiert. Das Ergebnis einer Umwandlung (in Polarkordinaten) liegt für  $\theta$  zwischen  $180^\circ$  und  $-180^\circ$ .



Der y-Wert muß *vor* dem x-Wert eingegeben werden.

**Transformation in Polarkordinaten.** Durch Drücken von **f** **↔P** (*polar*) werden die im X- und Y-Register gespeicherten Rechteckskordinaten  $(x,y)$  in Polarkordinaten (Betrag  $r$ , Winkel  $\theta$ ) umgewandelt. Im Display wird zunächst  $r$  angezeigt; zur Anzeige des Winkels  $\theta$  ist **x↔y** (*x exchange y*) zu drücken. (Eine Beschreibung der Stackregister ist in Abschnitt 2 zu finden.)

**Transformation in Rechteckskordinaten.** Durch Drücken von **f** **↔R** (*rectangular*) werden die im X- und Y-Register gespeicherten Polarkordinaten  $(r,\theta)$  in die Rechteckskordinaten  $(x,y)$  umgewandelt. Im Display wird zunächst  $x$  angezeigt; zur Anzeige von  $y$  ist **x↔y** (*x exchange y*) zu drücken.

Zu konvertieren	Tastensequenz	Anzeige
Rechteckskordinaten in Polarkordinaten		
$y$	5 <b>ENTER</b>	5,0000
$x$	10	10,
$r$	<b>f</b> <b>→P</b>	11,1803
$\theta$	<b>x<math>\rceil</math>y</b>	26,5651
Polarkordinaten in Rechteckskordinaten		
$\theta$	30 <b>ENTER</b>	30,0000
$r$	12	12,
$x$	<b>f</b> <b>→R</b>	10,3923
$y$	<b>x<math>\rceil</math>y</b>	6,0000

## Statistische Funktionen

### Summationen

Der HP-10C ermöglicht statistische Berechnungen mit einer oder zwei Variablen. Die Daten werden mittels der **( $\Sigma+$ )**-Taste in den Rechner eingegeben, wobei automatisch verschiedene statistische Summen aus diesen Daten berechnet und in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  gespeichert werden. (Diese Register werden daher auch als *Statistikregister* bezeichnet.)

Die Statistikregister sollten mit **(f)** CLEAR **(REG)** vor jeder neuen Summenbildung gelöscht werden.\*

Bei statistischen Berechnungen mit nur einer Variablen ist zur Eingabe jedes Datenelements (im folgenden als  $x$ -Wert bezeichnet) der Wert in die Anzeige einzutasten und anschließend **( $\Sigma+$ )** zu drücken.

Bei statistischen Berechnungen mit zwei Variablen ist jedes Datenpaar (im folgenden als  $x$ - und  $y$ -Wert bezeichnet) wie folgt einzugeben:

1. Geben Sie zuerst den  $y$ -Wert in die Anzeige ein.
2. Drücken Sie **(ENTER)**.
3. Geben Sie den  $x$ -Wert in die Anzeige ein.
4. Drücken Sie **( $\Sigma+$ )**.

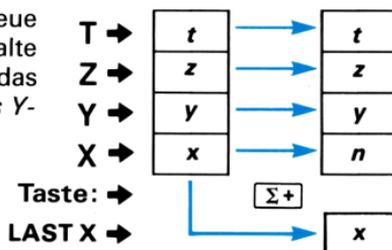
\* Durch diese Befehlssequenz werden die Speicherregister  $R_6$  bis  $R_9$ , die Stackregister und die Anzeige ebenfalls gelöscht. Es ist jedoch zu beachten, daß momentan in Programmzeilen umgewandelte Speicherregister nicht mitgelöscht werden. Wenn Statistikregister in Programmzeilen konvertiert sind, erscheint bei der Ausführung von **( $\Sigma+$ )** die Fehlermeldung «Error 3». Die aktuelle Speicheraufteilung kann mit Hilfe der **(MEM)**-Funktion (Seite 69) abgefragt werden.

## 44 Numerische Funktionen

In den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  werden die folgenden statistischen Größen akkumuliert:

Register	Inhalt
$R_0$	$n$ : Anzahl der akkumulierten Datenelemente (Datenpaare). (Der aktuelle Wert von $n$ wird jeweils im Display angezeigt.)
$R_1$	$\Sigma x$ : Summe der $x$ -Werte.
$R_2$	$\Sigma x^2$ : Summe der Quadrate der $x$ -Werte.
$R_3$	$\Sigma y$ : Summe der $y$ -Werte.
$R_4$	$\Sigma y^2$ : Summe der Quadrate der $y$ -Werte.
$R_5$	$\Sigma xy$ : Summe der Produkte der $x$ - und $y$ -Werte.

Bei der Ausführung von  $\boxed{\Sigma+}$  wird der neue Wert von  $n$  im X-Register abgelegt. Der alte Inhalt des X-Registers wird vorher in das LAST X-Register gerettet. *Der Inhalt des Y-Registers bleibt unverändert.*



Jede der statistischen Summen kann durch Drücken von  $\boxed{RCL}$  gefolgt von der Nummer des Datenspeicherregisters mit der gewünschten Information in die Anzeige (X-Register) übertragen werden.

**Beispiel:** Die in der Energieforschung tätige Wissenschaftlerin Helen I. Voltz vermutet einen möglichen Zusammenhang zwischen dem weltweiten Anstieg der Kohleproduktion in den Jahren 1972 bis 1976 und einem ähnlichen Zuwachs in der weltweiten Stromerzeugung im gleichen Zeitraum. Um ihre Studie mit Daten zu belegen, will Voltz ihren HP-10C zur Akkumulation der Produktionsmengen an Kohle und Strom benutzen. Gesucht sind  $\Sigma x$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma y^2$  und  $\Sigma xy$  für die paarweisen  $x$ - und  $y$ -Werte der Voltz'schen Daten.



Jahr	1972	1973	1974	1975	1976
Kohleproduktion ( $y$ ) (in Milliarden Tonnen)	1,761	1,775	1,792	1,884	1,942
Stromerzeugung ( $x$ ) (in Milliarden Megawattstunden)	5,552	5,963	6,135	6,313	6,713

### Tastenfolge      Anzeige

<b>f</b> CLEAR <b>REG</b>	<b>0,0000</b>	Löschen der Datenspeicherregister ( $R_0$ bis $R_9$ ) und des Stacks.
<b>f</b> <b>FIX</b> 3	<b>0,000</b>	Anpassung des Anzeigeformats an die Anzahl der signifikanten Stellen der Daten.
1,761 <b>ENTER</b>	<b>1,761</b>	
5,552 <b><math>\Sigma+</math></b>	<b>1,000</b>	Daten für 1972.
1,775 <b>ENTER</b>	<b>1,775</b>	
5,963 <b><math>\Sigma+</math></b>	<b>2,000</b>	Daten für 1973.
1,792 <b>ENTER</b>	<b>1,792</b>	
6,135 <b><math>\Sigma+</math></b>	<b>3,000</b>	Daten für 1974.
1,884 <b>ENTER</b>	<b>1,884</b>	
6,313 <b><math>\Sigma+</math></b>	<b>4,000</b>	Daten für 1975.
1,943 <b>ENTER</b>	<b>1,943</b>	
6,713 <b><math>\Sigma+</math></b>	<b>5,000</b>	Daten für 1976.

**Bemerkung:** Unterscheiden sich die vorgegebenen  $x$ -Werte (oder  $y$ -Werte) nur um einen verhältnismäßig kleinen Betrag, so können die resultierenden Summen durch den Rundungsfehler einfluß verfälscht sein. Die Genauigkeit der Berechnung läßt sich in solchen Fällen durch Normalisieren der Eingabewerte erhöhen, d.h. man gibt dann nur die Differenzen zwischen einem annähernden Durchschnittswert und den einzelnen Datenwerten ein. Nach der Berechnung von  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  oder des  $y$ -Achsenabschnitts bei der linearen Regression (L.R.-Funktion) muß zum Ergebnis noch dieser Durchschnittswert addiert werden. Wenn zum Beispiel die  $x$ -Werte aus der Folge 665999, 666000 und 666001 bestehen, sollten als Daten  $-1$ ,  $0$  und  $1$  eingegeben werden. Zu einem daraus berechneten  $\bar{x}$  muß anschließend 666000 addiert werden. Bei  $x$ - oder  $y$ -Werten mit zu kleinen Differenzen kann der Rechner  $s$ ,  $r$ ,  $L.R.$ ,  $\bar{y}$  oder  $\hat{x}$  nicht berechnen. In diesen Fällen erscheint im Display die Meldung «**Error 2**». Dieser Fehler wird jedoch nicht auftreten, wenn Sie Ihre Daten wie oben beschrieben normalisieren.

**Bemerkung:** Im Gegensatz zur Speicherregisterarithmetik lassen die  **$\Sigma+$** - und  **$\Sigma-$** -Funktionen einen Overflow in den Speicherregistern  $R_0$  bis  $R_9$  zu, ohne in der Anzeige «**Error 1**» zu melden.

Tastenfolge	Anzeige	
$\boxed{\text{RCL}}$ 1	30,676	Summe der $x$ -Werte ( $\Sigma x$ ) aus Register $R_1$ .
$\boxed{\text{RCL}}$ 2	188,939	Summe der Quadrate der $x$ -Werte ( $\Sigma x^2$ ) aus Register $R_2$ .
$\boxed{\text{RCL}}$ 3	9,155	Summe der $y$ -Werte ( $\Sigma y$ ) aus Register $R_3$ .
$\boxed{\text{RCL}}$ 4	16,788	Summe der Quadrate der $y$ -Werte ( $\Sigma y^2$ ) aus Register $R_4$ .
$\boxed{\text{RCL}}$ 5	56,292	Summe der Produkte der $x$ - und $y$ -Werte ( $\Sigma xy$ ) aus Register $R_5$ .

## Korrektur fehlerhafter Eingaben

Durch fehlerhafte Eingaben entstandene, inkorrekte Summen lassen sich sehr einfach korrigieren. Auch wenn nur ein Wert eines ( $x, y$ ) Datenpaares falsch ist, müssen beide Zahlen gelöscht und neu eingegeben werden.

1. Geben Sie das fehlerhafte Datenpaar in das X- und Y-Register ein.
2. Drücken Sie  $\boxed{f}$   $\boxed{\Sigma-}$ ; die falschen Daten werden dann aus den einzelnen Summen entfernt.
3. Geben Sie die korrekten Werte für  $x$  und  $y$  ein.
4. Drücken Sie  $\boxed{\Sigma+}$ .

Wenn das fehlerhafte Datenpaar als letztes eingegeben wurde, und  $\boxed{\Sigma+}$  bereits gedrückt ist, können die fehlerhaften Daten durch  $\boxed{f}$   $\boxed{\text{LAST } X}$   $\boxed{f}$   $\boxed{\Sigma-}$  entfernt werden.

---

**Bemerkung:** Beim Entfernen eines Datenpaares mit  $\boxed{f}$   $\boxed{\Sigma-}$  werden Rundungsfehler, die durch die Summation der Daten in den Registern  $R_1$  bis  $R_6$  entstehen können, nicht mitgelöscht. Folglich können die nachfolgenden Resultate sich von den Ergebnissen unterscheiden, die entstehen würden, wenn das fehlerhafte Paar nicht mit  $\boxed{\Sigma+}$  eingegeben und dann mit  $\boxed{\Sigma-}$  gelöscht worden wäre. Der Unterschied wird jedoch nicht sehr groß sein, solange sich das fehlerhafte Datenpaar betragsmäßig nicht zu sehr vom korrekten Paar unterscheidet. Ist dies nicht der Fall, so ist es ratsam, die Berechnung neu zu beginnen und die gesamte Dateneingabe (etwas sorgsamer) zu wiederholen.

**Beispiel:** Nach Eingabe der letzten Daten erhält Voltz Informationen, nach denen die Kohleproduktion im Jahr 1976 1,946 Mrd. Tonnen statt 1,943 Mrd. Tonnen betragen hat. Benutzen Sie  $\boxed{\Sigma^-}$ , um das fehlerhafte Wertepaar aus den akkumulierten Statistiksummen zu entfernen, und geben Sie das korrekte Datenpaar ein.

### Tastenfolge      Anzeige

1,943  $\boxed{\text{ENTER}}$   
6,713  $\boxed{f}$   $\boxed{\Sigma^-}$

**1,943**  
**4,000**

Eingabe des zu ersetzenden Datenpaares. Die fehlerhaften Daten werden aus den Statistiksummen entfernt und der Zähler auf vier heruntergesetzt.

1,946  $\boxed{\text{ENTER}}$   
6,713  $\boxed{\Sigma^+}$

**1,946**  
**5,000**

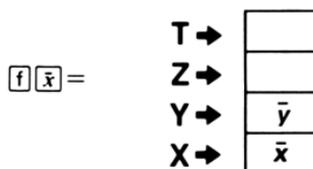
Eingabe und Akkumulation der korrekten Daten. Die Anzahl der aufsummierten Datenpaare ist jetzt wieder fünf.

Belassen Sie die bisher gespeicherten Summen in Ihrem Rechner; sie werden für die folgenden Beispiele benötigt.

## Mittelwert

Die  $\boxed{\bar{x}}$ -Funktion berechnet die Mittelwerte (die arithmetischen Mittel) der  $x$ - und  $y$ -Werte, die in den Registern  $R_1$  und  $R_3$  aufsummiert worden sind. Das Auslösen von  $\boxed{f}$   $\boxed{\bar{x}}$  beinhaltet die folgenden Operationen:

1. Die Inhalte der Stackregister werden in der gleichen Weise nach oben verschoben, wie dies bei der aufeinanderfolgenden Eingabe zweier Zahlen der Fall wäre. (Der Mittelwert der  $x$ -Werte und der Mittelwert der  $y$ -Werte werden gleichzeitig in das  $X$ - bzw.  $Y$ -Register übertragen.)



2. Der Mittelwert der  $x$ -Werte ( $\bar{x}$ ) wird mit Hilfe der Statistiksummen in den Registern  $R_1$  ( $\Sigma x$ ) und  $R_0$  ( $n$ ) berechnet. Zur Berechnung des Mittelwerts der  $y$ -Werte ( $\bar{y}$ ) wird der Inhalt der Register  $R_3$  ( $\Sigma y$ ) und  $R_0$  ( $n$ ) verwendet. Die Berechnung erfolgt nach den folgenden Formeln:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} \qquad \bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$$

**Beispiel:** Die im vorangegangenen Beispiel akkumulierten statistischen 5-Jahres-Daten sollen zur Berechnung der durchschnittlichen Kohleproduktion und der durchschnittlichen Stromerzeugung im angegebenen Zeitraum benutzt werden.

Tastenfolge	Anzeige	
$\boxed{f} \boxed{\bar{x}}$	6,135	Durchschnittliche Stromerzeugung (Mittelwert der X-Register Eingaben) im 5-Jahres-Zeitraum.
$\boxed{x \bar{y}}$	1,832	Durchschnittliche Kohleproduktion (Mittelwert der Y-Register-Eingaben) im 5-Jahres-Zeitraum.

Die jetzt in Ihrem HP-10C gespeicherten Statistiksummen werden auch noch für das nächste Beispiel benötigt.

## Standardabweichung

Durch Drücken von  $\boxed{f} \boxed{s}$  können Sie die *Standardabweichungen* (Maß für die Streuung um den Mittelwert) der akkumulierten statistischen Daten ermitteln. Die zur Berechnung von  $s_x$  (Standardabweichung der aufsummierten  $x$ -Werte) und  $s_y$  (Standardabweichung der aufsummierten  $y$ -Werte) benutzten Formeln lauten:

$$s_x = \sqrt{\frac{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}} \qquad s_y = \sqrt{\frac{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}{n(n-1)}}$$

Diese Formeln ergeben die *beste Schätzung* der Standardabweichung der Grundgesamtheit, aus der die Stichprobendaten entnommen wurden. Daher wird die aus diesen Formeln berechnete Standardabweichung häufig auch als *Standardabweichung der Stichprobe* bezeichnet. Das Drücken von  $\boxed{f} \boxed{s}$  verursacht die folgenden Operationen:

1. Die Inhalte der Stackregister werden in der gleichen Weise wie bei  $\boxed{f}$   $\boxed{\bar{x}}$  (s. Seite 47) nach oben verschoben.
2. Die Standardabweichung der  $x$ -Werte ( $s_x$ ) wird nach obiger Formel mit Hilfe der Statistiksummen in den Registern  $R_2$  ( $\Sigma x^2$ ),  $R_1$  ( $\Sigma x$ ) und  $R_0$  ( $n$ ) berechnet. Der resultierende Wert ( $s_x$ ) wird im X-Register abgelegt.
3. Die Standardabweichung der  $y$ -Werte wird in analoger Weise aus den Inhalten der Register  $R_4$  ( $\Sigma y^2$ ),  $R_3$  ( $\Sigma y$ ) und  $R_0$  ( $n$ ) ermittelt. Der resultierende Wert ( $s_y$ ) ist nach Abschluß der Berechnung im Y-Register verfügbar.

**Beispiel:** Die in den vorangegangenen Beispielen akkumulierten Statistiksummen sollen zur Berechnung der Standardabweichungen bei der Kohleproduktion und bei der Stromerzeugung benutzt werden.

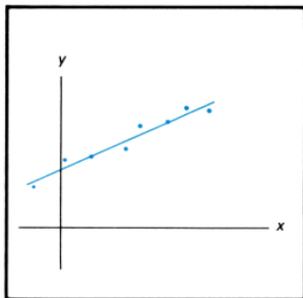
Tastenfolge	Anzeige	
$\boxed{f}$ $\boxed{s}$	0,429	Standardabweichung bei der Stromerzeugung (X-Register Eingaben) im betrachteten 5-Jahres-Zeitraum.
$\boxed{xzy}$	0,080	Standardabweichung bei der Kohleproduktion (Y-Register Eingaben) im betrachteten 5-Jahres-Zeitraum.

Lassen Sie die hier benutzten Statistiksummen weiterhin in Ihrem HP-10C gespeichert, da sie auch im nächsten Beispiel benötigt werden.

Wenn die benutzten Daten nicht nur eine Stichprobe einer Grundgesamtheit, sondern die *ganze* Grundgesamtheit selbst darstellen, so erhält man nicht die Standardabweichung  $s$  der Stichprobe, sondern die *tatsächliche* Standardabweichung  $\sigma$  der Grundgesamtheit. Die Standardabweichung  $\sigma$  einer Grundgesamtheit ergibt sich, wenn man die Formel für die Standardabweichung  $s$  einer Stichprobe mit dem Faktor  $\sqrt{(n-1)/n}$  multipliziert. Die Differenz zwischen den beiden Werten ist gering und kann in den meisten Fällen ignoriert werden. Wenn Sie trotzdem den exakten Wert für die Standardabweichung  $\sigma$  einer Grundgesamtheit berechnen wollen, so erfordert dies nur geringen zusätzlichen Aufwand. Sie brauchen lediglich mit der  $\boxed{\Sigma+}$ -Taste den aus den Daten resultierenden Mittelwert  $\bar{x}$  zu den Statistiksummen zu addieren und anschließend  $\boxed{f}$   $\boxed{s}$  zu drücken. Das Ergebnis ist dann die tatsächliche Standardabweichung  $\sigma$  der Grundgesamtheit *aller* gegebenen Daten.

## Lineare Regression

Unter linearer Regression versteht man die Berechnung einer Geraden nach der Methode der kleinsten Quadrate, welche die beste Anpassung an gegebene Datenpunkte  $(x, y)$  darstellt. Die errechnete lineare Gleichung bildet dann einen mathematischen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen  $x$  und  $y$ .



Nach der Akkumulation der Statistiksummen (in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$ ) einer Folge von vorgegebenen Datenpunkten  $(x, y)$  können die Koeffizienten der linearen Gleichung  $y = Ax + B$  durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{LR}$  berechnet werden. Die Bestimmung der Koeffizienten erfolgt nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Vor der Verwendung der linearen Regressionsfunktion Ihres HP-10C müssen Sie mit Hilfe der  $\boxed{\Sigma+}$ -Taste die Statistiksummen einer Folge von zwei oder mehr Datenpaaren akkumuliert haben. Danach beinhaltet die Ausführung von  $\boxed{f}$   $\boxed{LR}$  die folgenden Operationen:

1. Die Inhalte der Stackregister werden in der gleichen Weise wie bei  $\boxed{f}$   $\boxed{\bar{x}}$  (s. Seite 47) nach oben verschoben.
2. Die Steigung ( $A$ ) und der  $y$ -Achsenabschnitt ( $B$ ) der Regressionsgeraden werden nach den folgenden Formeln berechnet:

$$A = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$B = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

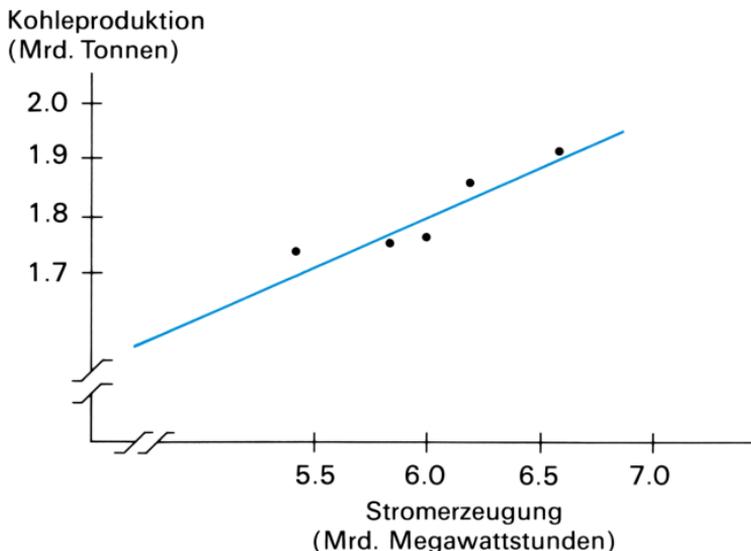
Die Steigung  $A$  wird im Y-Register, der  $y$ -Achsenabschnitt  $B$  in der Anzeige (X-Register) abgelegt.

$\boxed{f}$ $\boxed{LR}$ =	T →	t	
	Z →	z	
	Y →	A	Steigung
	X →	B	$y$ -Achsenabschnitt

**Beispiel:** Berechnen Sie die zu den Voltz'schen Daten gehörende lineare Regressionsgerade.

Verfahren: Eine mögliche Lösung würde darin bestehen, daß Voltz die Kohleproduktion, wie auf der nächsten Seite zu sehen, gegen die Stromerzeugung auftragen könnte. Erheblich einfacher ist es jedoch, mit dem

HP-10C die Statistiksummen zu akkumulieren (was in unserem Fall bereits geschehen ist) und dann  $\boxed{f}$   $\boxed{LR}$  zu drücken.



**Tastenfolge**

$\boxed{f}$   $\boxed{LR}$

**Anzeige**

**0,777**

y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden.

$\boxed{x\hat{z}y}$

**0,172**

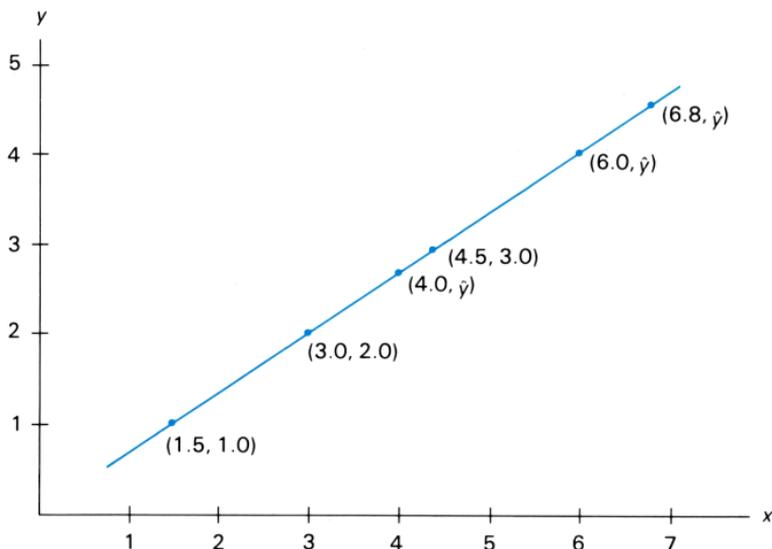
Steigung der Regressionsgeraden.

Die in den Registern  $R_0$  und  $R_5$  gespeicherten Statistiksummen werden auch im nächsten Beispiel benötigt.

## Linearer Schätzwert und Korrelationskoeffizient

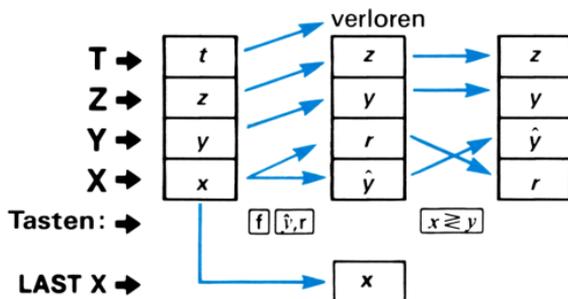
Bei der Ausführung der Funktionen  $\boxed{\hat{y}_r}$  und  $\boxed{\hat{x}_r}$  wird im X-Register der *lineare Schätzwert* ( $\hat{y}$  oder  $\hat{x}$ ) und im Y-Register der *Korrelationskoeffizient* ( $r$ ) abgelegt.

**Linearer Schätzwert.** Mit Hilfe der in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  akkumulierten Statistiksummen wird durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\hat{y}_r}$  und Vorgabe eines Wertes für  $x$  ein Wert für  $y$  (der im folgenden als  $\hat{y}$  bezeichnet wird) geschätzt. Analog läßt sich nach Vorgabe eines Wertes für  $y$  durch Drücken von  $\boxed{f}$   $\boxed{\hat{x}_r}$  ein geschätzter Wert für  $x$  (mit der Bezeichnung  $\hat{x}$ ) berechnen.



**Korrelationskoeffizient.** Bei der linearen Regression und bei der linearen Schätzung wird unterstellt, daß der Zusammenhang zwischen den vorgegebenen  $x$ - und  $y$ -Werten bis zu einem gewissen Grad durch eine lineare Funktion (d.h. durch eine Gerade) approximiert werden kann. Der Korrelationskoeffizient  $r$  ist ein Maß für die Güte dieser Approximation; mit anderen Worten ein Maß dafür, wie gut sich die Daten an eine Gerade anpassen lassen. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten reicht von  $r = +1$  bis  $r = -1$ . Bei einem Wert von  $r = +1$  liegen die Wertepaare genau auf einer Geraden mit positiver Steigung, während sie bei  $r = -1$  ebenfalls auf einer Geraden, jedoch mit negativer Steigung, liegen. Bei  $r = 0$  ist eine Approximation der Datenpunkte durch eine Gerade nicht möglich; die Werte liegen in diesem Fall zu weit gestreut. Der Korrelationskoeffizient wird aus den in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  akkumulierten Statistiksummen durch Drücken von  $\boxed{f} \boxed{\hat{y}, r}$  (oder  $\boxed{f} \boxed{\hat{x}, r}$ ) berechnet.

Der im Display dann angezeigte Inhalt des X-Registers ist ein  $\hat{y}$ - oder  $\hat{x}$ -Wert (der ohne Bedeutung ist, wenn nicht zuvor ein  $x$ - oder  $y$ -Wert, wie oben beschrieben, vorgegeben wurde). Zur Anzeige des Wertes des Korrelationskoeffizienten  $r$  müssen die Inhalte des X- und Y-Registers durch Drücken von  $\boxed{x \rightleftharpoons y}$  vertauscht werden.



**Beispiel:** Auf der Grundlage der schon in den letzten Beispielen benutzten statistischen Daten will Voltz die Kohleproduktion ( $\hat{y}$ ) für 1977 vorhersagen. Dazu gibt sie die von ihr für 1977 geschätzte Stromerzeugung (ein «bekannter»  $x$ -Wert) ein und drückt  $\boxed{f}$   $\boxed{\hat{y},r}$ . Da der Korrelationskoeffizient automatisch mitberechnet wird, kann sie sich durch Drücken von  $\boxed{x \geq y}$  eine Aussage darüber verschaffen, wie gut ihre Daten durch eine Gerade approximiert werden können.

Tastenfolge	Anzeige	
	7,142	Voltz'sche Schätzung der Stromerzeugung für 1977.
$\boxed{f}$ $\boxed{\hat{y},r}$	2,005	Voraussichtliche Kohleproduktion für 1977.
$\boxed{x \geq y}$	0,921	Die ursprünglichen Daten lassen sich relativ gut durch eine Gerade approximieren.

Des weiteren ist Voltz daran interessiert, die Stromerzeugung für den Fall eines Absinkens der Kohleproduktion auf 1,8 Mrd. Tonnen zu schätzen.

Tastenfolge	Anzeige	
	1,8	Hypothetische, zukünftige Kohleproduktion.
$\boxed{f}$ $\boxed{\hat{x},r}$	5,951	Geschätzte Stromerzeugung.
$\boxed{x \geq y}$	0,921	Wiederum der alte Korrelationskoeffizient.

(Schalten Sie für den folgenden Abschnitt den Rechner wieder auf das Anzeigeformat  $\boxed{FIX}$  4.)

## Kontrolle der Anzeige

Auf Grund des PermanentSpeichers bleibt das von Ihnen gewählte Anzeigeformat auch nach einem Ausschalten des Rechners erhalten. Unabhängig von dem aktuellen Anzeigeformat werden alle Zahlen intern in Form einer Gleitkommazahl mit einer zehnstelligen Mantisse und einem zweistelligen Exponenten zur Basis 10 dargestellt. Beispielsweise wird bei einem Anzeigeformat mit vier Dezimalstellen die Kreiskonstante  $\pi$  als 3,1416 angezeigt. Intern wird  $\pi$  jedoch in der Form  $3,141592654 \times 10^{00}$  gespeichert.

$$3,141592654 \times 10^{00}$$

Angezeigt werden nur diese Ziffern (gerundet auf die vierte Dezimalstelle)...

...aber diese Ziffern sind intern ebenso vorhanden.

## Wahl des Anzeigeformats

Der HP-10C verfügt über drei Tasten, **FIX**, **SCI** und **ENG**, durch die mittels einer zusätzlich vorzugebenden Konstanten (0 bis 9) das Anzeigeformat spezifiziert werden kann. Die folgende Illustration zeigt, wie die Zahl 123456 in jedem der drei Modi bei jeweils 4 Dezimalstellen angezeigt werden würde.

Tastenfolge	Anzeige
<b>f</b> <b>FIX</b> 4	123,456.0000
<b>f</b> <b>SCI</b> 4	1.2346 05
<b>f</b> <b>ENG</b> 4	1.2346 03
<b>f</b> <b>FIX</b> 4	123,456.0000

## Festkommaformat

Bei Wahl von **FIX** (*fixed decimal*) werden alle Zahlen in einem Festkommaformat ohne Exponent angezeigt. Ist eine Zahl zu groß oder zu klein, um in dem gewählten **FIX**-Format angezeigt werden zu können, so verläßt der Rechner automatisch den **FIX**-Mode und wechselt in den **SCI**-Mode.



Ein Festkommaformat wird durch Drücken der Tasten **f** **FIX**, gefolgt von der Zahlentaste mit der Anzahl der Dezimalstellen (0 bis 9) auf die gerundet werden soll, gewählt (oder modifiziert).

### Tastenfolge

### Anzeige

123,4567895

**123,4568**

**ENTER**

Im Display wird die auf vier Dezimalstellen gerundete Zahl angezeigt. Intern wird jedoch der ursprüngliche Wert mit 10 Stellen gespeichert.

**f** **FIX** 6

**123,456790**

Die Anzeige wird gerundet, wenn die erste nicht angezeigte Ziffer größer oder gleich 5 ist.

**f** **FIX** 0

**123,**

**f** **FIX** 4

**123,4568**

Anzeige im bisher üblichen **FIX** 4 Format.

## Wissenschaftliches Anzeigeformat

Bei Wahl von **SCI** (*scientific*) werden alle Zahlen in einem Gleitkommaformat mit einer Vorkommastelle angezeigt. Ein **SCI**-Format wird mit den Tasten **f** **SCI**, gefolgt von der Anzahl der anzuzeigenden Dezimalstellen (0 bis 6), gewählt (oder modifiziert).



Tastenfolge	Anzeige	
123,4567895		Anzeige auf 4 Dezimalstellen gerundet.
<b>ENTER</b>	<b>123,4568</b>	
<b>f</b> <b>SCI</b> 2	<b>1,23 02</b>	$1,23 \times 10^2$ ; abgerundete Anzeige.
<b>f</b> <b>SCI</b> 4	<b>1,2346 02</b>	$1,2346 \times 10^2$ ; aufgerundete Anzeige.
<b>f</b> <b>SCI</b> 6	<b>1,234568 02</b>	$1,234568 \times 10^2$ ; aufgerundete Anzeige.

Wie diese Beispiele bereits andeuten, tritt eine Rundung in der Anzeige nur dann auf, wenn die anzuzeigende Zahl mehr Stellen als das spezifizierte Anzeigeformat hat. Im **SCI**-Mode wird durch die Spezifikation von 7 oder mehr Dezimalstellen (**SCI** 7, 8 oder 9) die Rundung in den (*intern gespeicherten*) Ziffernbereich verschoben, der nicht mehr angezeigt werden kann.\*

Tastenfolge	Anzeige	
<b>f</b> <b>SCI</b> 7	<b>1,234567 02</b>	Rundung auf der siebten Dezimalstelle; im <b>SCI</b> -Mode kann die siebte Dezimalstelle jedoch nicht angezeigt werden, daher bleibt die Rundung unsichtbar.
<b>f</b> <b>SCI</b> 8	<b>1,234567 02</b>	Rundung auf der achten Dezimalstelle; keine Änderung der Anzeige.
<b>f</b> <b>SCI</b> 9	<b>1,234567 02</b>	Rundung auf der neunten Dezimalstelle; keine Änderung der Anzeige.

## Technisches Anzeigeformat

Bei Wahl von **ENG** (*engineering*) werden alle Zahlen in einem Gleitkommaformat angezeigt, das sich in den folgenden Punkten vom **SCI**-Format unterscheidet:

\* Wenn auf die letzte zulässige Ziffer des Anzeigeformats intern eine oder mehrere nachlaufende Neunen folgen, kann sich die Rundung bei den Formaten **SCI** 7 und **SCI** 8 in den angezeigten Ziffernbereich fortpflanzen. Beispielsweise wird im Format **SCI** 7 die Zahl 1,00000094 bei der Anzeige nicht gerundet, die Zahl 1,00000095 erscheint jedoch gerundet (von ...95 auf ...99).

- Die erste signifikante Ziffer wird immer als Vorkommastelle angezeigt. Die bei der Formatwahl durch die Zahlentaste spezifizierte Ziffernanzahl bezieht sich hier auf die Anzahl der *zusätzlichen* Stellen, auf die die Anzeige gerundet werden soll.
- Der Exponent zur Basis 10 ist immer ein vielfaches von 3 (z.B.  $10^3$ ,  $10^6$ ,  $10^{12}$ ).

Tastenfolge	Anzeige	
,012345 [f] [ENG] 1	<b>0,012345</b> <b>12, -03</b>	Technisches Anzeigeformat. Die Anzeige wird auf eine Stelle nach der führenden Ziffer gerundet. Die Potenz von 10 ist ein Vielfaches von 3.
[f] [ENG] 3	<b>12,35 -03</b>	Die Anzeige ist auf drei signifikante Stellen nach der führenden Ziffer gerundet.
[f] [ENG] 2 10 [x]	<b>12,3 -03</b> <b>123, -03</b>	Anzeige im [ENG]-2-Format. Rechtsverschiebung des Dezimalpunkts. Exponent bleibt als Vielfaches von 3 erhalten.
[f] [FIX] 4	<b>0,1235</b>	Anzeige im bisher üblichen [FIX]-4-Format.

## Anzeige der Mantisse

Alle Zahlen im Stack und in den Datenspeicherregistern des Rechners werden intern als Gleitkommazahlen mit einer 10stelligen Mantisse und einem zweistelligen Exponenten dargestellt. Zur Anzeige aller zehn Stellen der Mantisse einer Zahl im X-Register müssen Sie [f] CLEAR [PREFIX] drücken und die [PREFIX]-Taste festhalten. Die Mantisse der momentan im X-Register gespeicherten Zahl wird dann solange im Display angezeigt, bis Sie die [PREFIX]-Taste wieder loslassen.

Tastenfolge	Anzeige
[f] [π]	<b>3.1416</b>
[f] CLEAR [PREFIX]	<b>3141592654</b>

(festhalten)

## Rundung auf der zehnten Stelle

Wie bereits zuvor erwähnt, speichert der HP-10C jede Zahl, unabhängig von der Anzahl der im aktuellen **FIX**-, **SCI**- oder **ENG**-Format spezifizierten Dezimalstellen, intern mit zehn Stellen. Das Endresultat jeder Berechnung oder jeder Folge von Berechnungen wird auf 10 Stellen gerundet. Beispielsweise haben die Zahlen  $\pi$  und  $2/3$  nichtabbrechende Dezimaldarstellungen (3,1415926535... und 0,6666666666...). Da der HP-10C nur endliche Approximationen (10 Stellen) derartiger Zahlen verarbeiten kann, tritt in der zehnten Stelle gegebenenfalls ein Rundungsfehler auf. Dieser Fehler kann im Verlauf von längeren Berechnungen anwachsen, bleibt jedoch in der Mehrheit aller Fälle außerhalb des Bereichs der signifikanten Stellen. Die korrekte Abschätzung von Rundungsfehlerauswirkungen in einem Rechenprozeß erfordert Methoden der numerischen Analysis, die den Rahmen dieses Handbuchs sprengen würden.

**Teil II:  
Programmierung  
des HP-10C**

# Grundlagen der Programmierung

## Wozu Programme?

Ein Programm besteht einfach aus einer Folge von Tastatureingaben, die im Rechner gespeichert sind. Immer wenn Sie eine aus einer bestimmten Tastenfolge bestehende Berechnung öfter durchführen müssen, können Sie den dazu notwendigen Zeitaufwand erheblich reduzieren, in dem Sie diese Tastenfolge in ein Programm eingliedern. Statt jedesmal alle Tasten drücken zu müssen, brauchen Sie dann nur noch eine Taste zum Starten des Programms auszulösen; der Rechner erledigt den Rest automatisch. Zum Erlernen der HP-10C Programmierung ist keinerlei Programmiererfahrung notwendig.

## Laden eines Programms

Das Laden eines Programms besteht aus der eigentlichen *Niederschrift* des Programms und der *Speicherung* des Programms:

1. Schreiben Sie sich die zur Lösung eines Problems notwendigen Tastenfolgen auf.
2. Schalten Sie den Rechner durch Drücken von **[P/R]** auf Program Mode. Solange sich der Rechner im Program Mode befindet, werden beim Auslösen der Tasten die jeweiligen Funktionen nicht ausgeführt. Stattdessen werden diese Tastenfolgen vom Rechner gespeichert. Solange sich der Rechner im Program Mode befindet, erscheint im Display die PRGM-Statusanzeige.
3. Drücken Sie **[f] CLEAR [PRGM]**, um irgendwelche früheren, im Rechner gespeicherten Programme zu löschen. Wenn Sie ein neues Programm eingeben wollen, ohne bereits gespeicherte Programme zu löschen, können Sie diesen Schritt überspringen (s. Abschnitt 8 «Laden mehrerer Programme»).
4. Geben Sie die Tastenfolgen ein, die Sie sich in Schritt 1 aufgeschrieben haben. Lassen Sie diejenigen Sequenzen, mit denen die jeweils aktuellen Daten eingegeben werden, weg.

**Beispiel:** Der in Europa studierende amerikanische Medizinstudent Samson Student hat entdeckt, daß sich alle Temperaturangaben in der physiologischen Fachliteratur auf Grad Celsius beziehen. Da er selbst im täglichen Leben an Grad Fahrenheit gewöhnt ist, will er ein Programm schreiben, mit dem er Grad Celsius in Grad Fahrenheit umwandeln kann.



Die zugrunde liegende Formel lautet:  
 $^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$

Zunächst sollen die einer Raumtemperatur von 24 Grad Celsius entsprechenden Grad Fahrenheit manuell berechnet werden:

<b>Tastenfolge</b>	<b>Anzeige</b>	
24	24,	Eingabe der Raumtemperatur in Grad Celsius.
<input type="button" value="ENTER"/>	24,0000	Trennung der Temperatureingabe von dem als nächsten einzugebenden Faktor.
1,8	1,8	
<input type="button" value="x"/>	43,2000	
32	32,	
<input type="button" value="+"/>	75,2000	Raumtemperatur in Grad Fahrenheit.

Nun schalten Sie den Rechner auf Program Mode und löschen alle eventuell gespeicherten Programme:

<b>Tastenfolge</b>	<b>Anzeige</b>	
<input type="button" value="P/R"/>	00-	Rechner auf Program Mode schalten.
<input type="button" value="f"/> CLEAR <input type="button" value="PRGM"/>	00-	Löschen aller Programme.

Zum Schluß sind jetzt nur noch die bei der manuellen Problemlösung verwendeten Tasten zu drücken. Dabei darf die Zahl 24 nicht eingegeben werden; dieser Wert wird sich jedesmal ändern, wenn das Programm benutzt wird. Ignorieren Sie bei der Eingabe die Anzeigen im Display; ihre Bedeutung wird später in diesem Abschnitt erläutert.

Tastenfolge	Anzeige
<b>ENTER</b>	01– 36
1	02– 1
<b>.</b>	03– 48
8	04– 8
<b>X</b>	05– 20
3	06– 3
2	07– 2
<b>+</b>	08– 40

## Ausführen eines Programms

Um ein Programm auszuführen (oder zu «starten»), ist wie folgt vorzugehen:

1. Drücken Sie **P/R**, um den Rechner wieder auf Run Mode zu schalten. Danach steht der Rechner automatisch in Programmzeile 00. Wenn sich der Rechner bereits im Run Mode befindet (die PRGM-Statusanzeige im Display ist aus), kann dieser Schritt übergangen werden.
2. Geben Sie die benötigten Daten in der gleichen Weise wie bei der manuellen Berechnung in den Rechner ein. Beim Ablauf eines Programms werden die in der Anzeige und den Registern gespeicherten Daten verwendet.
3. Drücken Sie **R/S** (*run/stop*), um die Programmausführung zu starten. Während der Ausführung blinkt in der Anzeige die Meldung **running**.

**Beispiel:** Benutzen Sie das eben geladene Programm, um damit eine Badewassertemperatur von 35,7 °C und eine Kühlschranktemperatur von 4,3 °C in Grad Fahrenheit umzurechnen.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	75,2000	Der Rechner wird auf Run Mode geschaltet; im Display wird das Ergebnis der letzten Berechnung (der Inhalt des X-Registers) angezeigt.
35,7	35,7	Badewassertemperatur in Grad Celsius.
<b>R/S</b>	96,2600	Badewassertemperatur in Grad Fahrenheit.
4,3	4,3	Kühlschranktemperatur in Grad Celsius.
<b>R/S</b>	39,7400	Kühlschranktemperatur in Grad Fahrenheit.

Dies ist alles, was Sie zum Laden und Ausführen einfacher Programme benötigen. Aber wenn Sie häufiger Programme verwenden, werden Sie wahrscheinlich mehr über die Einzelheiten der Programmierung wissen wollen – sei es, um zu überprüfen, welche oder wieviele Tastenfolgen im Programmspeicher gespeichert sind, oder um Programme zu korrigieren oder sonst in irgendeiner Form zu modifizieren, oder um einzelne Programmteile während des Programmablaufs zu überspringen usw. Zum Verständnis dieser Aspekte der Programmierung soll zunächst kurz erläutert werden, wie der Rechner auf Tastenfolgen bei der Speicherung im Program Mode und bei der Ausführung im Run Mode reagiert.

## Programmspeicher

Im Program Mode in den Rechner eingegebene Tastenfolgen werden im *Programmspeicher* gespeichert. Jede Ziffer, jede Funktionstaste und der Dezimalpunkt werden als *Programmbeefhle* aufgefaßt und in je einer Zeile des Programmspeichers abgelegt – diese Zeilen werden im folgenden kurz als *Programmzeilen* bezeichnet. Tastenfolgen, die mit einer **f**-, **STO**-, **RCL**- oder **GTO**-Vorwahlstaste beginnen, werden als *abgeschlossene Programmbeefhle* behandelt und in jeweils nur einer Programmzeile gespeichert.

Beim Ablauf eines Programms wird jeder im Programmspeicher abgelegte Programmbeefhle ausgeführt; d.h. die in der jeweiligen Programmzeile gespeicherte Tastenfolge wird wie beim manuellen Drücken der betreffenden Tasten ausgelöst. Dieses Prozeß beginnt mit der Zeile, in der der Rechner momentan steht, und wird entsprechend der Zeilennumerierung sequentiell fortgesetzt.

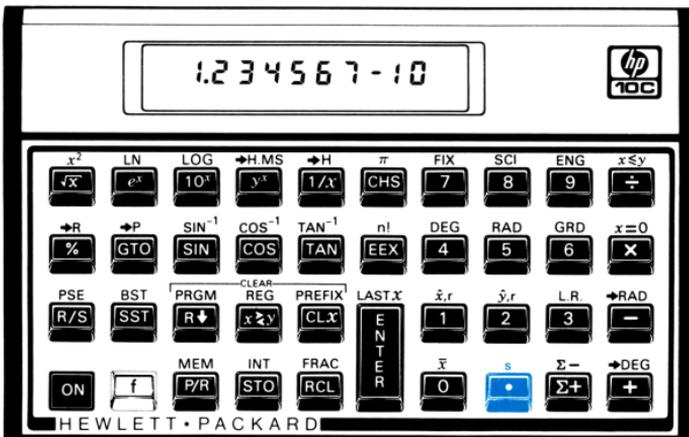
Jedesmal wenn sich der Rechner im Program Mode befindet, erscheinen in der Anzeige Informationen über die Programmzeile, auf die der Rechner momentan positioniert ist. Dabei wird auf der linken Seite der Anzeige die Zeilennummer der betreffenden Zeile innerhalb des Programmspeichers angezeigt. Die restlichen Ziffern stellen einen Code dar, der angibt, was für ein Programmbeefhle in dieser Zeile gespeichert ist. Für Programmzeile 00 wird kein Code angezeigt, da in dieser Zeile keine regulären Programmbeefhle gespeichert werden können.

## Tastencodes

Jede Taste im Tastenfeld des HP-10C – mit Ausnahme der Zifferntasten 0 bis 9 – wird durch einen zweistelligen «Tastencode», der der Position der Taste innerhalb des Tastenfelds entspricht, identifiziert. Dabei stellt die erste Ziffer

eines Tastencodes die Nummer der Tastenreihe dar, beginnend mit der obersten Reihe als Reihe 1; die zweite Ziffer symbolisiert die Position der Taste innerhalb der jeweiligen Reihe, wobei von links nach rechts gezählt wird: 1 bis 9 für die ersten neun Tasten, 0 für die zehnte Taste in der Reihe. Der Tastencode für die einzelnen Zifferntasten besteht einfach aus der Ziffer auf der betreffenden Taste. Beispielsweise würde der Programmbefehl  $\square$  wie folgt angezeigt werden:

03- 48



#### Vierte Reihe, achte Taste

Die obige Anzeige besagt, daß sich die Taste für den Programmbefehl in Programmzeile 03 als achte Taste in der vierten Reihe des Tastenfelds befindet; die Taste  $\square$ . Ein im Programmspeicher befindlicher  $\square$  Befehl hätte die Form:

08- 40

Dies besagt, daß sich die Taste für den Programmbefehl in Zeile 08 des Programmspeichers als zehnte Taste in der vierten Reihe des Tastenfelds befindet; die Taste  $\square$ . Für eine im Programmspeicher abgelegte Konstante mit dem Wert 3 würde als Tastencode nur die Ziffer 3 angezeigt werden.

Da Tastenfolgen, die mit **f**, **STO**, **RCL** oder **GTO** beginnen, in nur einer Programmzeile abgelegt werden, muß die Anzeige einer solchen Zeile die Tastencodes für alle in der Tastenfolge enthaltenen Tasten beinhalten.

Programmbefehl	Tastencode
<b>f</b> <b>LOG</b>	<i>nn</i> - 42 13
<b>STO</b> <b>+</b> 1	<i>nn</i> -44 40 1
<b>GTO</b> 00	<i>nn</i> - 22 00

## Anzeigen von Programmzeilen

Wenn der Rechner durch Drücken von **P/R** von Run Mode auf Program Mode geschaltet wird, zeigt das Display die Zeilennummer und den Tastencode der Programmzeilen an, auf die der Rechner momentan positioniert ist.

Es kann vorkommen, daß Sie mehrere oder sämtliche der sich im Programmspeicher befindlichen Programmbefehle überprüfen wollen. Der HP-10C bietet Ihnen die Möglichkeit, zur Anzeige von Programmbefehlen den gesamten Programmspeicher vorwärts oder rückwärts zu durchlaufen:

- Das Drücken von **SST** (*single step*) bewirkt (solange sich der Rechner im Program Mode befindet), daß der Rechner zur nächsten Zeile im Programmspeicher springt und die entsprechende Zeilennummer sowie den Tastencode des dort gespeicherten Befehls anzeigt.
- Das Drücken von **BST** (*back step*) bewirkt (solange sich der Rechner im Program Mode befindet), daß der Rechner zur vorangegangenen Zeile im Programmspeicher springt und die entsprechende Zeilennummer sowie den Tastencode des dort gespeicherten Programmbefehls anzeigt.

Beispielsweise sollen die ersten beiden Zeilen des zu Beginn dieses Abschnitts in den Programmspeicher geladenen Programms angezeigt werden. Dazu ist der Rechner auf Program Mode zu schalten und anschließend zweimal **SST** zu drücken:

### Tastensequenz

### Anzeige

**P/R**

00-

Der Rechner wird auf Program-Mode geschaltet; Anzeige der momentanen Programmzeile.

**SST**

01- 36

Programmzeile 01: **ENTER**.

**SST**

02- 1

Programmzeile 02: Ziffer 1.

Das Drücken von **f** **BS**T bewirkt das Gegenteil:

Tastenfolge	Anzeige	
<b>f</b> <b>BS</b> T	01–	36 Programmzeile 01.
<b>f</b> <b>BS</b> T	00–	Programmzeile 00.

Wenn Sie die **S**S**T**- oder **B**S**T**-Taste gedrückt lassen, durchläuft der Rechner vorwärts oder rückwärts den Programmspeicher und zeigt den Inhalt an. Drücken Sie nun wieder **S**S**T**, aber lassen Sie dieses Mal die Taste solange gedrückt, bis die Programmzeile 08 angezeigt wird.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>S</b> S <b>T</b> (festhalten)	01–	36 Programmzeile 01.
	:	:
<b>S</b> S <b>T</b> (loslassen)	08–	40 Programmzeile 08.

Die Programmzeile 08 enthält den letzten *von Ihnen* in den Programmspeicher *einggegebenen* Programmbefehl. Wenn Sie jetzt jedoch erneut **S**S**T** drücken, werden Sie sehen, daß dies *nicht* die letzte im Programmspeicher *gespeicherte* Zeile ist:

Tastenfolge	Anzeige	
<b>S</b> S <b>T</b>	09–	22 00 Programmzeile 09.

Sie sollten jetzt in der Lage sein, den angezeigten Tastencodes zu entnehmen, daß in Programmzeile 09 der Befehl **f** **G**T**O** 00 gespeichert ist.

## Der Programmbefehl **G**T**O** 00 und die Programmzeile 00

Jedesmal wenn Sie das jetzt im Programmspeicher befindliche Programm starten, führt der Rechner zusätzlich zu den acht von Ihnen eingegebenen Befehlen auch den Programmbefehl in Programmzeile 09 aus. Die Anweisung **G**T**O** 00 bewirkt, wie der Name schon sagt, daß der Rechner in Programmzeile 00 springt und den dort gespeicherten Befehl ausführt. Die Zeile 00 enthält keinen regulären Programmbefehl, sondern stattdessen eine «indirekte» Anweisung, die besagt, daß der Rechner die Programmausführung anhalten soll. Dies hat zur Folge, daß nach jeder Abarbeitung der Programmbefehle der Rechner in die Programmzeile 00 springt, dort anhält, und damit zur Eingabe neuer Daten und zu einem Neustart des Programms bereit ist. (Der Rechner wird automatisch auf die Programmzeile 00 positioniert, wenn Sie durch Drücken von **f** **P**/**R** von Program Mode auf Run Mode schalten.)

Der Befehl **G**T**O** 00 war bereits *vor* der Eingabe Ihres Programms in Zeile 09 gespeichert – eine Tatsache, die auf *alle* Programmzeilen zutrifft. Wenn

keine Programmbefehle in den Programmspeicher eingegeben wurden, wenn der Permantenspeicher gelöscht oder  CLEAR  PRGM gedrückt ist, wird der Befehl  GTO 00 automatisch in den Programmzeilen 01 bis 09 gespeichert. Bei jeder Eingabe eines Programmbefehls in den Programmspeicher wird die  GTO 00-Anweisung in der betreffenden Zeile durch den neuen Befehl ersetzt.

Wenn Ihr Programm aus genau neun Programmbefehlen besteht, verbleiben am Ende des Programmspeichers keine  GTO 00-Anweisungen mehr. Auch in diesem Fall springt der Rechner nach Abarbeitung der Programmbefehle in die Zeile 00 und hält dort an, als ob hinter dem eigentlichen Programm noch eine  GTO 00-Anweisung gestanden hätte.

Wenn Sie mehr als neun Programmbefehle eingeben, wird der Programmspeicher automatisch erweitert, um die zusätzlichen Anweisungen aufzunehmen.

## Erweitern des Programmspeichers

Wenn keine Programmbefehle in den Programmspeicher eingegeben wurden, oder wenn der Permantenspeicher gelöscht bzw.  CLEAR  PRGM gedrückt wurde, besteht der Programmspeicher aus neun Programmzeilen. Zusätzlich sind zehn Speicherregister zur Speicherung von Daten verfügbar.

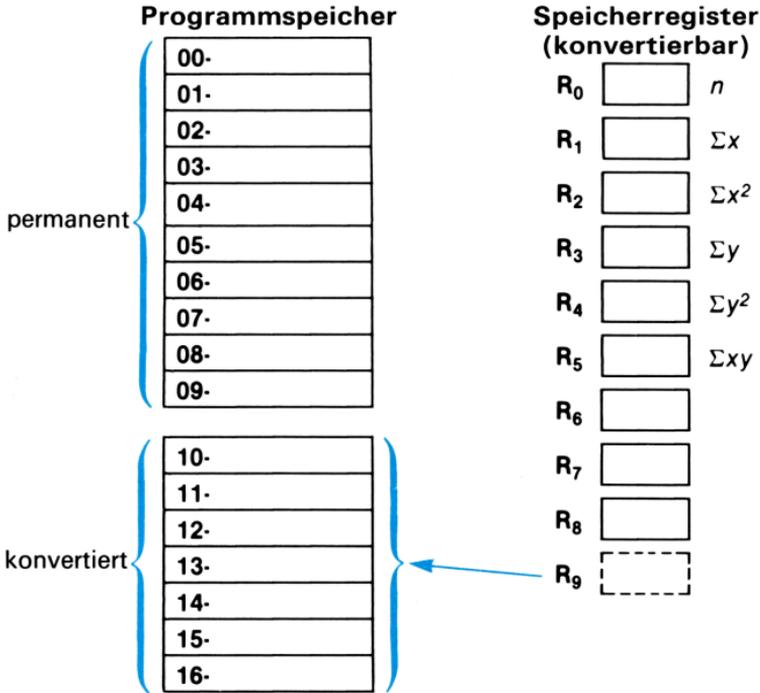
**Programm-  
speicher**

00-
01-
02-
03-
04-
05-
06-
07-
08-
09-

**Speicher-  
register**

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

Bei der Eingabe eines zehnten Programmbefehls wird das Speicherregister  $R_9$  automatisch in sieben zusätzliche Programmzeilen umgewandelt. Der eingegebene Befehl wird in Programmzeile 10 gespeichert, die Zeilen 11 bis 16 werden automatisch mit **GTO** 00-Anweisungen belegt.



**Programmspeicherzuordnung**

Register	Zeilennummer
$R_9$	10-16
$R_8$	17-23
$R_7$	24-30
$R_6$	31-37
$R_5$	38-44
$R_4$	45-51
$R_3$	52-58
$R_2$	59-65
$R_1$	66-72
$R_0$	73-79

Auf diese Weise wird der Programmspeicher jedesmal nach der Eingabe von sieben weiteren Programmbefehlen vergrößert; d.h. nach der Eingabe von Befehlen in die Programmzeilen 17, 24, 31 usw. In jedem dieser Fälle wird die benötigte Programmzeile (und sechs weitere) durch Konvertierung des nächst verfügbaren Datenspeicherregisters geschaffen. (Dabei ist es ohne Bedeutung, ob in diesem Register eine Zahl gespeichert ist oder nicht; ein eventuell vorhandener Registerinhalt geht verloren.) Des Weiteren werden die sechs zusätzlichen, noch nicht direkt benötigten Programmzeilen (d.h. die Zeilen 18 bis 23, 25 bis 30 usw.) mit **[GTO]** 00-Anweisungen belegt.

## Die **[MEM]**-Funktion

Sie können jederzeit (sei es im Program- oder im Run Mode) feststellen, aus wievielen Zeilen (einschließlich der Zeilen mit **[GTO]** 00-Anweisungen) der Programmspeicher momentan besteht, und wieviele Speicherregister noch für weitere Umwandlungen (in Programmzeilen) bzw. zur Datenspeicherung verfügbar sind. Dazu brauchen Sie lediglich die Tasten **[f]** **[MEM]** (*memory*) drücken (und festhalten). Im Display des Rechners erscheinen dann Anzeigen wie die folgenden:



Im Programmspeicher können bis zu 79 Programmbefehle gespeichert werden. Diese maximale Ausweitung des Programmspeichers erfordert die Umwandlung aller 10 Datenspeicherregister ( $79 = 9 + (10 \times 7)$ ), so daß dann keine Register mehr zur Datenspeicherung verfügbar sind.

**Bemerkung:** Der HP-10C konvertiert die Speicherregister in absteigender Reihenfolge, von  $R_9$  bis  $R_0$ . Aus diesem Grund ist es sinnvoll, bei **[STO]**- und **[RCL]**-Operationen die Register in der umgekehrten Reihenfolge zu verwenden, also mit Register  $R_0$  zu beginnen. Bei dieser Vorgehensweise wird die Gefahr des Zugriffs (mit **[STO]** oder **[RCL]**) auf bereits in Programmzeilen umgewandelte Datenspeicherregister verringert. Es sei daran erinnert, daß bei der Umwandlung von Speicherregistern deren eventuell vorhandener Inhalt verloren geht.

## Positionieren des Rechners auf bestimmte Programmzeilen

Es kann vorkommen, daß Sie den Rechner direkt auf eine bestimmte Programmzeile positionieren wollen – sei es, um ein zweites Programm in

den Programmspeicher zu laden oder um ein bereits existierendes Programm zu modifizieren. Dies kann, wie zuvor beschrieben, durch Verwendung der **[SST]**-Funktion geschehen. Schneller ist jedoch die folgende Vorgehensweise:

- Im Program Mode wird durch Drücken von **[GTO]** **[◻]** gefolgt von zwei Zifferntasten der Rechner auf die durch die beiden Zifferntasten spezifizierte Zeile positioniert. Anschließend wird automatisch die Zeilennummer und der Tastencode der betreffenden Zeile angezeigt.
- Im Run Mode wird durch Drücken von **[GTO]** gefolgt von zwei Zifferntasten der Rechner auf die durch die beiden Zifferntasten spezifizierte Zeile positioniert; die Zeilennummer und der Tastencode werden jedoch nicht angezeigt.

Der Dezimalpunkt wird nur dann zur Positionierung des Rechners benötigt, wenn sich der Rechner im Program Mode befindet.

Beispielsweise kann der Rechner im Program Mode wie folgt auf die Programmzeile 00 positioniert werden:

Tastenfolge	Anzeige
<b>[GTO]</b> <b>[◻]</b> 00	00– Programmzeile 00.

## Zeilenweise Ausführung eines Programms

Im Program Mode können Sie durch wiederholtes Drücken von **[SST]** überprüfen, ob das *gespeicherte* Programm mit dem von Ihnen *geschriebenen* Programm übereinstimmt, d.h. ob Sie die Programmbefehle korrekt eingegeben haben. Dadurch ist jedoch noch nicht sichergestellt, daß Ihr Programm die gewünschten Ergebnisse auch richtig berechnet; selbst die Programme des erfahrensten Programmierers werden in der Regel nicht auf Anhieb korrekt arbeiten.

Zur Überprüfung des korrekten Ablaufs können Sie Ihr Programm mit Hilfe der **[SST]**-Taste zeilenweise ausführen lassen. Im Run Mode wird durch Drücken von **[SST]** der Rechner analog wie im Program Mode zunächst auf die nächste Programmzeile positioniert, und es werden deren Zeilennummer sowie der Tastencode des dort gespeicherten Befehls angezeigt. Im Unterschied zur Wirkungsweise von **[SST]** im Program Mode wird jedoch beim Loslassen der Taste der angezeigte Programmbefehl ausgeführt, und das Ergebnis der Ausführung wird im Display angezeigt. (Sie können den Inhalt der Programmzeile auch über längere Zeit anzeigen, in dem Sie die **[SST]**-Taste gedrückt lassen.)

Beispielsweise würde die zeilenweise Ausführung des im Rechner gespeicherten Programms wie folgt aussehen:

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	<b>39,7400</b>	Der Rechner wird auf Run Mode geschaltet und damit automatisch auf Zeile 00 positioniert. (Bei dem hier gezeigten Inhalt der Anzeige wird unterstellt, daß die Ergebnisse der letzten Berechnung im Rechner geblieben sind.)
35,7	<b>35,7</b>	Eingabe der Badewassertemperatur (in Grad Celsius).
<b>SST</b>	<b>01– 36</b> <b>35,7000</b>	Programmzeile 01: <b>ENTER</b> . Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 01.
<b>SST</b>	<b>02– 1</b> <b>1,</b>	Programmzeile 02: Zifferntaste 1. Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 02.
<b>SST</b>	<b>03– 48</b> <b>1,</b>	Programmzeile 03: <b>□</b> . Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 03.
<b>SST</b>	<b>04– 8</b> <b>1,8</b>	Programmzeile 04: Zifferntaste 8. Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 04.
<b>SST</b>	<b>05– 20</b> <b>64,2600</b>	Programmzeile 05: <b>×</b> . Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 05.
<b>SST</b>	<b>06– 3</b> <b>3,</b>	Programmzeile 06: Zifferntaste 3. Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 06.
<b>SST</b>	<b>07– 2</b> <b>32,</b>	Programmzeile 07: Zifferntaste 2. Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 07.
<b>SST</b>	<b>08– 40</b> <b>96,2600</b>	Programmzeile 08: <b>+</b> . Ergebnis der Ausführung von Programmzeile 08 (der letzten Programmzeile).

Durch Drücken von **f** **BS** im Run Mode wird der Rechner analog wie im Program Mode zunächst auf die vorangegangene Zeile im Programmspeicher positioniert. Anschließend werden die Zeilennummer dieser Zeile und

der Tastencode des dort gespeicherten Befehls angezeigt. Im Gegensatz zum Program Mode wird jedoch hier nach dem Loslassen der **[BST]**-Taste wieder der Inhalt des Displays vor dem Drücken von **[f]** **[BST]** angezeigt; es wird *kein* Programmbefehl ausgeführt.

## Unterbrechen der Programmausführung

Sie werden während eines Programmablaufs häufig Anlaß haben, die Ausführung des Programms zu unterbrechen, um entweder neue Daten einzugeben oder um Zwischenresultate zu kontrollieren. Zu diesem Zweck enthält der HP-10C zwei Funktionen: **[PSE]** (*pause*) und **[R/S]** (*run/stop*).

### Pausen während der Programmausführung

Ein **[PSE]**-Befehl innerhalb eines Programms bewirkt während des Programmablaufs eine Unterbrechung der Programmausführung für ca. 1 Sekunde. Während dieser Pause zeigt der Rechner das vor der Ausführung der **[PSE]**-Anweisung zuletzt berechnete Resultat an.

Wenn Sie während einer Pause eine beliebige Taste drücken, wird die Programmausführung nicht wieder automatisch aufgenommen. In einem solchen Fall kann die Ausführung mit der auf die **[PSE]**-Anweisung folgenden Zeile durch Drücken von **[R/S]** fortgesetzt werden.

### Automatisches Anhalten der Programmausführung

Die Programmausführung wird automatisch angehalten, wenn während des Programmablaufs ein **[R/S]**-Befehl gefunden wird. Zur Wiederaufnahme der Programmausführung mit der auf die **[R/S]**-Anweisung folgenden Zeile ist wiederum **[R/S]** zu drücken.

**Beispiel:** Mutter's Bestes, ein Konservenhersteller, will ein Spaghettigericht als Fertigmahlzeit verpacken. Dazu werden drei Dosen benötigt; eine für die Spaghettisauce, eine für den Käse und eine für die Hackfleischbällchen. Gesucht sind die Grundfläche, die Oberfläche und das Volumen für jede der drei zylinderförmigen Dosen. Zusätzlich ist der Verkaufsleiter der Gesellschaft an der Gesamtgrundfläche, der Gesamtoberfläche und am Gesamtvolumen der drei Dosen pro Packung interessiert.



Das Programm zur Berechnung dieser Größen benutzt die folgenden Formeln und Daten:

$$\begin{aligned} \text{Grundfläche} &= \pi \cdot r^2 \\ \text{Volumen} &= \text{Grundfläche} \times \text{Höhe} = \pi \cdot r^2 \cdot h \\ \text{Oberfläche} &= 2 \times \text{Grundfläche} + \text{Seitenfläche} \\ &= 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \end{aligned}$$

Radius $r$	Höhe $h$	Grundfläche	Volumen	Oberfläche
2,5 cm	8,0 cm	?	?	?
4,0 cm	10,5 cm	?	?	?
4,5 cm	4,0 cm	?	?	?
<b>Gesamt</b>		?	?	?

Die im folgenden vorgestellte Musterlösung benutzt die Register  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$ , um mittels Operationen der Speicherregisterarithmetik (siehe Seite 33) die Gesamtflächen und Gesamtvolumina zu berechnen. Vor jedem Starten des Programms sollten die Speicherregister gelöscht werden, damit sichergestellt ist, daß die Spaltensummen der Tabelle mit Null initialisiert sind.

Da der Radius  $r$  im Verlauf der Berechnung zweimal benötigt wird, soll er in Register  $R_0$  gespeichert werden. Dies muß *vor dem Starten* des Programms geschehen, da  $r$  in jedem Lauf einen anderen Wert annehmen kann. *Im Programm* wird  $r$  dann mit einem **[RCL]**-Befehl abgerufen. Die Höhe  $h$  wird nach der Berechnung der Grundfläche direkt eingegeben. Zur Eingabe von  $h$  wird das Programm an diesem Punkt der Berechnung angehalten. Dies geschieht durch einen **[R/S]**-Befehl im Programm. Anschließend kann das Programm durch Drücken von **[R/S]** wieder manuell gestartet werden. (Eine alternative Vorgehensweise bestünde darin, auch die Höhe  $h$  (analog zum Radius  $r$ ) zu speichern und dann abzurufen; dadurch würde sich jedoch die Gesamtanzahl der benötigten Programmbefehle erhöhen.) Es werden hier also zwei Möglichkeiten der Datenübergabe an ein Programm illustriert:

1. Vorabeingabe. Ein Datenelement wird vor dem Starten des Programms mit **[STO]** in einem Speicherregister abgelegt und dann innerhalb des Programms mit einem **[RCL]**-Befehl abgerufen.
2. Direkteingabe. Ein Datenelement wird an dem Punkt in das Programm eingegeben, ab dem es zur Berechnung benötigt wird. Danach kann das Programm mit **[R/S]** gestartet (oder wieder gestartet) werden. Erfolgt diese Dateneingabe nicht am Anfang des Programms, so muß dazu an geeigneter Stelle innerhalb des Programms ein Stopbefehl (**[R/S]**) benutzt werden.

## 74 Grundlagen der Programmierung

Zusätzlich werden im Programm **PSE** (und **R/S**) Befehle verwendet, um während der Programmausführung automatisch Zwischenergebnisse für die Grundfläche, das Volumen und die Oberfläche anzuzeigen.

Tasten Sie nun das Programm in den Programmspeicher ein. Geben Sie dabei den Radius und die Höhe für jede Dose *nicht* ein; diese Werte werden variieren und müssen daher *vor* jedem Programmlauf neu eingegeben werden.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	00–	Program Mode schalten.
<b>f</b> CLEAR <b>PRGM</b>	00–	Programmspeicher löschen.
<b>f</b> <b>x<sup>2</sup></b>	01– 42 11	
<b>f</b> <b>π</b>	02– 42 16	
<b>x</b>	03– 20	
<b>STO</b> 4	04– 44 4	
<b>STO</b> <b>+</b> 1	05–44 40 1	
<b>R/S</b>	06– 31	Stop zur Anzeige der Grundfläche und zur Eingabe des <i>h</i> -Werts.
<b>x</b>	07– 20	
<b>f</b> <b>PSE</b>	08– 42 31	Pause zur Anzeige des Volumens.
<b>STO</b> <b>+</b> 2	09–44 40 2	
<b>RCL</b> 0	10– 45 0	Rückruf von <i>r</i> aus Register R <sub>0</sub> .
<b>–</b>	11– 10	
2	12– 2	
<b>x</b>	13– 20	
<b>RCL</b> 4	14– 45 4	
2	15– 2	
<b>x</b>	16– 20	
<b>+</b>	17– 40	
<b>STO</b> <b>+</b> 3	18–44 40 3	

Nun kann das Programm gestartet werden:

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	145,2987	Run Mode schalten. (Anzeige resultiert aus der letzten Berechnung.)
<b>f</b> CLEAR <b>REG</b>	0,0000	Register R <sub>0</sub> bis R <sub>9</sub> löschen.
2,5 <b>STO</b> 0	2,5000	Eingabe des Radius <i>r</i> der ersten Dose und Speichern des Werts in R <sub>0</sub> .

Tastenfolge	Anzeige	
<b>R/S</b> 8	<b>19,6350</b> <b>8,</b>	Grundfläche der ersten Dose. Eingabe der Höhe $h$ der ersten Dose.
<b>R/S</b> 4 <b>STO</b> 0	<b>157,0796</b> <b>164,9336</b> <b>4,0000</b>	Volumen der ersten Dose. Oberfläche der ersten Dose. Eingabe des Radius $r$ der zweiten Dose und Speichern des Werts in $R_0$ .
<b>R/S</b> 10,5	<b>50,2655</b> <b>10,5</b>	Grundfläche der zweiten Dose. Eingabe der Höhe $h$ der zweiten Dose.
<b>R/S</b> 4.5 <b>STO</b> 0	<b>527,7876</b> <b>364,4247</b> <b>4,5000</b>	Volumen der zweiten Dose. Oberfläche der zweiten Dose. Eingabe des Radius $r$ der dritten Dose und Speichern des Werts in $R_0$ .
<b>R/S</b> 4	<b>63,6173</b> <b>4,</b>	Grundfläche der dritten Dose. Eingabe der Höhe $h$ der dritten Dose.
<b>R/S</b> <b>RCL</b> 1	<b>254,4690</b> <b>240,3318</b> <b>133,5177</b>	Volumen der dritten Dose. Oberfläche der dritten Dose. Summe der Grundflächen der drei Dosen.
<b>RCL</b> 2	<b>939,3362</b>	Summe der Volumina der drei Dosen.
<b>RCL</b> 3	<b>769,6902</b>	Summe der Oberflächen der drei Dosen.

Wenn die Dauer der Pause nicht ausreicht, um den angezeigten Wert zu notieren, kann die Pause durch Verwendung mehrerer **PSE**-Befehle verlängert werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Programm durch Programmierung eines **R/S**-Befehls automatisch anzuhalten.

Die Programmausführung wird ebenfalls automatisch abgebrochen, wenn ein Overflow (siehe Seite 20) auftritt, oder wenn der Rechner versucht, eine unzulässige Operation, die zu der Meldung «**Error**» führt, auszuführen. In jedem dieser Fälle ist der Verdacht naheliegend, daß das Programm einen Fehler enthält.

Wenn Sie zur Lokalisierung des Fehlers feststellen wollen, in welcher Programmzeile die Ausführung abgebrochen wurde, müssen Sie zunächst die Meldung «**Error**» durch Drücken einer beliebigen Taste löschen.

Anschließend ist der Rechner durch Drücken von **[P/R]** auf Program Mode zu schalten, wodurch die betreffende Zeile automatisch angezeigt wird.

Sie können die aktuelle Programmzeile (durch Drücken von **[P/R]**) auch anzeigen, wenn Ihr Programm mehrere **[R/S]**-Befehle enthält, und Sie wissen wollen, bei welcher dieser Anweisungen die Ausführung des Programms angehalten wurde. Die Programmausführung kann dann wie folgt fortgesetzt werden:

1. Schalten Sie den Rechner durch Drücken von **[P/R]** wieder auf Run Mode. Dadurch wird der Rechner automatisch auf die Programmzeile 00 zurückpositioniert.
2. Wenn Sie die Programmausführung mit der Zeile, an der diese unterbrochen wurde, fortsetzen wollen, drücken Sie **[GTO]** gefolgt von der gewünschten zweistelligen Zeilennummer.
3. Drücken Sie **[R/S]** zur Wiederaufnahme der Programmausführung.

### Manuelles Unterbrechen der Programmausführung

Wenn während eines Programmablaufs eine beliebige Taste gedrückt wird, so bewirkt dies eine Unterbrechung der Programmausführung. Sie können diese Möglichkeit der Programmunterbrechung verwenden, wenn Sie den Verdacht haben, daß die von Ihrem ablaufenden Programm angezeigten Ergebnisse falsch sind (was wiederum auf einen Programmierfehler hindeutet).

Wenn Sie die Programmausführung während einer Pause (d.h. während der Ausführung eines **[PSE]**-Befehls) unterbrechen wollen, brauchen Sie wiederum nur eine beliebige Taste zu drücken.

Nach einer manuellen Unterbrechung der Programmausführung können Sie wie oben beschrieben feststellen, in welcher Zeile die Ausführung angehalten wurde und anschließend die Ausführung des Programms gegebenenfalls fortsetzen.

### Nichtprogrammierbare Funktionen

Wenn sich der Rechner im Program Mode (PRGM-Statusanzeige an) befindet, kann fast jede Funktion des Tastenfelds als Programmbefehl im Programmspeicher aufgezeichnet werden. Ausnahmen bilden die folgenden Funktionen, die nicht als Programmbefehle verwendet werden können:

**[f]** CLEAR **[PRGM]**  
**[f]** CLEAR **[PREFIX]**  
**[GTO]** **[•]** *nn*

**[P/R]**  
**[f]** **[MEM]**  
**[•]** **[ON]**

**[SST]**  
**[f]** **[BST]**

## Programmverzweigungen und Programmschleifen

Obwohl die Programmbefehle eines Programms normalerweise in der Reihenfolge der Numerierung ihrer Programmzeilen ausgeführt werden, kann es unter Umständen wünschenswert sein, die Programmkontrolle an eine Programmzeile zu übergeben, die nicht die nächste Zeile im Programmspeicher ist. Einen derartigen Vorgang bezeichnet man als «Sprung». Durch Sprünge ist es auch möglich, bestimmte Teile eines Programms automatisch mehr als einmal ausführen zu lassen – einen solchen Prozeß bezeichnet man «Programmschleife».

### Unbedingte Sprünge

Der Befehl **[GTO]** (*go to*) dient zur Übergabe der Programmkontrolle an eine beliebige Programmzeile. Die gewünschte Programmzeile wird durch die Angabe ihrer zweistelligen Zeilennummer in der Programmzeile, die die **[GTO]**-Anweisung enthält, spezifiziert. Bei der Ausführung des **[GTO]**-Befehls wird zu der spezifizierten Programmzeile gesprungen, von wo aus die sequentielle Abarbeitung des Programms in der üblichen Weise fortgesetzt wird.

01-
02-
03-
04-
05-
06-
07-
08- <b>[GTO] 03</b>

Der Befehl **[GTO] 03** bewirkt eine Fortsetzung der Programmausführung mit Zeile 03.

Sie haben bereits eine Programmverzweigung kennengelernt: der Befehl **[GTO] 00** (der im Programmspeicher hinter dem von Ihnen eingegebenen Programm steht) bewirkt eine Übergabe der Programmkontrolle an die Programmzeile 00. Mit der **[GTO]**-Anweisung können Sie beliebige Zeilen, sei es vorwärts oder rückwärts, innerhalb des Programmspeichers anspringen.

## 78 Programmverzweigungen und Programmschleifen

Rückwärtssprünge sind typisch für den Aufbau von Programmschleifen (die im nächsten Unterabschnitt beschrieben werden); Vorwärtssprünge werden in der Regel zusammen mit  $\boxed{x \leq y}$ - oder  $\boxed{x=0}$ -Anweisungen für bedingte Sprünge verwendet.

### Programmschleifen

Wenn eine  $\boxed{GTO}$ -Anweisung eine Programmzeile mit einer niedrigeren Zeilennummer spezifiziert, werden die Befehle in den Programmzeilen zwischen der spezifizierten Zeile und der Zeile mit der  $\boxed{GTO}$ -Anweisung wiederholt ausgeführt. Wie die obige Illustration des Ablaufs eines unbedingten Sprungs zeigt, wird eine Programmschleife, wenn einmal begonnen, immer und immer wieder durchlaufen.

Wenn Sie die Ausführung einer Programmschleife beenden wollen, können Sie dies mit Hilfe einer  $\boxed{x \leq y}$ - oder  $\boxed{x=0}$ -Anweisung bzw. mit einem  $\boxed{R/S}$ -Befehl innerhalb der Schleife tun. Eine weitere Möglichkeit zur Beendigung besteht darin, während der Ausführung der Schleife eine beliebige Taste zu drücken.

**Beispiel:** In einem radiobiologischen Labor soll die Abnahme der Radioaktivität des Radioisotops  $^{131}\text{I}$  untersucht werden. Das folgende Programm berechnet die theoretische Restaktivität (in Millicurie) des Isotops nach Verfallsintervallen von je vier Tagen. (Die Halbwertszeit von  $^{131}\text{I}$  beträgt acht Tage.) In diesem Beispiel wird dem Isotop eine Anfangsaktivität ( $N_0$ ) von 100 Millicurie unterstellt.

Die Formel für  $N_t$ , der Restaktivität des Isotops nach  $t$  Tagen, lautet:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-kt} \quad \text{wo} \quad k = \frac{\ln 2}{8} = 0,087$$

 Halbwertszeit von  $^{131}\text{I}$

Der Wert für  $N_0$  (100 Millicurie) ist vor dem Starten des Programms in dem Register  $R_1$  zu speichern; der erste  $t$ -Wert (4 Tage) muß unmittelbar vor der Programmausführung eingegeben werden. Das Programm erhöht dann den  $t$ -Wert in jeder der aufeinanderfolgenden Berechnungen (d.h. in jedem Schleifendurchlauf) um 4 Tage.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>[P/R]</b>	00–	Rechner auf Program Mode schalten.
<b>[f] CLEAR [PRGM]</b>	00–	Löschen des Programmspeichers.
<b>[STO] 0</b>	01– 44 0	Speichern der Zahl im Display in Register $R_0$ . Diese Zahl ist $t$ , die Existenzzeit des Isotops in Tagen.
<b>[RCL] 0</b>	02– 45 0	Rückruf von $t$ . Zu dieser Zeile wird später innerhalb des Programms zurückgesprungen. $t$ hat bei jedem Schleifendurchlauf einen anderen Wert.
<b>[f] [PSE]</b>	03– 42 31	Pause zur Anzeige von $t$ .
2	04– 2	
<b>[f] [LN]</b>	05– 42 12	$k \times t$ .
8	06– 8	
<b>[÷]</b>	07– 10	$-k \times t$ .
<b>[x]</b>	08– 20	
<b>[CHS]</b>	09– 16	$e^{-kt}$ .
<b>[e<sup>x</sup>]</b>	10– 12	
<b>[RCL] 1</b>	11– 45 1	Rückruf von $N_0$ , der Anfangsaktivität in Millicurie, aus Register $R_1$ .
<b>[x]</b>	12– 20	$N_t$ , die Restaktivität von I131 nach $t$ Tagen.
<b>[f] [PSE]</b>	13– 42 31	Pause zur Anzeige von $N_t$ .
4	14– 4	
<b>[STO] [+]</b> 0	15–44 40 0	Erhöhen von $t$ um 4.
<b>[GTO] 02</b>	16– 22 02	Rücksprung zu Programmzeile 02, so daß der erhöhte $t$ -Wert vor Beginn der neuen Berechnung angezeigt werden kann.

Das Programm kann nun gestartet werden. Dabei werden am Anfang und am Ende jedes Schleifendurchlaufs Pausen zur Anzeige der aktuellen Werte von  $t$  und  $N_t$  gemacht. Die Programmausführung bricht nicht von selbst ab, sondern muß von Ihnen angehalten werden. (Sie können, wenn Sie den Schleifendurchlauf verfolgen wollen, das Programm mittels **[SST]** auch zeilenweise ausführen lassen.)

Tastensequenz	Anzeige	Bedeutung
<b>P/R</b>	<b>0,0000</b>	Rechner auf Run Mode schalten. (Dabei wird angenommen, daß der Rechner keine Ergebnisse aus vorangegangenen Berechnungen mehr enthält.)
<b>f CLEAR</b> <b>REG</b>	<b>0,0000</b>	Löschen der Register $R_0$ bis $R_9$ .
<b>f FIX</b> 3	<b>0,000</b>	Reduzieren des Anzeigeformats auf drei Dezimalstellen.
100 <b>STO</b> 1	<b>100,000</b>	Speichern von $N_0$ in Register $R_1$ .
4	<b>4,</b>	Eingabe von $t$ .
<b>R/S</b>	<b>4,000</b>	$t = 4$ Tage.
	<b>70,711</b>	$N_4$ (Restaktivität des Isotops nach 4 Tagen).
	<b>8,000</b>	$t = 8$ Tage (Halbwertszeit von I131).
	<b>50,000</b>	$N_8$ .
	<b>12,000</b>	$t = 12$ Tage.
	<b>35,355</b>	$N_{12}$ .
<b>R/S</b> (oder sonst eine Taste)	<b>35,355</b>	Anhalten der Programmausführung.

## Bedingte Sprünge

Es kommt häufig vor, daß ein Programm in der Lage sein sollte, in Abhängigkeit von gewissen Bedingungen zu verschiedenen Zeilen innerhalb des Programmspeichers zu verzweigen. Beispielsweise wäre es wünschenswert, wenn ein Programm zur Berechnung von Verkaufsprovisionen in Abhängigkeit von der zum jeweils erzielten Umsatz gehörenden Provisionsrate zu verschiedenen Programmzeilen springen könnte. Des weiteren könnte ein bedingter Sprungbefehl dazu benutzt werden, die Ausführung einer Schleife (wie die der Schleife im letzten Beispiel) zu beenden. Mittels eines bedingten Sprungbefehls kann eine Schleife entweder nach einer bestimmten Anzahl von Durchläufen verlassen werden, oder wenn ein bestimmter Wert innerhalb der Schleife erreicht wird.

Der HP-10C enthält zwei *Vergleichsabfragen*, die für bedingte Programmverzweigungen verwendet werden können:

- $x \leq y$  fragt ab, ob die Zahl im X-Register (dargestellt durch das  $x$  im Tastensymbol) kleiner oder gleich der Zahl im Y-Register (dargestellt durch das  $y$  im Tastensymbol) ist.
- $x=0$  fragt ab, ob die Zahl im X-Register gleich Null ist.

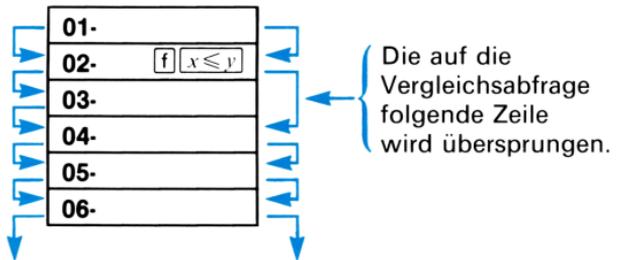
Die folgenden Ergebnisse sind nach der Ausführung dieser Befehle möglich:

- Wenn die getestete Bedingung bei der Ausführung der Vergleichsabfrage erfüllt, also «wahr» (TRUE) ist, wird die Programmausführung sequenziell, d.h. mit dem Befehl in der nächsten Programmzeile, fortgesetzt.
- Ist die getestete Bedingung bei der Ausführung der Vergleichsabfrage nicht erfüllt, also «falsch» (FALSE), wird der Befehl in der nächsten Programmzeile übersprungen und die Programmausführung mit der Anweisung in der darauf folgenden Zeile fortgesetzt.

Diese Regeln lassen sich wie folgt zusammenfassen: TRUE bedingt die Ausführung des nächsten Befehls, FALSE die des übernächsten Befehls.

**Programmausführung  
bei TRUE**

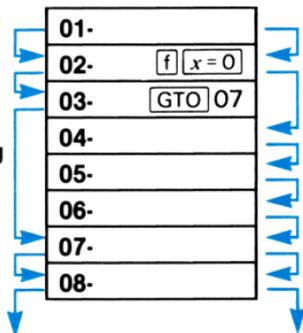
**Programmausführung  
bei FALSE**



Die direkt auf die Vergleichsabfrage folgende Programmzeile kann jeden beliebigen Befehl enthalten; in der Regel wird jedoch an dieser Stelle eine  $\boxed{\text{GTO}}$ -Anweisung stehen. Wenn auf die Vergleichsabfrage ein  $\boxed{\text{GTO}}$ -Befehl folgt, wird bei erfüllter Bedingung in irgendeine Zeile des Programmspeichers verzweigt. Bei nicht erfüllter Bedingung wird die Programmausführung mit dem auf die  $\boxed{\text{GTO}}$ -Anweisung folgenden Befehl fortgesetzt.

### Programmausführung bei TRUE

Programmausführung wird mit Zeile 07 fortgesetzt.



### Programmausführung bei FALSE

Programmausführung wird mit Zeile 04 fortgesetzt.

**Beispiel:** Das Programm zur Berechnung der Restaktivität des Radioisotops (s. Seite 78) soll so modifiziert werden, daß die Programmausführung nach einer vorgegebenen Anzahl von Schleifendurchläufen automatisch beendet wird. Dazu ist die Vergleichsabfrage  $\overline{x=0}$  zu verwenden.

Es sei jetzt unterstellt, daß die Restaktivität  $N_t$  nur bis  $t = 12$  Tage berechnet werden soll. Nach der Berechnung dieses Werts kann die Programmausführung wie folgt automatisch beendet werden: Vor Beginn der Schleife ist die Anzahl der Schleifendurchläufe in einem Register zu speichern; danach wird dieser Wert in jedem Schleifendurchlauf um eins verringert und auf Null abgefragt. Ist dies der Fall, wird die Programmausführung (durch einen  $\overline{GTO}$  00-Befehl) beendet.

Das modifizierte Programm könnte dann so aussehen:

#### Tastenfolge

#### Anzeige

$\overline{P/R}$	00-			
$\overline{f}$ CLEAR $\overline{PRGM}$	00-			
$\overline{STO}$ 0	01-	44	0	
3	02-	3		Initialisieren des Schleifenzählers mit der Anzahl der gewünschten Schleifendurchläufe.
$\overline{STO}$ 2	03-	44	2	Speichern des Schleifenzählers in $R_2$ .*

\* Die Anzahl der Schleifendurchläufe kann auch außerhalb des Programms manuell eingegeben werden, wenn Sie Programmzeilen einsparen oder sich eine gewisse Flexibilität zur Veränderung dieses Werts erhalten wollen.

Tastensequenz	Anzeige		
<b>RCL</b> 0	04- 45 0	} Ursprüngliche Programmzeilen	
<b>f</b> <b>PSE</b>	05- 42 31		
2	06- 2		
<b>f</b> <b>LN</b>	07- 42 12		
8	08- 8		
<b>÷</b>	09- 10		
<b>x</b>	10- 20		
<b>CHS</b>	11- 16		
<b>e<sup>x</sup></b>	12- 12		
<b>RCL</b> 1	13- 45 1		
<b>x</b>	14- 20		
<b>f</b> <b>PSE</b>	15- 42 31		
4	16- 4		
<b>STO</b> <b>+</b> 0	17-44 40 0		
1	18- 1		
<b>STO</b> <b>-</b> 2	19-44 30 2		
<b>RCL</b> 2	20- 45 2		Schleifeninkrement.
<b>f</b> <b>x=0</b>	21- 42 20		Verringern des initialisierten Schleifenzählers in R <sub>2</sub> (s. Zeile 02) um den Wert 1.
<b>GTO</b> 00	22- 22 00		Rückruf des Schleifenzählers zur Anzeige des Werts.
<b>GTO</b> 04	23- 22 04	Abfrage, ob die Zahl im X-Register (der Schleifenzähler) gleich Null ist. Wenn die Bedingung erfüllt ist (TRUE), Sprung zum Programmstart und Stop.	
		Wenn die Bedingung nicht erfüllt (FALSE) ist, Sprung zu Zeile 04 und neuer Schleifendurchlauf. (Beachten Sie, daß sich die spezifizierte Zeilennummer geändert hat.)	

Das modifizierte Programm kann jetzt wie folgt gestartet werden:

Tastensequenz	Anzeige	
<b>P/R</b>	35,204	Rechner auf Run Mode schalten. (Im Display wird das Resultat der letzten Berechnung angezeigt.)
<b>f</b> <b>CLEAR</b> <b>REG</b>	0,000	
100 <b>STO</b> 1	100,000	N <sub>0</sub> in R <sub>1</sub> speichern.
4	4,	Eingabe von t.

## 84 Programmverzweigungen und Programmschleifen

**Tastenfolge**

**Anzeige**

**R/S**

4,000

$t$

70,711

$N_4$

8,000

50,000

$N_8$

12,000

35,355

$N_{12}$

0,000

Schleifenzähler ist Null.

**Übung:** Magda Marktschrei, eine fahrende Händlerin, will ihren HP-10C für ihre Provisionsabrechnung benutzen. Für Umsätze bis 1000 DM beträgt die Provisionsrate 10%, für Umsätze darüber 12,5%. Der Grenzwert (1000 DM) und die beiden Provisionsraten können entweder vom Programm aus Registern abgerufen oder in das Programm selbst integriert werden. In der hier vorgestellten Musterlösung werden diese Größen in den Registern  $R_0$  bis  $R_2$  gespeichert und später vom Programm abgerufen.



**Bemerkung:** Wenn es innerhalb eines Programms erforderlich ist, daß bei der Ausführung von Befehlen wie  $\boxed{x\leq y}$  das X- und das Y-Register mit bestimmten Zahlen geladen sind, so kann es von Vorteil sein, sich beim Schreiben des Programms die Registerbelegung nach jedem einzelnen Programmbefehl aufzuzeichnen. Das folgende Diagramm soll dies an Hand des obigen Beispiels illustrieren.

	1	2	3	4	5
<b>Y</b> →	0	Umsatz	1,000	1,000	1,000
<b>X</b> →	Umsatz	1,000	Umsatz	Umsatz	Umsatz
<b>Tasten</b> →	Umsatz	$\boxed{RCL} 0$	$\boxed{x\geq y}$	$\boxed{x\leq y}$	$\boxed{GTO} 07$
<b>Zeile</b> →		01	02	03	04
	6	7	8	9	
<b>Y</b> →	Umsatz	Umsatz	Umsatz	Umsatz	
<b>X</b> →	12.50	12.50	10.00	Provision	
<b>Tasten</b> →	$\boxed{RCL} 2$	$\boxed{GTO} 08$	$\boxed{RCL} 1$	$\boxed{\%}$	
<b>Zeile</b> →	05	06	07	08	

Der erzielte Umsatz wird vor dem Starten des Programms in die Anzeige eingegeben, so daß das X-Register vor der Ausführung der **[RCL] 0**-Anweisung in Programmzeile 01 mit diesem Wert belegt ist. Durch diesen Befehl wird der Grenzwert (1000) in das X-Register übertragen und der Umsatz in das Y-Register geschoben. Die Anweisung **[xzy]** in Programmzeile 02 bewirkt ein Vertauschen der Inhalte des X- und Y-Registers; d.h. der Umsatz wird wieder in das X-Register und der Grenzwert in das Y-Register geladen. Dieses Vertauschen der Registerinhalte ist notwendig, weil bei der Ausführung der **[RCL] 2**-Anweisung in Zeile 05 oder der **[RCL] 1**-Anweisung in Zeile 07 der Inhalt des X-Registers in das Y-Register geschoben wird. Ohne den **[xzy]**-Befehl würde bei der Ausführung der **[%]**-Anweisung in Zeile 08 im Y-Register der Grenzwert (1000) an Stelle des Umsatzes stehen.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>[P/R]</b>	00–	
<b>[f] CLEAR [PRGM]</b>	00–	
<b>[RCL] 0</b>	01– 45 0	Rückruf des Grenzwerts (1000) in das X-Register.
<b>[xzy]</b>	02– 34	Übertragen des Umsatzes (der vor dem Programmstart einzugeben ist) in das X-Register und des Grenzwerts in das Y-Register.
<b>[f] [xzy]</b>	03– 42 10	Abfrage, ob die Zahl im X-Register (der erzielte Umsatz) kleiner oder gleich der Zahl im Y-Register (dem Grenzwert 1000) ist.
<b>[GTO] 07</b>	04– 22 07	Bei erfüllter Bedingung (TRUE) Sprung zu Zeile 07.
<b>[RCL] 2</b>	05– 45 2	Bei nicht erfüllter Bedingung (FALSE) Rückruf der Provisionsrate von 12,5% aus Register R <sub>2</sub> .
<b>[GTO] 08</b>	06– 22 08	Sprung zu Zeile 08.
<b>[RCL] 1</b>	07– 45 1	Rückruf der Provisionsrate von 10% aus Register R <sub>1</sub> .
<b>[%]</b>	08– 21	Berechnung der Provisionssumme.

Nun sind die erforderlichen Vorgabewerte in die Register R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> zu laden. Anschließend soll das Programm mittels der **[SST]**-Taste zeilenweise ausgeführt werden, um den korrekten Ablauf der Verzweigung zu überprüfen. Bei Programmen mit Vergleichsabfragen ist es ratsam, die entstehende

## 86 Programmverzweigungen und Programmschleifen

Verzweigung für alle möglichen Fälle zu testen, d.h. in unserem Fall für Umsätze, die kleiner, gleich oder größer als der Grenzwert sind.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	<b>0,000</b>	Rechner auf Run Mode schalten. (Im Display wird das Ergebnis der letzten Berechnung angezeigt.)
<b>f CLEAR</b> <b>REG</b>	<b>0,000</b>	
<b>f FIX</b> 2	<b>0,00</b>	Anzeigeformat auf zwei Dezimalstellen reduzieren.
1000 <b>STO</b> 0	<b>1.000,00</b>	Grenzwert in R <sub>0</sub> speichern.
10 <b>STO</b> 1	<b>10,00</b>	Erste Provisionsrate (10%) in R <sub>1</sub> speichern.
12,5 <b>STO</b> 2	<b>12,50</b>	Zweite Provisionsrate (12,5%) in R <sub>2</sub> speichern.
500	<b>500,</b>	Eingabe eines Umsatzbetrags, der kleiner als der Grenzwert in der Anzeige (X-Register) ist.
<b>SST</b>	<b>01– 45 0</b> <b>1.000,00</b>	Programmzeile 01: <b>RCL</b> 0. Rückruf des Grenzwerts in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.
<b>SST</b>	<b>02– 34</b> <b>500,00</b>	Programmzeile 02: <b>x↔y</b> . Vertauschen der Registerinhalte; der Umsatz befindet sich jetzt wieder im X-Register und der Grenzwert im Y-Register.
<b>SST</b>	<b>03– 42 10</b> <b>500,00</b>	Programmzeile 03: <b>f x&lt;y</b> .
<b>SST</b>	<b>04– 22 07</b> <b>500,00</b>	Durch <b>x&lt;y</b> abgefragte Bedingung war erfüllt, deshalb Fortsetzung der Programmausführung mit Zeile 04: <b>GTO</b> 07.
<b>SST</b>	<b>07– 45 1</b> <b>10,00</b>	Programmzeile 07: <b>RCL</b> 1. Rückruf der ersten Provisionsrate (10%) in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.
<b>SST</b>	<b>08– 21</b> <b>50,00</b>	Programmzeile 08: <b>%</b> . 10% von 500 = 50.
<b>SST</b>	<b>09– 22 00</b> <b>50,00</b>	Programmzeile 09 (vorprogrammierter) Rücksprung zu Programmzeile 00.

Tastenfolge	Anzeige
1000	1.000,
<b>SST</b>	01– 45 0 1.000,00
<b>SST</b>	02– 34 1.000,00
<b>SST</b>	03– 42 10 1.000,00
<b>SST</b>	04– 22 07 1.000,00
<b>SST</b>	07– 45 1 10,00
<b>SST</b>	08– 21 100,00
<b>SST</b>	09– 22 00 100,00
1500	1.500,
<b>SST</b>	01– 45 0 1.000,00
<b>SST</b>	02– 34 1.500,00
<b>SST</b>	03– 42 10 1.500,00

Eingabe eines Umsatzbetrags, der gleich dem Grenzwert ist, in die Anzeige (X-Register).

Programmzeile 01: **RCL** 0.

Rückruf des Grenzwerts in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.

Programmzeile 02: **x↔y**.

Vertauschen der Registerinhalte; der Umsatz befindet sich jetzt wieder im X-Register und der Grenzwert im Y-Register.

Programmzeile 03: **f** **x↔y**.

Durch **x↔y** abgefragte Bedingung war erfüllt, deshalb Fortsetzung der Programmausführung mit Zeile 04: **GTO** 07.

Programmzeile 07: **RCL** 1.

Rückruf der ersten Provisionsrate (10%) in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.

Programmzeile 08: **%**.

10% von 1000 = 100.

Programmzeile 09, (vorprogrammierter) Rücksprung zu Programmzeile 00.

Eingabe eines Umsatzbetrags, der größer als der Grenzwert ist.

Programmzeile 01: **RCL** 0.

Rückruf des Grenzwerts in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.

Programmzeile 02: **x↔y**.

Vertauschen der Registerinhalte; der Umsatz befindet sich jetzt wieder im X-Register, der Grenzwert im Y-Register.

Programmzeile 03: **f** **x↔y**.

## 88 Programmverzweigungen und Programmschleifen

Tastenfolge	Anzeige	
<b>SST</b>	<b>05– 45 2</b>	Durch <b>[x&lt;y]</b> abgefragte Bedingung war nicht erfüllt; daher wird die nächste Zeile übersprungen und das Programm mit Zeile 05 ( <b>[RCL] 02</b> ) fortgesetzt.
	<b>12,50</b>	Rückruf der zweiten Provisionsrate (12,5%) in das X-Register; dadurch Verschiebung des Umsatzes in das Y-Register.
<b>SST</b>	<b>06– 22 08</b>	Programmzeile 06: <b>[GTO] 08</b> .
<b>SST</b>	<b>08– 21</b>	Programmzeile 08: <b>[%]</b> .
	<b>187,50</b>	12,5% von 1500 = 187,5.
<b>SST</b>	<b>09– 22 00</b>	Programmzeile 09, (vorprogrammierter) Rücksprung zu Programmzeile 00.
	<b>187,50</b>	

## Modifizieren eines Programms

Es ist häufig notwendig, ein bereits im Programmspeicher gespeichertes Programm zu modifizieren; sei es um Fehler im Programm zu korrigieren, oder um zusätzliche Befehle (wie **STO**, **PSE** oder **R/S**) einzufügen.

Im folgenden wird beschrieben, wie Sie derartige Modifikationen an einem Programm vornehmen können, ohne dabei das gesamte Programm neu eintasten zu müssen.

### Ändern eines Befehls in einer Programmzeile

Ein einzelner Programmbefehl kann wie folgt abgeändert werden:

1. Positionieren Sie den Rechner im Program Mode mittels **SST**, **BST** oder **GTO**  auf die der zu ändernden Anweisung *voranstehende* Zeile.
2. Geben Sie den neuen Programmbefehl ein.
3. Schalten Sie den Rechner wieder auf Run Mode.

Wenn Sie beispielsweise einen in Programmzeile 05 gespeicherten Befehl verändern wollen, drücken Sie zunächst **GTO**  04 und geben anschließend den neuen Befehl, der in Programmzeile 05 gespeichert werden soll, ein. Die ursprünglich in Zeile 05 gespeicherte Anweisung wird *nicht* in Zeile 06 geschoben, sondern durch den neuen Befehl ersetzt.

### Anfügen von Befehlen an das Ende eines Programms

Sie können weitere Befehle an das Ende des letzten im Programmspeicher gespeicherten Programms anhängen:

1. Positionieren Sie den Rechner im Program Mode auf die letzte von Ihnen belegte Programmzeile.
2. Geben Sie die neuen Befehle ein.
3. Schalten Sie den Rechner wieder auf Run Mode.

## Einfügen von Befehlen innerhalb eines Programms

Wenn Sie Befehle in ein Programm einfügen wollen (oder ein Programm erweitern wollen, das nicht als letztes im Programmspeicher gespeichert ist), wird bei der Eingabe der neuen Anweisungen der ursprüngliche Inhalt der jeweiligen Programmzeilen überschrieben. Die restlichen Programmzeilen bleiben unverändert. Um einen sinnvollen Programmablauf zu gewährleisten, müssen die bei der Neueingabe überschriebenen Programmzeilen restauriert werden. Dies kann durch Neueingabe der überschriebenen Befehle und der Folgebefehle (siehe Unterabschnitt «Einfügen von Programmbefehlen durch Ersetzen») geschehen. Eine zweite Möglichkeit besteht darin, die neuen Befehle an das Ende des Programms anzuhängen und im Programm selbst an den geeigneten Stellen Sprungbefehle einzufügen (siehe Unterabschnitt «Einfügen von Programmbefehlen durch Verzweigen»).

### Einfügen von Programmbefehlen durch Ersetzen

1. Positionieren Sie den Rechner im Program Mode auf die Zeile, hinter der eingefügt werden soll.
2. Tasten Sie die neuen Befehle ein.
3. Restaurieren Sie die ursprünglichen Befehle, in dem Sie sie (beginnend mit der ersten von einem der Zusatzbefehle überschriebenen Anweisung) neu eingeben. (Beachten Sie dabei, daß sich die Zeilennummern in **[GTO]**-Anweisungen dadurch gegebenenfalls ändern.)

**Beispiel:** In das Programm zur Provisionsabrechnung aus dem letzten Abschnitt soll ein zusätzlicher Befehl eingefügt werden. Durch Einfügen einer **[R/S]**-Anweisung vor dem **[%]**-Befehl soll bei der Ausführung des Programms vor dem berechneten Provisionsbetrag auch noch die jeweilige Provisionsrate zusätzlich angezeigt werden. In diesem Fall ist es am einfachsten, die **[R/S]**-Anweisung durch Ersetzen einzufügen, da hier nur ein einziger Befehl (nämlich **[%]**) zu restaurieren ist.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>[R/S]</b>	00–	Rechner auf Program Mode schalten.
<b>[GTO]</b> <b>[.]</b> 07	07– 45 1	Positionieren des Rechners auf diejenige Programmzeile (hier mit dem Inhalt <b>[RCL] 1</b> ), hinter der eingefügt werden soll.
<b>[R/S]</b>	08– 31	Eingabe des neuen Befehls.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>%</b>	<b>09–</b>	<b>21</b> Eingabe des ursprünglichen Befehls, der durch den neuen Befehl überschrieben wurde.
<b>P/R</b>	<b>187,50</b>	Rechner wird wieder auf Run Mode geschaltet. (Im Display wird das Ergebnis der letzten Berechnung angezeigt.)
500 <b>R/S</b>	<b>10,00</b>	Provisionsrate (10%) für einen Umsatz in Höhe von 500 DM.
<b>R/S</b>	<b>50,00</b>	Resultierender Provisionsbetrag.

## Einfügen von Programmbefehlen durch Verzweigen

Die Technik des Einfügens durch Verzweigen besteht darin, mittels einer **GTO**-Anweisung zu einer neuen Befehlssequenz zu springen, die sich *hinter* dem momentanen Programmende befindet. Am Ende dieser neuen Befehlssequenz muß wiederum eine **GTO**-Anweisung stehen, durch die die Programmkontrolle an den Hauptteil des Programms zurückgegeben wird.

Die neue Befehlssequenz muß mit der *zweiten* Zeile nach dem Ende des ursprünglichen Programms beginnen, damit der automatisch vorprogrammierte **GTO** 00-Befehl (durch den der Rechner nach Abarbeitung des gesamten Programms wieder an den Programmanfang springt) erhalten bleibt.

Im Einzelnen ist wie folgt vorzugehen:

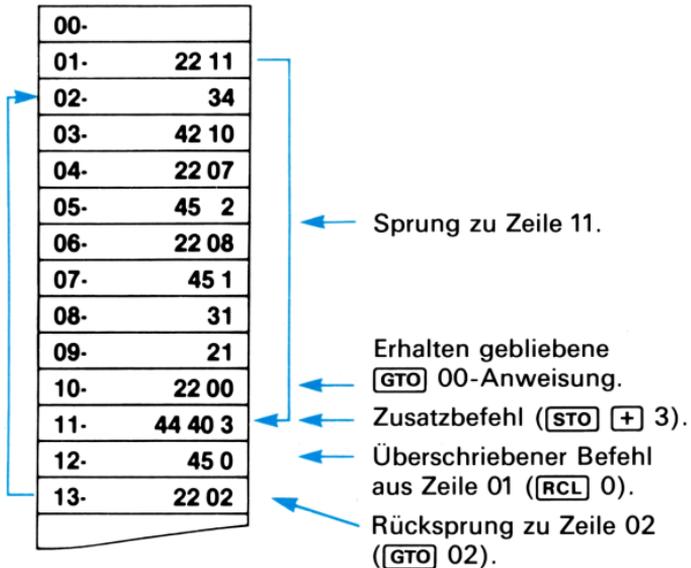
1. Positionieren Sie den Rechner im Program Mode auf die letzte Programmzeile, die noch vor den Zusatzbefehlen auszuführen ist.
2. Geben Sie einen **GTO**-Befehl ein, der die zweite Zeile hinter der momentan letzten Zeile Ihres Programms spezifiziert.
3. Positionieren Sie den Rechner auf die letzte Zeile Ihres Programms und geben Sie eine **GTO** 00-Anweisung ein.
4. Geben Sie die gewünschten Zusatzbefehle ein.
5. Geben Sie den Befehl, der durch die **GTO**-Anweisung in Schritt 2 überschrieben wurde, ein.
6. Geben Sie einen **GTO**-Befehl ein, durch den zu derjenigen Zeile (im ursprünglichen Programm) zurückgesprungen wird, mit der die Programmausführung nach Abarbeitung der Zusatzbefehle fortgesetzt werden soll.

Befinden sich mehrere Programme im Programmspeicher, so beziehen sich die Schritte 2 und 3 auf das Ende des letzten gespeicherten Programms.

## 92 Modifizieren eines Programms

**Beispiel:** Das Programm aus dem vorangegangenen Beispiel ist jetzt so zu modifizieren, daß die Umsatzbeträge bei jeder Ausführung des Programms aufsummiert werden. Dies soll mit Hilfe der Speicherregisterarithmetik in Register  $R_3$  geschehen. Dazu ist vor der jetzigen Programmzeile 01 der Befehl `(STO) (+) 3` einzufügen. Da beim Einfügen dieser einen Zeile durch Ersetzen die Programmzeilen 01 bis 10 wieder neu eingegeben werden müßten, ist es in diesem Fall einfacher, zum Einfügen die Verzweigungstechnik zu benutzen (bei der nur vier zusätzliche Zeilen – ohne die Zusatzbefehle, die in jedem Fall extra zu zählen sind – benötigt werden).

Die folgende Abbildung zeigt, wie durch Verzweigen Programmbefehle eingefügt werden können:



Tastenfolge	Anzeige	
<b>[P/R]</b>	00-	Rechner auf Program Mode schalten.
<b>[GTO] [◻] 00</b>	00-	Letzte Programmzeile, die vor den Zusatzbefehlen auszuführen ist. In diesem Fall wäre dieser Schritt eigentlich nicht notwendig, da der Rechner durch den <b>[P/R]</b> -Befehl bereits auf Zeile 00 positioniert ist.
<b>[GTO] 11</b>	01- 22 11	Sprung zu Programmzeile 11, der zweiten Zeile hinter der letzten Zeile des Programms.
<b>[GTO] [◻] 09</b>	09- 21	Positionieren des Rechners auf die letzte Programmzeile. Dadurch wird die als nächstes einzugebende <b>[GTO] 00</b> -Anweisung in der ersten Zeile hinter dem Programmende abgelegt.
<b>[GTO] 00</b>	10- 22 00	Abschluß des ursprünglichen Programms durch eine <b>[GTO] 00</b> -Anweisung.
<b>[STO] [◻] 3</b> <b>[RCL] 0</b>	11-44 40 3 12- 45 0	Eingabe des Zusatzbefehls. Restaurieren des ursprünglichen Befehls in Zeile 01, der durch die <b>[GTO] 11</b> -Anweisung überschrieben wurde.
<b>[GTO] 02</b>	13- 22 02	Rücksprung zu der Zeile, die nach Abarbeitung der Zusatzbefehle als erstes ausgeführt werden soll.
<b>[P/R]</b>	50,00	Rechner auf Run Mode zurückschalten.
0 <b>[STO] 3</b> 1000 <b>[R/S]</b>	0,00 10,00	Löschen von Register R <sub>3</sub> . Provisionsrate bei einem Umsatz von 1000 DM.
<b>[R/S]</b>	100,00	Provisionssumme bei diesem Umsatz.
1500 <b>[R/S]</b>	12,50	Provisionsrate bei einem Umsatz von 1500 DM.
<b>[R/S]</b> <b>[RCL] 3</b>	187,50 2.500,00	Resultierende Provision. Gesamtsumme der Umsätze.

## Laden mehrerer Programme

Sie können im Programmspeicher des HP-10C auch mehrere Programme speichern. Die einzelnen Programme sind dann jeweils durch Programmbeefehle zu trennen, die nach der Abarbeitung des Programms ein Anhalten der Ausführung und einen Rücksprung an den jeweiligen Programmanfang bewirken. Ein hinter dem ersten Programm gespeichertes, weiteres Programm kann durch Positionieren des Rechners auf den Programmanfang und Drücken von **[R/S]** gestartet werden.

### Speichern eines weiteren Programms

Wenn sich bereits ein Programm (oder mehrere) im Programmspeicher befindet, kann ein weiteres Programm wie folgt gespeichert werden:

1. Positionieren Sie den Rechner in Program Mode auf die letzte Zeile des letzten Programms. Löschen Sie den Programmspeicher *nicht*.
2. Erweitern Sie, wenn sich *erst ein* Programm im Programmspeicher befindet, dieses Programm um eine **[GTO]** 00-Befehl, so daß der Rechner nach Abarbeitung des ersten Programms zu Programmzeile 00 zurückspringt.
3. Geben Sie das neue Programm in den Programmspeicher ein. (Beachten Sie dabei, daß in **[GTO]**-Anweisungen die korrekten Zeilennummern spezifiziert werden.)
4. Geben Sie einen **[R/S]**-Befehl, durch den die Programmausführung am Programmende angehalten wird, ein.
5. Schließen Sie das neue Programm, sofern es nicht mit einer Programmschleife endet, mit einer **[GTO]**-Anweisung zum Programmanfang ab. Dadurch wird die Kontrolle an den Programmanfang zurückgegeben, wenn das Programm durch Drücken von **[R/S]** neu gestartet wird.

**Beispiel:** Unter der Voraussetzung, daß sich das letzte Programm aus dem vorangegangenen Abschnitt (das aus 13 Programmzeilen bestand) noch im Programmspeicher befindet, soll jetzt dahinter das Programm zur Temperaturumrechnung aus Abschnitt 5 (s. Seite 62) gespeichert werden. Da dies dann das zweite Programm im Programmspeicher wäre, muß es durch eine **GTO** 00-Anweisung (s.o. Schritt 2) vom ersten Programm getrennt werden. Da das zweite Programm nicht mit einer Schleife endet, sind zusätzlich auch die Schritte 4 und 5 erforderlich.

Tastenfolge	Anzeige	
<b>P/R</b>	00-	Rechner auf Program Mode schalten.
<b>GTO</b> $\square$ 13	13- 22 02	Positionieren des Rechners auf die letzte belegte Zeile des Programmspeichers.
<b>GTO</b> 00	14- 22 00	Trennung der beiden Programme durch eine <b>GTO</b> 00-Anweisung.
<b>ENTER</b>	15- 36	Eingabe des neuen Programms.
1	16- 1	
$\square$	17- 48	
8	18- 8	
<b>X</b>	19- 20	
3	20- 3	
2	21- 2	
<b>+</b>	22- 40	
<b>R/S</b>	23- 31	Anhalten der Programmausführung.
<b>GTO</b> 15	24- 22 15	Rücksprung zum Programmanfang.
<b>P/R</b>	2.500,00	Rechner auf Run Mode zurückschalten. (Im Display wird das Resultat der letzten Berechnung angezeigt.)

Die folgende Illustration zeigt das Aussehen des zweiten Programms im Programmspeicher:

13-	22 02	← Letzte Zeile des ersten Programms.
14-	22 00	← Trennung des ersten und zweiten Programms durch eine <b>GTO</b> 00-Anweisung.
15-	36	} Befehle des neuen Programms.
16-	1	
17-	48	
18-	8	
19-	20	
20-	3	
21-	2	
22-	40	Anhalten der Ausführung des neuen Programms ( <b>R/S</b> ).
23-	31	← Rücksprung zum Programmanfang ( <b>GTO</b> 15), wenn <b>R/S</b> wieder gedrückt wird.
24-	22 15	

## Starten eines weiteren Programms

Ein Programm, das nicht mit Programmzeile 01 beginnt, wird wie folgt gestartet:

1. Positionieren Sie den Rechner im Run Mode auf die erste Zeile des zu startenden Programms.
2. Drücken Sie **R/S**.

**Beispiel:** Starten Sie das Programm zur Temperaturumrechnung, das nun im Rechner ab Zeile 15 gespeichert ist, für eine Badewassertemperatur von 35,7 Grad Celsius.

Tastenfolge	Anzeige
-------------	---------

<b>GTO</b> 15	2.500,00
---------------	----------

35,7 <b>R/S</b>	96,52
-----------------	-------

Positionieren des Rechners auf die erste Zeile des zu startenden Programms.

Wassertemperatur in Grad Fahrenheit.

## Anhang A

# Stack Lift und LAST X

Der Taschenrechner HP-10C ist auf eine möglichst «natürliche» Arbeitsweise ausgelegt. Wie Sie beim Durcharbeiten dieses Handbuchs gemerkt haben werden, ist es nur in den seltensten Fällen erforderlich, sich über die Abläufe im automatischen Speicherstack Gedanken zu machen – Sie lösen Ihre Berechnungen wie mit Papier und Bleistift, zu jedem Zeitpunkt wird immer genau eine Operation ausgeführt.

Es gibt jedoch Gelegenheiten – insbesondere bei der Programmierung des HP-10C – bei denen Sie die Auswirkungen einer bestimmten Operation auf den Stack kennen sollten. Die folgenden Ausführungen sollen Ihnen dabei behilflich sein.

## Beendigung der Zifferneingabe

Die meisten Operationen Ihres HP-10C, die durch Programmbefehle oder manuell über das Tastenfeld ausgelöst werden, beenden die Zifferneingabe; d.h. der Rechner weiß, daß nach Abschluß einer dieser Operationen eingegebenen Ziffern Bestandteile einer neuen Zahl sind. (Die Operationen **CHS**, **◊**, **EEX** und **←** beenden nicht die Zifferneingabe.)

## Stack Lift

Die Operationen des HP-10C lassen sich in drei Typenklassen einteilen; je nach dem, wie sie sich auf den Stack Lift auswirken. Man unterscheidet stacksperrende (*stack disabling*) Operationen, stackfreigebende (*stack enabling*) Operationen und *neutrale* Operationen.

### Stacksperrende Operationen

Der Rechner enthält vier stacksperrende Operationen. Bei der Ausführung einer dieser Operationen wird der Stack *gesperrt*, so daß eine *danach* eingegebene Zahl den momentanen Inhalt des angezeigten X-Registers überschreibt; die Stackinhalte werden nicht nach oben verschoben. Diese vier Operationen sind:

**ENTER**

**CLx**

**Σ+**

**Σ-**

## Stackfreigebende Operationen

Die meisten Tasten auf dem Tastenfeld des HP-10C – einschließlich der mathematischen Funktionen einer oder zweier Variabler (wie  $x^2$  und  $x$ ) – beinhalten stackfreigebende Operationen. Dies bedeutet, daß bei der Eingabe einer Zahl *nach* einer dieser Operationen die Inhalte der Stackregister nach oben verschoben werden (da der Stack zuvor zur Verschiebung «freigegeben» wurde).

T →			
Z →			
Y →		4.0000	4.0000
X →	4.	4.0000	3.
Tasten →	4	ENTER	3
		Stack gesperrt	Kein Stack Lift

T →			
Z →			
Y →	53.1301	53.1301	53.1301
X →	5.0000	0.0000	7.
Tasten →	f → P	CLx	7
	Stack frei- gegeben	Stack gesperrt	Kein Stack Lift

## Neutrale Operationen

Einige Operationen, wie etwa  $\text{FIX}$ , sind neutral, d.h. der jeweilige Status des Stacks bleibt unverändert. Wenn Sie beispielsweise den Stack Lift durch Drücken von  $\text{ENTER}$  sperren, anschließend  $\text{f}$   $\text{FIX}$   $n$  drücken und danach eine neue Zahl eingeben, so wird der alte Inhalt des X-Registers mit dieser Zahl überschrieben; der Stack wird nicht nach oben verschoben. Andererseits gilt, daß nach einer Freigabe des Stack Lift, wie etwa durch  $x^2$ , die Ausführung eines  $\text{FIX}$ -Befehls gefolgt von einer Zifferneingabe eine Verschiebung der Stackinhalte nach oben bewirkt.

Die folgenden Operationen des HP-10C sind neutral:

FIX	GRAD	MEM	PSE
SCI	GTO <i>nn</i>	CLEAR PREFIX	P/R
ENG	GTO $\bullet$ <i>nn</i>	CLEAR PRGM	X=0
DEG	BST	CHS *	X<Y
RAD	SST	R/S	ON

## LAST X

Bei den folgenden Operationen wird vor der Ausführung der jeweiligen Funktion der Inhalt des X-Registers in LAST X-Register gerettet:

-	$\Sigma+$	LN	TAN
+	$\Sigma-$	$e^x$	$\text{TAN}^{-1}$
X	%	LOG	$\sqrt{x}$
$\div$	$\hat{y},r$	$10^x$	$x^2$
$\rightarrow$ H.MS	$\hat{x},r$	SIN	$1/x$
$\rightarrow$ H	n!	$\text{SIN}^{-1}$	$y^x$
$\rightarrow$ DEG	FRAC	COS	$\rightarrow$ R
$\rightarrow$ RAD	INT	$\text{COS}^{-1}$	$\rightarrow$ P

\* **CHS** ist neutral während der Eingabe der Ziffern einer Zahl durch Auslösen der entsprechenden Tasten; etwa bei der Tastenfolge 123 **CHS** zur Eingabe von -123 oder bei der Tastenfolge 123 **EE** 6 **CHS** zur Eingabe von  $123 \times 10^{-6}$ . In allen anderen Fällen wird der Stack durch **CHS** freigegeben.

## Anhang B

# Fehlermeldungen

Einige Rechneroperationen können unter bestimmten Bedingungen nicht ausgeführt werden (z.B.  $\boxed{\div}$ , wenn  $x = 0$ , d.h. Division durch Null). Beim Versuch diese unzulässigen Operationen doch durchzuführen, erscheint in der Anzeige das Wort **Error** gefolgt von einer Zahl zwischen 0 und 9. Jede dieser Fehlermeldungen kann durch Drücken einer beliebigen Taste gelöscht werden.

Folgende Operationen können unter den angegebenen Bedingungen nicht ausgeführt werden:

### Error 0: Unzulässige mathematische Operation

In einer der folgenden mathematischen Routinen wird ein nicht zulässiges Argument verwandt:

$\boxed{\div}$	wenn $x = 0$ .
$\boxed{y^x}$	wenn $y = 0$ und $x \leq 0$ ; oder $y < 0$ und $x$ nicht ganzzahlig.
$\boxed{\sqrt{x}}$	wenn $x < 0$ .
$\boxed{1/x}$	wenn $x = 0$ .
$\boxed{\text{LOG}}$	wenn $x \leq 0$ .
$\boxed{\text{LN}}$	wenn $x \leq 0$ .
$\boxed{\text{SIN}^{-1}}$	wenn $ x  > 1$ .
$\boxed{\text{COS}^{-1}}$	wenn $ x  > 1$ .
$\boxed{\text{STO}} \boxed{\div}$	wenn $x = 0$ .
$\boxed{n!}$	wenn $x$ nicht ganzzahlig; oder $x < 0$ .

### Error 1: Speicherregisteroverflow

Der Inhalt eines Speicherregisters ist eine Zahl mit einer Wertigkeit größer als  $9,99999999 \times 10^{99}$ . Diese Meldung erscheint nicht bei den Operationen  $\boxed{\Sigma+}$  und  $\boxed{\Sigma-}$ .

### Error 2: Unzulässige statistische Operation

$\boxed{\bar{x}}$	wenn $n = 0$ .
$\boxed{s}$	wenn $n \leq 1$ .
$\boxed{\hat{y}.r}$	wenn $n \leq 1$ .
$\boxed{\hat{x}.r}$	wenn $n \leq 1$ .
$\boxed{\text{L.R.}}$	wenn $n \leq 1$ .

**Beachten Sie: Error 2** wird ebenfalls angezeigt, wenn bei statistischen Berechnungen mit folgenden Formeln eine Division durch Null oder die Berechnung der Quadratwurzel aus einer negativen Zahl erforderlich wird:

$$s_x = \sqrt{\frac{M}{n(n-1)}} \quad s_y = \sqrt{\frac{N}{n(n-1)}} \quad r = \frac{P}{\sqrt{M \cdot N}}$$

$$A = \frac{P}{M} \quad B = \frac{M \sum y - P \sum x}{n \cdot M} \quad (A \text{ und } B \text{ sind die Werte, die man nach der Ausführung der Funktion L.R. erhält, wobei } y = Ax + B.)$$

$$\hat{y} = \frac{M \sum y + P(n \cdot x - \sum x)}{n \cdot M} \quad \hat{x} = \frac{P \sum x + M(n \cdot y - \sum y)}{n \cdot P}$$

wobei:

$$M = n \sum x^2 - (\sum x)^2$$

$$N = n \sum y^2 - (\sum y)^2$$

$$P = n \sum xy - \sum x \sum y$$

### Error 3: Statistikregister nicht verfügbar

Eines oder mehrere der Register R<sub>0</sub> bis R<sub>5</sub> sind momentan in Programmspeicher umgewandelt und daher nicht für statistische Berechnungen verfügbar.

### Error 4: Unzulässige Zeilennummer

Die der verlangten Zeilennummer zugeordnete Programmzeile ist momentan nicht belegt oder nicht existent (> 79). Diese Meldung erscheint auch, wenn Sie versuchen mehr als 79 Programmzeilen in den Programmspeicher zu laden.

### Error 5: Unzulässige Registernummer

Das adressierte Speicherregister ist momentan in Programmspeicher umgewandelt oder existiert nicht.

### Error 9: Service

Beim Selbsttest wird ein Hardwarefehler entdeckt, oder während des Tests wird eine falsche Taste gedrückt. Siehe Anhang C.

### Pr Error

Der Permanentpeicher wurde wegen Stromausfall gelöscht.

# Batterienaustausch, Gewährleistung und Serviceinformationen

## Batterien

Die Stromversorgung des HP-10C erfolgt über drei Batterien. Bei «normalem» Gebrauch des Rechners wird für einen Satz Alkalibatterien eine Betriebszeit von ungefähr sechs Monaten erreicht. Zusammen mit dem Rechner wird ein Satz Alkalibatterien geliefert; es können jedoch auch Silberoxidbatterien (die mindestens doppelt solange halten sollten) verwendet werden.

Drei frische Alkalibatterien liefern eine *reine* Programmrechenzeit von mindestens 80 Stunden (wobei anzumerken ist, daß die Programmausführung die Form des Rechnerbetriebs mit dem höchsten Stromverbrauch ist\*). Bei der Verwendung von Silberoxidbatterien wird eine *reine* Programmrechenzeit von mindestens 180 Stunden erreicht. Diese Werte beziehen sich, wie bereits erwähnt, auf die aufwendigste Betriebsart, nämlich die Programmausführung; bei allen anderen Betriebsarten ist der Stromverbrauch weitaus geringer. Wenn nur die Anzeige eingeschaltet ist, d.h. es werden weder Tasten gedrückt noch Programme ausgeführt, ist der Stromverbrauch minimal.

Solange der Rechner ausgeschaltet ist, bleibt der Inhalt des PermanentSpeichers über einen Zeitraum erhalten, der dem der Haltbarkeit der Batterien außerhalb des Rechners entspricht – mindestens ein halbes Jahr bei Alkalibatterien bzw. mindestens zwei Jahre bei Silberoxidbatterien.

Die aktuelle Lebensdauer eines Batteriesatzes hängt davon ab, wie oft Sie den Rechner benutzen, ob Sie ihn mehr zur Ausführung von Programmen oder für manuelle Berechnungen verwenden, und mit welchen Funktionen Sie arbeiten.\*

Sowohl die zusammen mit dem Rechner gelieferten Batterien, als auch die im folgenden empfohlenen Ersatzbatterien können *nicht* nachgeladen werden.

---

\* Der Stromverbrauch des HP-10C hängt von der jeweiligen Betriebsart ab: aus (unter Erhaltung des PermanentSpeichers); betriebsbereit (nur die Anzeige ist eingeschaltet); rechnend (ein Programm läuft ab, eine Berechnung wird ausgeführt, oder eine Taste ist gedrückt). Solange der Rechner eingeschaltet ist, besteht die typische Auslastung aus einer Mischung der beiden Betriebsarten «betriebsbereit» und «rechnend». Daher hängt die aktuelle Lebensdauer der Batterien davon ab, wie lange der Rechner in jeder Betriebsart benutzt wurde.

**Warnung:** Versuchen Sie nicht die Batterien wieder aufzuladen, lagern Sie sie nicht in der Nähe großer Wärmeeinstrahlung, und werfen Sie sie nicht in offenes Feuer. Die Batterien können in diesen Fällen auslaufen bzw. explodieren.

Für Ihren HP-10C werden die folgenden Batterien empfohlen:

#### **Alkalibatterien**

Eveready A76  
 UCAR A76  
 RAY-O-VAC RW82  
 National oder Panasonic LR44  
 Varta 4276

#### **Silberoxidbatterien**

Eveready 357  
 UCAR 357  
 RAY-O-VAC RS76 oder RW42  
 Duracell MS76 oder 10L14  
 Varta 541

### **Spannungsabfallanzeige**

Beim Einschalten des Rechners deutet ein in der linken unteren Ecke der Anzeige blinkender Stern (\*) an, daß die zur Verfügung stehende Batterieleistung absinkt.

Bei Verwendung von Alkalibatterien gilt:

- Nach dem ersten Auftauchen des Sterns stehen noch mindestens zwei Stunden reine Programmrechenzeit zur Verfügung\*.
- Nach dem ersten Auftauchen des Sterns bleibt der Inhalt des Permanent-speichers bei ausgeschaltetem Rechner noch mindestens einen Monat erhalten.

Bei Verwendung von Silberoxidbatterien gilt:

- Nach dem ersten Auftauchen des Sterns stehen noch mindestens 15 Minuten reine Programmrechenzeit zur Verfügung\*.
- Nach dem ersten Auftauchen des Sterns bleibt der Inhalt des Permanent-speichers bei ausgeschaltetem Rechner noch mindestens eine Woche erhalten.

---

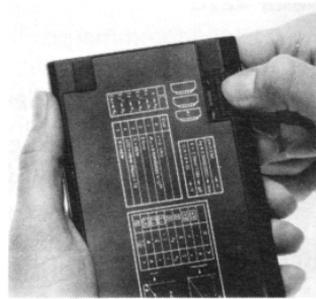
\* Beachten Sie, daß diese Zeitangabe ein Minimum für die verfügbare, *reine Programmrechenzeit* (also für die Betriebsart «rechnend» – siehe letzte Fußnote) darstellt. Wenn Sie den Rechner nur für manuelle Berechnungen (eine Mischung der Betriebsarten «betriebsbereit» und «rechnend») verwenden, so reicht die nach dem ersten Auftauchen des Sterns noch verfügbare Batterieleistung erheblich länger.

### Auswechseln der Batterien

Nach dem Entfernen der Batterien aus dem Rechner bleibt der Permanentspeichers noch für eine kurze Zeitspanne erhalten (sofern der Rechner vor dem Entfernen der Batterien ausgeschaltet wurde). Dadurch steht Ihnen ausreichend Zeit zum Austausch der Batterien zur Verfügung, ohne daß Daten oder Programme verloren gehen. Wenn sich über einen längeren Zeitraum hinweg keine Batterien im Rechner befinden, kann der Inhalt des PermanentSpeichers gelöscht werden.

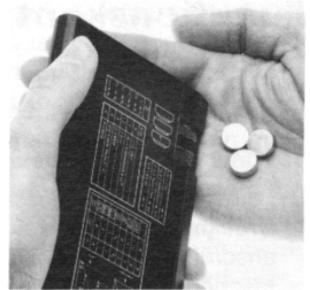
Beim Austauschen der Batterien ist wie folgt vorzugehen:

1. Vergewissern Sie sich, daß der Rechner ausgeschaltet ist.
2. Halten Sie den Rechner wie in der Abbildung gezeigt, und drücken Sie von außen auf den Batteriefachdeckel, bis die Deckelverriegelung aufspringt.
3. Fassen Sie den Batteriefachdeckel an der oberen Kante und ziehen Sie ihn vom Rechner ab.



**Vorsicht:** Achten Sie während der nächsten beiden Schritte darauf, daß keine Tasten gedrückt werden, solange sich keine Batterien im Rechner befinden. Wenn dies geschieht, kann der Inhalt des PermanentSpeichers verlorengehen.

4. Drehen Sie den Rechner um und schütteln ihn leicht, bis der Batteriesatz in Ihre Hand fällt.



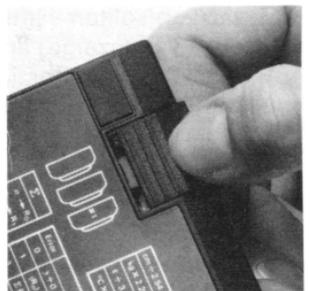
**Vorsicht:** Im nächsten Schritt sind *alle drei* Batterien auszutauschen. Eine im Rechner belassene, alte Batterie kann unter Umständen auslaufen. Achten Sie des weiteren darauf, daß die Batterien nicht verkehrt herum eingesetzt werden. In diesem Fall kann der Inhalt des PermanentSpeichers verlorengehen.

5. Legen Sie drei neue Batterien in das Batteriefach ein. Dabei sollten die Batterien mit ihren Flachseiten (die mit + gekennzeichnet sind) auf den benachbarten Gummifuß des Gehäuses zeigen – siehe Illustration auf dem Rechnergehäuse.



6. Setzen Sie den Batteriefachdeckel in die Führungsschiene des Rechnergehäuses ein.

7. Schieben Sie den Batteriefachdeckel nach unten, bis er mit dem Gehäuserand abschließt, und drücken Sie ihn dann nach innen, so daß die Verriegelung einrastet.



8. Schalten Sie den Rechner ein. Wenn der PermanentSpeicher aus irgendeinem Grund gelöscht wurde (der Inhalt also verloren ist), erscheint in der Anzeige die Meldung **Pr Error**. Diese Meldung kann durch Drücken einer beliebigen Taste gelöscht werden.

## Funktionskontrolle des Rechners (Selbsttest)

Wenn der Rechner nicht eingeschaltet werden kann oder in einer sonstigen Form nicht ordnungsgemäß arbeitet, ist wie folgt vorzugehen:

Bei einem Rechner, der nicht auf Tastendruck reagiert:

1. Drücken Sie gleichzeitig die Tasten **[y<sup>x</sup>]** und **[ON]** und lassen Sie sie anschließend wieder los. Da dies den Inhalt des X-Registers ändert, löschen Sie das X-Register.
2. Falls der Rechner weiterhin nicht auf Tastendruck reagiert, nehmen Sie nochmals die Batterien heraus und setzen sie wieder ein. Achten Sie darauf, daß die Batterien richtig in das Batteriefach eingelegt sind.
3. Falls der Rechner weiterhin nicht auf Tastendruck reagiert, belassen Sie die Batterien im Batteriefach und verbinden die Batterieenden miteinander. (Ziehen Sie die beiden Plastikstreifen zurück und legen die Metallstreifen, die auf jeder Seite des Batteriefachs sind, frei.) Nur ein kurzer Kontakt ist erforderlich. Der Inhalt des Permanentspeichers geht dabei verloren und um den Rechner wieder einzuschalten, müssen Sie mehrmals die **[ON]**-Taste betätigen.
4. Wenn jetzt noch immer Schwierigkeiten auftreten, setzen Sie neue Batterien ein. Läßt sich der Rechner dann immer noch nicht einschalten, muß er zur Reparatur.

Bei einem Rechner, der auf Tastendruck reagiert:

1. Halten Sie bei ausgeschaltetem Rechner die **[ON]**-Taste gedrückt und drücken Sie die **[x]**-Taste.
2. Lassen Sie die **[ON]**-Taste und danach die **[x]**-Taste wieder los. Durch diese Tastenfolge wird eine vollständige Überprüfung der elektronischen Schaltkreise des Rechners ausgelöst. Bei korrekter Arbeitsweise des Rechners sollte nach einer Zeitspanne von 15 Sekunden (in der das Wort *running* im Display blinkt) die Anzeige **-8,8,8,8,8,8,8,8** erscheinen. Zusätzlich sollten sämtliche Statusanzeigen (mit Ausnahme der Spannungsabfallanzeige) an sein.\* Wenn das Display leer bleibt, die Meldung **Error 9** oder ein sonstiges (inkorrektes) Resultat anzeigt, deutet dies auf einen Gerätefehler hin.\*\*

\* Unter den Statusanzeigen, die am Ende dieses Tests eingeschaltet werden, sind einige Sonderanzeigen, die der HP-10C normalerweise nicht benutzt.

\*\* Wenn der Rechner als Ergebnis des **[ON]/[+]**-Tests oder des **[ON]/[x]**-Tests die Meldung **Error 9** anzeigt, und Sie den Rechner trotzdem weiterhin benutzen wollen, empfiehlt es sich, den Permanentspeicher wie Seite 21 beschrieben, zu löschen.

**Bemerkung:** Überprüfungen der Rechnerelektronik werden auch durch Drücken der **ON**-Taste bei gleichzeitig gedrückter **+**- oder **-**-Taste ausgelöst.\* Diese Tests sind im Rechner integriert, um bei der Herstellung und Reparatur die korrekte Arbeitsweise des Geräts kontrollieren zu können.

Wenn sich Ihr Verdacht auf fehlerhafte Arbeitsweise des Rechners auf Grund einer korrekten Anzeige in Schritt 3 nicht bestätigt hat, so besteht die Möglichkeit, daß Sie bei der Bedienung des Rechners einen Fehler gemacht haben. In diesen Fällen empfehlen wir, den auf Ihr spezielles Problem zutreffenden Abschnitt dieses Handbuchs noch einmal durchzuarbeiten. Wenn Sie danach immer noch Schwierigkeiten feststellen, benachrichtigen Sie Hewlett-Packard unter einer der im Abschnitt «Service» (Seite 109) gelisteten Adressen oder Telefonnummern.

## Gewährleistung

Hewlett-Packard gewährleistet, daß der Rechner frei von Material- und Verarbeitungsfehlern ist, und verpflichtet sich, etwaige fehlerhafte Teile kostenlos instandzusetzen oder auszutauschen, wenn der Rechner – direkt oder über einen autorisierten Hewlett-Packard-Vertragshändler – an Hewlett-Packard eingeschickt wird. Die Gewährleistungsfrist beträgt 12 Monate ab Verkaufsdatum.

Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Ersatz von Folgeschäden, können nicht geltend gemacht werden. Schäden, die durch unsachgemäße Bedienung oder Gewalteinwirkung entstanden bzw. auf Reparaturen oder Veränderungen des Rechners durch Dritte zurückzuführen sind, werden von dieser Gewährleistung nicht umfaßt.

---

\* Durch die **ON**/**+**-Kombination wird eine dem zuvor beschriebenen Test ähnliche Überprüfung ausgelöst, die jedoch nicht von selbst abbricht. Der Test wird innerhalb von 15 Sekunden nach Auslösen einer beliebigen Taste beendet. Durch die **ON**/**-**-Kombination wird eine Überprüfung des Tastenfelds und des Display's ausgelöst. Nach dem Loslassen der **ON**-Taste werden bestimmte Segmente im Display aufleuchten. Zur Fortsetzung des Tests müssen alle Tasten des Tastenfelds gedrückt werden, und zwar von links nach rechts, beginnend mit der ersten Reihe. Beim Drücken der einzelnen Tasten werden jeweils gewisse Segmente des Display's aufleuchten. Wenn der Rechner korrekt arbeitet (*und alle Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt werden*), wird nach dem Drücken der letzten Taste die Zahl **10** angezeigt. (Bei den Tasten der dritten und vierten Reihe sollte zusätzlich die **ENTER**-Taste gedrückt werden.) Wenn der Rechner nicht fehlerfrei arbeitet (*oder eine Taste außerhalb der Reihenfolge gedrückt wurde*), erscheint im Display die Meldung **Error 9**. *Beachten Sie dabei, daß der Rechner nicht notwendig reparaturbedürftig ist, wenn diese Fehlermeldung durch das Drücken einer Taste in der falschen Reihenfolge ausgelöst wird.* Dieser Test kann durch Drücken einer beliebigen Taste außerhalb der Reihenfolge (wodurch natürlich eine **Error 9**-Meldung induziert wird) beendet werden. Sowohl die Anzeige **Error 9** als auch die Anzeige **10** kann durch Drücken einer beliebigen Taste gelöscht werden.

† Dies bezieht sich auf die zweite Fußnote auf der vorangehenden Seite.

## 108 Batterienaustausch, Gewährleistung und Serviceinformationen

Die Gewährleistung gilt nur in Verbindung mit entweder

- a) dem von einem Hewlett-Packard-Vertragshändler ausgestellten Kaufbeleg und der vollständig ausgefüllten, von diesem Hewlett-Packard-Vertragshändler unterschriebenen Service-Karte oder
- b) der Original-Rechnung von Hewlett-Packard.

Die Ansprüche des Käufers aus dem Kaufvertrag bleiben von dieser Gewährleistungsregelung unberührt.

Nach Ablauf der Gewährleistungsfrist werden Instandsetzungen gegen Berechnung ausgeführt. Die Gewährleistungsfrist auf Instandsetzungsarbeiten beträgt 180 Tage.

### 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 gekaufter Geräte besteht nicht.

### Gewährleistungsinformationen

Wenn sie Fragen bezüglich der Gewährleistung haben sollten, nehmen Sie bitte Kontakt zu einem autorisierten Hewlett-Packard Verkaufs- und Service-Büro auf. Sollte Ihnen dies nicht möglich sein, wenden Sie sich bitte an:

- In den Vereinigten Staaten:

**Hewlett-Packard**  
1000 N.E. Circle Blvd.  
Corvallis, OR97330  
Telefon: (503) 547-3400

- In Europa:

**Hewlett-Packard S.A.**  
7, rue du Bois-du-Lan  
P.O. Box  
CH-1217 Meyrin 2  
Genf  
Schweiz  
Telefon: (022) 83 81 11

**Bemerkung:** Bitte senden Sie an diese Adresse keine Rechner zur Reparatur.

- In allen anderen Ländern:

**Hewlett-Packard Intercontinental**

3495 Deer Creek Rd.  
Palo Alto, California 94304  
U.S.A.  
Telefon: (415) 857-1501

**Bemerkung:** Bitte senden sie an diese Adresse keine Rechner zur Reparatur.

## Service

Hewlett-Packard unterhält Service-Niederlassungen in vielen Ländern der Welt. Für eine eventuelle Reparatur stehen Ihnen diese Service-Zentralen jederzeit zur Verfügung, auch wenn die Gewährleistungsfrist von einem Jahr bereits abgelaufen sein sollte. Reparaturen nach Ablauf der Gewährleistungsfrist sind kostenpflichtig.

Normalerweise erfolgt die Reparatur und der Rückversand von Hewlett-Packard Rechnern innerhalb von fünf Werktagen. In Abhängigkeit von der Auslastung der Service-Abteilung kann diese Frist im Einzelfall überschritten werden. Die Zeitspanne, die Sie ohne Ihren Rechner sind, wird wesentlich durch die Versandzeiten bestimmt.

## Service-Zentrale in den Vereinigten Staaten

In den Vereinigten Staaten befindet sich die Service-Zentrale von Hewlett-Packard für Taschenrechner und Kompakt-Computer in Corvallis, Oregon:

**Hewlett-Packard Company**

Corvallis Division Service Department  
P.O. Box 999/1000 N.E. Circle Blvd.  
Corvallis, Oregon 97330, U.S.A.  
Telefon (503) 757-2000

## Service-Stellen in Europa

Hewlett-Packard unterhält Service-Zentralen in den folgenden Ländern. Für nicht aufgeführte Länder sollten Sie mit dem Händler, bei dem Sie Ihren Rechner erworben haben, in Verbindung treten.

### BELGIEN

HEWLETT-PACKARD BELGIUM SA/ NV  
Boulevard de la Woluwe 100  
Woluwelaan  
B-1200 BRÜSSEL  
Telefon (2) 762 32 00

### DÄNEMARK

HEWLETT-PACKARD A/S  
Datavej 52  
DK-3460 BIRKERØD (Kopenhagen)  
Telefon (02) 81 66 40

### DEUTSCHLAND

HEWLETT-PACKARD GmbH  
Vertriebszentrale  
Berner Straße 117  
Postfach 560140  
D-6000 FRANKFURT 56  
Telefon (611) 50041

### FINNLAND

HEWLETT-PACKARD OY  
Revontulentie 7  
SF 02100 ESPOO 10 (Helsinki)  
Telefon (90) 455 0211

### FRANKREICH

HEWLETT-PACKARD FRANCE  
Quartier de Courtabœuf  
Boîte postale N° 6  
F-91401 ORSAY CEDEX  
Telefon (1) 907 78 25

### GROSSBRITANNIEN

HEWLETT-PACKARD Ltd.  
308/314 Kings Road  
GB-READING, Berks.  
Telefon (734) 61022

### ITALIEN

HEWLETT-PACKARD ITALIANA S.P.A.  
Casella postale 3645 (Milano)  
Via G. Di Vittorio, 9  
I-20063 CERNUSCO SUL NAVIGLIO (Mailand)  
Telefon (2) 90 36 91

### NIEDERLANDE

HEWLETT-PACKARD NEDERLAND B.V.  
Van Heuven Goedhartlaan 121  
1181 KK AMSTELVEEN (Amsterdam)  
P.O. Box 667  
Telefon (020) 472021

### NORWEGEN

HEWLETT-PACKARD NORGE A/S  
P.O. Box 34  
Oesterndalen 18  
N-1345 OESTERAAS (Oslo)  
Telefon (2) 17 11 80

### OSTEUROPA

Wenden Sie sich bitte an die Service-Zentrale in Österreich

### ÖSTERREICH

HEWLETT-PACKARD GmbH  
Wagramerstraße-Liebiggasse  
A-1220 WIEN  
Telefon (222) 23 65 11

### SCHWEDEN

HEWLETT-PACKARD SVERIGE AB  
Enighetsvegen 3  
Box 205 02  
S-161 BROMMA 20 (Stockholm)  
Telefon (8) 730 05 50

### SCHWEIZ

HEWLETT-PACKARD (SCHWEIZ) AG  
Allmend 2  
CH-8967 WIDEN  
Telefon (057) 5 01 11

### SPANIEN

HEWLETT-PACKARD ESPAÑOLA S.A.  
Calle Jerez 3  
MADRID 16  
Telefon (1) 458 2600

## **Internationale Serviceinformation**

Nicht jede Hewlett-Packard Service-Zentrale bietet Service für alle Hewlett-Packard Rechner. Wenn Sie jedoch Ihr Gerät bei einem autorisierten HP-Händler gekauft haben, können Sie sicher sein, daß in dem Land des Erwerbs auch Service-Möglichkeiten für Ihren Rechner bestehen.

Wenn Sie sich nicht in dem Land befinden, in dem Sie Ihr Gerät erworben haben, befragen Sie das lokale Hewlett-Packard Service-Center nach den Reparaturmöglichkeiten. Ist für Ihren Rechner kein Service verfügbar, senden Sie Ihr Gerät bitte an die zuvor aufgeführte Adresse der Service-Zentrale in den Vereinigten Staaten. Unter der gleichen Adresse können Sie eine Liste der Service-Zentralen in anderen Ländern erhalten.

Sämtliche der mit dem Versand verbundenen Kosten gehen zu Ihren Lasten.

## **Reparaturkosten**

Bei Reparaturen außerhalb der Gewährleistungsfrist werden Standardsätze zu Grunde gelegt, die den Arbeitslohn und den Materialaufwand beinhalten. In den Vereinigten Staaten unterliegt der gesamte Rechnungsbetrag der lokalen Umsatzsteuer des Kunden. In europäischen Ländern ist der Rechnungsbetrag mehrwertsteuerpflichtig, oder unterliegt ähnlichen Steuern. Der jeweilige Steuerbetrag wird in der Rechnung getrennt ausgewiesen.

Für Rechner, die durch Gewalteinwirkung oder sonstigen Mißbrauch beschädigt worden sind, gelten diese festen Reparatursätze nicht. In diesen Fällen wird die Reparatur individuell nach Arbeitszeit und Materialaufwand berechnet.

## **Service-Garantie**

Für Reparaturen außerhalb der Gewährleistungsfrist wird eine Garantie auf das Material und die Arbeitsleistung für einen Zeitraum von 90 Tagen gegeben. Diese Garantiefrist gilt ab dem Reparaturdatum.

## **Versandanweisungen**

Bei fehlerhafter Arbeitsweise Ihres Geräts senden Sie uns bitte:

- Den Rechner mit Batterie.
- Eine vollständig ausgefüllte Service-Karte, einschließlich einer Fehlerbeschreibung.
- Die Originalrechnung oder einen sonstigen Kaufnachweis, sofern die Reparatur in die einjährige Gewährleistungsfrist fällt.

Der Rechner (einschließlich Service-Karte, Fehlerbeschreibung und Kaufnachweis, falls erforderlich) sollte nur in der Originalverpackung oder einer adäquaten Schutzverpackung versandt werden, um Transportschäden zu vermeiden. Derartige Schäden fallen nicht unter die einjährige Gewährleistung; Hewlett-Packard empfiehlt Ihnen den Versand zur Service-Zentrale versichern zu lassen. Der Rechner sollte immer an die nächstgelegene Service-Zentrale oder Verkaufsniederlassung geschickt werden. Befragen Sie im Zweifelsfall Ihren HP-Händler. (Wenn Sie sich nicht in dem Land befinden, in dem Sie Ihr Gerät ursprünglich erworben haben, beziehen Sie sich auf den Abschnitt «Internationale Serviceinformationen».)

Die Versandkosten zur Hewlett-Packard Service-Zentrale gehen in jedem Fall, ob sich Ihr Gerät noch in der Gewährleistungsfrist befindet oder nicht, zu Ihren Lasten.

Bei Reparaturen innerhalb der Garantiezeit übernimmt die Service-Zentrale die Kosten für den Rückversand. Bei Reparaturen außerhalb dieser werden die Reparatur- und Rücksendungskosten per Rechnung erhoben.

### **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 nicht an Kunden abgegeben werden.

Sollten weitere servicebezogene Fragen auftreten, so rufen Sie die nächstliegende Verkaufsniederlassung oder Service-Stelle an.

## **Benutzer-Beratung**

Sollten beim Einsatz Ihres Rechners in bestimmten Anwendungsfällen Fragen auftauchen, so rufen Sie einfach unsere Kundenberatung an (siehe Verzeichnis der Niederlassungen) oder schreiben direkt an:

### **HEWLETT-PACKARD GmbH**

Vertriebszentrale Frankfurt  
Berner Straße 117  
Postfach 560140  
D-6000 Frankfurt 56

## Bestellinformationen

Für Informationen über das Bestellen von Rechnern oder Zubehör – einschließlich Händlerverzeichnis, Preisen, Auslieferung usw. – rufen Sie bitte (0611) 5004-1 an.

## Temperaturbereiche

Der Rechner ist für die folgenden Temperaturbereiche ausgelegt:

Betrieb: 0° bis 55° C (32° bis 131° F)  
Lagern: -40° bis 65° C (-40° bis 149° F)

# Index Funktionstasten

**[ON]** Ein- und Ausschalten der Anzeige des Rechners.

## Kontrolle der Anzeige

**[FIX]**  $n$  Wahl eines Festkommaformats mit  $n$  Dezimalstellen (s. Seite 54).

**[SCI]**  $n$  Wahl eines wissenschaftlichen Anzeigeformats mit  $n$  Dezimalstellen (s. Seite 55).

**[ENG]**  $n$  Wahl eines technischen Anzeigeformats mit  $n$  Dezimalstellen (s. Seite 56).

**Mantisse** Durch Drücken von **[f]** CLEAR **[PREFIX]** werden alle zehn Stellen der Mantisse der Zahl im X-Register angezeigt. Die Anzeige erlischt mit dem Loslassen der **[PREFIX]**-Taste (s. Seite 57). Zusätzlich werden unvollständige Tastenfolgen gelöscht (s. Unterabschnitt «Löschen von Vorkahlstasten», Seite 15).

## Konvertierungen

**[↔R]** Transformation von Polarkoordinaten

(Betrag  $r$ , Winkel  $\theta$ ) im X- und Y-Register in die entsprechenden Rechteckkoordinaten  $x$  und  $y$  (s. Seite 42).

**[↔P]** Transformation von Rechteckkoordinaten  $(x, y)$  im X- und Y-Register in die entsprechenden Polarkoordinaten (Betrag  $r$ , Winkel  $\theta$ ) (s. Seite 42).

**[↔H:MS]** Konvertierung von Dezimalstunden (oder Dezimalgrad) in Stunden, Minuten, Sekunden (bzw. in Grad, Minuten, Sekunden) (s. Seite 39).

**[↔H]** Konvertierung von Stunden, Minuten, Sekunden (oder Grad, Minuten, Sekunden) in Dezimalstunden (oder Dezimalgrad) (s. Seite 39).

**[↔RAD]** Konvertierung von Altgrad in Radiant (Bogenmaß) (s. Seite 40).

**[↔DEG]** Konvertierung von Radiant in Altgrad (s. Seite 40).

## Logarithmische und Exponentialfunktionen

**[LN]** Berechnung des natürlichen Logarithmus der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 40).

**[e<sup>x</sup>]** Berechnung der natürlichen Exponentialfunktion mit dem Wert in der Anzeige (X-Register); d.h. es wird  $e$  hoch der Zahl im X-Register gebildet (s. Seite 40).

**[LOG]** Berechnung des dekadischen Logarithmus (zur Basis 10) der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 40).

**[10<sup>x</sup>]** Berechnung der dekadischen Exponentialfunktion mit dem Wert in der Anzeige (X-Register); d.h. es wird 10 hoch der Zahl im X-Register gebildet (s. Seite 40).

**[y<sup>x</sup>]** Berechnung der Potenzfunktion mit der Zahl im Y-Register als Basis und der Zahl im X-Register als Exponent. Dabei ist zuerst  $y$  und dann  $x$  einzugeben (s. Seite 41).

## Mathematische Operationen

$\ominus$   $\oplus$   $\otimes$   $\oslash$  Arithmetische Operatoren (s. Seite 18).

$\sqrt{x}$  Berechnung der Quadratwurzel der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 37).

$x^2$  Berechnung des Quadrats der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 37).

$n!$  Berechnung der Fakultät von  $n$  ( $n!$ ) (s. Seite 37).

$1/x$  Berechnung des Reziprokwerts der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 37).

$\pi$  Anzeige der Kreis-konstanten  $\pi$  (3,141592654) in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 36).

$\%$  Berechnung von  $x$  Prozent der Zahl im Y-Register, wobei der Prozentsatz  $x$  durch den Wert im X-Register gegeben ist (s. Seite 41).

## Speicheroperationen

$\text{STO}$  Speichern. Gefolgt von einer Registeradresse (0 bis 9),

wird durch diesen Befehl die angezeigte Zahl in dem spezifizierten Speicherregister abgelegt. Kann auch zur Speicherregisterarithmetik verwendet werden (s. Seite 32).

$\text{RCL}$  Rückruf. Gefolgt von einer Registeradresse (0 bis 9) wird durch diesen Befehl der Inhalt des spezifizierten Speicherregisters in die Anzeige (X-Register) übertragen (s. Seite 33).

$\text{CLEAR [REG]}$  Löschen (d.h. auf Null setzen) der Inhalte der Stackregister und sämtlicher Speicherregister (s. Seite 30).

$\text{LAST } x$  Rückruf der vor der letzten Operation angezeigten Zahl in die Anzeige (X-Register) (s. Seite 22).

## Stackmanipulation

$\text{X} \leftrightarrow \text{Y}$  Vertauschen der Inhalte des X- und Y-Registers (s. Seite 21).

$\text{R} \downarrow$  Zyklische Verschiebung (nach unten) der Inhalte der Stackregister (s. Seite 21).

$\text{CLx}$  Löschen (d.h. auf Null setzen) der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 14).

## Statistische Funktionen

$\Sigma+$  Addition der Zahlen im X- und Y-Register zu den in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  gebildeten Statistiksummen (s. Seite 43).

$\Sigma-$  Subtraktion der Zahlen im X- und Y-Register von den in den Registern  $R_0$  bis  $R_5$  gebildeten Statistiksummen. Dient zur Korrektur der mit  $\Sigma+$  akkumulierten Werte (s. Seite 46).

$\bar{x}$  Berechnung der Mittelwerte (arithmetischen Mittel) der mit  $\Sigma+$  akkumulierten  $x$ - und  $y$ -Werte (s. Seite 47).

$s$  Berechnung der (Stichproben-)Standardabweichungen der mit  $\Sigma+$  akkumulierten  $x$ - und  $y$ -Werte (s. Seite 48).

$\hat{y}_r$ ,  $\hat{x}_r$  Berechnung eines Schätzwerts für  $y$  ( $\hat{y}$ ) bei Vorgabe eines  $x$ -Werts oder eines Schätzwerts für

$x$  ( $\hat{x}$ ) bei Vorgabe eines  $y$ -Werts. Die Schätzwerte werden nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Das Ergebnis wird in der Anzeige (X-Register) angezeigt. Zusätzlich wird der aus den vorgegebenen Datenpaaren resultierende Korrelationskoeffizient  $r$  berechnet. Dieser Wert gibt an, wie gut die Datenpaare durch eine Gerade angenähert werden können. Das Ergebnis wird im Y-Register abgelegt (s. Seite 52).

**[LR]** Lineare Regression. Berechnet werden der  $y$ -Achsenabschnitt  $B$  und die Steigung  $A$  der linearen Funktion  $y = Ax + B$ , die die mit **[ $\Sigma+$ ]** akkumulierten  $x$ - und  $y$ -Werte am besten approximiert. Der berechnete  $y$ -Achsenabschnitt ( $B$ ) wird im X-Register, die berechnete Steigung ( $A$ ) im Y-Register abgelegt (s. Seite 50).

## Trigonometrische Funktionen

**[DEG]** Wahl des Modus

«dezimale Altgrad» für die trigonometrischen Funktionen – dieser Modus wird durch das Fehlen der Statusanzeigen GRAD und RAD gekennzeichnet (s. Seite 38).

**[RAD]** Wahl des Modus «Radiant (Bogenmaß)» für die trigonometrischen Funktionen – dieser Modus wird durch die Statusanzeige RAD gekennzeichnet (s. Seite 38).

**[GRD]** Wahl des Modus «Neugrad» für die trigonometrischen Funktionen – dieser Modus wird durch die Statusanzeige GRAD gekennzeichnet (s. Seite 38).

**[SIN] [COS] [TAN]** Berechnung des Sinus, Cosinus bzw. Tangens der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 38).

**[SIN<sup>-1</sup>] [COS<sup>-1</sup>] [TAN<sup>-1</sup>]** Berechnung der Arcus sinus, Arcus cosinus bzw. Arcus tangens der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 38).

## Vorwahltasten

**[f]** Das Drücken dieser Taste vor einer anderen Funktionstaste bewirkt die Ausführung der in goldfarbenen Buchstaben oberhalb der Funktionstaste aufgetragenen Funktion (s. Seite 14).

CLEAR **[PREFIX]** Löschen der Vorwahl **[f]** bzw. Löschen von unvollständig eingegebenen Tastenfolgen wie etwa **[f] [SCI]**. Dient zusätzlich zur Anzeige der 10stelligen Mantisse der Zahl in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 15 und Seite 57).

Weitere Vorwahltasten sind die Tasten zur Kontrolle der Anzeige (s. Seite 106), zur Speicherung (s. Seite 107) und die Taste **[GTO]** (s. Seite 77).

## Zahlenmanipulation

**[INT]** Berechnung des ganzzahligen Anteils der Zahl in der Anzeige (X-Register) durch Abschneiden des gebrochenen (dezimalen) Anteils (s. Seite 36).

**FRAC** Berechnung des gebrochenen (dezimalen) Anteils der Zahl in der Anzeige (X-Register) durch Abschneiden des ganzzahligen Anteils (s. Seite 36).

### Zifferneingabe

**ENTER** Übertragen der

Zahl in der Anzeige (X-Register) in das Y-Register; dient zur Trennung bei der aufeinanderfolgenden Eingabe mehrerer Zahlen (s. Seite 17).

**EEX** Eingabe des Exponenten; die nächsten eingetasteten Ziffern bilden einen Ex-

ponenten zur Basis 10 (s. Seite 15).

**CHS** Umkehrung des Vorzeichens der Zahl (oder des Exponenten zur Basis 10 der Zahl) in der Anzeige (X-Register) (s. Seite 15).

**◻** Dezimalpunkt.  
0 bis 9 Zifferntasten.

# Index Programmtasten

**[P/R]** Program/Run Mode. Durch Drücken dieser Taste wird der Rechner wechselweise auf Program Mode – PRGM-Statusanzeige an – oder Run Mode – PRGM-Statusanzeige aus – geschaltet. Beim Schalten auf Run Mode wird der Rechner automatisch auf Programmzeile 00 positioniert (s. **Seite 60**).

**[MEM]** Anzeige der aktuellen Programmspeicher/Speicherregister-Aufteilung (d.h. Anzeige der Anzahl der Zeilen im Programmspeicher und der Anzahl der verfügbaren Speicherregister) (s. **Seite 69**).

**[GTO]** *nn* Go to. Für *nn* sind Zeilennummern zwischen 00 und 79 zulässig. Im Run Mode bewirkt dieser Befehl, daß der Rechner den Programmspeicher nach der spezifizierten Zeile durchsucht und dort anhält. Im Program Mode wird diese Anweisung zu einem Befehl innerhalb eines Programms (s. **Seite 77**).

**[GTO]**  $\bullet$  *nn* Dieser Befehl positioniert den Rechner auf die durch *nn* spezifizierte Zeilennummer (s. **Seite 70**).

**[BST]** Back Step (Einzelschritt rückwärts). Der Rechner wird um eine Zeile im Programmspeicher zurückgesetzt, und die Zeilennummer und der Inhalt dieser Zeile werden angezeigt (s. **Seite 65**).

**[SST]** Singe Step (Einzelschritt vorwärts). Im Program Mode wird der Rechner um eine Zeile im Programmspeicher vorwärts positioniert Programmzeile angezeigt, anschließend wird diese Zeile ausgeführt (s. **Seite 70**).

**CLEAR** **[PRGM]** Im Program Mode werden alle Befehle im Programmspeicher gelöscht, und der Rechner wird auf Programmzeile 00 positioniert. Im Run Mode wird der Rechner nur auf Programmzeile 00 zurückgesetzt (s. **Seite 60**).

**[PSE]** Pause. Die Programmausführung

wird für ungefähr eine Sekunde angehalten, um den Inhalt des X-Registers anzuzeigen, und wird danach automatisch wieder fortgesetzt (s. **Seite 72**).

**[R/S]** Run/Stop. Mit diesem Befehl wird wechselweise die Ausführung eines Programms mit der Zeile, auf die der Rechner momentan positioniert ist, begonnen bzw. die Ausführung eines laufenden Programms unterbrochen (s. **Seite 72**).

**[X<=Y]**, **[X=0]** Vergleichsabfragen. Der Wert im X-Register wird auf Null abgefragt bzw. in der angedeuteten Weise mit dem Inhalt des Y-Registers verglichen. Falls die Bedingung erfüllt ist (TRUE), wird der Befehl in der nächsten Programmzeile ausgeführt. Wenn nicht (FALSE), wird die nächste Zeile im Programmspeicher übersprungen und die Ausführung erst mit der darauf folgenden Programmzeile fortgesetzt (s. **Seite 81**).

# Sachindex

Die Seitenangaben in **Fettschrift** beziehen sich auf die Hauptreferenzen; die Seitenangaben in Normalschrift sind Hinweise auf weitere Referenzen.

## A

---

alternative Tastenfunktionen, **14–15**  
Anhalten eines Programms, **72–76**  
Anzeige, (*siehe* Display)  
Aufteilung, Speicher-, **68**  
Ausführen eines Programms, **62–63**

## B

---

back-step, **65–66**  
Batterien, 14, 21, **102–105**  
    Austausch, **104–105**  
Beenden der Zifferneingabe, **97**  
Bogenmaß/Grad Konvertierung, **40**  
**CLx**, **65**

## C

---

**CLx**, 7, **16**, 21, 25

## D

---

Datenspeicher-Register, 32, **67–69**, 73  
    Löschen, **33**  
Dezimaltrennzeichen, **19–20**  
disabling, Stack-, **25**, **97**  
Display,  
    Fehler, **20**, 21, 46  
    Löschen, 7, **15–16**  
    Mantisse, 16, **57**  
    Overflow, **20**, 75  
    Programmzeile, **65–66**, 70–72  
    Rundung, 56, **58**  
    **running**, **62**  
    Underflow, **20**  
    Wahl des Formats, 21, **54–57**

## E

---

**EEX**, **15–16**  
Eingabe von Daten, 15, **16–19**, 97

enabling, Stack-, **25, 98**

**ENG**, **56–57**

**ENTER**, **15, 22–23**

Exponent, **15–16, 41–42, 55–57**

Vorzeichen, **16**

Exponentialfunktion, **40**

## F

---

Fehler,

-Meldung, **20, 21, 45, 75, 100–101**

Rundungs-, **58**

Service, **106, 109–111**

Statistikregister, **43–44**

**FIX**, **54–55**

Funktionen,

Alternativ-, **8, 14–15**

– einer Variablen, **16–17, 36–40**

logarithmische, **40**

nichtprogrammierbare, **76**

Primär-, **8, 14–15**

trigonometrische, **38–39**

– zweier Variabler, **17–19, 25–26, 41–43**

Funktionsprüfung des Rechners, **106–107**

Funktionstasten, Index, **114–117**

## G

---

Genauigkeit (*siehe* Rundungsfehler)

Gewährleistungsinformation, **107–108**

Grad/Bogenmaß Konvertierung, **40**

**GTO**, **70, 76, 77–78, 81, 89–91**

**GTO** 00, **66–67, 77, 82, 95**

## I

---

Initialisieren des PermanentSpeichers, **21**

interne Zifferndarstellung, **54**

## K

---

Kehrwert, **37**

Kettenrechnung, **26–27**

Konstantenarithmetik, **29–31**

konvertierter Programmspeicher (*siehe* Programmspeicher)

konvertierte Speicherregister (*siehe* Speicherregister)

Korrelationskoeffizient, **51, 52, 53**

**L**

---

**LASTx**, 22, 28, 99

Konstantenarithmetik, 29

lineare Regression, 50–51

Löschen,

Datenspeicher-Register, 33

Display, 7, 16

Fehlermeldungen, 20, 21, 75

Permanentspeicher (*siehe* Initialisieren  
des Permanentspeichers)

Präfixtasten, 15, 57

Programmspeicher, 63, 67–69

Statistik-Register, 43–44

logarithmische Funktionen, 40

**M**

---

Mantisse, 16, 55–57, 57

**MEM**, 43, 69

Mittelwert, 47–48

**N**

---

negative Zahlen, 15

neutrale Operationen, 23, 98–99

nichtprogrammierbare Funktionen, 76

**O**

---

**ON**, 7, 14, 20, 21, 106–107

Overflow, 20, 75, 100

**P**

---

permanente Speicherregister, 21

permanenter Programmspeicher, 21

Permanentspeicher, 21

Batterienaustausch, 104–105

Initialisieren (*siehe* Initialisieren  
des Permanentspeichers)Löschen (*siehe* Initialisieren  
des Permanentspeichers)

PI, 36, 57

Polarkoordinaten/Rechteckskoordinaten Konvertierung, 42–43

Potenzfunktion, 41–42

**P/R**, 60, 62, 66

Präfixtasten, **14–15**

**Pr Error**, **21, 101**

primäre Tastenfeldfunktionen, **8, 14–15**

PRGM Statusanzeige, **21, 60, 62**

Programm,

Befehle, **63, 64, 90–93**

Einfügen von Befehlen durch Ersetzen, **90–91**

Einfügen von Befehlen durch Verzweigen, **91–93**

– Eingabe, **60**

– Löschen, **63, 60, 67**

– Mode, **60, 63, 69**

– nach unten abarbeiten, **70–71**

– Speicher, **63, 67–69**

– Speichern mehrerer Programme, **94–96**

– Unterbrechung, **72–76**

– Zeilen, **63, 69–70, 70–72**

Prozentrechnung, **41**

## Q

---

Quadratwurzel, **37**

## R

---

RAD-Mode, **38**

**RCL**, **33, 69, 85**

Rechteckskordinaten/Polarkordinaten Konvertierung, **42–43**

Reihenfolge der Eingabe, **16–17**

roll-down, **24**

**R/S**, **62, 76**

Rückschritt, **65**

Rückruf von Zahlen, **33, 73**

Run-Mode, **62, 70**

**running**, **62**

Rundungsfehler, **58**

## S

---

**sci**, **55–56**

Service, **109–112**

single-step, **65–66, 70–71**

Spannungsabfall, **8, 14**

Anzeige, **14**

Speicher,

Aufteilung, **67–69**

Konvertierung, **68**

- [MEM]**-Funktion, 43, **69**
- Speichern von Zahlen, **32**, 67–69, 73
- Speicherregister, **32**, 67–68, 73
  - Arithmetik, **33–34**, 92
  - löschen, **33**
- Sprünge,
  - bedingte –, **80–88**
  - unbedingte –, **77–78**
- [SST]**, **65–66**, 70–71
- Stack,
  - Drop, **23**, 26
  - freigeben, **25**, **98**
  - Lift, **22–23**, 25, 36, 47, 50, 97
  - neutrale Operationen, **23**, **98**
  - sperren, **25**, **97**
- statistische Funktionen,
  - Eingabe, **43**
  - Fehler, **43**, 45, **100–101**
  - Formeln, 48, **101**
  - Genauigkeit, **46**
  - Korrektur von Summen, **46**
  - Löschen der Statistikregister, **43**
  - Register, 43, **44**, 47–49
  - [ $\Sigma+$ ]**, **43–47**
  - [ $\Sigma-$ ]**, **46–47**
  - Standardabweichung, **48–49**
- Statusanzeigen, **19**, 38, 60, 62
- Steigung einer Funktion, Beispiel, **50–51**
- [STO]**, **32**, 69
- Stromverbrauch, 8, **103**

## T

---

- T-Register, 20, **21**, 30–31
- Tastencodes, **63–65**
- Temperaturspezifikationen, **113**
- Testen der Rechnerelektronik, **106–107**
- trigonometrische Funktionen, **38–39**
- trigonometrische Modi, **38**
- TRUE/FALSE-Abfragen, **81–82**, 83, 85

## U

---

- Umsatz/Provision Beispiel, **84ff**
- unbedingte Sprünge, **77–78**

Underflow, **20**

Unterstützung, technische, **112**

### V

---

Vergleichsoperationen, **80–81**, 82, 83

Vorwahl,

- löschen, **15**
- Tasten, **14–15**

Vorzeichen,

- des Exponenten, **16**, 55
- einer Zahl, **15**, 55

### W

---

Wärmeverlust, Beispiel, **9–11**

Winkelkonvertierung, **39**

### X

---

$\hat{x}$ , **51–52**

X Austausch, **24**, 49, 51, 53

X-Register, **22**, 23, 25, 32, 41, 44, 50, 84, 97

### Y

---

$\hat{y}$ , **51–53**

y-Achsenabschnitt, **50–51**

Y-Register, **22**, 23, 26, 42, 84, 98

### Z

---

Zeilennummer, 62, **65**, 66–67

zeilenweise Programmausführung, **70–72**

Zeitkonvertierung, **39**

Zifferneingabe, 19, **25**, **97**

Zifferntrennzeichen, **19–20**

Z-Register, **22**, 30

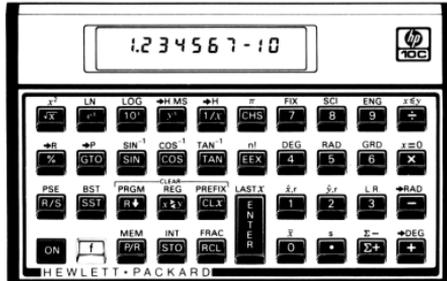






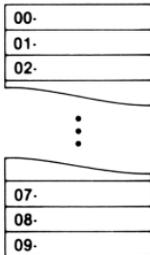


# HP-10C – Der programmierbare wissenschaftliche Taschenrechner mit Permanentspeicher



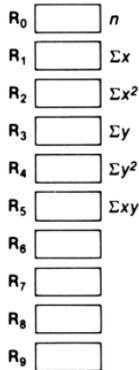
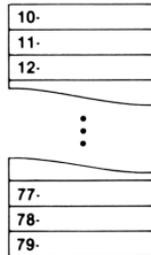
## Programmspeicher

permanent

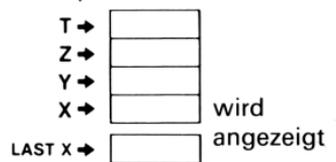


## Speicherregister

aus Daten-  
speicher-  
registern  
konvertierbar



## Automatischer Speicherstack



Die Standardkonfiguration Programmspeicher/Speicherregister besteht aus neun Programmzeilen und zehn Datenspeicherregistern. Der Rechner wandelt bei Bedarf jeweils ein Datenspeicherregister in sieben zusätzliche Programmzeilen um. Die Konvertierung beginnt mit dem Register  $R_9$  und endet mit dem Register  $R_0$ . Daraus ergibt sich eine maximale Programmspeicherkapazität von 79 Programmzeilen. Die Register  $R_0$  bis  $R_5$  werden zusätzlich von den statistischen Funktionen benutzt.

## VERKAUFS-NIEDERLASSUNGEN:

### Hewlett-Packard GmbH:

6000 Frankfurt 56, Bernerstraße 117, Postfach 560140, Tel. (0611) 5004-1  
7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 110, Tel. (07031) 667-1  
4000 Düsseldorf 11, Emanuel-Leutze-Straße 1 (Seestern), Tel. (0211) 5 97 11  
2000 Hamburg 60, Kapstadtring 5, Tel. (040) 6 38 04-1  
8021 Taufkirchen, Eschenstraße 5, Tel. (089) 61 17-1  
3000 Hannover 91, Am Großmarkt 6, Tel. (0511) 46 60 01  
8500 Nürnberg, Neumeyerstraße 90, Tel. (0911) 52 20 83/85  
1000 Berlin 30, Keithstraße 2-4, Tel. (030) 24 90 86

### Hewlett-Packard (Schweiz) AG:

Allmend 2, CH-8967 Widen, Tel. (057) 5 01 11

**Hewlett-Packard Ges.m.b.H., für Österreich/für sozialistische Staaten:**  
Wagramerstraße-Liebgasse, A-1220 Wien, Tel. (022) 23 65 11

### Hewlett-Packard S.A., Europa-Zentrale:

7, rue du Bois-du-Lan, Postfach, CH-1217 Meyrin 2-Genf, Schweiz, Tel. (022) 83 81 11

## SERICE-NIEDERLASSUNGEN:

### Hewlett-Packard GmbH:

6000 Frankfurt 56, Bernerstraße 117, Postfach 560140, Tel. (0611) 5004-1

### Hewlett-Packard (Schweiz) AG:

Allmend 2, CH-8967 Widen, Tel. (057) 5 01 11

**Hewlett-Packard Ges.m.b.H., für Österreich/für sozialistische Staaten:**  
Wagramerstraße-Liebgasse, A-1220 Wien



**HEWLETT  
PACKARD**