

## Kapitel 9

### Listen und Folgen

#### Erstellen von Listen

##### Eingeben einer Liste über die Tastatur

1. Drücken Sie  $\boxed{[ ]}$ . Die geschweiften Klammern zeigen den Anfang und das Ende einer Liste an.
2. Geben Sie die Elemente der Liste ein. Trennen Sie die Elemente durch Kommas ( $\boxed{,}$ ).
3. Drücken Sie  $\boxed{\text{ENTER}}$ .  
Beachten Sie, dass die Liste ohne Kommas angezeigt wird.

##### Erstellen einer Liste von Stack-Objekten

Wenn Sie im RPN-Modus arbeiten, können Sie eine Liste von benachbarten Objekten auf dem Stack erstellen.

1. Geben Sie die Objekte auf den Stack ein (oder setzen Sie die Objekte unten auf den Stack: Ebene 1, Ebene 2 usw.).
2. Geben Sie die gewünschte Anzahl der Objekte in der Liste auf Ebene 1 des Stacks ein.
3. Führen Sie den Befehl  $\rightarrow\text{LIST}$  aus, um die Objekte in eine Liste umzuwandeln.  
Sie können den Befehl  $\text{TO LIST}$  ausführen, indem Sie  $\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{PRG}} \boxed{\text{LIST}} \rightarrow\text{LIST}$  drücken.

##### Anhängen eines neuen Objekts an den Anfang einer Liste

1. Geben Sie das neue Objekt ein oder wählen Sie das Objekt aus.
2. Drücken Sie  $\boxed{+}$ .
3. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.
4. Drücken Sie  $\boxed{\text{ENTER}}$ .

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 1, 3 und 2 aus.

## Anhängen eines neuen Objekts an das Ende einer Liste

1. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.
2. Drücken Sie  $\oplus$ .
3. Geben Sie das neue Objekt ein oder wählen Sie das Objekt aus.
4. Drücken Sie  $\text{ENTER}$ .

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 1, 3 und 2 aus.

## Verarbeiten von Listen

### Anwenden eines Befehls mit einem Argument auf jedes Element in einer Liste

Die Eingabereihenfolge des Befehls und der Liste ist vom Funktionstyp abhängig: *Präfix* oder *Postfix*.

Eine **Präfixfunktion** ist eine Funktion, deren Name oder Abkürzung üblicherweise vor den Argumenten steht. Beispiel:  $\text{SIN}(x)$  und  $\text{SQ}(x, y)$ .

Eine **Postfixfunktion** ist eine Funktion, deren Name oder Abkürzung üblicherweise nach den Argumenten steht. Beispiel:  $6!$ .

Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie im algebraischen Modus einen Präfixbefehl mit einem Argument auf eine Liste anwenden. Die Tabelle im Anschluss an das Beispiel gibt die Reihenfolge der Schritte für Postfixfunktionen oder beim Arbeiten im RPN-Modus an.

1. Geben Sie den Befehl ein oder wählen Sie den Befehl aus.  
Beispiel:  $\text{SQ}()$ .
2. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.  
Beispiel:  $\text{SQ}(\{3, 4, 5\})$ .
3. Drücken Sie  $\text{ENTER}$ .

Das Ergebnis ist eine neue Liste, in der jedes Element das Quadrat des entsprechenden Elements in der ursprünglichen Liste ist:  $\{9, 16, 25\}$ .

Wenn Sie eine Postfixfunktion ausführen oder im RPN-Modus arbeiten, sind die entsprechenden Schritte in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

	Präfix	Postfix
Algebraisch	1, 2, 3	2, 1, 3
RPN	2, 3, 1	2, 1

**Weiteres Beispiel:** Bestimmen der Fakultät von 3, 4 und 5 im algebraischen Modus.

1. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus : {3, 4, 5}.
2. Wählen Sie den Befehl für die Fakultät:  $\boxed{\text{MTH}}$  PROBABILITY !
3. Drücken Sie  $\boxed{\text{ENTER}}$ .

Das Ergebnis lautet {6, 24, 120}.

### Addieren der entsprechenden Elemente zweier Listen

1. Geben Sie die erste Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.  
Beispiel: {4, 7, 9}.
2. Wählen Sie den Befehl ADD.  
 $\boxed{\text{MTH}}$  LIST ADD
3. Geben Sie die zweite Liste ein.  
Beispiel: {2, -4, -8}.  
Die Anzahl der Elemente in beiden Listen muss übereinstimmen.
4. Drücken Sie  $\boxed{\text{ENTER}}$ .  
Das Ergebnis lautet {6, 3, 1}.

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 1, 3 und 2 aus.

## Verknüpfen von zwei Listen

Beim Verknüpfen von zwei Listen erstellen Sie eine Liste, die aus den Elementen der beiden Listen zusammengesetzt ist. Die jeweilige Reihenfolge der Elemente in den Unterlisten bleibt erhalten.

1. Geben Sie die Liste ein, deren Elemente den ersten Teil der verknüpften Liste bilden.  
Beispiel: {1, 2, 3}
2. Drücken Sie  $\oplus$ .
3. Geben Sie die Liste ein, deren Elemente den zweiten Teil der verknüpften Liste bilden.  
Beispiel: {4, 5, 6}.
4. Drücken Sie  $\text{ENTER}$ .  
Das Ergebnis lautet {1, 2, 3, 4, 5, 6}.

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 1, 3 und 2 aus.

## Subtrahieren, Multiplizieren oder Dividieren der entsprechenden Elemente zweier Listen

1. Geben Sie die erste Liste ein.
2. Drücken Sie  $\ominus$ ,  $\otimes$ , oder  $\div$ .
3. Geben Sie die zweite Liste ein.  
Die Anzahl der Elemente in beiden Listen muss übereinstimmen.
4. Drücken Sie  $\text{ENTER}$ .

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 1, 3 und 2 aus.

Beispiel: {2, 4, 7}  $\otimes$  {3, 5, -4} ergibt {6, 20, -28}.

## Anwenden einer Funktion oder eines Programms auf eine Liste

Der Befehl DOLIST dient zur Ausführung von Programmen oder Funktionen auf *Gruppen* von Listen.

### Ausführen eines Programms oder einer Funktion auf Listen

Wenn Sie mehrere, insbesondere lange, Listen bearbeiten, ist das Arbeiten im RPN-Modus möglicherweise einfacher und übersichtlicher (wie das nachstehende Beispiel zeigt).

1. Geben Sie die Listen ein.
2. Geben Sie Anzahl der zu bearbeitenden Listen an. Diese Zahl ist die Anzahl der Elemente, die in jeder Liste bei jeder Iteration der Funktion oder des Programms bearbeitet werden.
3. Geben Sie ein Programm oder eine Funktion ein.
4. Führen Sie DOLIST aus.

**Beispiel:** Anwendung der mit  $a_n + (b_n \times c_n)$  definierten Funktion auf die drei Listen  $a$ ,  $b$  und  $c$ .

1. Geben Sie die Listen ein.  
Beispiel: {1, 2, 3, 4}, {4, 5, 6, 7} und {7, 8, 9, 11}.
2. Geben Sie Anzahl der zu bearbeitenden Listen ein (z.B. 3).
3. Geben Sie die Funktion ein.  
« \* + »
4. Führen Sie den Befehl DOLIST aus.

 (PRG) LIST PROCEDURES DOLIST

Das Ergebnis lautet {29, 42, 57, 81}.


### Sequentielles Anwenden einer Prozedur auf Elemente einer Liste

Der Befehl DOSUBS dient zur Ausführung eines Programms oder einer Funktion auf aufeinanderfolgende Elemente der Liste. Im RPN-Modus gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Geben Sie die Liste ein.

2. Geben Sie den Frame-Index ein. Der Frame-Index ist die Anzahl der Elemente, die bei jeder Iteration der Funktion verwendet werden.  
Beispiel: Wenn Sie eine 3 eingeben, werden 3 Elemente in der Liste als Argumente der Funktion verwendet.
3. Geben Sie ein Programm oder eine Funktion ein.
4. Führen Sie den Befehl DOSUBS aus.

**Beispiel:** Bestimmen des gleitenden Mittelwerts von 2 Elementen für {2, 4, 8, 16, 50}.

1. Geben Sie die Liste ein.
2. Geben Sie den Frame-Index ein.  
In diesem Beispiel ist der Frame-Index 2, da Sie den Durchschnitt von jeweils *zwei* Zahlen bestimmen möchten.
3. Geben Sie das Programm ein.  
« + 2 / »
4. Führen Sie den Befehl DOSUB aus.  
 PRG LIST PROCEDURES DOSUBS.  
Das Ergebnis lautet {3, 6, 12, 33}.

## Ausführen einer Funktion auf jedes Element in einer Liste

Der Befehl STREAM dient zur rekursiven Anwendung einer Funktion auf jedes Element in der Liste. Der Befehl verwendet die ersten beiden Elemente als Argumente, führt eine Funktion aus, verwendet das Ergebnis und das nächste Element als Argumente, führt die Funktion erneut aus usw., bis die Argumente erschöpft sind.

Im RPN-Modus gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Geben Sie die Liste ein.  
Beispiel: { 1 2 3 4 5 }.
2. Geben Sie ein Programm oder eine Funktion ein, das bzw. die zwei Argumente benötigt und ein Ergebnis ausgibt.  
Beispiel: « \* ».
3. Führen Sie STREAM aus.













  LIST PROCEDURES STREAM.








In diesem Beispiel multipliziert die Funktion alle Elemente in der Liste.  
Das Ergebnis lautet 120.

Sie können auch den Befehl für das Listenprodukt verwenden, um das Produkt aller Elemente in einer Liste zu bestimmen. Siehe “Bestimmen des Produkts der Elemente in einer endlichen Liste” auf Seite 9-10.

## Manipulieren von Listen

Die folgenden Funktionen dienen zur Manipulation der Elemente in einer Liste:

Funktion	Beschreibung
  LIST SORT	Sortiert die Elemente in einer Liste in aufsteigender Reihenfolge. Im RPN-Modus muss die Liste auf Ebene 1 sein.
  LIST REVLIST	Kehrt die Reihenfolge der Elemente in einer Liste um. Im RPN-Modus muss die Liste auf Ebene 1 sein.
  LIST ELEMENTS HEAD	Gibt das erste Element der Elemente in einer Liste wieder. Im RPN-Modus muss die Liste auf Ebene 1 sein.
  LIST ELEMENTS TAIL	Gibt mit Ausnahme des ersten Elements alle Elemente in einer Liste wieder. Im RPN-Modus muss die Liste auf Ebene 1 sein.
  LIST ELEMENTS GET	Gibt das Element in einer Liste wieder (Argument 1/ Ebene 2), das sich an einer angegebenen Position befindet (Argument 2/Ebene 1). Beispiel: GET({ 1, 4, 7, 8 }, 3) ergibt 7, da 7 das dritte Element in der Liste ist.
  LIST ELEMENTS GETI	Ähnlich wie der Befehl GET (siehe oben), gibt jedoch zusätzlich die angegebene Positionsnummer um 1 erhöht (und die ursprüngliche Liste) wieder. Beispiel: GETI({ 1, 4, 7, 8 }, 3) ergibt { 1, 4, 7, 8 }, 4 (angegebene Positionsnummer + 1) und 7 (drittes Element in der Liste).

Funktion (Fortsetzung)	Beschreibung
 <b>LIST ELEMENTS PUT</b>	Ersetzt ein Element an einer angegebenen Position (Argument 2/Ebene 2) einer Liste (Argument 1/Ebene 3) durch ein neues Element (Argument 3/Ebene 1). Beispiel: PUT({1, 2, 3}, 2, 5) ergibt {1, 5, 3}.
 <b>LIST ELEMENTS PUTI</b>	Ähnlich wie der Befehl PUT (siehe oben), gibt jedoch zusätzlich die angegebene Positionsnummer um 1 erhöht wieder. Beispiel: PUTI({1, 2, 3}, 2, 5) ergibt {{1, 5, 3}, 3}.
 <b>LIST ELEMENTS SIZE</b>	Gibt die Anzahl der Elemente in einer Liste wieder. Im RPN-Modus muss die Liste auf Ebene 1 sein.
 <b>LIST ELEMENTS POS</b>	Gibt die Position des ersten Vorkommens eines Elements (Argument 2/Ebene 1) in einer angegebenen Liste (Argument 1/Ebene 2) wieder. Beispiel: POS({2, 4, 6, 1, 2, 3, 4}, 4) ergibt 2 (da das erste Vorkommen von 4 an Position 2 in der Liste ist).
 <b>LIST OBJ→</b>	RPN-Befehl zum Auflösen einer Liste in ihre Elemente. Gibt (auf Ebene 1) die Anzahl der Elemente in der Liste wieder. Jedes Element wird auf eine andere Stack-Ebene gesetzt.
 <b>LIST SUB</b>	Erstellt eine Unterliste der Elemente in einer Liste (Argument 1/Ebene 3) ab einer bestimmten Position (Argument 2/Ebene 2) bis zu einer anderen Position (Argument 3/Ebene 1). Beispiel: SUB({1, 2, 3, 4, 5}, 2, 4) ergibt {2, 3, 4}.
 <b>LIST REPL</b>	Ersetzt die Elemente in einer Liste (Argument 1/ Ebene 3) durch die Elemente einer anderen Liste (Argument 3/Ebene 1) ab einer angegebenen Position (Argument 2/Ebene 2). Beispiel: REPL({6, 7, 8, 2}, 2, {1, 2, 3}) ergibt {6, 1, 2, 3}.



## Folgen

Folgenbefehle dienen zur automatischen Erstellung einer Liste durch die wiederholte Ausführung einer Funktion oder eines Programms.

### Erstellen einer Folge

Im algebraischen Modus:

1. Geben Sie den Befehl für die Folgenberechnung an.  
 $\leftarrow$  (PRG) LIST PROCEDURES SEQ.
2. Geben Sie die Funktion oder das Programm (oder den entsprechenden Namen) ein.
3. Geben Sie den Namen der Indexvariablen ein.
4. Geben Sie den Startwert der Variablen ein.
5. Geben Sie den Endwert der Variablen ein.
6. Geben Sie die Schrittgröße des Inkrements ein.  
 Die Anzahl der erstellten Elemente ist der Ganzzahlteil von  $((\text{Endwert} - \text{Startwert}) / \text{Schrittgröße}) + 1$ .
7. Drücken Sie (ENTER).

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 2, 3, 4, 5, 6 und 1 aus.

**Beispiel:** Erstellung einer Liste der Quadrate der Ganzzahlen von 15 bis 19.

1. Drücken Sie  $\leftarrow$  (PRG) LIST PROCEDURES SEQ.
2. Geben Sie  $\rightarrow$  ( )  $\leftarrow$  (X<sup>2</sup>)  $\rightarrow$  ( )  $\rightarrow$  ( ) ein und drücken Sie  $\rightarrow$  ( ) ( ).  
 Beachten Sie, dass Hochkommas als Trennzeichen für das algebraische Objekt erforderlich sind.
3. Geben Sie (X) ein und drücken Sie  $\rightarrow$  ( ) ( ).  
*x* ist die Variable, die bei jeder Iteration ausgewertet wird.
4. Geben Sie 15 ein und drücken Sie  $\rightarrow$  ( ) ( ).  
 15 ist der Startwert, d.h. der bei der ersten Iteration verwendete Wert.
5. Geben Sie 19 ein und drücken Sie  $\rightarrow$  ( ) ( ).  
 19 ist der Endwert, d.h. der bei der letzten Iteration verwendete Wert.
6. Geben Sie 1 ein.  
 1 ist die Schrittgröße, d.h. der Wert, um den der Startwert nach jeder Iteration erhöht wird.


7. Drücken Sie **ENTER**.

Das Ergebnis lautet {225, 256, 289, 324, 361}.

Wenn Sie in Schritt 6 als Schrittgröße 2 eingeben, wird jede zweite Ganzzahl im angegebenen Bereich bei der Iteration verwendet. Das Ergebnis lautet in diesem Fall {225, 289, 361}.

### Bestimmen der Summe der Elemente in einer endlichen Liste

1. Wählen Sie den Befehl für die Listensumme.

 **(MTH)** LIST SLIST

2. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.

Beispiel: {2, 4, 7}.

3. Drücken Sie **ENTER**.

Das Ergebnis lautet 13.

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 2 und 1 aus.

### Bestimmen des Produkts der Elemente in einer endlichen Liste

1. Wählen Sie den Befehl für das Listenprodukt.

 **(MTH)** LIST PLIST

2. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.

Beispiel: {2, 3, 4}.

3. Drücken Sie **ENTER**.

Das Ergebnis lautet 24.

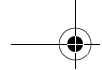
**Im RPN-Modus:** Schritte 2 und 1 ausführen.

### Bestimmen der ersten Differenzen einer endlichen Folge

Die ersten Differenzen der Liste  $\{x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n\}$  sind als  $\{x_2 - x_1 \ \dots \ x_n - x_{n-1}\}$  definiert.

1. Wählen Sie den Befehl für die Listendifferenz.

 **(MTH)** LIST DLIST



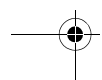
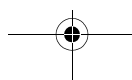
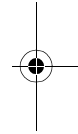
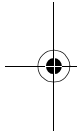
2. Geben Sie die Liste ein oder wählen Sie die Liste aus.

Beispiel: {2, 5, 11, 13, 33}.

3. Drücken Sie **ENTER**.

Das Ergebnis lautet {3, 6, 2, 20}.

**Im RPN-Modus:** Führen Sie Schritte 2 und 1 aus.





AUG.book Page 12 Sunday, March 5, 2000 10:42 AM

