DAS TASTATURFELD

Das Tastaturfeld des TI-84 besteht im Wesentlichen aus fünf Bereichen, wobei die Tasten der Arithmetik und der mathematischen Standardfunktionen von normalen Rechnern her geläufig sind. Neu ist der Bereich der Menütasten, hinter denen sich spezielle mathematische Funktionen und Operationen verbergen. Die Belegungstasten erlauben den Zugriff auf die Zweit- und Drittbelegung anderer Tasten, wobei die Drittbelegung hauptsächlich für Variablennamen Verwendung findet. Neu sind sicher auch die Grafik- und Tabellentasten, mit denen das Arbeiten in und mit Grafiken und Tabellen zu steuern ist. Natürlich wird hierzu auch eine Cursorsteuerung benötigt, für die es eigene Tasten gibt.

Grafiktasten
Tasten für die Eingabe und Bearbeitung von Grafen und Tabellen, sowie für die Einstellungen des Grafikfensters oder der Tabellenbereiche.

Eingabezeilen
(linksbündig)

Ausgabezeilen
(rechtsbündig)

Tastenbelegungen:

Zweitbelegung: MEM "
2nd +
(Memory Menü)

Drittbelegung:
ALPHA +
(Hochkomma)

Sondertaste
Taste für die Eingabe von oft benutzten, speziellen Variablen.
Unser Symbol: X,T,Ø,n

Belegungstasten
Die Taste 2nd schaltet auf die blaue Zweitbelegung aller Tasten um. Die Taste ALPHA liefert die grüne Drittbelegung (siehe rechts).

Cursortasten
Bewegung einer Markierung oder des Cursors. Von uns dargestellt als:

Bearbeitungstasten
Löschen und Einfügen von Zeichen. Löschen einer Eingabe oder des Bildschirms.

Menütasten
Tasten für Menüs mit speziellen mathematischen Inhalten sowie für Applikationen und zur Programmierung.

Standardtasten
Tasten für Arithmetik und Standardfunktionen.
ENTER beendet jede Eingabe oder führt eine Auswahl durch.

Unsere Symbole:
Multiplizieren ×
Dividieren ÷

Speichertaste
Taste zum Speichern von Variablen und Termen.
Unser Symbol: STO▸

RECHNERSTATUS

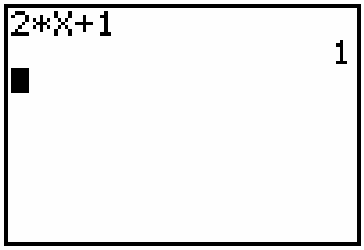
Auf dieser Seite lernen Sie beispielhaft drei Möglichkeiten kennen, wie der Bildschirm des TI-84 nach dem Anschalten aussehen könnte. Außerdem erfahren Sie hier, wie Sie in diesen Fällen einen „leeren“ Bildschirm erzeugen können.

Rechner einschalten: Darstell ng I

ON

Die ON-Taste schaltet den TI-84 ein. Arbeiten Sie zum ersten Mal mit dem Gerät oder haben Sie vor dem letzten Ausschalten den Rechner „gesäubert“, so zeigt der TI-84 einen leeren Bildschirm mit blinkendem Cursor, den **HOME**-Screen. Sie können dann direkt auf Seite 3 weiterarbeiten.

Rechner einschalten: Darstell ng II



ON

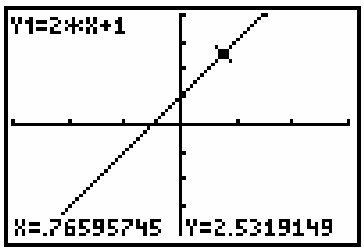
Haben Sie vor dem letzten Ausschalten Berechnungen im **HOME**-Screen durchgeführt oder hat sich der TI-84 mit seiner Abschaltautomatik (nach ca. 5 Minuten) aus dem **HOME**-Screen selbst abgeschaltet, so sehen Sie nach dem Anschalten vielleicht einen solchen Bildschirm.

Bildschirm löschen

CLEAR

Mit einem Druck auf die -Taste können Sie in diesem Fall den **HOME**-Screen in seinen Originalzustand versetzen. Hierdurch werden alle Darstellungen vom Bildschirm entfernt. Ihre alten Eingaben bleiben aber im Speicher erhalten (vgl. Seite 7) und Sie können mit Seite 3 fortfahren.

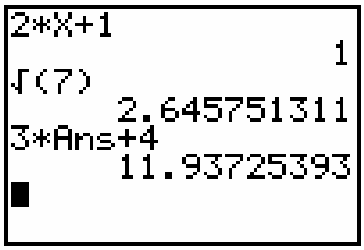
Rechner einschalten: Darstell ng III



ON

Hat sich Ihr TI-84 automatisch abgeschaltet zu einem Zeitpunkt, als Sie vielleicht in einem der vielen Untermenüs gearbeitet haben, so könnte der Bildschirm nach dem Anschalten zum Beispiel wie rechts abgebildet aussehen.

HOME-Screen einschalten



2nd MODE

Um aus diesen Untermenüs in den **HOME**-Screen zurückzukehren, gibt es den **QUIT**-Befehl, der oberhalb der MODE-Taste als Zweitbelegung dieser Taste angeordnet ist. Um ihn zu aktivieren, muss daher zuerst die 2nd-Taste und dann MODE gedrückt werden.

Bildschirm löschen

CLEAR

Auch in diesem Fall kann mit der -Taste ein leerer Bildschirm erzeugt werden und die Arbeit auf Seite 3 weitergehen.

© Schumann`s Verlagshaus

DEN HOME-STARTZUSTAND...

Löschen Sie den Bildschirm und den RAM-Speicher des TI-84.

Bildschirm löschen

[2nd] [MODE] [CLEAR]

Der Hauptbildschirm wird häufig auch **HOME**-Screen genannt. In ihn kehrt man mit der Zweitbelegung der [MODE]-Taste, dem **QUIT**-Befehl zurück. löscht dann den Schirm.

Zweitbeleg ng aktivieren

[2nd]

Nach Betätigen der blauen [2nd]-Taste wird für alle anderen Tasten auf den jeweils links oberhalb der entsprechenden Taste, blau markierten Befehl umgeschaltet. Der Cursor verändert seine Form zu einem Pfeil.

MEMORY öffnen

[+]

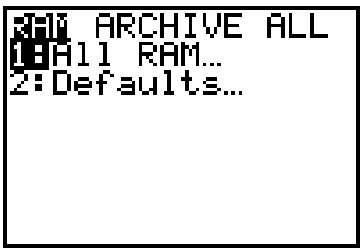
Links oberhalb der [+]-Taste steht in Blau der Befehl **MEM** für Memory. Durch Drücken der [+]-Taste wird nun also das **MEMORY**-Menü geöffnet. Die Nummer des ersten Eintrags im Menü ist schwarz hinterlegt.

Reset markieren

▼ (6 mal)

Mit der ▼-Taste wird der Eintrag Nummer **7** markiert. Die Punkte hinter dem Befehl **Reset** zeigen an, dass es sich um ein Untermenü handelt. Der Pfeil runter deutet auf nicht sichtbare Befehle hin.

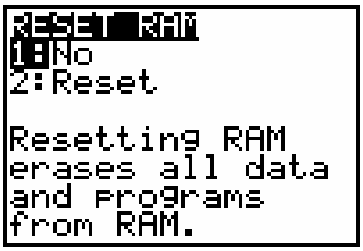
Reset öffnen



[ENTER] **oder** [7]

Mit der [ENTER]-Taste wird das **Reset**-Untermenü geöffnet. Die Schnelleingabe [7] hingegen öffnet das Menü, ohne das es vorher markiert war. Wieder gibt es zwei Einträge, von denen der erste hinterlegt ist.

All RAM öffnen



[ENTER] **oder** [1]

Ein neuer Druck auf [ENTER] öffnet auch dieses Menü, in dem die Option **NO** markiert ist und ein Sicherheitshinweis erfolgt, dass mit **Reset** alle vom Benutzer definierten Daten oder Programme aus dem **RAM**-Speicher entfernt werden.

...DEFINIEREN

Löschen Sie den Bildschirm und den RAM-Speicher des TI-84.

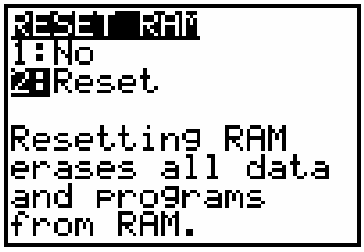
(Reset abbrechen) Nicht d rchführen!

[ENTER] **oder** [1]

Achtung: Diese Tastenfolge dient zum Abbrechen des Resets. Sie, wie der dazu passende Bildschirm rechts, gehören **nicht** zum **HOME**-Startzustand! Sie werden an dieser Stelle nur gezeigt, um die Option zu erläutern!

Reset markieren

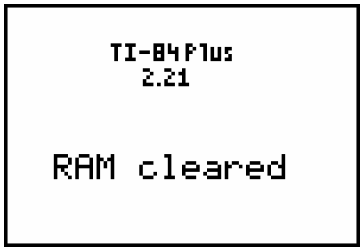
▼



An dieser Stelle geht es mit dem **HOME**-Startzustand weiter. Der Befehl **Reset** wird mit der ▼-Taste markiert. Er könnte auch direkt über die Schnelleingabe [2] ausgeführt werden.

Reset a sführen

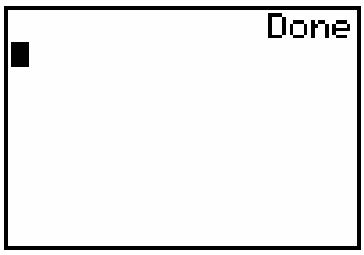
[ENTER] **oder** [2]



Entweder markiert man zunächst den Befehl und führt ihn dann mit [ENTER] aus oder man verwendet die Schnelleingabe [2]. Der **RAM**-Speicher wird gelöscht und die Ausführung gemeldet.

Reset beenden

[ENTER]



Nach einem weiteren [ENTER] zeigt der TI-84 den Hinweis: **Done** jetzt wieder auf dem Hauptbildschirm an. Damit ist nun der **RAM**-Speicher gelöscht.

Bildschirm löschen

[CLEAR]

Zum Schluss wird der Bildschirm noch einmal gelöscht und damit der **HOME**-Startzustand letztendlich definiert.

Wir werden später zwei verschiedene Anfangsaktionen unterscheiden: Den **HOME**-Screen löschen und den **HOME**-Startzustand definieren!

Beim Definieren des HOME-Startzustandes wird unter anderem auch der Kontrast auf Werkseinstellung zurückgesetzt, siehe dazu auch Seite 5.

HOME-Screen löschen: [2nd] [MODE] [CLEAR]

HOME-Startzustand mit Schnelleingaben: [2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

© Schumann`s Verlagshaus

DEN BILDSCHIRMKONTRAST EINSTELLEN

HOME-Startz stand

2nd + 7 1 2 ENTER CLEAR

Standardmäßig ist der Bildschirmkontrast des TI-84 auf einen angenehm sichtbaren Wert eingestellt. Sollten Sie dennoch etwas daran verstellen wollen...

Zweitbeleg ng aktivieren

2nd

...so müssen Sie das mithilfe der Zweitbelegung der Cursor-Tasten vornehmen. Hierhin kommt man, in dem man zunächst die Taste 2nd drückt. Der Cursor auf dem Bildschirm zeigt darauf den Pfeil hoch an.

Kontrast vergrößern

▲ ... ▲

Drücken Sie nun auf die ▲-Taste und halten sie gedrückt, so ändert sich der Kontrast kontinuierlich. Drücken Sie nur einmal, so ändert er sich um einen Einstellungsschritt (40 verschiedene existieren).

Kontrast verringern

2nd ▼ ... ▼

Entsprechend können Sie den Kontrast verringern, in dem nach der 2nd-Taste die ▼-Taste gehalten wird. Dabei kann es allerdings passieren, dass Sie auf Ihrem Bildschirm nichts mehr erkennen können.

Kontrast vergrößern

2nd ▲ ... ▲

Üblicherweise können Sie dies wieder korrigieren, in dem Sie den Kontrast mit gedrückter ▲-Taste einfach wieder erhöhen...

HOME-Startz stand

2nd + 7 1 2 ENTER CLEAR

...sollte das allerdings einmal nicht funktionieren, so bleibt Ihnen nichts anderes über, als die Tastenkombination des Startzustandes blind

EINFACHE ARITHMETIK

Werten Sie folgende Terme numerisch aus:
$2+9-4\cdot5$; $-4\cdot7/3$; $(3.5+2.9)\cdot(-3)$ und $(42.5+33.1)\cdot(17.24-12.19)$.

HOME-Startz stand

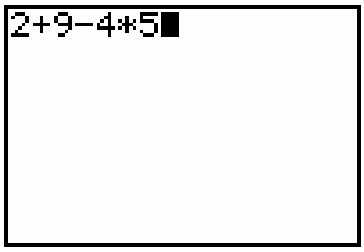
[2nd] [MODE] [CLEAR]

Der **QUIT**-Befehl (Zweitbelegung der [MODE]-Taste) führt von überall her zum HOME-Screen zurück. Eventuell vorhandene Anzeigen werden durch gelöscht.

Term eingeben

[2] [+] [9] [−] [4] [×] [5]

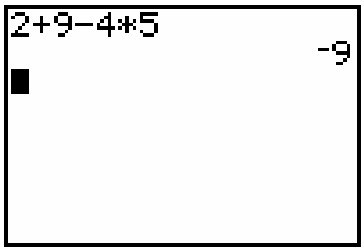
Der Zahlterm wird mit den alphanumerischen Tasten eingegeben. Solange die Eingabe nicht abgeschlossen wird, also der Cursor sich noch in der Eingabezeile befindet, kann der Term verändert werden.



Eingabe beenden

[ENTER]

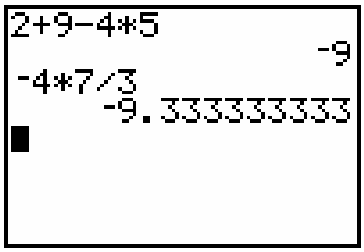
Mit der [ENTER]-Taste wird die Eingabe abgeschlossen und die Auswertung des Terms erfolgt. Das Ergebnis erscheint in der nächsten Zeile rechtsbündig.



Term a swerten

[(-)] [4] [×] [7] [÷] [3] [ENTER]

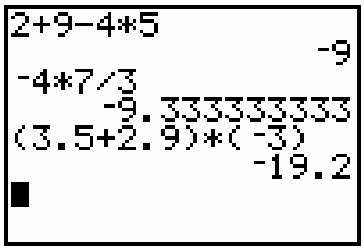
Ein negatives Vorzeichen wird über eine eigene Taste eingegeben. Eventuell resultierende Dezimalbrüche werden entsprechend der gewählten Voreinstellung im **MODE**-Menü, hier mit 10 Ziffern, gerundet in der letzten Stelle angezeigt.



Term a swerten

[(] [3] [.] [5] [+] [2] [.] [9] [)] [×] [(-)] [3] [ENTER]

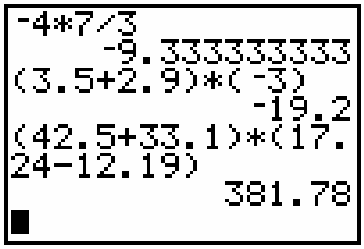
Auf die Klammersetzung ist sorgfältig zu achten. Werden mehr Berechnungen als darstellbar ausgeführt, verschieben sich die Zeilen nach oben.



Term a swerten

[(] [4] [2] [.] [5] [+] [3] [3] [.] [1] [)] [×] [(] [1] [7] [.] [2] [4] [−] [1] [2] [.] [1] [9] [)] [ENTER]

Überschreitet die Termeingabe die Länge einer Zeile, so setzt der TI-84 den Cursor automatisch in die nächste Zeile und die Eingabe kann beendet werden.



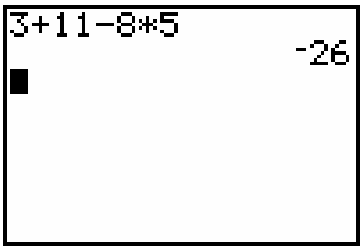
© Schumann`s Verlagshaus

EINE EINGABE ZURÜCKRUFEN

Werten Sie die beiden folgenden Terme numerisch aus: $3+11-8\cdot 5$ und $(15-7)/(2.5+1.5)$. Löschen Sie dann den Bildschirm und werten den Term $3+11-8\cdot 5$ durch Rückruf erneut aus.

Term a swerten

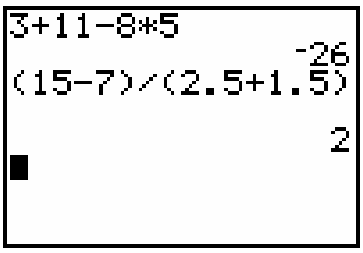
[2nd] [MODE] [CLEAR]
$3+11-8\cdot 5$ [ENTER]



Erst wird der **HOME**-Screen gelöscht, dann der erste Term eingegeben und ausgewertet. Wir werden nun oft die normale Termschreibweise verwenden!

Term a swerten

$(15-7)/(2,5+1,5)$ [ENTER]



Auch der zweite Term wird in bekannter Form eingegeben und ausgewertet.

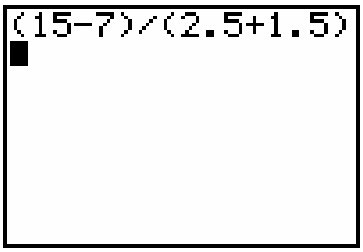
Bildschirm löschen

[CLEAR]

Mit der -Taste wird nur der Bildschirm gelöscht. Die Eingaben befinden sich noch im **RAM**-Speicher und zwar in der so genannten **ENTRY**-Liste. Daher können sie wieder zurückgerufen werden.

Eingabe z rückr fen

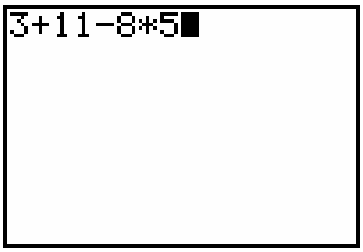
[2nd] [ENTER]



Die Zweitbelegung der [ENTER]-Taste (**ENTRY**) erlaubt den Zugriff auf die Speicherliste namens **ENTRY**. In ihr sind die letzten Eingaben chronologisch abgelegt.

Eingabe z rückr fen

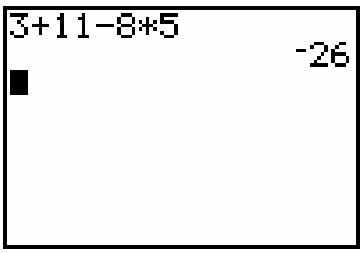
[2nd] [ENTER]



Der Cursor erscheint jeweils am Ende der entsprechenden Eingabe, sodass diese auch editiert werden könnte.

Term a swerten

[ENTER]



Ist der gesuchte Term gefunden, kann er mit [ENTER] erneut ausgewertet werden.

EINE EINGABE EDITIEREN: ZEICHEN LÖSCHEN

Werten Sie zunächst den Term $6\cdot(5+4)/2$ aus. Verändern Sie dann die alte Eingabe zu $6\cdot5+4/2$ und werten auch diesen Term aus.

Term a swerten

[2nd] [MODE] [CLEAR]
$6\cdot(5+4)/2$ [ENTER]

Zuerst löschen wir wieder den **HOME**-Screen und werten dann den Term aus.

```
6*(5+4)/2
                27
```

Eingabe z rückr fen

[2nd] [ENTER]

Mit der Zweitbelegung der [ENTER]-Taste wird die letzte Eingabe an die aktuelle Cursorposition eingefügt. Der Cursor erscheint daraufhin am Ende der alten Eingabezeile. Mit der -Taste könnte die ganze Zeile gelöscht werden.

```
6*(5+4)/2
                27
6*(5+4)/2
```

Zeichen markieren

◀ (7 mal)

Wir beabsichtigen aber nur das Entfernen zweier Zeichen. Markiert wird das erste zu löschende Zeichen mit der ◀-Taste.

```
6*(5+4)/2
                27
6*5+4)/2
```

Zeichen entfernen

[DEL]

Die [DEL]-Taste entfernt das Zeichen direkt unter dem Cursor. Der Rest der Zeile rutscht eine Position nach links.

```
6*(5+4)/2
                27
6*+4)/2
```

Zeichen entfernen

▶ ▶ ▶ [DEL]

Auch die Klammer rechts muss natürlich erst mit dem Cursor markiert werden, bevor sie gelöscht werden kann.

```
6*(5+4)/2
                27
6*5+4 2
```

Editieren beenden

[ENTER]

Das Editieren kann aus jeder beliebigen Position heraus mit der [ENTER]-Taste beendet werden. Selbstverständlich wird der neue Term dabei ausgewertet.

```
6*(5+4)/2
                27
6*5+4/2
                32
```


© Schumann`s Verlagshaus

EINE EINGABE EDITIEREN: ZEICHEN EINFÜGEN

Werten Sie zunächst den Term $4 \cdot 3 + 6/2 - 8$ aus. Verändern Sie ihn dann zu $(4 \cdot 3 + 6)/2 - 8$ und werten auch diesen Term aus.

Term a swerten

2nd MODE CLEAR
$4 \cdot 3 + 6/2 - 8$ ENTER

```
4*3+6/2-8
                7
```

Die Rückkehr und das Löschen stellen zunächst den leeren Hauptbildschirm her. Der Term wird danach in der üblichen Form eingegeben und ausgewertet.

Eingabe z rückr fen

2nd ENTER

```
4*3+6/2-8
                7
4*3+6/2-8
```

Die alte Eingabe wird mittels **ENTRY** wieder auf den Bildschirm geholt. Der Cursor ist automatisch am Ende der Zeile positioniert.

Position markieren

2nd ◀

```
4*3+6/2-8
                7
*3+6/2-8
```

Mit der Tastenkombination 2nd und danach ◀-Taste gelangt man direkt an den Anfang der Eingabezeile. Entsprechend bewegt die Kombination 2nd und ▶-Taste den Cursor an das Ende einer Zeile.

Zeichen einfügen

2nd DEL (

```
4*3+6/2-8
                7
(_*3+6/2-8
```

Die Zweitbelegung der DEL-Taste schaltet den TI-84 in den **Insert**-Modus um. Die Form des Cursors verändert sich zu einem Unterstrich. Zeichen können jetzt im Einsetzungsmodus eingefügt werden.

Zeichen einfügen

▶ (5 mal)
2nd DEL)

```
4*3+6/2-8
                7
(4*3+6)_2-8
```

Durch die Bewegung des Cursors wird der Rechner in den Standardmodus des Überschreibens zurückversetzt. Daher muss vor dem nächsten Einfügen erst wieder in den **Insert**-Modus geschaltet werden.

Editieren beenden

ENTER

```
4*3+6/2-8
                7
(4*3+6)/2-8
                1
```

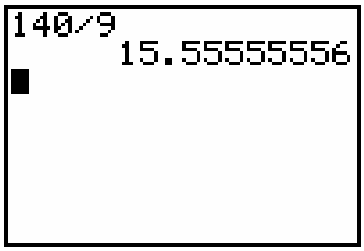
Auch beim Einfügen von Zeichen kann das Editieren aus jeder Position heraus beendet werden. Natürlich führt die ENTER-Taste auch zur Auswertung.

ZAHLENFORMAT EINSTELLEN: RUNDEN

Werten Sie den Term 140/9 aus. Verändern Sie dann die **MODE**-Einstellung so, dass das Ergebnis in der vierten Stelle nach dem Komma gerundet wird.

Term a swerten

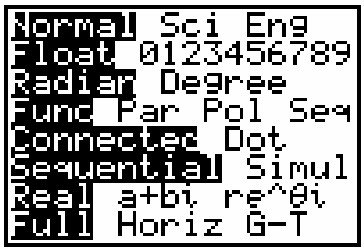
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
140/9 [ENTER]



Der **HOME**-Screen wird erst gelöscht und danach der Term in bekannter Weise eingegeben und ausgewertet.

MODE öffnen

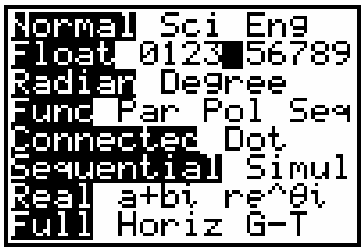
[MODE]



Alle Einstellungen zur Darstellungsweise auf dem Bildschirm werden mithilfe des [MODE]-Menüs vorgenommen. Ihre Einstellungen sind unterlegt. Die erste Zeile legt das numerische Anzeigenformat fest und die zweite Zeile die Anzahl der Dezimalstellen nach dem Dezimalpunkt.

Float 4 markieren

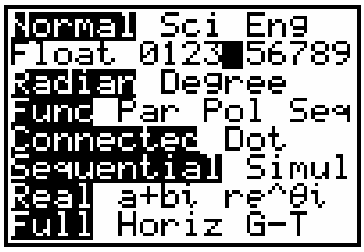
▼ ▶ ▶ ▶ ▶ ▶



Nach dem Öffnen des Menüs blinkt der Cursor zunächst ganz links oben auf der Position **NORMAL**. In dem Menü bewegt man sich mithilfe der Cursor-Tasten. Die gewünschte Einstellung wird zunächst markiert...

Float 4 a swählen

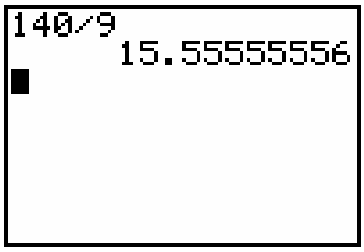
[ENTER]



...um dann mit der [ENTER]-Taste ausgewählt zu werden. Nun ist nicht mehr der Standard **Float** markiert sondern die "**4**" schwarz hinterlegt.

HOME z rückkehren

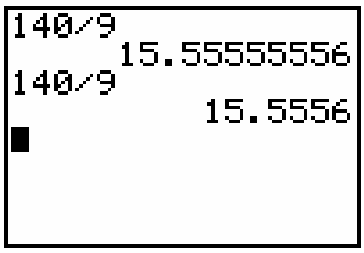
[2nd] [MODE]



Mit dem **QUIT**-Befehl kehrt man aus dem **MODE**-Menü in den Hauptbildschirm zurück, auf dem die alte Anzeige wieder erscheint.

Term a swerten

140/9 [ENTER]



Wird der Term nun erneut eingegeben, so liefert die Auswertung jetzt den in der vierten Stelle nach dem Dezimalpunkt gerundeten Wert.

© Schumann`s Verlagshaus

ZAHLENFORMAT EINSTELLEN: WISSENSCHAFTLICH

Wie viele Atome enthält 1 g Wasserstoff, wenn ein Wasserstoffatom eine Masse von $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg aufweist. Geben Sie das Ergebnis mit drei zuverlässigen Stellen an.

HOME-Startz stand

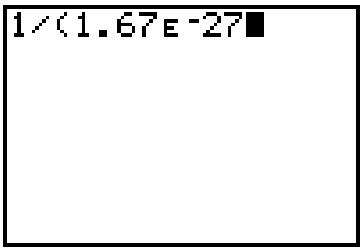
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

Zunächst müssen wir den **HOME**-Startzustand herstellen, also **RAM**-Speicher löschen und den TI-84 in seine Grundeinstellung zurückversetzen.

Exponentialformat eingeben

[1] [÷] [(] [1] [.] [6] [7] [2nd] [,] [(-)] [2] [7]

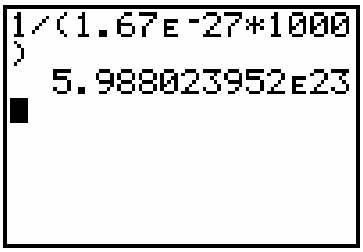
Die Eingabe einer Zehnerpotenz erfolgt über die Zweitbelegung der [,]-Taste mit dem Befehl **EE**. Es ist darauf zu achten, dass ein negativer Exponent mit der Vorzeichen-Taste [(-)] eingegeben werden muss.



Eingabe beenden

[×] [1] [0] [0] [0] [)] [ENTER]

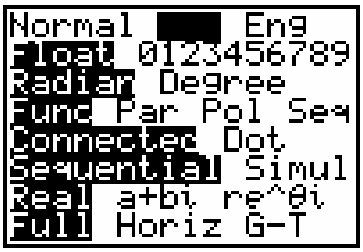
Entsprechend der Standardeinstellung wird das Ergebnis zunächst mit 10 Ziffern dargestellt. Die Anzeige erfolgt automatisch im wissenschaftlichen Format, wenn eine Zahl mehr als 10 Stellen aufweist.



Sci a swählen

[MODE] [▶] [ENTER]

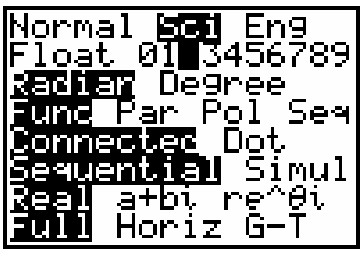
Das **MODE**-Menü wird erst geöffnet, der Befehl **Sci** für die wissenschaftliche Notation markiert und dann per [ENTER]-Taste auch eingeschaltet.



Float 2 a swählen

[▼] [▶] [▶] [▶] [ENTER]

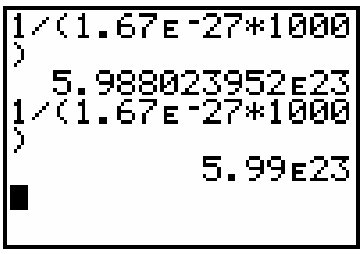
Mit den Cursor-Tasten wird die Einstellung für zwei Dezimalstellen markiert und wiederum mit der [ENTER]-Taste ausgewählt.



Term a swerten

[2nd] [MODE]
[1] [÷] [(] [1] [.] [6] [7] [2nd] [,] [(-)] [2] [7] [×] [1] [0] [0] [0] [)]
[ENTER]

Der **QUIT**-Befehl führt zum Hauptbildschirm. Nach einer erneuten Eingabe des Terms wird er in der gewünschten Darstellung ausgewertet.



TRIGONOMETRISCHE BERECHNUNGEN

Berechnen Sie folgende Werte: $\sin(\pi/4)$ und $\cos(60°)$.

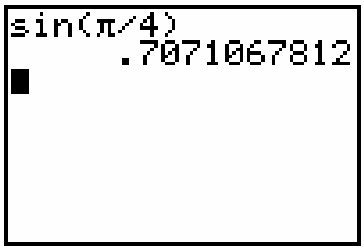
Operation a swählen

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[SIN]

Um eine einheitliche Ausgangsbasis zu haben, stellen wir den **HOME**-Startzustand her. Die trigonometrischen Operationen sind auf dem TI-84 mit eigenen Tasten realisiert.

Operation a sführen

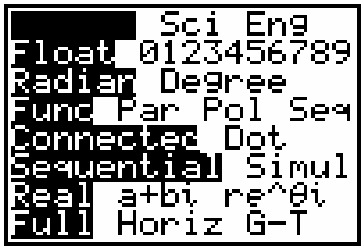
[2nd] [^] [÷] [4] [)] [ENTER]



Auch diese Operationen werden automatisch mit einer öffnenden Klammer ausgegeben, sodass diese natürlich auch wieder geschlossen werden sollte. Die Konstante π erreicht man über die Zweitbelegung der Potenz-Taste [^].

MODE öffnen

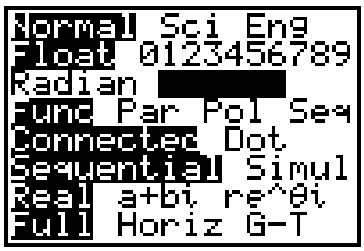
[MODE]



Das Ergebnis oben deutet an, dass der TI-84 standardmäßig seine Eingaben im Bogenmaß **Radian** erwartet. Für eine Eingabe des Winkels in Grad müssen wir also im **MODE**-Menü diese Standardeinstellung ändern.

Degree a swählen

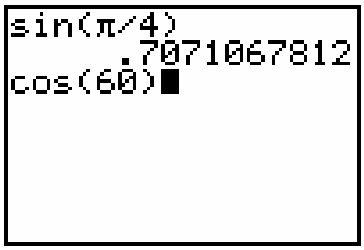
▼ ▼ ▶
[ENTER]



Erst wird die **Degree**-Einstellung mit den Cursor-Tasten markiert und danach mit [ENTER] ausgewählt. Die neue Einstellung ist nun schwarz hinterlegt.

Cosin s belegen

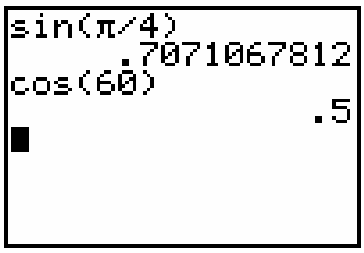
[COS] [6] [0] [)]



Auch der Cosinus wird mit einer Klammer links auf dem Bildschirm dargestellt. Daher sollte zum Abschluss der Eingabe eine Klammer rechts kommen.

Operation a sführen

[ENTER]



Entsprechend der letzten **MODE**-Einstellung wird nun eine Eingabe in Grad stets auch als solche ausgewertet, solange nichts geändert wird.

© Schumann`s Verlagshaus

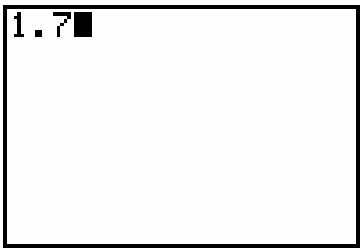
POTENZEN BERECHNEN

Werten Sie folgende Potenzen aus: 1.7^2 und 5^3.

Basis eingeben

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[1] [.] [7]

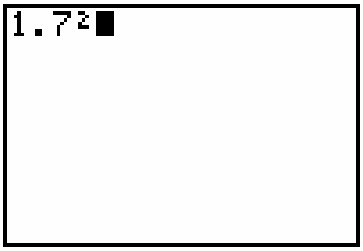
Wir stellen zunächst den **HOME**-Startzustand her. Dann wird als Erstes die Basis eingegeben.



Operation a swählen

[x²]

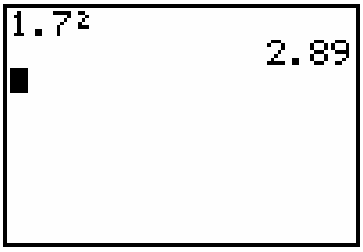
Für das Quadrieren gibt es aufgrund der häufigen Verwendung eine eigene Taste. Das sie hier benutzt wurde, ist an der kleineren und hochgestellten 2 zu erkennen.



Operation a sführen

[ENTER]

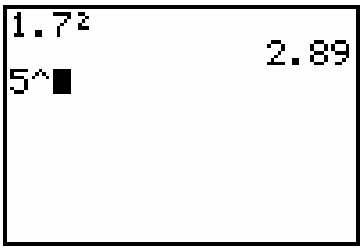
Mit der [ENTER]-Taste werden Operationen abgeschlossen und zur Auswertung gebracht.



Operation a swählen

[5] [^]

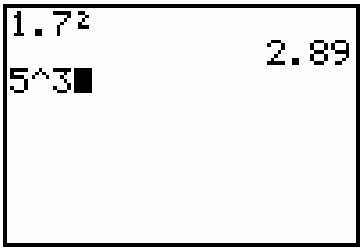
Allgemeine Potenzen werden auf dem TI-84 als Infix-Operation eingegeben. Also gibt man zunächst die Basis ein und dann den Operator des Potenzierens über seine eigene Taste...



Exponent eingeben

[3]

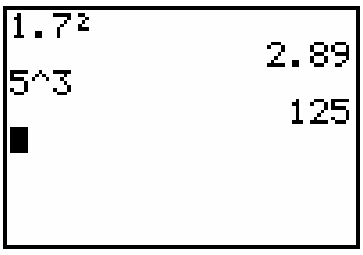
...bevor die Potenz mit dem Exponenten abgeschlossen wird...



Operation a sführen

[ENTER]

...und die Operation wieder mit [ENTER] beendet wird. Dabei erscheint natürlich das Ergebnis erneut in der nächsten Zeile.

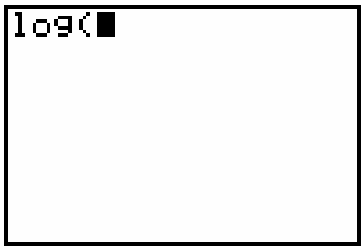


LOGARITHMEN BERECHNEN

Berechnen Sie: $\log(10^3)+2$; $\log(10^3+2)$ und $\ln(2.5\cdot e^3)$.

Operation a swählen

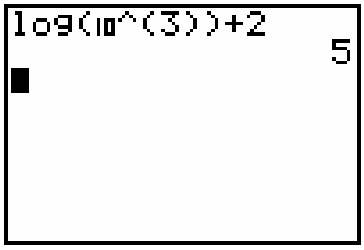
[2nd] [MODE] [CLEAR]
[LOG]



Den Logarithmus zur Basis Zehn bekommt man über eine eigene Taste. Sie ist abweichend von der üblichen Notation lg mit **log** bezeichnet.

Operation a führen

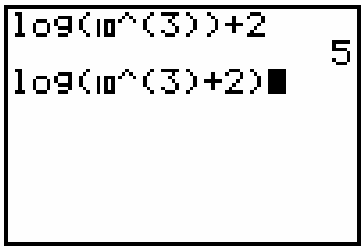
[2nd] [LOG] [3] [)] [)] [+] [2] [ENTER]



Auch der Zehnerlogarithmus wird mit einer öffnenden Klammer dargestellt, sodass hier sehr sorgfältig auf die verschiedenen Klammerebenen geachtet werden muss.

Logarithm s belegen

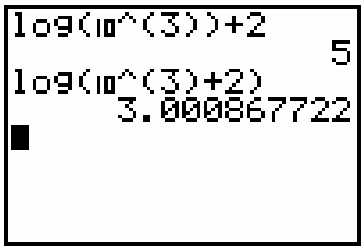
[LOG] [2nd] [LOG] [3] [)] [+] [2] [)]



Solange nämlich die Klammer des Logarithmus nicht geschlossen wird, wird die gesamte Eingabe vom TI-84 als Argument behandelt...

Operation a führen

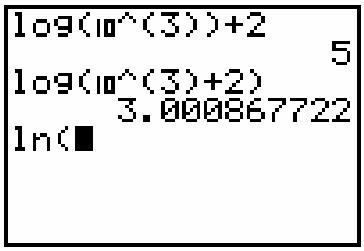
[ENTER]



...man hätte daher dieses Ergebnis auch ohne schließende Klammer erhalten können, aber wo bliebe da die Übersicht und Syntaxdisziplin?

Operation a swählen

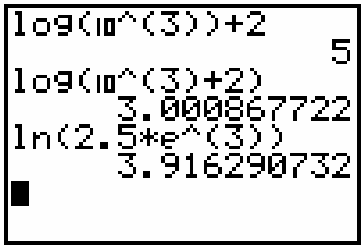
[LN]



Für den natürlichen Logarithmus gilt das oben Gesagte ebenfalls. Er ist auch über eine eigene Taste [LN] zugänglich, weist eine öffnende Klammer auf...

Operation a führen

[2] [.] [5] [×] [2nd] [LN] [3] [)] [)] [ENTER]



...und erfordert demnach sorgfältigen Umgang mit Klammern.

© Schumann`s Verlagshaus

DEN ANTWORTSPEICHER BENUTZEN

Bestimmen Sie zunächst die Summe aus $285+575$, dividieren dann das Ergebnis durch fünf und berechnen danach die Quadratwurzel aus dem um drei verminderten Resultat.

Term a swerten

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2] [8] [5] [+] [5] [7] [5] [ENTER]

Nach dem **HOME**-Startzustand wird ein Term in üblicher Form eingegeben und ausgewertet. Das numerische Resultat wird vom TI-84 gespeichert.

```
285+575
                860
```

Speicher a fr fen

[2nd] [(-)]

Mit der Zweitbelegung der [(-)]-Taste wird die numerische Variable **ANS** aufgerufen, die den Wert des letzten Ergebnisses gespeichert hat.

```
285+575
                860
Ans
```

Eingabe beenden

[÷] [5]
[ENTER]

Diese Variable **ANS** kann wie jede andere auch in Terme eingebaut werden.

```
285+575
                860
Ans/5
                172
```

Operation a swählen

[2nd] [x²]

Über die Zweitbelegung der [x²]-Taste gelangen wir zur Quadratwurzel, die mit öffnender Klammer angezeigt wird.

```
285+575
                860
Ans/5
                172
√(
```

Term eingeben

[2nd] [(-)] [−] [3] [)]

Natürlich kann die **ANS**-Variable auch in Funktionsrechnungen, wie hier bei der Ermittlung der Quadratwurzel verwendet werden.

```
285+575
                860
Ans/5
                172
√(Ans-3)
```

Eingabe beenden

[ENTER]

Man beachte, wie sich der Wert der **ANS**-Variablen mit jeder neuen Auswertung verändert: Der Wert der jeweils letzten Rechnung ist hier gespeichert.

```
285+575
                860
Ans/5
                172
√(Ans-3)
                 13
```

REKURSIVES RECHNEN

Generieren Sie die Folge der Zweierpotenzen von 2 bis 32 mit Hilfe der ANS-Variablen.

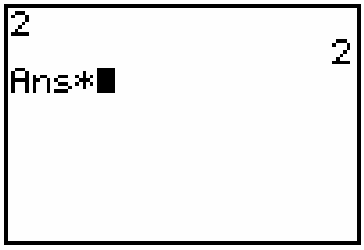
Zahl eingeben

[2nd] [MODE] [CLEAR]
[2] [ENTER]

Der **HOME**-Screen wird gelöscht und das Anfangsglied gesetzt.

Speicher a fr fen

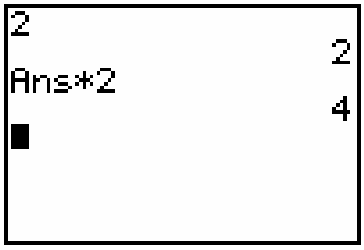
[×]



Die Auswahl einer Infix- oder Postfix-Operation verwendet als linkes Argument automatisch den Wert des Antwortspeichers, was durch die Variable **ANS** vor der Operation angezeigt wird.

Term a swerten

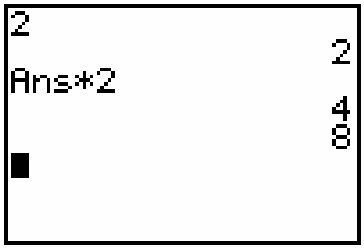
[2] [ENTER]



Wird der Antwortspeicher automatisch über eine Operation aufgerufen, so wird vom TI-84 auch der Operator gespeichert.

Wiederholf nktion

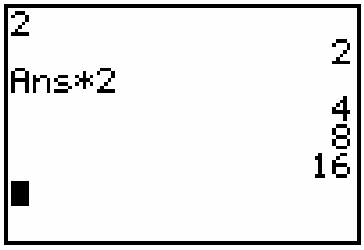
[ENTER]



Ein erneutes Betätigen der [ENTER]-Taste wendet den Operator, in diesem Fall Multiplikation mit 2, auf das letzte Ergebnis an, ohne das der zugehörige Term jedoch angezeigt wird.

Wiederholf nktion

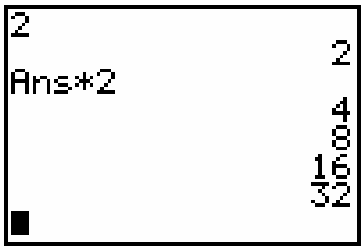
[ENTER]



Ein weiteres Drücken der [ENTER]-Taste führt erneut die Multiplikation mit 2 aus.

Wiederholf nktion

[ENTER]



Mit dem automatischen Aufruf des Antwortspeichers und der mehrfachen Verwendung der [ENTER]-Taste kann somit eine Folge generiert werden.

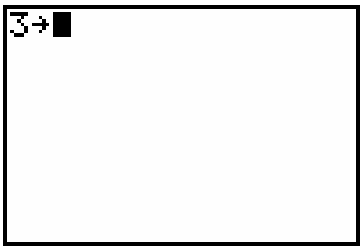
© Schumann`s Verlagshaus

MIT NUMERISCHEN VARIABLEN ARBEITEN

Weisen Sie der Variablen a den Wert 3 zu und definieren für die Variable b den Wert des Terms $8a+3$. Ändern Sie dann den Wert von a auf 4 und sehen sich den Wert von b an.

Operation a swählen

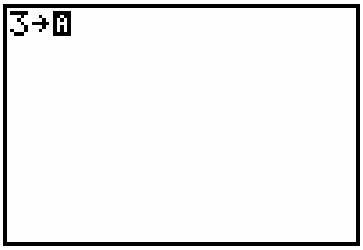
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[3] [STO▸]



Wollen wir mit Variablen arbeiten, ist es sinnvoll, erst einmal den **HOME**-Startzustand herzustellen. Die Wertzuweisung erfolgt in der Reihenfolge: Wert, Speicherpfeil...

Variablennamen aktivieren

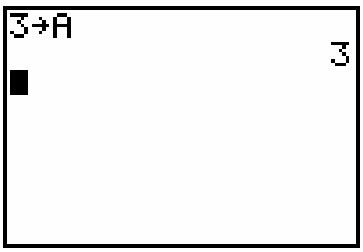
[ALPHA]



...dann muss die Tastatur auf die grüne Drittbelegung umgeschaltet werden, was mit der [ALPHA]-Taste erfolgt und durch den veränderten Cursor angezeigt wird...

Operation beenden

[MATH] [ENTER]



...bevor der entsprechende Variablenname mittels der zugehörigen Taste, in diesem Fall **MATH**, über der der Buchstabe **A** steht, eingegeben wird und die Operation mit [ENTER] zu beenden ist.

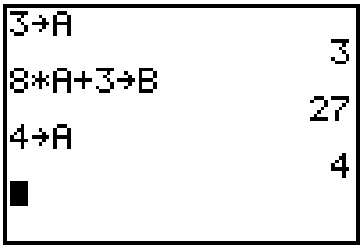
Variablenwert z weisen

[8] [×] [ALPHA] [MATH] [+] [3] [STO▸] [ALPHA] [APPS] [ENTER]

Natürlich können auch Terme mit bereits definierten Variablen einer weiteren Variablen zugewiesen werden...

Variablenwert z weisen

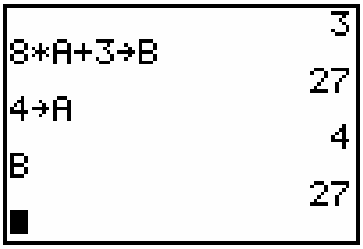
[4] [STO▸] [ALPHA] [MATH]
[ENTER]



...wobei allerdings daran zu denken ist, dass bei einer Änderung des Wertes der in dem Term verwendeten Variablen...

Variablenwert anzeigen

[ALPHA] [APPS] [ENTER]



...diese Änderung nicht für die Variable **b** übernommen wird, denn es handelt sich hier nicht um einen Termspeicher!

VARIABLENWERTE...

Nachdem Sie die Aufgabe der Seite 17 bearbeitet haben, löschen Sie zunächst die Variable a aus dem RAM-Speicher und sehen sich danach die Werte der Variablen b und a an.
Löschen Sie dann beide Variablen und überprüfen den Wert von b.

A sgangsz stand

```
                    3
8*A+3→B
                   27
4→A
                    4
B
                   27
```

Achtung: Wir gehen hier vom letzten Bildschirm der Seite vorher aus. Sollten Sie diese Aufgabe noch nicht bearbeitet haben, so tun Sie es bitte an dieser Stelle.

MEM öffnen

```
MEMORY
1:About
2:Mem Mgmt/Del…
3:Clear Entries
4:ClrAllLists
5:Archive
6:UnArchive
7↓Reset…
```

2nd +

Mit der Zweitbelegung der +-Taste öffnen wir das **Memory**-Menü...

Mem Mgmt/Del markieren

```
MEMORY
1:About
2:Mem Mgmt/Del…
3:Clear Entries
4:ClrAllLists
5:Archive
6:UnArchive
7↓Reset…
```

▼

...um dann zunächst das Untermenü **Mem Mgmt/Del**, also Memory management / delete (Speicherverwaltung und Löschen) zu markieren...

Mem Mgmt/Del öffnen

```
RAM FREE    24280
ARC FREE   147456
1:All…
2:Real…
3:Complex…
4:List…
5:Matrix…
6↓Y-Vars…
```

ENTER **oder** 2

...und mit der ENTER-Taste zu öffnen. Da unsere Absicht darin besteht, reelle (numerische) Variablen zu löschen....

Real markieren

```
RAM FREE    24280
ARC FREE   147456
1:All…
2:Real…
3:Complex…
4:List…
5:Matrix…
6↓Y-Vars…
```

▼

...markieren wir auch hier zunächst erst das entsprechende Untermenü **Real**...

Real öffnen

```
RAM FREE    24280
ARC FREE   147456
▸ A            18
  B            18
```

ENTER **oder** 2

...und öffnen es wiederum. Hier wird der freie **RAM**-Speicher, sowie der freie Archiv-Speicher **ARC** angezeigt. Aber auch alle verwendeten Variablen.

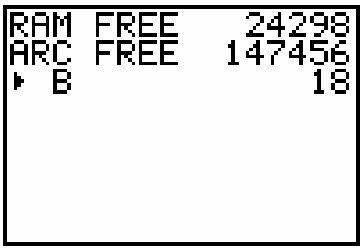
© Schumann`s Verlagshaus

...LÖSCHEN

Nachdem Sie die Aufgabe der Seite 17 bearbeitet haben, löschen Sie zunächst die Variable a aus dem RAM-Speicher und sehen sich danach die Werte der Variablen b und a an.
Löschen Sie dann beide Variablen und überprüfen den Wert von b.

Variable löschen

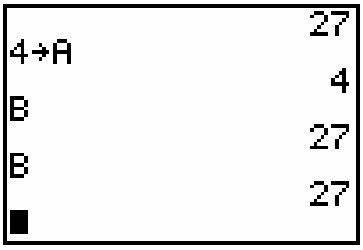
DEL



Die durch den Pfeil an der linken Seite markierte Variable wird mit der Taste DEL aus dem **RAM**-Speicher gelöscht. Alle verbleibenden Variablen rutschen eine Zeile rauf und der zur Verfügung stehende Speicherplatz erhöht sich.

Variablenwert a fr fen

CLEAR
ALPHA APPS ENTER



Mit der CLEAR-Taste gelangt man in den Hauptbildschirm zurück. Die Eingabe des Variablennamens und das Auswerten zeigen deutlich, dass der Wert der Variablen **b** nicht vom aktuellen Wert von **a** abhängt...

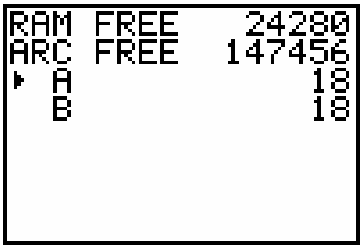
Variablenwert a fr fen

ALPHA MATH ENTER

...sondern dass **b** denjenigen Wert behält, der ihm ursprünglich mittels **a** zugewiesen wurde. Es zeigt sich auch, dass das Löschen numerischer Variablen nicht ein vollständiges Entfernen, sondern eine Wertzuweisung Null bedeutet.

Real Speicher öffnen

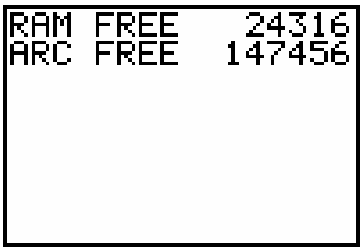
2nd + 2 2



Obwohl die Variable **a** gelöscht wurde und ihr kein aktueller Wert zugewiesen wurde, reicht der Aufruf ihres Namens aus, um sie wieder in der Speicherliste der reellen numerischen Variablen erscheinen zu lassen.

Variablen löschen

DEL DEL



Wir löschen die Speicherliste nun vollständig...

Variablenwert a fr fen

CLEAR ALPHA APPS
ENTER

...sodass jetzt auch die Variable **b** den Wert Null annimmt.

MIT NUMERISCHEN TERMEN ARBEITEN

Lösen Sie die quadratische Gleichung $x^2+3x-4=0$ durch Belegung der Variablen p und q unter anschließender Verwendung der beiden Lösungsterme für eine quadratische Gleichung in Normalform.

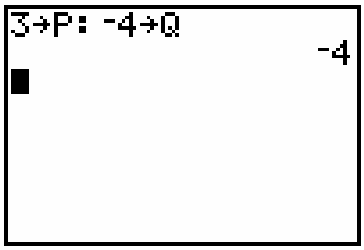
HOME-Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

Besteht die Absicht, mit Variablen zu arbeiten, sollte es zur Gewohnheit werden, den **HOME**-Startzustand herzustellen. Zumindest sollten alle Variablen aus dem **RAM**-Speicher gelöscht werden.

Variablenwerte z weisen

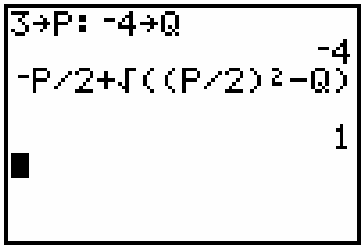
[3] [STO▸] [ALPHA] [8] [ALPHA] [.] [(-)] [4] [STO▸] [ALPHA] [9] [ENTER]



Mit der Drittbelegung der [.]-Taste, die den Doppelpunkt erzeugt, gibt es die Möglichkeit, mehrere Anweisungen in einer Zeile auszuführen. Es wird nur der Wert der letzten Variable ausgegeben.

Term a swerten

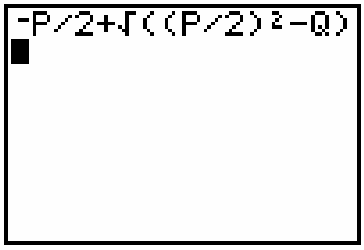
[(-)] [ALPHA] [8] [÷] [2] [+] [x²] [(] [ALPHA] [8] [÷] [2] [)] [x²] [−] [ALPHA] [9] [)] [ENTER]



Der Lösungsterm wird zunächst mit der positiven Wurzel eingegeben und dann ausgewertet...

Term z rückr fen

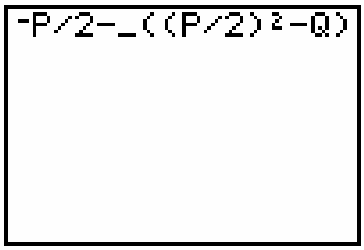
[CLEAR] [2nd] [ENTER]



...um ihn danach mit dem **ENTRY**-Befehl aus dem Speicher zum Editieren auf den Bildschirm zurückzuholen...

Term editieren

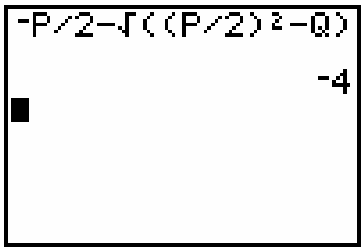
[2nd] [◀] [▶] [▶] [▶] [▶] [DEL] [2nd] [DEL] [−]



...an den Anfang zu springen, das [+]-Zeichen vor dem Wurzelterm zu löschen und durch ein [−]-Zeichen zu ersetzen.

Term a swerten

[ENTER]



Die Auswertung dieses Terms liefert die gesuchte zweite Lösung.

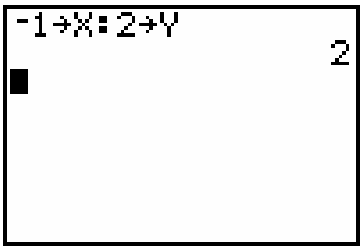
© Schumann`s Verlagshaus

TERME, AUSSAGEFORMEN...

Zeigen Sie für die Wertepaare $(x, y) \in \{(-1,2); (0,1); (1,-1)\}$, dass die Aussageform $y = -2x + 1$ eine falsche Aussage liefert, wenn die Terme y und $-2x+1$ unterschiedliche Werte annehmen und eine wahre Aussage ergibt, wenn die Terme gleichwertig sind.

Variablenwert z weisen

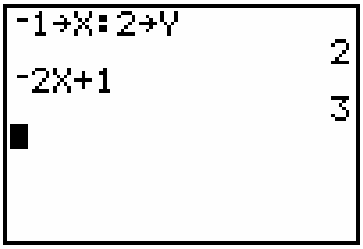
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[(-)] [1] [STO▸] [X,T,Ø,n] [ALPHA] [.] [2] [STO▸] [ALPHA] [1] [ENTER]



Nach dem **HOME**-Startzustand werden die Werte der Variablen in einer Zeile eingegeben, getrennt durch den Doppelpunkt.

Term a swerten

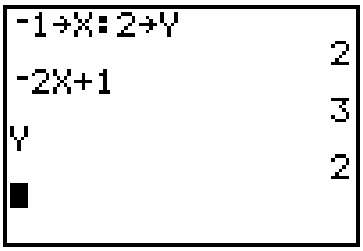
[(-)] [2] [X,T,Ø,n] [+] [1] [ENTER]



Für die Variable **x** benutzen wir die Sondertaste. Der erste Term wird in der üblichen Weise eingegeben, wobei die Multiplikation zwischen Zahl und Variable nicht explizit eingetragen werden muss. Mit [ENTER] wird der Term ausgewertet.

Term a swerten

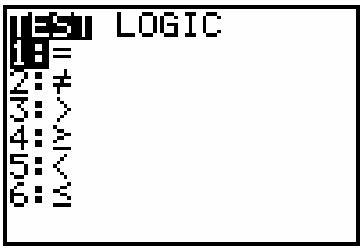
[ALPHA] [1] [ENTER]



Der zweite Term besteht nur aus der Variablen **y** (Drittbelegung der [1]-Taste). Natürlich liefert er den zuvor zugewiesenen Wert, der aber unterschiedlich vom Wert des ersten Terms ist.

TEST öffnen

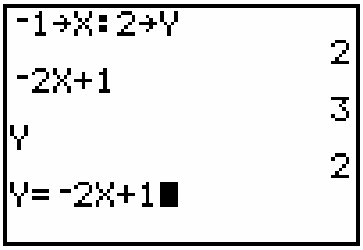
[ALPHA] [1] [2nd] [MATH]



Wir geben erst den ersten Term ein und öffnen dann das **TEST**-Menü, welches als Zweitbelegung der [MATH]-Taste realisiert ist. Dieses wiederum hat weitere Untermenüs, von denen das Erste alle Vergleichsoperatoren enthält.

A ssageform beenden

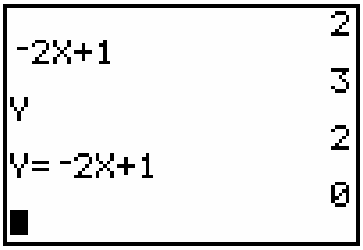
[ENTER] **oder** [1]
[(-)] [2] [X,T,Ø,n] [+] [1]



Als erster Eintrag existiert der Test auf Gleichheit, das Gleichheitszeichen. Nach seiner Auswahl wird der zweite Term eingegeben. Man beachte, dass auf dem Bildschirm zwar die Struktur einer Aussageform erscheint, aber mit...

Wahrheitswert ermitteln

[ENTER]



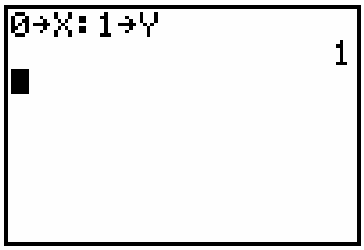
...der [ENTER]-Taste die scheinbare Aussageform sich als Aussage enttarnt, denn der TI-84 wertet nun linke und rechte Seite getrennt aus und vergleicht beide. Die **0** zeigt an, dass es sich um eine falsche Aussage handelt.

...UND AUSSAGEN

Zeigen Sie für die Wertepaare $(x, y) \in \{(-1,2); (0,1); (1,-1)\}$, dass die Aussageform $y = -2x + 1$ eine falsche Aussage liefert, wenn die Terme y und $2x+1$ unterschiedliche Werte annehmen und eine wahre Aussage ergibt, wenn die Terme gleichwertig sind.

Variablenwert z weisen

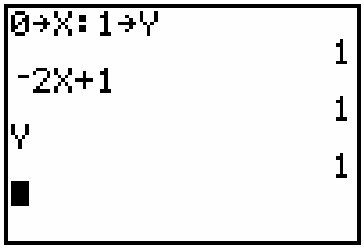
[CLEAR]
$0 \rightarrow x : 1 \rightarrow y$ [ENTER]



Ab hier werden wir für Variablen bzw. Terme oft die übliche Notation benutzen und nicht mehr die vollständigen Tastenkombinationen. Wir weisen also den Variablen neue Werte zu. Es soll nun das zweite Wertepaar überprüft werden.

Term a swerten

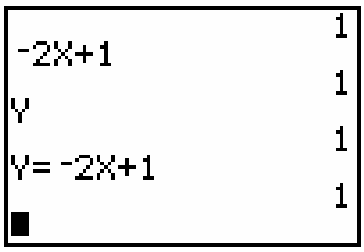
$-2x+1$ [ENTER] y [ENTER]



Die getrennte Auswertung der einzelnen Terme zeigt hier, dass sie den gleichen Wert ergeben.

Wahrheitswert ermitteln

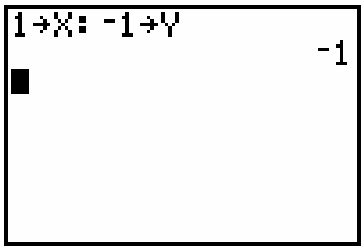
y [2nd] [MATH] [ENTER] **oder** [1]
$-2x+1$ [ENTER]



Aus dem **TEST**-Menü wird wieder der Vergleichsoperator zwischen die beiden Terme eingetragen. Die vermeintliche Aussageform des Bildschirms verwandelt sich für dieses Wertepaar in eine wahre Aussage, angezeigt durch die **1**.

Variablenwert z weisen

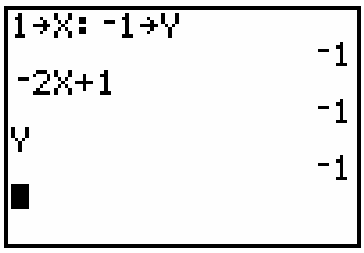
[CLEAR] $1 \rightarrow x : -1 \rightarrow y$ [ENTER]



Auch das dritte Paar weisen wir zunächst zu...

Term a swerten

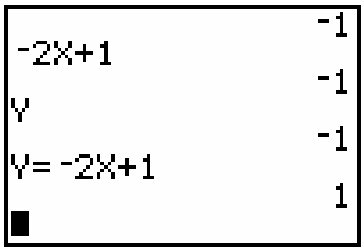
$-2x+1$ [ENTER] y [ENTER]



...werten die Terme wieder getrennt aus und erhalten abermals den gleichen Zahlenwert...

Wahrheitswert ermitteln

y [2nd] [MATH] [ENTER] **oder** [1]
$-2x+1$ [ENTER]



...sodass konsequenterweise auch dieser Vergleich den Wahrheitswert wahr, also die 1 ergeben muss.

© Schumann`s Verlagshaus

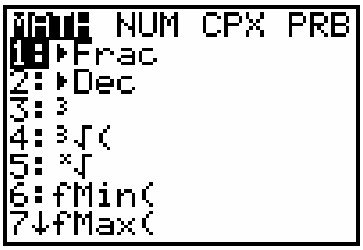
NUMERISCH DIFFERENZIEREN

Bestimmen Sie für die Funktion g mit dem Funktionsterm $g(a) = a^2 + 4a + 3$ numerisch die Steigung an der Stelle $a = 1$.

MATH öffnen

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[MATH]

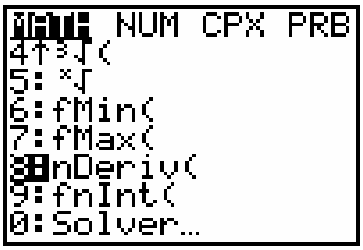
Sicherheitshalber wird der **RAM**-Speicher des TI-84 zunächst gelöscht. Mit der [MATH]-Taste wird das Menü für numerische Operationen geöffnet. Automatisch ist der erste Eintrag markiert.



nDeriv markieren

▲ (3 mal)

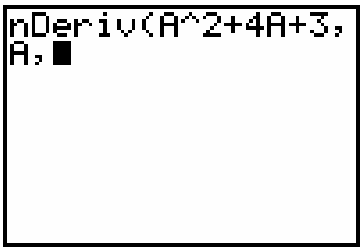
Mit der ▲-Taste erhält man den vorher nicht sichtbaren Bereich der Befehlsliste, auf den der Pfeil runter neben der Nummer **7** im oberen Bildschirm hinweist. Numerisches Differenzieren (**nDeriv**) steht an der Stelle **8**.



Term eingeben

[ENTER] **oder** [8]
y $a^2 + 4a + 3$ [,] a [,]

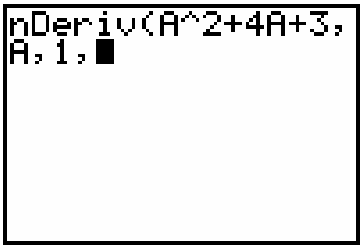
Der einzugebende Term kann eine beliebige Variable enthalten. Diese muss nur nach dem Komma explizit angegeben werden. Dann folgt ein weiteres Komma...



Stelle eingeben

[1] [,]

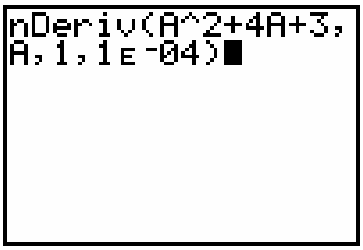
...denn es muss ja noch die Stelle eingegeben werden, an der die Ableitung zu bilden ist, gefolgt von einem weiteren Komma...



Toleranz eingeben

[1] [2nd] [,] [(-)] [0] [4] [)]

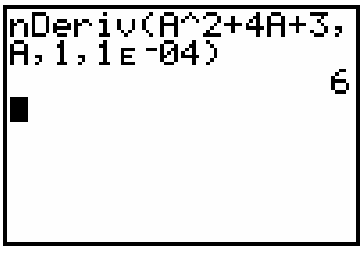
...weil für die numerische Differenziation auch noch eine Breite des vom TI-84 verwendeten Intervalls angegeben werden kann. Dieses Argument ist optional, der Standard ist 1E-3.



nDeriv a sführen

[ENTER]

Der Befehl ist vollständig belegt. Mit der [ENTER]-Taste wird der Ableitungswert berechnet.



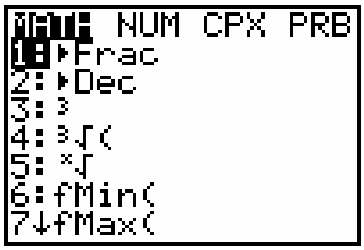
NUMERISCH INTEGRIEREN

Berechnen Sie numerisch das bestimmte Integral $\int_{-1}^{0}(x^3+4x^2+3x)dx$.

MATH öffnen

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[MATH]

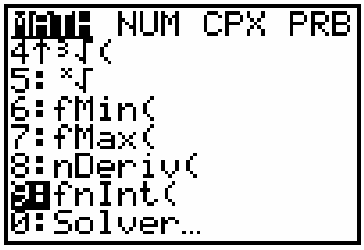
Um mit einheitlichen Bildschirmen zu starten, wird der TI-84 erst in seinen Ausgangszustand versetzt. Dann öffnet man das **MATH**-Menü...



fnInt markieren

▲ ▲

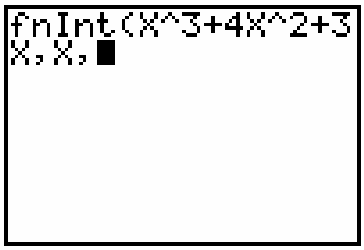
...und sieht als Eintrag **9** den Befehl zur numerischen Integration **fnInt**. Dieser kann erst markiert werden...



Term eingeben

[ENTER] **oder** [9]
x^3+4x^2+3x [,] x [,]

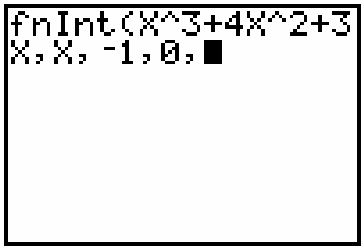
...und dann per [ENTER] ausgewählt werden, oder gleich über die [9] auf den **HOME**-Screen geholt werden. Als Argumente benötigt er einen Term und die Integrationsvariable...



Grenzen eingeben

[(-)] [1] [,] [0] [,]

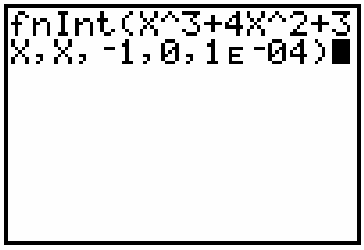
...natürlich die untere und die obere Grenze...



Toleranz eingeben

[1] [2nd] [,] [(-)] [0] [4] [)]

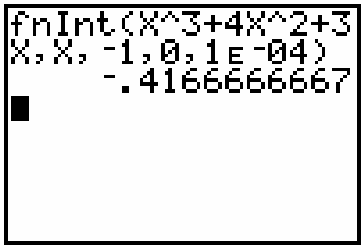
...sowie wieder einen Wert für die numerische Genauigkeit, die Toleranz. Diese ist optional und ist in der Standardeinstellung auf den Wert 1E-5 eingestellt. Mit der schließenden Klammer ist dieser Befehl vollständig...



fnInt a sführen

[ENTER]

...und [ENTER] liefert den gesuchten Wert des bestimmten Integrals.



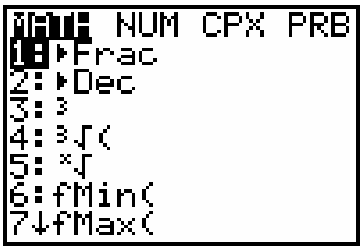
© Schumann`s Verlagshaus

NUMERISCHE BESTIMMUNG EINER NULLSTELLE

Berechnen Sie numerisch die Nullstelle der Funktion f
mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3 - x^2 + 3$.

MATH öffnen

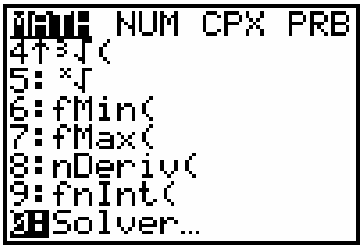
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[MATH]



„Überreste" vorheriger Arbeiten beseitigen wir zunächst und öffnen dann das **MATH**-Menü.

Solver markieren

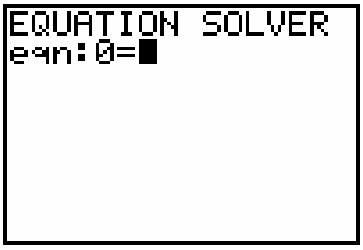
▲



Mit der ▲-Taste gelangt man an das Ende der Liste von Befehlen im **MATH**-Menü. Als letzter Eintrag steht hier **Solver**, der numerische Gleichungslöser. Die Punkte weisen darauf hin, dass es sich um ein Untermenü handelt.

Solver öffnen

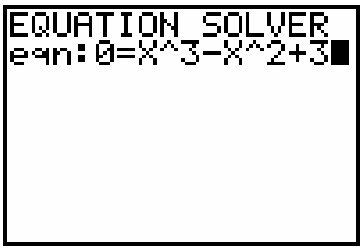
[ENTER] **oder** [0]



Mit der [ENTER]-Taste wird das Untermenü geöffnet. In der Titelzeile erscheint, was wir gesucht haben: **EQUATION SOLVER**. Der Cursor steht hinter einer Null in der Zeile die durch **eqn:** eingeleitet wird.

Term eingeben

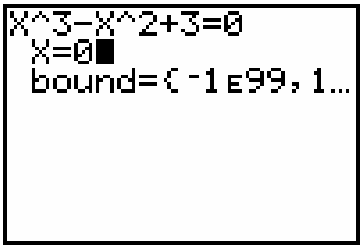
$x^3 - x^2 + 3$



Da diese Aufgabe die Berechnung einer Nullstelle erfordert, passt die geforderte Darstellung ganz gut. Es braucht nur noch der Term eingegeben...

Gleich ng speichern

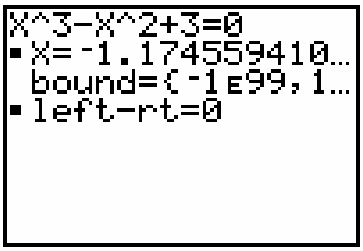
[ENTER] ▶



...und mit [ENTER] bestätigt werden. Der Bildschirm zeigt nun die Gleichung in der obersten Zeile. Danach folgt ein Schätzwert für die Variable (der Cursor wurde bewegt, um die Null zu zeigen) und zum Schluss Grenzen für die Suche.

Solver a sführen

[ALPHA] [ENTER]



Mit der Drittbelegung der [ENTER]-Taste (**SOLVE**) wird die Lösung berechnet. Der Cursor ist hier ausgeblendet, um das Vorzeichen zu dokumentieren.

EINEN GRAFIKTERM SPEICHERN

Speichern Sie die Terme $x^4 - 4x^2$; $3x + 2$ und $x^5 - 7x^3$ im Y= Editor zur weiteren Verwendung.

HOME-Startz stand

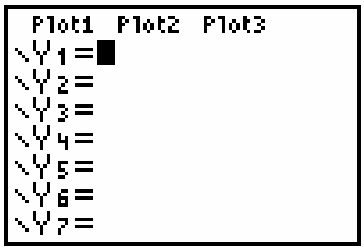
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

Wir stellen zunächst den **HOME**-Startzustand her, weil hiermit nicht nur der **RAM**-Speicher gelöscht wird, sondern auch alle Systemparameter auf ihre Startwerte (Default) gesetzt werden.

Y= Editor öffnen

[Y=]

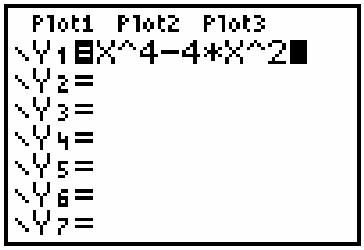
Über die Sondertaste [Y=] wird der Editor für Funktionen geöffnet. Der Cursor erscheint hinter dem ersten Eintrag **Y1=**. Hier können bis zu 10 Terme gespeichert werden, die von 1-9 und mit 0 durchnummeriert werden.



Term eingeben

[X,T,Θ,n] [^] [4] [−] [4] [×] [X,T,Θ,n] [^] [2]

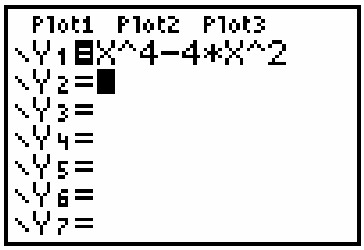
Der Term wird in linearer Schreibweise eingegeben, wobei wir die Sondertaste für die Variable **x** verwenden. Sowie das erste Zeichen eingegeben ist, erscheint das Gleichheitszeichen schwarz hinterlegt. Damit wird angedeutet, dass der Eintrag **Y1** selektiert (zur späteren Verwendung ausgewählt) ist.



Eingabe beenden

[ENTER]

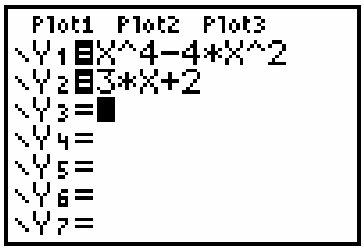
Mit der [ENTER]-Taste wird die Eingabe beendet und der Term in der Variablen **Y1** gespeichert. Gleichzeitig verbleibt der Eintrag im selektierten Status. Man beachte, dass nur **x** als Name der unabhängigen Variablen zulässig ist!



Term speichern

[3] [×] [X,T,Θ,n] [+] [2] [ENTER]

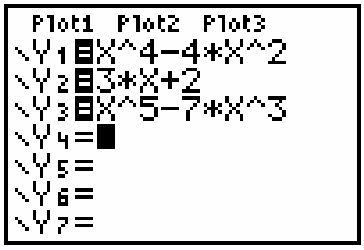
Auch in diesem Term geben wir die Multiplikation wieder explizit ein. Nach dem Speichern des Terms springt der Cursor automatisch zum nächsten Eintrag.



Term speichern

[X,T,Θ,n] [^] [5] [−] [7] [×] [X,T,Θ,n] [^] [3] [ENTER]

Nachdem auch der dritte Term eingegeben ist, sind natürlich alle drei selektiert. Dies ist an den invertierten Gleichheitszeichen zu erkennen. Sie stehen damit für eine spätere Verwendung zur Verfügung.



© Schumann`s Verlagshaus

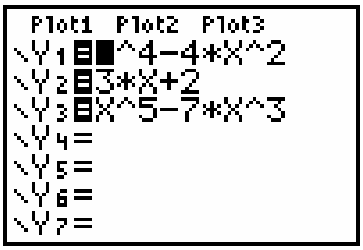
EINEN GRAFIKTERM EDITIEREN...

Ergänzen Sie den Eintrag 1 zu $Y1 = x^4 - 4x^2 + 4$. Ändern Sie den Eintrag 2 auf $Y2 = 2x - 1$ ab und ersetzen den Eintrag 3 durch $Y3 = x^2 + 2x + 1$.

Term markieren

▲ (3 mal)

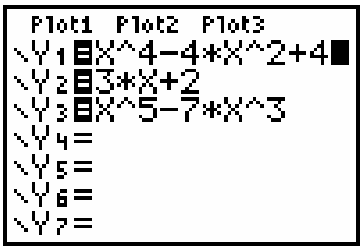
Wir gehen hier von dem letzten Bildschirm der vorherigen Aufgabe aus. Sollten Sie an dieser Stelle einsteigen, geben Sie die drei Terme wie dargestellt ein. Positionieren Sie dann den Cursor in der ersten Zeile.



Term editieren

[2nd] ▶ [+] [4]

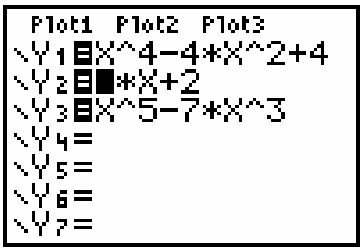
Der Cursor befindet sich hier automatisch auf dem zu editierenden Term. Mit der Tastenkombination [2nd] und ▶ springt er an das Ende des Terms, sodass die fehlenden Zeichen direkt eingegeben werden können.



Editieren beenden

[ENTER]

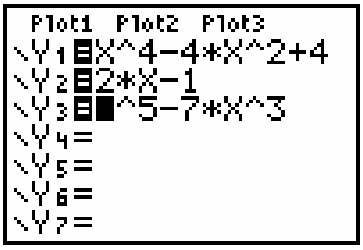
Mit der [ENTER]-Taste beenden wir die Eingabe. Der veränderte Term wird unter **Y1** abgespeichert und verbleibt auch selektiert. Der Cursor springt nun zum ersten Zeichen des nächsten Terms.



Term editieren

[2] ▶ ▶ [−] [1] [ENTER]

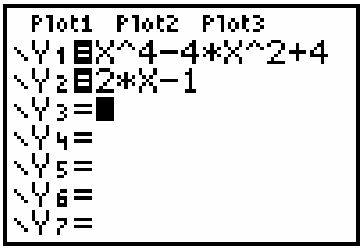
Der TI-84 befindet sich standardmäßig im Überschreibmodus. Daher können die neuen Zeichen direkt über die Alten eingegeben werden. Nach dem Speichern springt der Cursor wieder in die nächste Zeile.



Term löschen

[CLEAR]

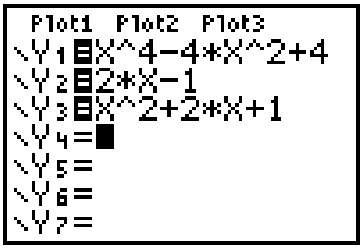
Die -Taste löscht automatisch den gesamten Term und damit auch die Variable **Y3**. Natürlich muss sich das Gleichheitszeichen wieder umstellen, da ja nun nichts mehr gespeichert ist.



Term speichern

$x^2 + 2x + 1$ [ENTER]

Wir werden von nun an Termeingaben nicht mehr mit den Tasten dokumentieren, sondern in der üblichen Schreibweise. Nach der neuen Termeingabe und der Speicherung mit [ENTER] ist die Variable **Y3** wieder belegt und selektiert.

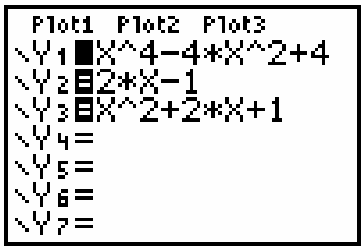


...SELEKTIEREN UND ZEICHNEN

Selektieren Sie den ersten Eintrag $Y1 = x^4 - 4x^2 + 4$ und deselektieren Sie die beiden anderen Einträge im Y= Editor. Zeichnen Sie danach den Grafen.

Term markieren

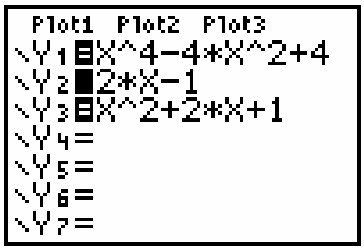
▲ ▲ ▲ ◀



Auch hier ist der letzte Bildschirm der vorherigen Aufgabe der Ausgangszustand, von dem aus zunächst der Cursor in die erste Zeile verschoben und auf dem Gleichheitszeichen positioniert wird.

Term markieren

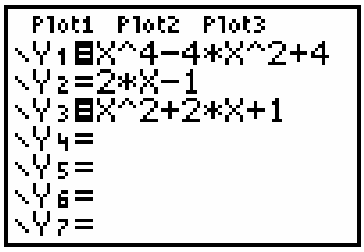
▼



Da wir den ersten Term zeichnen wollen, verschieben wir den Cursor in der Position des Gleichheitszeichens eine Zeile tiefer...

Term deselektieren

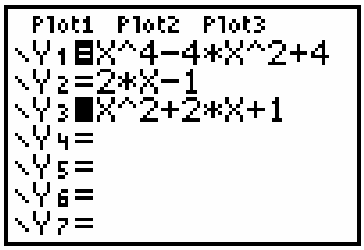
ENTER



...und schalten mit der ENTER-Taste die Invertierung des Gleichheitszeichens aus (die ENTER-Taste wirkt hier als Umschalter). Die Termauswahl ist damit aufgehoben (deselektiert) und **Y2** wird später nicht gezeichnet. Im Bild rechts ist der Cursor nach wie vor auf dem Gleichheitszeichen.

Term markieren

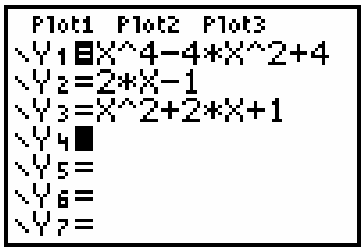
▼



Auch der nächste Eintrag, der nicht gezeichnet werden soll, muss erst markiert werden...

Term deselektieren

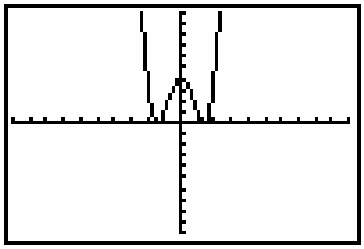
ENTER ▼



...um dann mittels ENTER-Taste deselektiert zu werden. Wir haben hier den Cursor eine Zeile tiefer bewegt, um den normalen Status des Gleichheitszeichens für **Y3** zu verdeutlichen.

Graf zeichnen

GRAPH



Zur grafischen Darstellung eines Terms gibt es die Sondertaste GRAPH. Hiermit wird in das Grafikfenster umgeschaltet und der Graf in einem rechtwinkligen Koordinatensystem gezeichnet.

© Schumann`s Verlagshaus

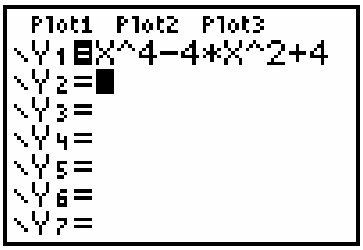
DAS GRAFIKFENSTER EINSTELLEN...

Zeichnen Sie den Grafen der Funktion mit der Gleichung $y = x^4 - 4x^2 + 4$ in einer übersichtlichen Darstellung.

Term speichern

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^4 - 4x^2 + 4$ [ENTER]

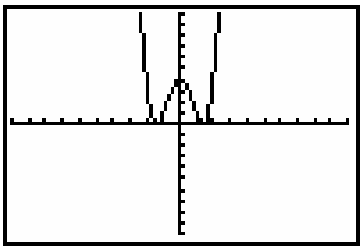
Für einen einheitlichen Beginn erzeugen wir erst den **HOME**-Startzustand. Dann speichern wir den Term unter der Grafikvariablen **Y1** ab.



Term zeichnen

[GRAPH]

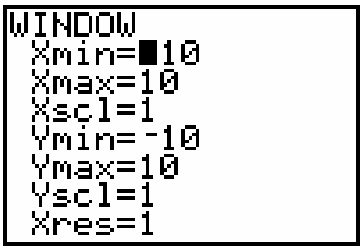
Zur grafischen Darstellung eines im **Y=** Editor gespeicherten und selektierten Terms gibt es die Sondertaste [GRAPH]. Mit ihr wird in das Grafikfenster umgeschaltet und der Graf in einem rechtwinkligen Koordinatensystem gezeichnet.



WINDOW öffnen

[WINDOW]

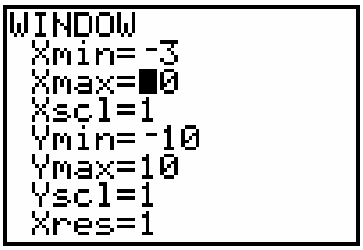
Oft sind grafische Darstellungen nicht besonders aussagekräftig, wenn sie mit den TI-84 Standardeinstellungen gezeichnet werden. Die [WINDOW]-Taste öffnet einen Bildschirm, in dem die Grafikparameter verändert werden können.



Xmin eingeben

[(-)] [3] [ENTER]

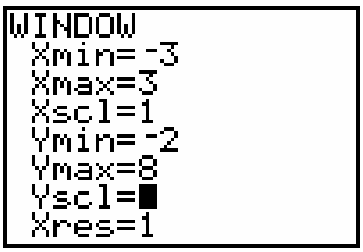
Hier können minimaler und maximaler Randwert (**min**, **max**) des Fensters sowie die Skalierung (**scl**) der **x**- und **y**-Achse jeweils angepasst werden. Mit **Xres** (Werte zwischen 1 und 8) wird ausgewählt, ob jedes Pixel (1) oder z.B. nur jedes achte Pixel (8) berechnet wird. Änderungen erfolgen durch Überschreiben.



Parameter eingeben

[3] [ENTER] ▼ [(-)] [2] [ENTER] [8] [ENTER]

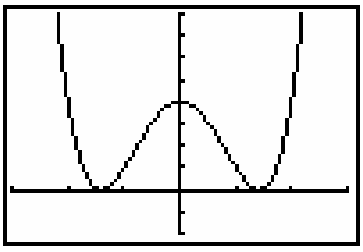
Mit den Cursor-Tasten bewegt man sich hier wie in einem Menü. Die Änderungen brauchen nicht mit der [ENTER]-Taste bestätigt werden, wir machen es aber. Die Parameter **Yscl** und **Xres** werden hier nicht verändert.



Term zeichnen

[GRAPH]

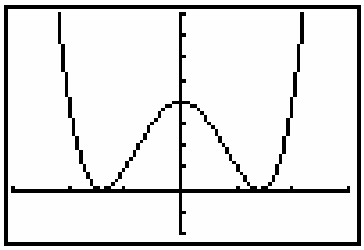
Sind alle Einstellungen vorgenommen, zeichnet die [GRAPH]-Taste den Grafen nun in einer Darstellung, die die wesentlichen Eigenschaften zeigen sollte.



... DIE GRAFIK BOXZOOMEN ...

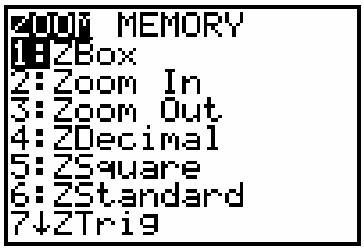
Stellen Sie für den Grafen von $y = x^4 - 4x^2 + 4$ eine Vermutung über die Lage des linken Minimums auf (Berührungspunkt mit der x-Achse?).

Term zeichnen



Hier wird das letzte Bild der vorherigen Aufgabe übernommen. Sollten Sie an dieser Stelle erst beginnen, so führen Sie die vorherigen Tastenkombinationen aus.

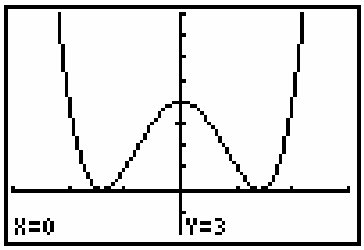
ZOOM öffnen



ZOOM

Die ZOOM-Taste öffnet ein Menü, in dem vielfältige Optionen zum Zoomen eines Grafen eingetragen sind. Der Pfeil links unten hinter der 7 zeigt an, dass mehr Einträge existieren. Markiert ist der erste Eintrag **ZBox**.

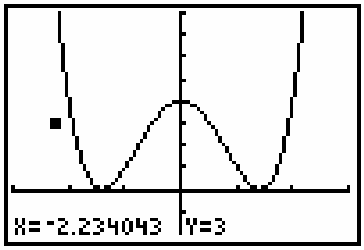
ZBox a swählen



ENTER **oder** 1

Nachdem die gewünschte Zoomart mit dem Cursor markiert ist, wird sie durch ENTER oder über die Schnelleingabe mit der Taste 1 ausgewählt. Es erscheint der Grafikschirm mit einem Kreuz als Cursor in der Mitte des Bildschirms und seinen Koordinaten in der untersten Zeile.

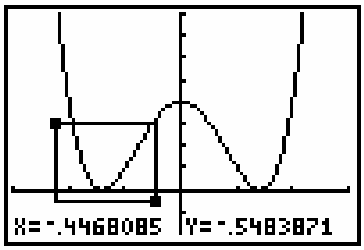
Eckp nkt definieren



◀ ... ◀
ENTER

Mit den Cursor-Tasten wird erst eine Ecke der Box eingestellt und mit ENTER markiert. Der Cursor verwandelt sich hierdurch in ein kleines Quadrat. Der Eckpunkt bleibt als ausgefülltes Quadrat dargestellt.

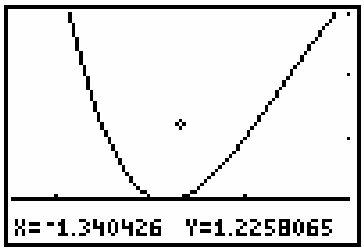
Box a fziehen



▶ ... ▶ **nd** ▼ ... ▼

Die Box wird mittels der Cursor-Tasten zunächst mit einer Seite und danach als Ganzes aufgezogen. Der zweite Eckpunkt wird nicht bestätigt! Gekennzeichnet ist nun der diagonale Eckpunkt. Noch kann die Box verändert werden...

Box a sführen



ENTER

...bis durch ein weiteres ENTER ihre Form bestätigt wird und der markierte Ausschnitt vergrößert wird. Das Cursorkreuz zeigt an, dass der TI-84 im Boxzoom-Modus verbleibt.

Die Parametereingabe werden wir auf den folgenden Seiten so darstellen:

Xmin = -3; Xmax = 3; Xscl = 1
Ymin = -2; Ymax = 8; Yscl = 1; Xres = 1

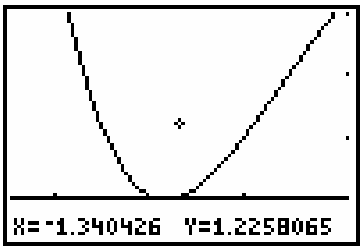
wobei die Abbildungen jeweils die letzte Eingabe ohne ENTER-Taste zeigen.

© Schumann`s Verlagshaus

...UND DAS ZOOMEN RÜCKGÄNGIG MACHEN

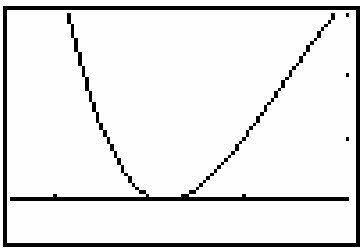
Stellen Sie den Grafen von $y = x^4 - 4x^2 + 4$ wieder in seiner ursprünglichen und übersichtlichen Weise dar.

ZBox a sführen



Diese Aufgabe baut auf die beiden vorherigen Ausführungen auf. Wir verwenden hier den letzten Bildschirm von dort. Wie das Cursorkreuz es anzeigt, befindet sich der TI-84 noch im **Zoom**-Modus **ZBox**.

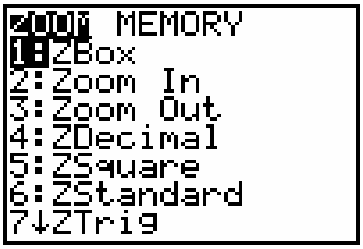
ZBox beenden



CLEAR

Um den **Zoom**-Modus zu beenden, reicht ein Druck auf die CLEAR-Taste. Der Cursor verschwindet hiernach.

ZOOM öffnen



ZOOM

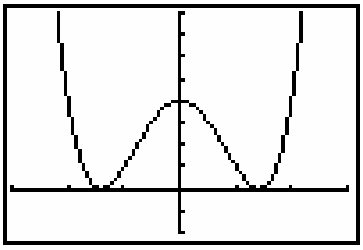
Im **ZOOM**-Menü gibt es noch ein weiteres Untermenü namens **MEMORY**. Das es sich um ein weiteres Menü handelt, wird durch seine Position in der Titelzeile kenntlich gemacht.

MEMORY öffnen

▶

Das **MEMORY**-Menü wird durch Verschieben des Cursors auf diese Position automatisch geöffnet. In ihm befinden sich Einträge zum Speichern von **Zoom**-Optionen, wobei die jeweils vorherige Darstellung in **ZPrevious** abgelegt ist.

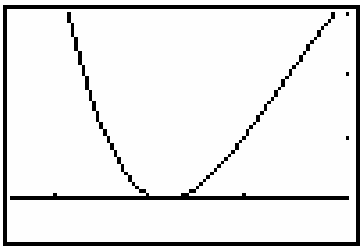
ZPrevio s a sführen



ENTER **oder** 1

Die vor dem letzten Zoomen eingestellten Parameter des Bildschirms werden automatisch gespeichert. Die Ausführung von **ZPrevious** versetzt den Grafen in den vorherigen Zustand, also hier wieder in seinen Originalzustand.

ZPrevio s a sführen



ZOOM ▶
ENTER **oder** 1

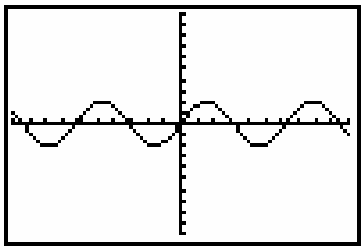
Ruft man **ZPrevious** erneut auf, so ergibt sich nun wieder die Darstellung des Boxzooms, denn gespeichert sind die vorletzten Einstellungen.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN ZEICHNEN

Stellen Sie die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = 2\sin(x)$ grafisch übersichtlich dar. Zeichnen Sie dann den Bereich von $x_{\min} = -\pi$ bis $x_{\max} = \pi$ mit einer Skalierung von $\pi/2$ neu.

Term zeichnen

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $2\sin(x)$ [ENTER] [GRAPH]

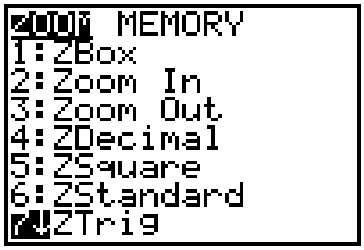


Für einen gemeinsamen Ausgangszustand löschen wir zunächst die Speicher des TI-84. Dann geben wir den Funktionsterm ein und zeichnen den Grafen. Die Standardeinstellungen des Grafikfensters sind hier nicht besonders geeignet.

ZTrig markieren

[ZOOM]

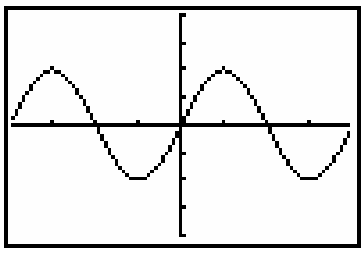
▼ **(6 mal)**



Speziell für die Darstellung trigonometrischer Funktionen gibt es im [ZOOM]-Menü den Befehl **ZTrig.** Mit ihm werden die Einstellungen des Grafikfensters so verändert, …

ZTrig a sführen

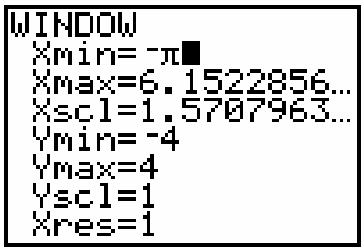
[ENTER] **oder** [7]



dass als Abszisse Werte zwischen -(47/24)π und (47/24)π ausgewählt werden. Die Ordinate wird hier zwischen –4 und 4 dargestellt. Dass die **x**-Werte so gewählt sind, liegt an der Bildschirmauflösung des TI-84 von 96 Pixeln in horizontaler Richtung.

Xmin eingeben

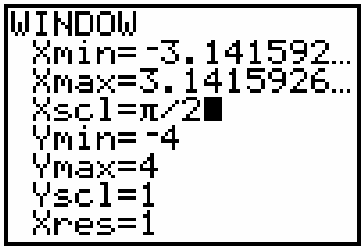
[WINDOW] [(-)] [2nd] [^]



Trigonometrische Ausdrücke lassen sich auch angepasster darstellen, denn die Einstellungen des Grafikfensters müssen nicht durch Dezimalzahlen gegeben sein, sondern können durchaus auch Terme sein...

Xscl eingeben

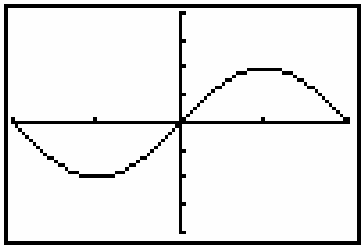
[ENTER] [2nd] [^] [ENTER] [2nd] [^] [÷] [2]



...wie hier zum Beispiel für die Skalierung der **x**-Achse. Allerdings wandelt der TI-84 diese Eingaben in rationale Näherungswerte um, deutlich zu sehen an **Xmin** und **Xmax**.

Term zeichnen

[GRAPH]



Damit lässt sich, wie in unserem Beispiel, eine volle Periode symmetrisch zum Ursprung übersichtlich darstellen.

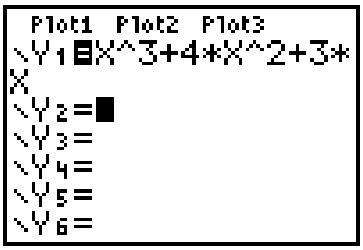
© Schumann`s Verlagshaus

KOORDINATEN GRAFISCH-NUMERISCH

Ermitteln Sie für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3 + 4x^2 + 3x$ die zu den x-Werten $x_1 = -2{,}1$ und $x_2 = -0{,}5$ gehörenden y-Koordinaten.

Term speichern

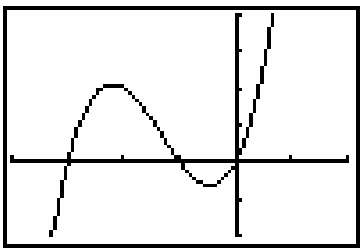
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3 + 4x^2 + 3x$ [ENTER]



Natürlich initialisieren wir zunächst den TI-84 und geben danach den Term ein...

Term zeichnen

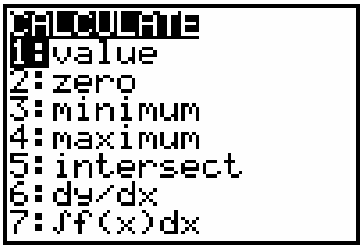
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -4; Xmax = 2; Xscl = 1
Ymin = -2; Ymax = 4; Yscl = 1; Xres = 1. [GRAPH]



...der dann in einer übersichtlichen Darstellung gezeichnet wird.

CALC öffnen

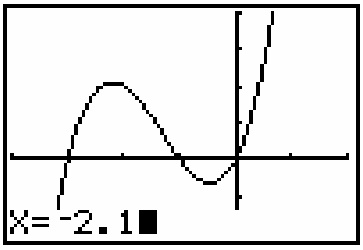
[2nd] [TRACE]



Im **CALC**-Menü existiert als erster Eintrag der Befehl **value**...

val e a swählen

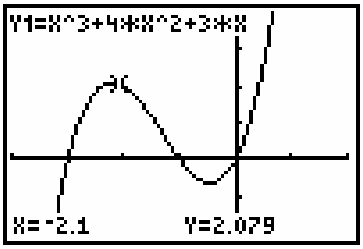
[ENTER] **oder** [1]
[(-)] [2] [.] [1]



...der in der untersten Zeile die Eingabeaufforderung **x=** anzeigt, und somit auf die entsprechende **x**-Koordinate wartet...

val e a sführen

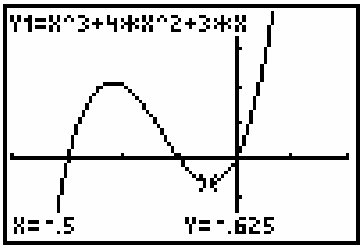
[ENTER]



...nach deren Eingabe die [ENTER]-Taste den Befehl ausführt, einen Cursor an der entsprechenden Stelle auf dem Grafen positioniert, seine Koordinaten in der untersten Zeile angibt und den Funktionsterm darstellt, der im Standard **Y1** ist.

val e a sführen

[TRACE] [1]
[(-)] [0] [.] [5] [ENTER]



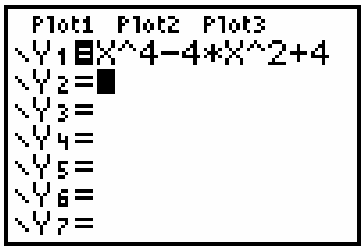
Mit der Schnelleingabe für den **value**-Befehl steht hier noch einmal die gesamte Tastenfolge zur Ermittlung einer **y**-Koordinate.

NULLSTELLEN...

Bestimmen Sie grafisch für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^4 - 4x^2 + 4$ die Schnittpunkte oder Berührpunkte mit der x-Achse.

Term speichern

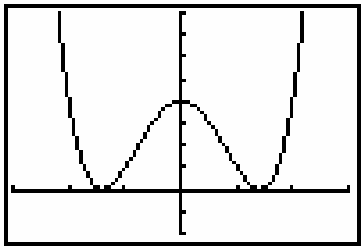
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^4 - 4x^2 + 4$ [ENTER]



Natürlich wird als Erstes der Grafik-Startzustand hergestellt.

Term zeichnen

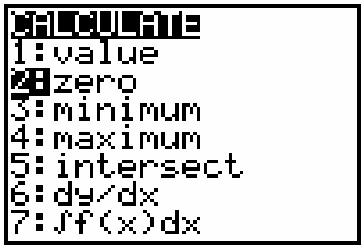
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -3; Xmax = 3; Xscl = 1
Ymin = -2; Ymax = 8; Yscl = 1; Xres = 1. [GRAPH]



Die Fensterparameter werden eingegeben und der Graf gezeichnet.

zero markieren

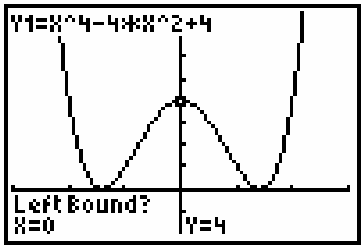
[2nd] [TRACE] ▼



Als Zweitbelegung der [TRACE]-Taste existiert das **CALC**-Menü, mit dem verschiedene numerische Rechnungen im Grafikfenster ausgeführt werden können. Der zweite Eintrag **zero** dient zur Bestimmung von Nullstellen.

zero a swählen

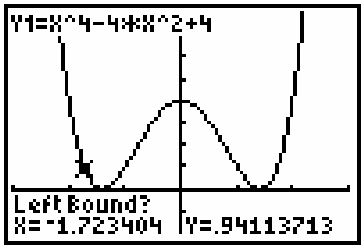
[ENTER] **oder** [2]



Mit der [ENTER]-Taste wird der Befehl ausgewählt. Es erscheint ein Cursor auf dem Grafen in der Mitte des Fensters, seine Koordinaten in der untersten Zeile und die Aufforderung **Left Bound?** zur Festlegung der linken Grenze.

Untere Grenze markieren

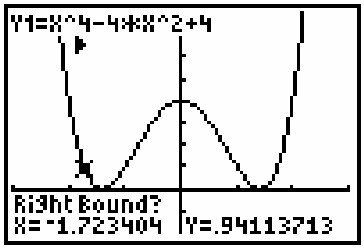
◀ ... ◀



Die linke Grenze wird zunächst mit der ◀-Taste eingestellt. Dabei verändert sich der Cursor zum blinkenden Kreuz beim „Abfahren" des Grafen.

Untere Grenze a swählen

[ENTER]



Mit [ENTER] wird die Grenze bestätigt, es erscheint als Markierung ein Pfeil rechts und die Aufforderung, die rechte Grenze (**Right Bound?**) zu definieren.

© Schumann`s Verlagshaus

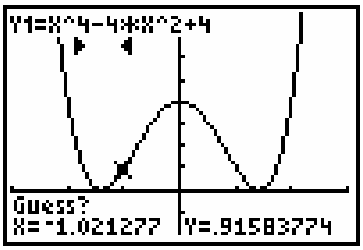
...GRAFISCH

Bestimmen Sie grafisch für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^4 - 4x^2 + 4$ die Schnittpunkte oder Berührpunkte mit der x-Achse.

Obere Grenze a swählen

▶ ... ▶
[ENTER]

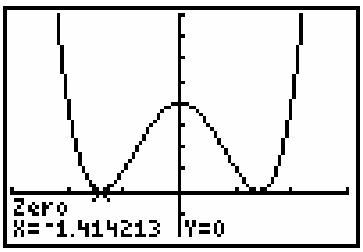
Wieder wird mit der ▶-Taste die Grenze eingestellt und dann mit [ENTER] bestätigt. Auch sie wird durch einen Pfeil markiert. Es erfolgt die Aufforderung, einen Schätzwert **(Guess)** anzugeben.



zero a sführen

◀ ... ◀
[ENTER]

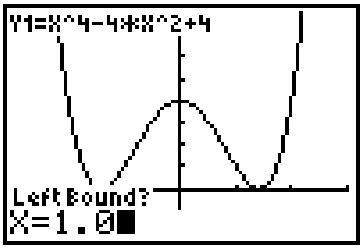
Der Schätzwert muss natürlich zwischen den beiden Grenzen liegen. [ENTER] ergibt nun den Hinweis **Zero** für Nullstelle und ihre Koordinaten in der untersten Zeile.



Untere Grenze eingeben

[2nd] [TRACE] [2]
[1] [.] [0]

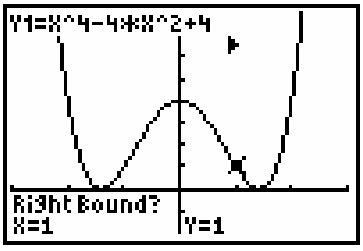
Zur Bestimmung der zweiten Nullstelle muss der **zero**-Befehl aus dem **CALC**-Menü erneut ausgewählt werden. Allerdings kann der **x**-Wert der unteren Grenze auch direkt eingegeben werden.



Untere Grenze a swählen

[ENTER]

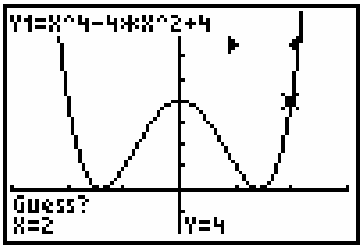
[ENTER] übernimmt den eingegebenen **x**-Wert, platziert dann den Cursor an der entsprechenden Stelle auf dem Grafen, markiert mit einem Pfeil nach rechts die untere Grenze und fordert zur Festlegung der oberen Grenze auf.



Obere Grenze a swählen

[2] [.] [0] [ENTER]

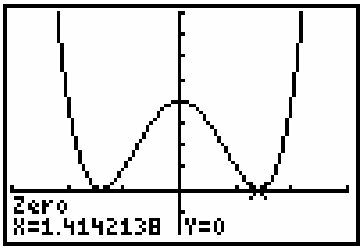
Auch die obere Grenze wird direkt eingegeben, markiert und durch den Pfeil nach links angezeigt. Jetzt erfolgt die Aufforderung zu einem Schätzwert...



zero a sführen

[1] [.] [5] [ENTER]

...der ebenfalls per Tastatur angegeben wird. [ENTER] liefert nun auch die Koordinaten der rechten Nullstelle.

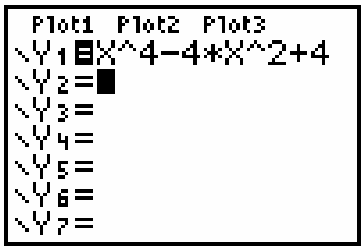


EXTREMPUNKTE...

Bestimmen Sie grafisch für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^4 - 4x^2 + 4$ die Koordinaten der relativen bzw. lokalen Extrempunkte.

Term speichern

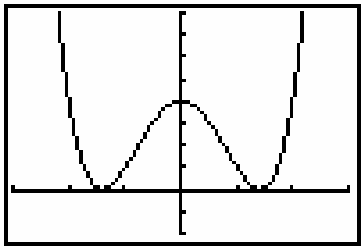
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^4 - 4x^2 + 4$ [ENTER]



Auch hier stellen wir wieder als Erstes den Grafik-Startzustand her und geben danach den Term ein.

Term zeichnen

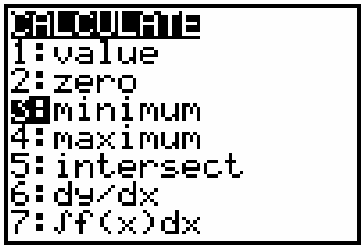
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -3; Xmax = 3; Xscl = 1
Ymin = -2; Ymax = 8; Yscl = 1; Xres = 1. [GRAPH]



Die Grafikfensterparameter werden eingegeben und der Graf gezeichnet.

minim m markieren

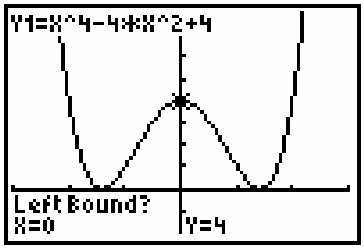
[2nd] [TRACE] ▼ ▼



Im **CALC**-Menü gibt es als dritten Eintrag den Befehl **minimum**.

minim m a swählen

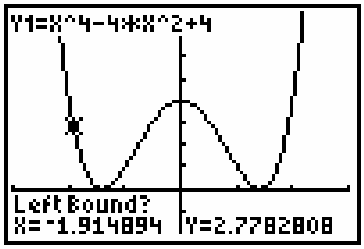
[ENTER] **oder** [3]



Wird der Befehl mit [ENTER] ausgewählt, erscheint in der Mitte des Bildschirms der Cursor und wie bei der Ermittlung von Nullstellen wird nach der linken Grenze gefragt.

Linke Grenze markieren

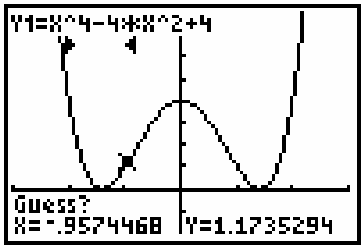
[2nd] ◀ ... [2nd] ◀



Drückt man zunächst die [2nd]-Taste und danach den Cursor ◀, so springt der Cursor um 5 gezeichnete Punkte des Grafen weiter. Somit kann man sich also schneller zur linken Grenze bewegen als mit der ◀-Taste allein.

G ess markieren

[ENTER] [2nd] ▶ ... [2nd] ▶ [ENTER]
◀ ... ◀



Erst wird die linke Grenze mit [ENTER] ausgewählt, dann in analoger Weise die rechte Grenze eingestellt. Der Schätzwert sollte dazwischen liegen...

© Schumann`s Verlagshaus

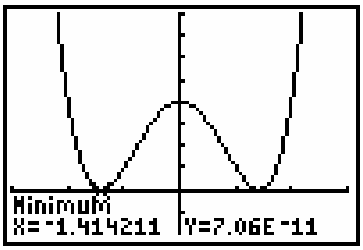
...GRAFISCH

Bestimmen Sie grafisch für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^4 - 4x^2 + 4$ die Koordinaten der relativen bzw. lokalen Extrempunkte.

minim m a sführen

[ENTER]

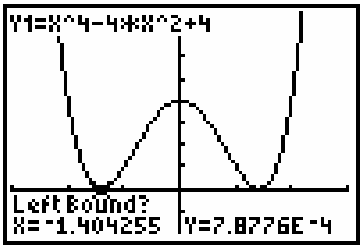
...worauf nach seiner Bestätigung der TI-84 das relative bzw. lokale Minimum mit seinen Koordinaten anzeigt. Man beachte, dass es hier zu geringfügigen Ungenauigkeiten kommen kann, der **y**-Wert sollte eigentlich null sein!



minim m a swählen

[2nd] [TRACE] [3]

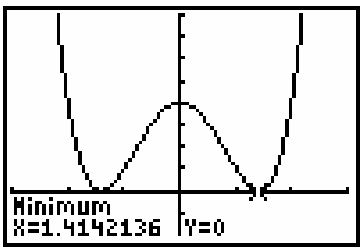
Will man ein eventuelles zweites Minimum bestimmen, so muss der **minimum**-Befehl neu ausgewählt werden. Der Cursor erscheint dann allerdings an der letzten Position, die er vorher innehatte (auf Pixelwert gesetzt).



minim m a sführen

[2nd] ▶ ... [2nd] ▶ [ENTER] [2nd] ▶ ... [2nd] ▶ [ENTER]
◀ ... ◀ [ENTER]

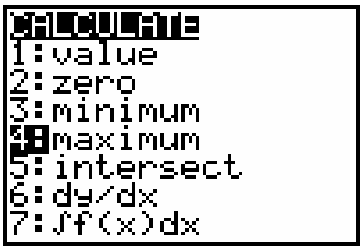
Die Grenzen werden ausgewählt, ein entsprechender Schätzwert mit der Cursor-Taste markiert und die Koordinaten des zweiten relativen bzw. lokalen Minimums ermittelt. Man beachte den **y**-Wert Null!



maxim m markieren

[2nd] [TRACE] ▼ ▼ ▼

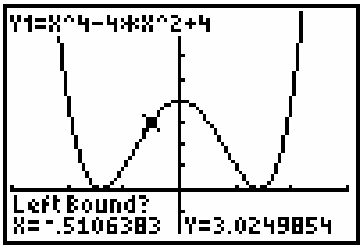
Für das relative bzw. lokale Maximum gibt es im **CALC**-Menü einen eigenen Befehl, der wie der ...



Linke Grenze markieren

[ENTER] **oder** [4]
[2nd] ◀ ... [2nd] ◀

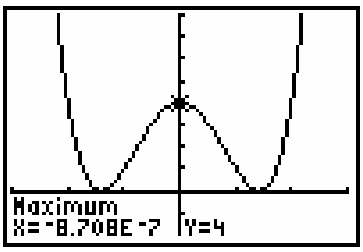
...**minimum**-Befehl auch die Angaben von linker und rechter Grenze, sowie einem Schätzwert erfordert. Ausgangspunkt für den Cursor war wieder die letzte Position beim zweiten relativen bzw. lokalen Minimum.



maxim m a sführen

[ENTER] [2nd] ▶ ... [2nd] ▶ [ENTER] ◀ ... ◀ [ENTER]

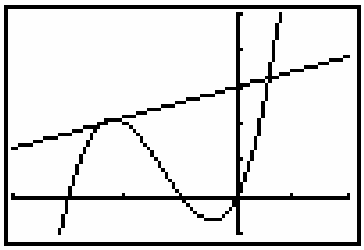
Nachdem Grenzen und Schätzwert definiert sind, zeigt der TI-84 das relative Maximum mit seinen Koordinaten, wobei es geringe Abweichungen geben kann.



SCHNITTPUNKTE...

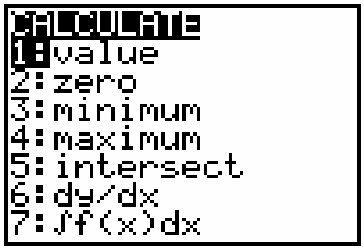
Ermitteln Sie im Grafikfenster numerisch die Koordinaten der Schnittpunkte der Grafen zu $y = x^3 + 4x^2 + 3x$ und $y = 5/12 \cdot x + 3$.

Term zeichnen



[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3 + 4x^2 + 3x$ [ENTER]
$5/12 \cdot x + 3$ [ENTER]
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -4; Xmax = 2; Xscl = 1
Ymin = -1; Ymax = 5; Yscl = 1; Xres = 1. [GRAPH]

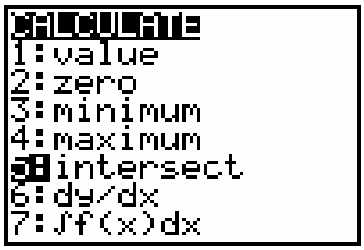
CALC öffnen



[2nd] [TRACE]

Im **CALC**-Menü gibt es den Befehl **intersect**...

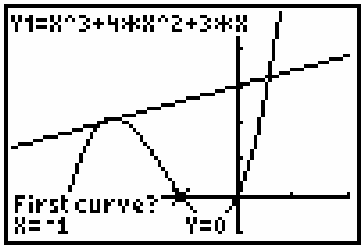
intersect markieren



▼ (4 mal)

...den man zunächst markiert...

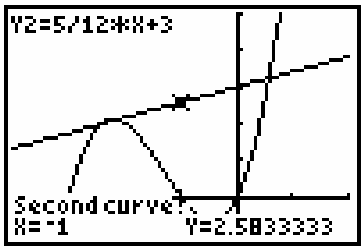
intersect a sführen



[ENTER] **oder** [5]

...und mit [ENTER] ausführt. Sofort erscheint die Frage nach der ersten Kurve (**First curve?**), der **Y1**-Term ist angegeben und ebenfalls die Koordinaten des Cursors, der hier in der Mitte des Bildschirms positioniert ist.

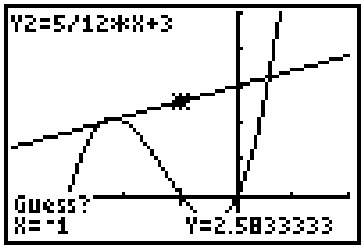
A swahl bestätigen



[ENTER]

Der Vorschlag des TI-84 wird mit der [ENTER]-Taste bestätigt. Es könnte hier auch vorher mit den Cursor-Tasten ▲ oder ▼ eine andere Kurve markiert werden. Nun erscheint der Vorschlag für die zweite Kurve...

A swahl bestätigen



[ENTER]

...und nach deren Bestätigung die Frage nach einem Schätzwert (**Guess?**).

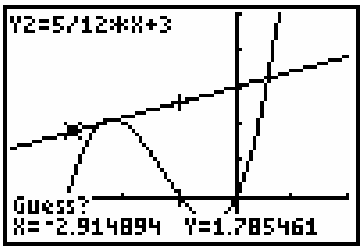
© Schumann`s Verlagshaus

...GRAFISCH BESTIMMEN

Ermitteln Sie im Grafikfenster numerisch die Koordinaten der Schnittpunkte der Grafen zu $y = x^3 + 4x^2 + 3x$ und $y = 5/12 \cdot x + 3$.

Schätzwert markieren

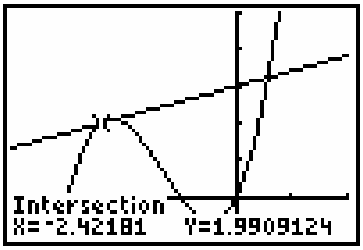
◀ ... ◀



Wir bewegen den Cursor auf eine Position links der eventuellen Schnittpunkte, weil wir die Lösungen der Reihe nach haben möchten. Man beachte, dass beide Kurven durch ein Kreuz markiert sind.

intersect a sführen

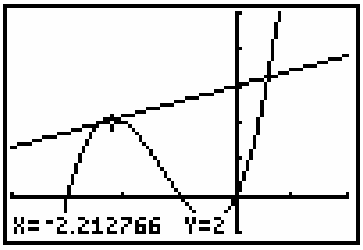
[ENTER]



Nun sind alle notwendigen Vorgaben gemacht. [ENTER] führt jetzt zur Anzeige des linken Schnittpunktes (**Intersection**) mit seinen Koordinaten.

Freien C rsor herstellen

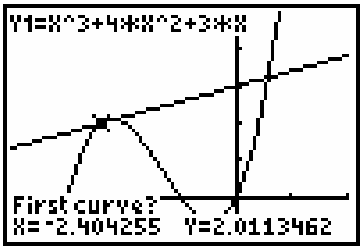
▶ ... ▶



Betätigt man die ▶-Taste mehrfach, so erhält man einen Cursor, der auf dem Bildschirm frei beweglich ist.

intersect a swählen

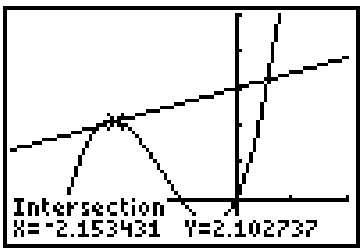
[2nd] [TRACE] [5]



Zur Bestimmung eines weiteren Schnittpunktes muss der Befehl **intersect** erneut ausgewählt werden (hier mittels Schnelleingabe). Die Prozedur der Abfragen beginnt von vorne...

intersect a sführen

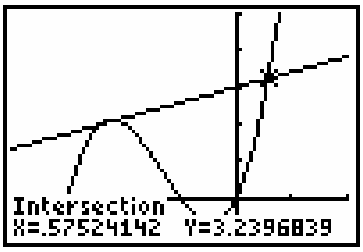
[ENTER] [ENTER] ▶ ... ▶ [ENTER]



...wobei als Position des Cursors nicht etwa die Mitte des Schirms, sondern seine letzte aktuelle Lage verwendet wird. Es ist hier also darauf zu achten, dass der Cursor bewegt wird, sonst ergibt sich wieder die erste Schnittstelle.

intersect a sführen

[2nd] [TRACE] [5] [ENTER] [ENTER] ▶ ... ▶ [ENTER]



Hier ist noch einmal die komplette Tastenfolge, mit der im Grafikfenster ein Schnittpunkt bestimmt werden kann.

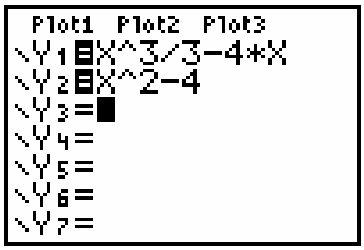
GRAFISCH ABLEITUNGSWERTE...

Überprüfen Sie an drei Stellen grafisch, ob x^2-4 der Steigungsterm zu $x^3/3-4x$ ist.

Term speichern

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3/3-4x$ [ENTER]
x^2-4 [ENTER]

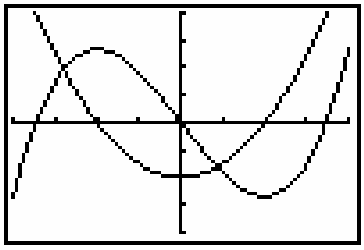
Nach umfangreichen Rechnungen oder Zeichnungen ist es sinnvoll, mal wieder den Grafik-Startzustand herzustellen. Dann werden die Terme gespeichert.



Term zeichnen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1
Ymin = -8; Ymax = 8; Yscl = 2; Xres = 1. [GRAPH]

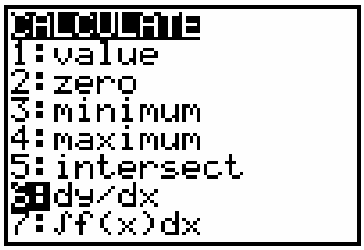
Die Grafikfensterparameter passt man für eine übersichtliche Darstellung an.



Ableit ng markieren

[2nd] [TRACE]
▼ **(5 mal)**

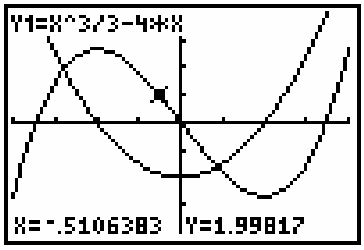
Der Befehl, numerisch Ableitungswerte zu ermitteln, befindet sich im **CALC**-Menü an der sechsten Stelle. Er kann erst markiert werden...



Stelle markieren

[ENTER] **oder** [6]
◀ **(6 mal)**

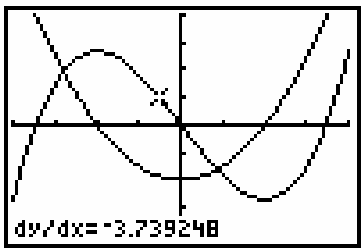
...und mit [ENTER] ausgeführt oder direkt mit der Schnelleingabe aufgerufen werden. Es erscheint ein Cursor auf dem ersten Grafen, dessen Position mit den Cursor-Tasten eingestellt werden kann.



Ableit ng a sführen

[ENTER]

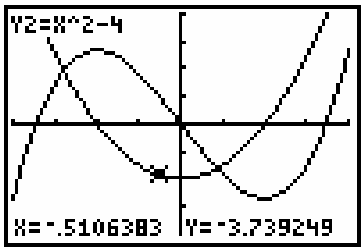
Ist die gesuchte Stelle markiert, so wird nach Betätigen der [ENTER]-Taste der numerisch ermittelte Wert der Ableitung an dieser Stelle in der untersten Zeile angezeigt.



Term wechseln

[TRACE] ▼

Schaltet man in den **TRACE**-Modus um, so kann man mit der ▼-Taste zum zweiten Grafen wechseln. Der **y**-Wert zeigt gute Übereinstimmung.



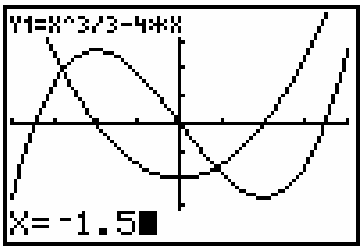
© Schumann`s Verlagshaus

...ANZEIGEN

Überprüfen Sie an drei Stellen grafisch, ob $x^2 - 4$ der Steigungsterm zu $x^3/3 - 4x$ ist.

Stelle eingeben

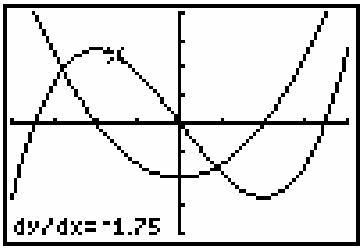
[2nd] [TRACE] [6] [(-)] [1] [.] [5]



Natürlich kann auch bei der Ermittlung von Ableitungswerten die Stelle direkt per Tastatur eingegeben werden...

Ableit ng a sführen

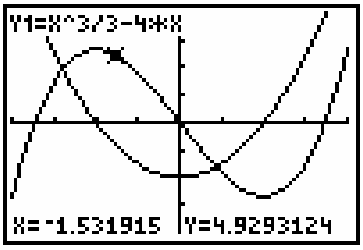
[ENTER]



...und nach einer Bestätigung des Wertes wird die Ableitung an dieser Stelle angezeigt. Jedoch...

TRACE a swählen

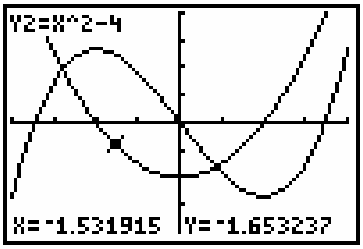
[TRACE]



...sieht man bereits direkt nach Betätigen der [TRACE]-Taste, das der **x**-Wert der Position des Cursors nicht mehr genau mit dem über die Tastatur eingegebenen Wert übereinstimmt...

Term wechseln

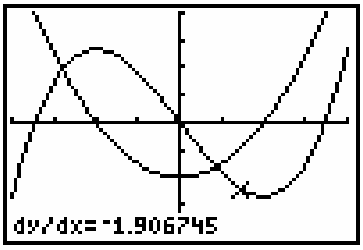
▼



...und somit der Wechsel zum Ableitungsterm auch nicht den korrekten **y**-Wert wiedergeben kann.

Stelle markieren

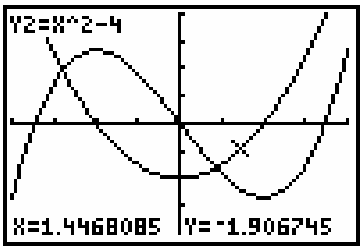
[2nd] [TRACE] [6]
[2nd] ▶ **(7 mal)**
[ENTER]



Auch um Stellen für Ableitungen zu markieren, kann man mittels der [2nd]-Taste die Bewegungssprünge des Cursors vergrößern.

Term wechseln

▲



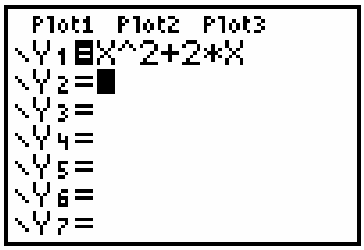
Es muss nicht unbedingt der **TRACE**-Modus eingeschaltet sein, um zum zweiten Grafen zu wechseln, es reicht auch einfach die ▲-Taste.

EINE ABLEITUNGSFUNKTION...

Stellen Sie grafisch die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^2 + 2x$ gemeinsam mit ihrer Ableitungsfunktion dar.

Term speichern

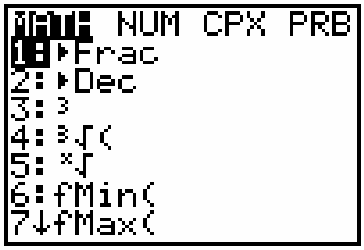
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^2 + 2x$ [ENTER]



Zur Vorbereitung auf eine umfangreiche Aufgabe wird der Grafik-Startzustand hergestellt, bevor der neue Term gespeichert wird.

MATH öffnen

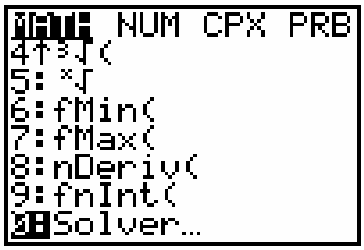
[MATH]



Über die Sondertaste [MATH] gelangt man in ein Menü, in dem Operationen für Funktionsterme aufgelistet sind. Der Pfeil vor dem Eintrag **7** zeigt, dass es noch mehr Befehle in der Liste gibt.

Menü scrollen

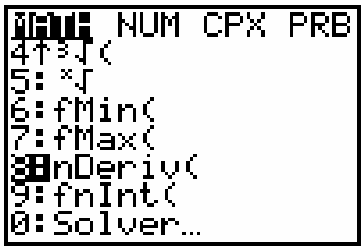
▲



Natürlich könnte man mit der ▲-Taste die einzelnen Menüpunkte abfahren, schneller geht es aber einmal mit der ▲-Taste. Hierdurch gelangt man direkt an das Ende der Liste.

nDeriv markieren

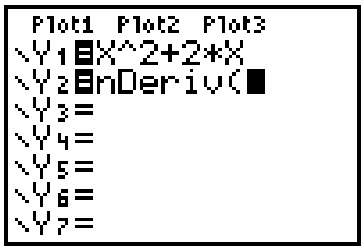
▲ ▲



Wir brauchen die numerische Ableitung, die an Position Nummer **8** im **MATH**-Menü aufgeführt ist. Zunächst wird der Befehl markiert...

nDeriv a swählen

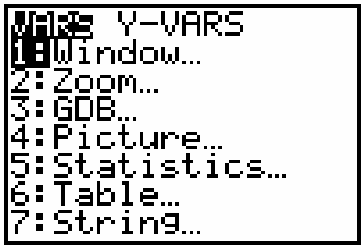
[ENTER] **oder** [8]



...und dann per [ENTER]-Taste in den **Y=** Editor übernommen, und zwar an die letzte Position des Cursors dort. Nun brauchen wir den Termnamen **Y1** in der Liste der Argumente.

VARS öffnen

[VARS]



Dazu öffnen wir erst einmal das Menü der Namen für Systemvariablen...

© Schumann`s Verlagshaus

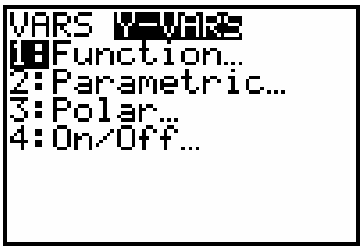
...GRAFISCH DARSTELLEN

Stellen Sie grafisch die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^2 + 2x$ gemeinsam mit ihrer Ableitungsfunktion dar.

Y-VARS öffnen

▶

...in dem es ein weiteres Untermenü namens **Y-VARS** gibt, dessen Inhalt nach der Markierung mit der ▶-Taste auf dem Bildschirm sichtbar wird. Auch hier gibt es noch einmal Untermenüs, wie die Punkte anzeigen...



F nction öffnen

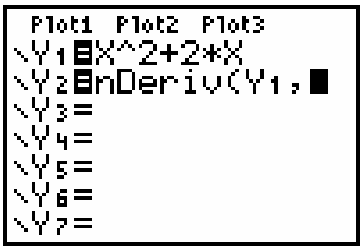
[ENTER] **oder** [1]

...von denen wir **Function** auswählen, denn hier ist die Liste der Systemnamen von Grafikvariablen. Per Schnelleingabe kann man ebenfalls auswählen, dann muss man lediglich die entsprechende Ziffern-Taste [1] drücken.

Y1 a swählen

[ENTER] **oder** [1]
[,]

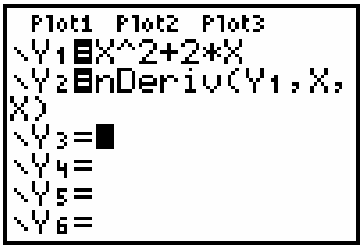
Da der gesuchte Name schon markiert ist, reicht einmal [ENTER], um **Y1** an die erste Stelle der Argumentliste zu setzen. Da noch weitere Argumente folgen, wird auch noch ein Komma eingegeben, denn es muss noch...



Term speichern

x [,] *x* [)]
[ENTER]

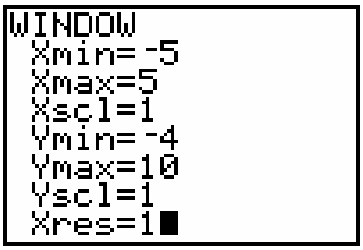
...die Variable kommen, nach der abzuleiten ist. Der letzte Eintrag gibt die Stelle an, an der die Ableitung zu bilden ist. Trägt man hier **x** ein, so durchläuft dieses alle Werte der **x**-Achseneinstellung und man erhält die Ableitungsfunktion.



Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = -5; Xmax = 5; Xscl = 1
Ymin = -4; Ymax = 10; Yscl = 1; Xres = 1.

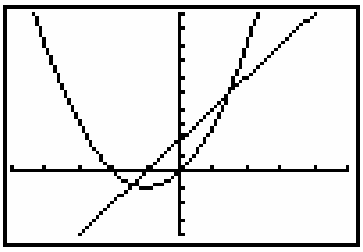
Jetzt muss nur noch das Grafikfenster entsprechend angepasst werden...



Graf zeichnen

[GRAPH]

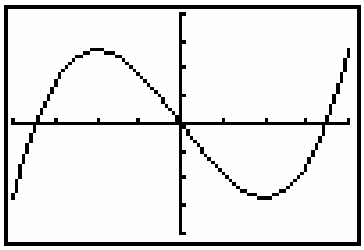
...und schon erhält man eine Darstellung der zu untersuchenden Funktion samt ihrer 1. Ableitung.



TANGENTENGLEICHUNG GRAFISCH

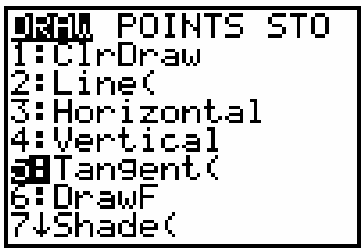
Ermitteln Sie für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3/3 - 4x$ an der Stelle $x = -1{,}0$ die Gleichung der Tangenten. Überprüfen Sie den Steigungswert im Grafikfenster.

Term zeichnen



[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3/3 - 4x$ [ENTER]
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1
Ymin = -8; Ymax = 8; Yscl = 2; Xres = 1. [GRAPH]

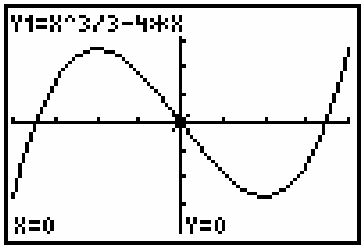
Tangent(markieren



[2nd] [PRGM]
▼ **(4 mal)**

Im **DRAW**-Menü, das als Zweitbelegung der [PRGM]-Taste realisiert ist, existiert als fünfter Eintrag der Befehl **Tangent**, der zunächst wieder markiert wird...

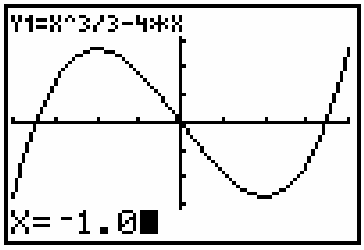
Tangent a swählen



[ENTER] **oder** [5]

...und danach ausgewählt wird. Es erscheint der Funktionsterm und ein Cursor in der Mitte des Bildschirms mit den dazu gehörenden Koordinaten. Entweder wird also der Cursor an die entsprechende Stelle bewegt...

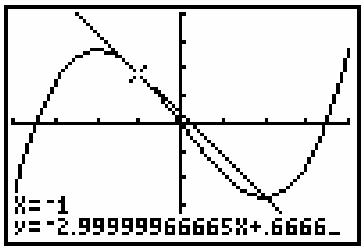
Stelle eingeben



[(-)] [1] [.] [0]

...was allerdings oft aufgrund der darstellbaren **x**-Werte zu einem ungenauen Wert führen kann. Oder der gesuchte **x**-Wert wird wieder direkt über die Tastatur eingegeben, wie es hier getan wurde.

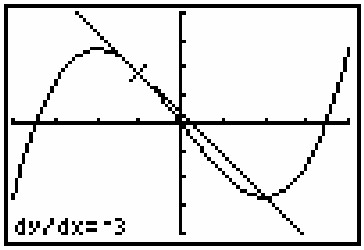
Tangent a sführen



[ENTER]

Es wird nun die Tangente gezeichnet, der Cursor springt auf den vorgegebenen Punkt, dessen **x**-Koordinate in der vorletzten Zeile angezeigt wird. Die unterste Zeile gibt die Gleichung der gezeichneten Tangenten wieder.

Ableit ng a sführen



[2nd] [TRACE] [6] [(-)] [1] [.] [0] [ENTER]

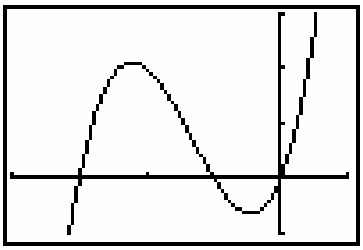
Wie die Überprüfung mit der Berechnung des Ableitungswertes zeigt, sind alle numerisch ermittelten Ergebnisse mit wenig Skepsis zu betrachten!

© Schumann`s Verlagshaus

GRAFISCH...

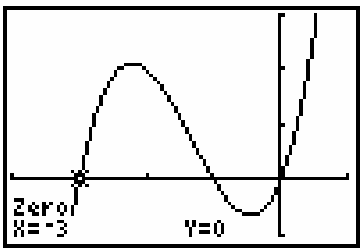
Ermitteln Sie numerisch für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3 + 4x^2 + 3x$ den Flächeninhalt zwischen den Nullstellen, der x-Achse und dem Grafen.

Term zeichnen



[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3 + 4x^2 + 3x$ [ENTER]
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -4; Xmax = 1; Xscl = 1
Ymin = -1; Ymax = 3; Yscl = 1; Xres = 1. [GRAPH]

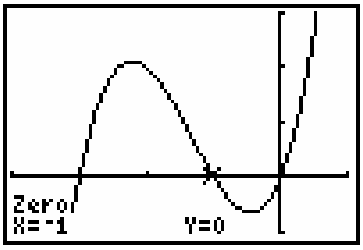
N llstelle ermitteln



[2nd] [TRACE] [2] [(-)] [3] [.] [5] [ENTER]
[(-)] [2] [.] [5] [ENTER] [(-)] [2] [.] [8] [ENTER]

Natürlich benötigen wir die Nullstellen, um später die Integrationsgrenzen festlegen zu können. Hier ist der komplette Handlungsablauf, wobei Grenzen und Schätzwert per Tastatur eingegeben werden.

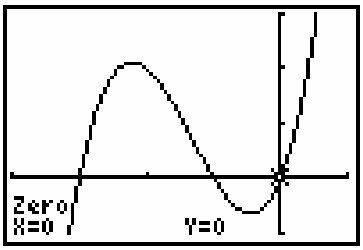
N llstelle ermitteln



[2nd] [TRACE] [2] [(-)] [1] [.] [5] [ENTER]
[(-)] [0] [.] [5] [ENTER] [(-)] [0] [.] [8] [ENTER]

Auch die zweite Nullstelle...

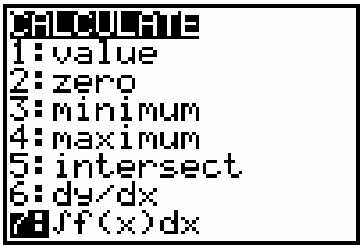
N llstelle ermitteln



[2nd] [TRACE] [2] [(-)] [0] [.] [5] [ENTER]
[0] [.] [5] [ENTER] [0] [.] [2] [ENTER]

...und die dritte Nullstelle werden im "Schnelldurchgang" ermittelt.

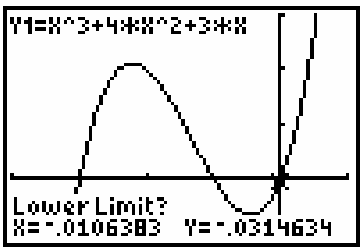
Integral markieren



[2nd] [TRACE]
▼ **(6 mal)**

Im **CALC**-Menü steht als letzter Eintrag die Symbolik für das bestimmte Integral. Dieser Befehl wird zunächst markiert...

Integral a swählen



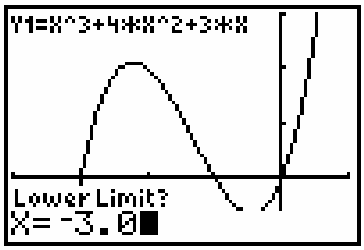
[ENTER] **oder** [7]

...und mit [ENTER] ausgewählt. Ein Cursor erscheint an der letzten Position, seine Koordinaten und der Funktionsterm. Die Frage nach der unteren Grenze...

...INTEGRIEREN

Untere Grenze eingeben

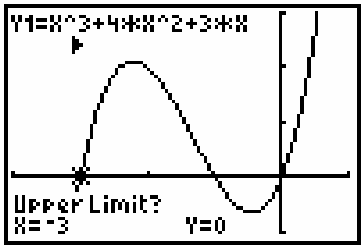
(-) 3 . 0



...(**Lower Limit?**) kann durch direkte Eingabe des Wertes der linken Nullstelle beantwortet werden. Man könnte aber auch den Cursor dorthin bewegen, wobei dann allerdings Ungenauigkeiten im **x**-Wert auftreten können.

Untere Grenze a sführen

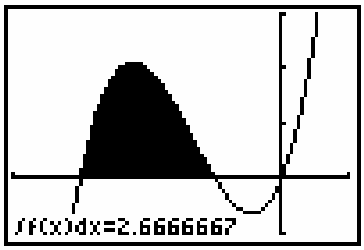
ENTER



Den Zahlenwert kann man solange noch verändern, wie die Eingabe mit ENTER nicht beendet wird. Danach wird die untere Grenze markiert, ihre Koordinaten angegeben und nach der oberen Grenze (**Upper Limit?**) gefragt.

Integral a sführen

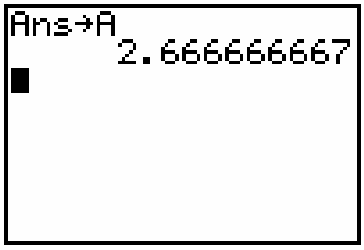
(-) 1 . 0 ENTER



Nach Bestätigung der oberen Grenze wird die zu berechnende Fläche schwarz eingezeichnet und der Zahlenwert des Integrals in der untersten Zeile dargestellt.

Zahlenwert speichern

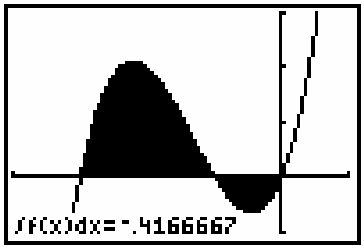
STO▸ ALPHA MATH ENTER



Wir müssen diesen Zahlenwert speichern, da die zweite Fläche noch addiert werden muss. Wird der Speicherpfeil betätigt, schaltet der TI-84 in den **HOME**-Screen und fügt die Variable **AN**S ein, die den Integralwert gespeichert hat.

Integral a sführen

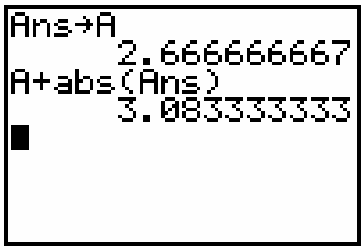
2nd TRACE 7 (-) 1 . 0 ENTER
0 . 0 ENTER



Natürlich bekommt der zweite Wert ein negatives Vorzeichen, da die Fläche unterhalb der **x**-Achse liegt...

Integral berechnen

ALPHA MATH + MATH ▶ ENTER 2nd (-)) ENTER



...sodass ihr Betrag zu nehmen ist und zum vorherigen Wert zu addieren ist.

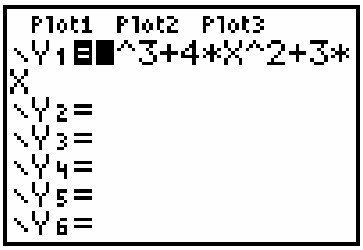
© Schumann`s Verlagshaus

GRAFEN AKTUALISIEREN

Ermitteln Sie für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3 + 4x^2 + 3x$ direkt im Anschluss an die vorherige Aufgabe numerisch das Integral zwischen $x_u = -3{,}0$ und $x_o = 0{,}0$. Aktualisieren Sie danach die grafische Darstellung.

Y= Editor öffnen

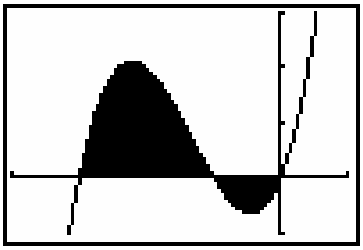
[Y=]



Ein Druck auf die Taste [Y=] verlässt den **HOME**-Screen und positioniert den Cursor auf **Y1**.

Grafikfenster öffnen

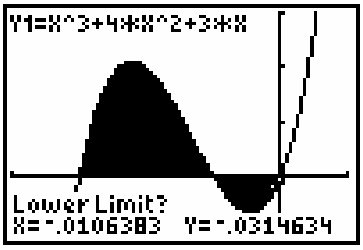
[GRAPH]



Wurden auch im **Y=** Editor keine Veränderungen vorgenommen und auch an den Fenstereinstellungen nichts gewandelt, so zeichnet der TI-84 nicht neu, sondern zeigt den letzten Grafikschirm an.

Integral a swählen

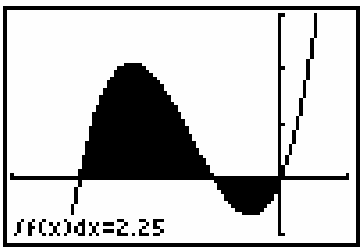
[2nd] [TRACE] [7]



Wir berechnen hier das Integral...

Integral a sführen

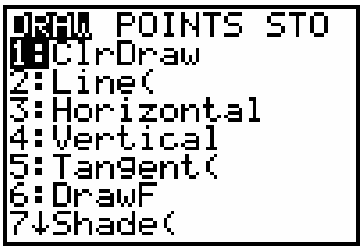
[(-)] [3] [.] [0] [ENTER] [0] [.] [0] [ENTER]



... von x_u=-3,0 bis x_o=0,0, um deutlich den Unterschied zur Berechnung des Flächeninhaltes in der vorherigen Aufgabenstellung darzustellen. Natürlich ergibt sich hier ein anderer Wert.

DRAW öffnen

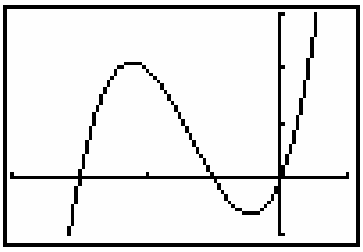
[2nd] [PRGM]



Um die grafische Darstellung, die ja immer noch die geschwärzte Fläche mit anzeigt, zu aktualisieren, existiert im **DRAW**-Menü, das man über die Zweitbelegung der [PRGM]-Taste öffnet, der **ClrDraw**-Befehl...

ClrDraw a sführen

[ENTER] **oder** [1]

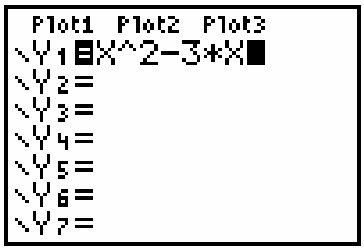


...der nach seiner Ausführung sämtliche Zusatzmarkierungen löscht und den Grafen in seiner ursprünglichen Form neu zeichnet.

STAMMFUNKTIONEN GRAFISCH...

Ermitteln Sie für die Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^2 - 3x$ ...

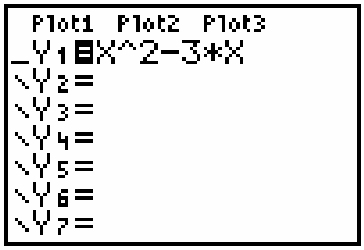
Term eingeben



[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^2 - 3x$

Um alle vorhergehenden Arbeiten rückgängig zu machen wird der TI-84 in den Ausgangszustand versetzt. Danach kann der Term unter **Y1** eingegeben, aber noch nicht gespeichert werden...

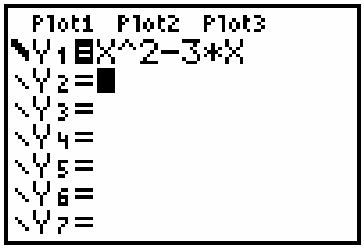
Grafikstil markieren



◀ **(9 mal) oder** [2nd] ◀ ◀ ◀

...denn es soll nicht der Standardstil der grafischen Darstellung benutzt werden. Um ihn zu verändern bewegen wir den Cursor in die erste Spalte. Dort ist im Moment für jeden Eintrag ein dünner Strich angezeigt.

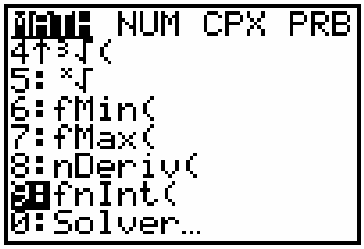
Grafikstil a swählen



[ENTER] ▶ ▶ ▼

Betätigt man die [ENTER]-Taste einmal, so verändert sich die Anzeige hier zu einem dicken Strich. In dieser Form wird dann später auch der Graf gezeichnet. Zusätzlich haben wir den Cursor auf die nächste Eingabezeile bewegt.

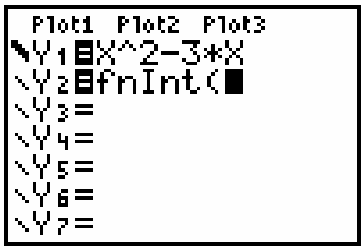
fnInt markieren



[MATH] ▲ ▲

Für mathematische Operationen an Termen und Funktionen gibt es das **MATH**-Menü, das mit [MATH] geöffnet wird. Man gelangt mit der ▲-Taste an das zunächst nicht sichtbare Ende der Liste. In der Position Nummer **9** befindet sich der Befehl **fnInt** zur numerischen Integration. Er wird erst markiert...

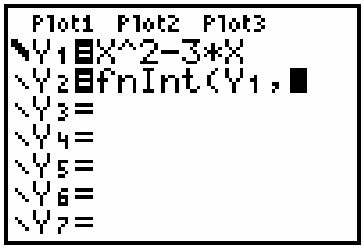
fnInt a swählen



[ENTER] **oder** [9]

...und dann mittels [ENTER] ausgewählt. Mit der Ziffern-Taste [9] könnte man die Schnelleingabe durchführen. Der Befehl erscheint nun mit öffnender Klammer im **Y=** Editor und wartet auf Argumente.

Y1 a swählen



[VARS] ▶ [1] [1] [,]

Wir benötigen als erstes Argument den Termnamen, den wir mit Schnelleingabe aus dem **VARS/Y-VARS**-Untermenü holen. Danach setzen wir ein Komma...

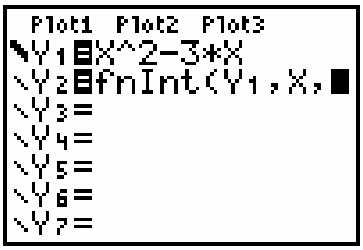
© Schumann`s Verlagshaus

...UND DER HAUPTSATZ...

...grafisch zwei verschiedene Stammfunktionen...

Variablennamen eingeben

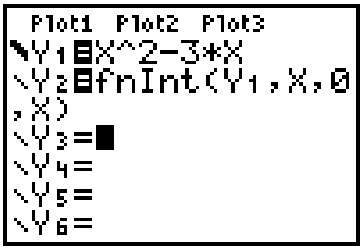
x [,]



...denn wir müssen dem TI-84 noch mitteilen, welches die Integrationsvariable ist. Wieder folgt ein Komma...

Term speichern

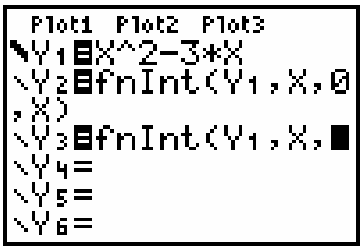
[0] [,] *x* [)] [ENTER]



...denn es müssen auch die untere und obere Grenze eingegeben werden. Wählen wir die obere Grenze zu **x**, so wird für jeden Wert der **x**-Achseneinteilung, die später noch vorzunehmen ist, das Integral numerisch berechnet.

Variablennamen eingeben

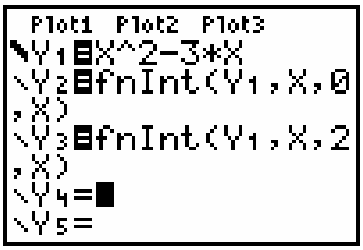
[MATH] [9] [VARS] ▶ [1] [1] [,] *x* [,]



Im Gesamtablauf wird hier der **fnInt**-Befehl erneut mit Termnamen und Variable belegt. Für die Integrationskonstante der Stammfunktion ist allerdings die untere Grenze des Befehls relevant...

Term speichern

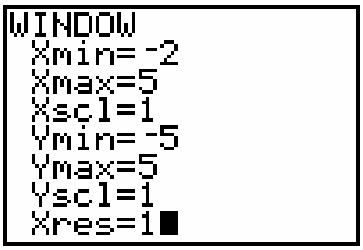
[2] [,] *x* [)] [ENTER]



...die wir hier bewusst verändern, um eine zweite Stammfunktion zu ermitteln. Bezeichnet man mit F(x) die Stammfunktion mit Integrationskonstante Null, so erzeugen wir hier Stammfunktionen mit Integrationskonstanten -F(0) und -F(2).

Grafikfenster einstellen

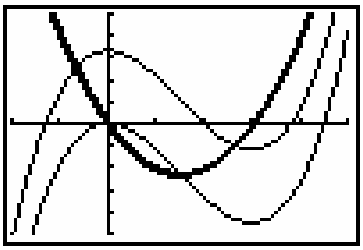
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -2; Xmax = 5; Xscl = 1
Ymin = -5; Ymax = 5; Yscl = 1; Xres = 1.



Wenn jetzt noch eine geeignete Einstellung der Parameter für das Grafikfenster vorgenommen wird...

Graf zeichnen

[GRAPH]



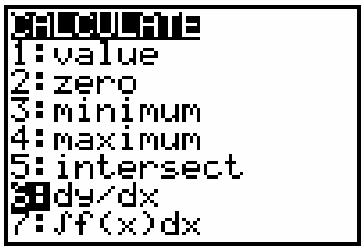
...dann ist die grafische Darstellung von Stammfunktionen perfekt.

...DER DIFFERENZIAL- UND INTEGRALRECHNUNG

...und prüfen Sie exemplarisch mithilfe der grafisch-numerisch ermittelten Steigungswerte, ob deren Ableitungen identisch sind und dem jeweiligen Funktionswert von *f* entsprechen.

Ableit ng markieren

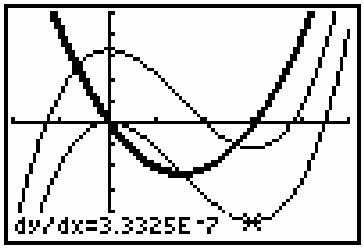
2nd TRACE ▲ ▲



Um grafisch-numerisch Steigungswerte zu ermitteln, gibt es den entsprechenden Befehl im **CALC**-Menü, welches wir erst öffnen und danach den Befehl **dy/dx** mit der ▲-Taste markieren.

Ableit ng a sführen

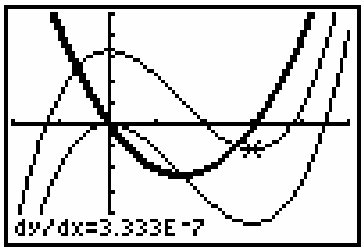
ENTER **oder** 6
▼ 3 . 0 ENTER



Mit ENTER wird er ausgewählt, und auf dem Bildschirm erscheint ein Cursor, der auf dem Grafen von **Y1** positioniert ist. Mit ▼ wählen wir die erste Stammfunktion **Y2** aus und geben die Stelle **x=3,0** per Tastatur ein...

Ableit ng a sführen

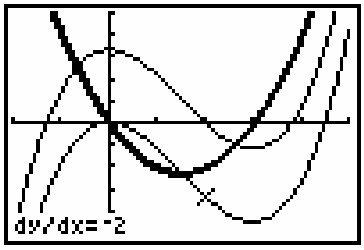
2nd TRACE 6 ▲ 3 . 0 ENTER



...was wir nach erneuter Auswahl des Ableitungsbefehls aus dem **CALC**-Menü und Markieren der zweiten Stammfunktion auch für **Y3** tun. Die von uns verwendete Ausgangsfunktion hat dort eine Nullstelle. Berücksichtigt man hier, dass die Stammfunktion numerisch ermittelt wird, so ist die Genauigkeit hinreichend.

Ableit ng a sführen

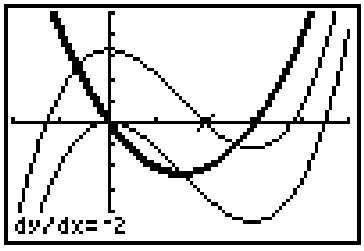
2nd TRACE 6 ▲ 2 . 0 ENTER



Dennoch wollen wir eine zweite Stelle **x=2,0** wählen, für die wir hier die gesamte Tasteneingabe zur Ermittlung des Steigungswertes von **Y2**...

Ableit ng a sführen

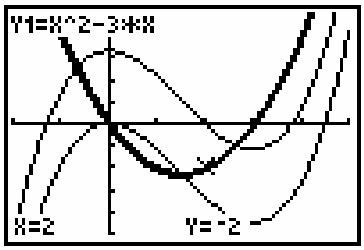
2nd TRACE 6 ▲ 2 . 0 ENTER



...und hier die für **Y3** angeben. Man erkennt deutlich die Übereinstimmung der beiden numerischen Werte an der Stelle **x=2,0**...

F nktionswert ermitteln

▼



...und ein Wechsel zum Grafen der Ausgangsfunktion zeigt die Übereinstimmung mit dem dortigen Funktionswert f(2).

© Schumann`s Verlagshaus

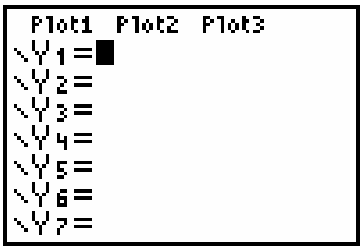
GRAFEN EINER KURVENSCHAR ZEICHNEN

Stellen Sie für die Parameter $k \in \{-2, 0, 2\}$ die Grafen der Kurvenschar $y = x^3 + kx$ dar.

Grafik Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=]

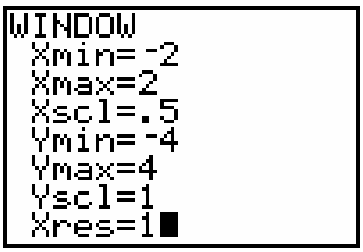
Den Grafik-Startzustand definieren wir über den gelöschten **RAM**-Speicher und einen geöffneten **Y=** Editor.



Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = -2; Xmax = 2; Xscl = 0,5
Ymin = -4; Ymax = 4; Yscl = 1; Xres = 1.

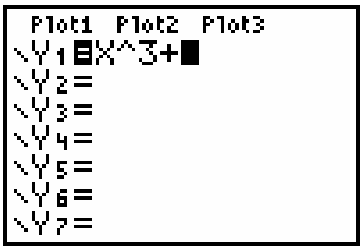
Die Parameter des Grafikfensters werden im **WINDOW**-Menü eingestellt.



Eingabe beginnen

[Y=] x^3 [+]

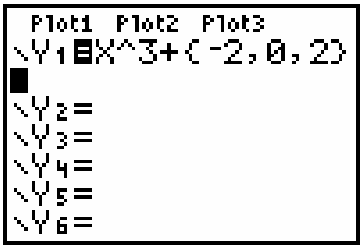
Zurück im **Y=** Editor wird die Eingabe der Schar begonnen...



Parameter eingeben

[2nd] [(] [(-)] [2] [,] [0] [,] [2] [2nd] [)]

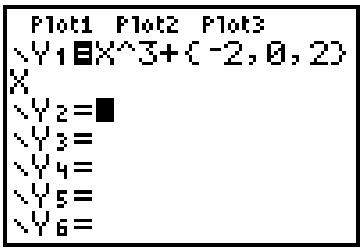
...und die verschiedenen Werte des Scharparameters in einer Liste eingetragen, die direkt vor dem letzten Term steht. Zur Erinnerung: Listen werden durch geschweifte Klammern gekennzeichnet, die Zweitbelegungen der Klammern.



Eingabe beenden

x [ENTER]

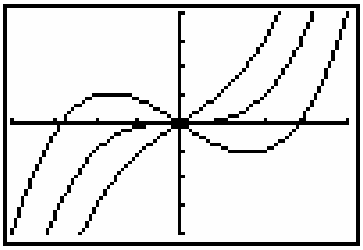
Der Rest des Terms muss nun noch eingetragen werden und die Eingabe mit [ENTER] abgeschlossen werden.



Graf zeichnen

[GRAPH]

Mit der [GRAPH]-Taste werden nun die Kurven für die drei verschiedenen Werte des Parameters nacheinander dargestellt.



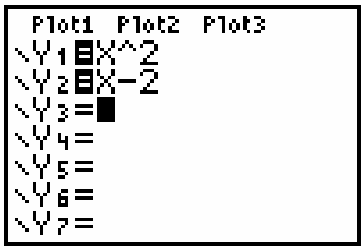
VERKETTETE FUNKTIONEN GRAFISCH

Zeigen Sie grafisch am Beispiel der Funktionsterme $f(x) = x^2$ und $g(x) = x - 2$, dass die Verkettung von quadratischem und linearem Term zu verschobenen Parabeln führt.

Term speichern

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] x^2 [ENTER] $x - 2$ [ENTER]

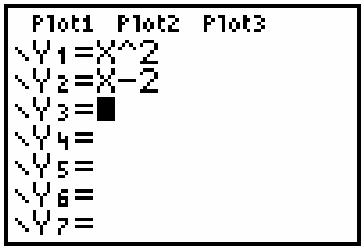
Erst wird der Grafik-Startzustand eingerichtet und danach die beiden Terme gespeichert.



Term deselektieren

▲ ▲ ◀ [ENTER] ▼ [ENTER] ▼ ▶

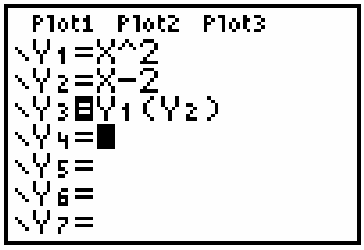
Die Ausgangsterme sollen nicht grafisch dargestellt werden, daher werden sie zunächst deselektiert, also ihre Auswahl aufgehoben...



Term speichern

[VARS] ▶ [1] [1] [(] [VARS] ▶ [1] [2] [)] [ENTER]

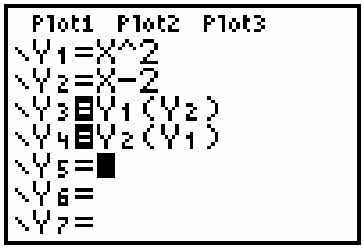
...bevor **Y1** aus dem **VARS/Y-VARS**-Menü geholt wird und als Argument den Namen **Y2** erhält. Natürlich muss man diese Verwendung als Argument durch Klammern kenntlich machen!



Term speichern

[VARS] ▶ [1] [2] [(] [VARS] ▶ [1] [1] [)] [ENTER]

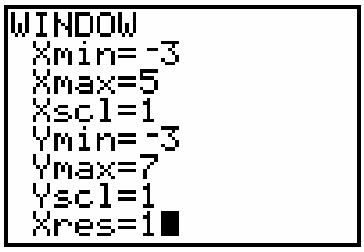
In der umgekehrten Reihenfolge werden die beiden Systemnamen wieder per Schnelleingabe aus dem entsprechenden Menü geholt und mittels Klammern erneut angezeigt, dass **Y1** nun Argument von **Y2** ist.



Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = -3; Xmax = 5; Xscl = 1
Ymin = -3; Ymax = 7; Yscl = 1; Xres = 1.

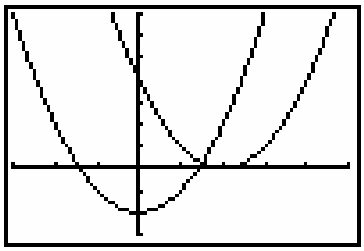
Die Grenzen der Achsen werden entsprechend der Erwartung verschobener Normalparabeln angepasst.



Graf zeichnen

[GRAPH]

Deutlich zeigt die Grafik, dass die Änderung der Reihenfolge der Verkettung die Grafen unterschiedlich verschobener Normalparabeln bewirkt.



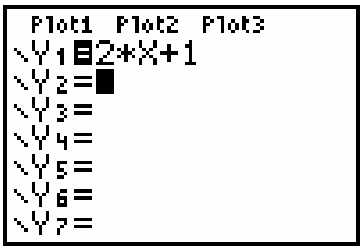
© Schumann`s Verlagshaus

GEORDNETES PAAR UND PUNKTKOORDINATEN

Demonstrieren Sie die Korrespondenz von geordnetem Paar und Punkt am Beispiel der Funktion mit der Funktionsgleichung $y = 2x + 1$.

Term speichern

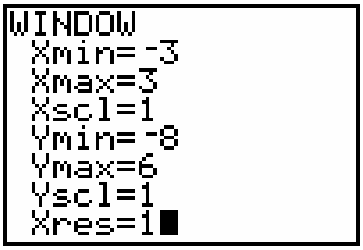
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $2x+1$ [ENTER]



Wie so oft, stellen wir auch hier erst wieder einen „sauberen" Rechner her, bevor der Term gespeichert wird...

Grafikfenster einstellen

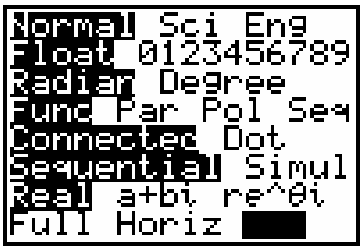
[WINDOW] Parameter:
Xmin = -3; Xmax = 3; Xscl = 1
Ymin = -8; Ymax = 6; Yscl = 1; Xres = 1.



...und eine sinnvoll erscheinende Einstellung des Grafikfensters vorgenommen wird.

G-T Mod s a swählen

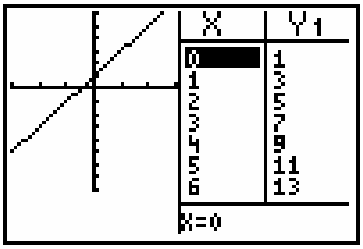
[MODE]
▼ **(7 mal)**
▶ ▶ [ENTER]



Im **MODE**-Menü des TI-84 gibt es ganz unten rechts den Eintrag **G-T**, der für eine vertikale Aufteilung des Bildschirms mit der Grafik links und der Tabelle rechts sorgt.

Graf zeichnen

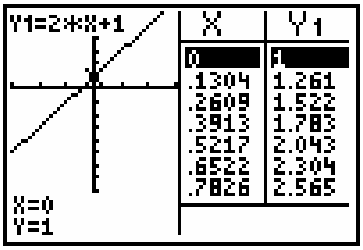
[GRAPH]



Nachdem diese Bildschirmaufteilung vorgenommen wurde, wird nun also die Gerade links in ihrem Koordinatensystem dargestellt. Rechts erhält man eine Tabelle von Funktionswerten.

TRACE a swählen

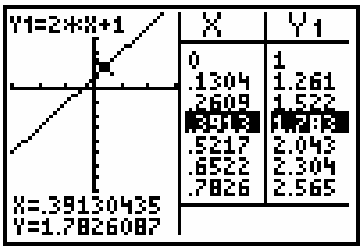
[TRACE]



Der TI-84 befindet sich standardmäßig im Grafik-Modus, sodass man mit der [TRACE]-Taste den Cursor in der Mitte des Grafikbildschirms bekommt. Seine Koordinaten werden angezeigt, gleichzeitig...

TRACE a sführen

▶ **(3mal)**



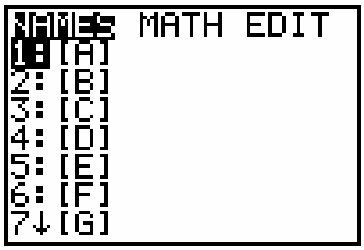
...wird das entsprechende Koordinatenpaar in der Tabelle markiert. So ist die Korrespondenz plausibel dargestellt.

NUMERISCHE MATRIZEN EINGEBEN

Speichern Sie im Matrixspeicher die numerische Matrix $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ unter dem Namen *A*.

MATRX öffnen

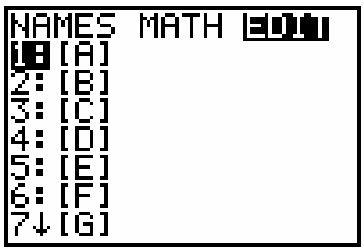
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [x⁻¹]



Den TI-84 versetzen wir wieder in den Zustand eines „leeren" **RAM**-Speichers, um dann mit der Zweitbelegung der Inversen-Taste [x⁻¹] das **MATRX**-Menü zu öffnen.

EDIT markieren

▶ ▶



Dort gibt es ein weiteres Untermenü namens **EDIT**, in dem eine Liste der Matrixnamen erscheint, und die Matrix **A** markiert ist.

EDIT öffnen

[ENTER] oder [1]

Mit der [ENTER]-Taste oder über die Schnelleingabe [1] wird der Matrixeditor für die zu editierende Matrix geöffnet. Hinter dem Schlüsselwort **MATRIX** wird der Name angezeigt, im Beispiel **A**. Danach folgt die Dimension, also die Anzahl von Zeilen und Spalten. Der Cursor steht in der Zeilenangabe...

Dimension eingeben

[2] ▶ [2] [ENTER]

...wo wir direkt die entsprechende Dimension eintragen können. Mit der ▶-Taste muss dann die Spaltendimension markiert werden, bevor auch hier der Wert eingegeben werden kann. [ENTER] erzeugt dann eine Matrix...

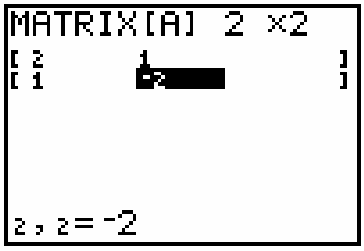
Zahl eingeben

[2]

...der gewählten Einstellung aufgefüllt mit Nullen. Der Cursor springt auf das erste Element der Matrix. Zeilen- und Spaltennummer werden in der untersten Zeile dargestellt. Eine Eingabe wird ebenfalls dort angezeigt...

Matrix a ffüllen

[ENTER] [1] [ENTER] [1] [ENTER] [(-)] [2] [ENTER]



...und mit [ENTER] an die jeweilige Position geschrieben. Der Cursor bewegt sich erst vollständig durch eine Zeile, bevor er zum Anfang der nächsten springt.

© Schumann`s Verlagshaus

EINE MATRIX EDITIEREN UND ERWEITERN

Ändern Sie in der Matrix *A* aus der vorherigen Aufgabe zunächst das Element $a_{2,2}$ nach $+1$. Erweitern Sie danach die Matrix um eine Spalte und geben dort die Werte 1 und 0 ein.

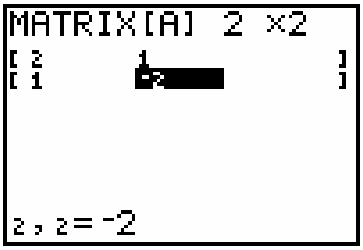
Edit öffnen

[2nd] [x⁻¹] ▶ ▶ [ENTER]

Wir gehen hier davon aus, dass die Matrix **A** aus der vorherigen Aufgabe bereits in Ihrem TI-84 abgespeichert ist. Sollte das nicht der Fall sein, so geben Sie die Matrix wie hier abgebildet ein.

Eintrag markieren

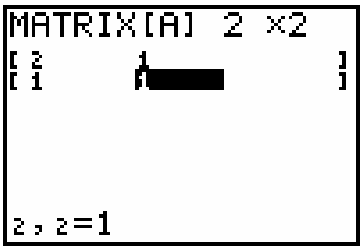
▼ ▼ ▼ ▶



Wenn der Matrix-Editor geöffnet wird, so steht der Cursor auf der Angabe der Zeilendimension. Mit den Cursor-Tasten muss dann das gewünschte Element markiert werden, dessen Wert dadurch in der untersten Zeile erscheint...

Zahl eingeben

[1] [ENTER]



...und direkt überschrieben werden kann, obwohl vorher kein Cursor zu sehen war. Änderungen können noch vorgenommen werden, solange durch [ENTER] die Eingabe nicht abgeschlossen wird.

Dimension eingeben

▲ ▲ [3]

Soll eine Dimension verändert werden, muss natürlich erst der entsprechende Eintrag markiert sein. Jetzt kann der neue Wert direkt eingeschrieben werden...

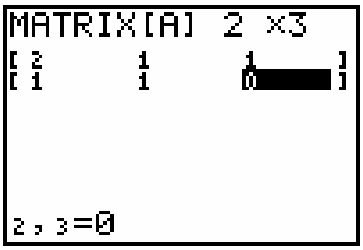
Matrix erweitern

[ENTER]

...und mit [ENTER] übernommen werden. Der TI-84 passt die Matrix automatisch an, wobei jeweils mit Nullen aufgefüllt wird, wenn Elemente in neuen Zeilen oder Spalten dazukommen sollen.

Zahl eingeben

▶ ▶ [1] [ENTER] ▶ ▶ [0] [ENTER]



Nun müssen die zu verändernden Einträge nur noch markiert und danach die entsprechenden Werte eingegeben werden.

EINE MATRIX LÖSCHEN

Löschen Sie die Matrix *A* aus der vorherigen Aufgabe vollständig aus dem Speicher.

MATRX öffnen

2nd x⁻¹

Unabhängig von Änderungen an einer Matrix verbleibt sie natürlich im Speicher und wird mit ihrer Dimensionierung im **MATRX/NAMES**-Menü angezeigt. Alle Elemente auf null zu setzen, löscht die Matrix selbstverständlich nicht.

```
NAMES MATH EDIT
1:[A] 2×3
2:[B]
3:[C]
4:[D]
5:[E]
6:[F]
7↓[G]
```

MEM öffnen

2nd +

Daher muss man in das Speicher-Menü **MEM**, das über die Zweitbelegung der +-Taste zunächst einmal geöffnet wird...

```
MEMORY
1:About
2:Mem Mgmt/Del…
3:Clear Entries
4:ClrAllLists
5:Archive
6:UnArchive
7↓Reset…
```

Mem Mgmt/Del öffnen

▼

ENTER **oder** 2

...um dann daraus das Untermenü **Mem Mgmt/Delete**, das zur Verwaltung des **RAM**-Speichers dient, entweder erst zu markieren und dann auszuwählen, oder per Schnelleingabe 2 direkt zu öffnen. Hier findet man...

```
RAM FREE   24252
ARC FREE  147456
1:All…
2:Real…
3:Complex…
4:List…
5:Matrix…
6↓Y-Vars…
```

Matrix öffnen

▼ **(4 mal)**

ENTER **oder** 5

...für alle möglichen Variablentypen Untermenüs aufgelistet. Uns interessiert der Eintrag **5:Matrix**, den wir wieder über zwei Möglichkeiten öffnen können. Es erscheint eine Liste der gespeicherten Matrizen und ein Pfeil als Cursor...

```
RAM FREE   24252
ARC FREE  147456
▸ [A]         65
```

Matrix löschen

DEL

...sodass man mit den Cursor-Tasten die zu löschende Matrix aussuchen könnte. Hier soll Matrix **A** gelöscht werden. Ein Druck auf die DEL-Taste bringt sie zum Verschwinden, wobei sich der Speicherplatz erhöht.

```
RAM FREE   24317
ARC FREE  147456
```

MATRX öffnen

2nd x⁻¹

Eine Kontrolle im **MATRX/NAMES**-Menü zeigt, dass der Matrixname **A** noch vorhanden ist, denn er ist eine Systemvariable, aber die Dimensionierung fort ist.

```
NAMES MATH EDIT
1:[A]
2:[B]
3:[C]
4:[D]
5:[E]
6:[F]
7↓[G]
```

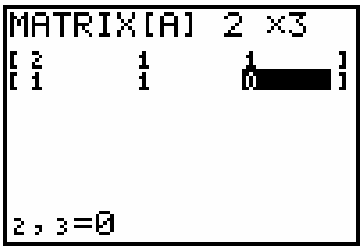

© Schumann`s Verlagshaus

EINDEUTIGE LÖSUNG EINES LINEAREN GLEICHUNGSSYSTEMS

Demonstrieren Sie, dass das lineare Gleichungssystem $2x + y = 1 \quad \wedge \quad x + y = 0$ eine eindeutige Lösung aufweist, indem Sie die erweiterte Koeffizientenmatrix auf Zeilenstufenform bringen.

Matrix eingeben

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [x⁻¹] [▶] [▶] [ENTER]
[2] [▶] [3] [ENTER]
[2] [ENTER] [1] [ENTER] [1] [ENTER]
[1] [ENTER] [1] [ENTER] [0] [ENTER]



MATRX/MATH öffnen

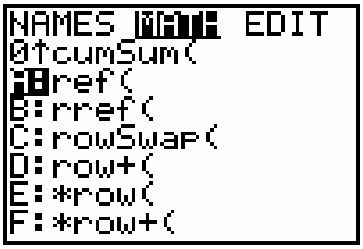
[2nd] [MODE] [2nd] [x⁻¹] [▶]

Es ist wichtig, aus dem Matrix-Editor in den **HOME**-Screen zurückzukehren, denn sonst würden die späteren Eingaben an die Stelle des markierten Elements geschrieben werden. Erst dann wird das Untermenü **MATH** im **MATRX**-Menü geöffnet, in dem Operationen zum numerischen Umgang mit Matrizen stehen.

ref markieren

▲ (6 mal)

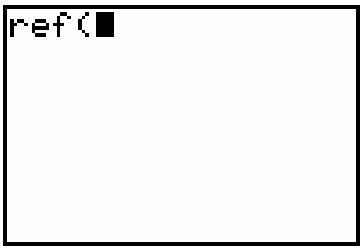
Mit der ▲-Taste springt man direkt an das Ende der Befehlsliste. Hier ist auch der Eintrag **ref** zu erkennen, der mit dem Cursor markiert...



ref a swählen

[ENTER] **oder** [ALPHA] [MATH]

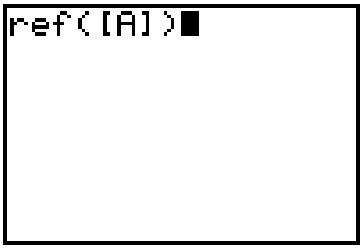
...und dann mit der [ENTER]-Taste ausgewählt wird. Die Schnelleingabe nutzt hier den Buchstaben **A**, der allerdings mit der [ALPHA]-Taste vorab, also als normaler Buchstabe, eingegeben werden muss.



ref belegen

[2nd] [x⁻¹]
[ENTER] **oder** [1]
[)]

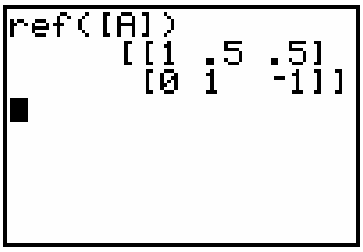
Als Argument erwartet **ref** natürlich den Namen einer Matrix. Dazu wird das **MATRX**-Menü geöffnet, und da der Name **A** bereits markiert ist, die Matrix **A** per [ENTER] ausgewählt. Natürlich schließen wir die Klammer...



ref a sführen

[ENTER]

...bevor [ENTER] den TI-84 dazu veranlasst, die Zeilenstufenform der Matrix **A** auf dem Bildschirm darzustellen. Man erkennt die eindeutige Lösbarkeit daran, dass nur in der ersten Position der zweiten Zeile eine Null auftritt.

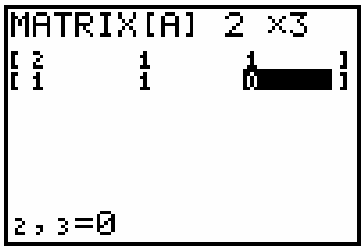


EIN LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM LÖSEN

Lösen Sie das lineare Gleichungssystem $2x + y = 1 \quad \wedge \quad x + y = 0$ durch Eingabe der erweiterten Koeffizientenmatrix und deren Überführung in die reduzierte Zeilenstufenform.

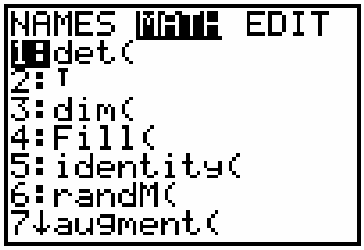
Matrix eingeben

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [x⁻¹] ▶ ▶ [ENTER]
[2] ▶ [3] [ENTER]
[2] [ENTER] [1] [ENTER] [1] [ENTER]
[1] [ENTER] [1] [ENTER] [0] [ENTER]



MATRX/MATH öffnen

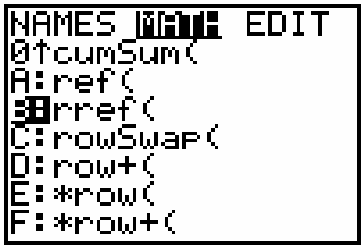
[2nd] [MODE] [2nd] [x⁻¹] ▶



Wieder ist es wichtig, mit dem **QUIT**-Befehl in den **HOME**-Screen zu schalten. Im **MATH**-Untermenü des **MATRX**-Menüs sind alle Befehle für Operationen an Matrizen aufgelistet. Hier noch nicht zu sehen...

rref markieren

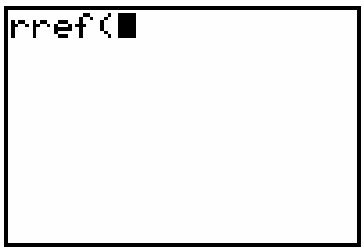
▲ (5 mal)



...aber nach der ersten Betätigung der ▲-Taste (die das Ende der Liste anzeigt) bereits zu erkennen, ist der **rref**-Befehl für eine reduzierte zeilengestaffelte Form der Matrix.

rref a swählen

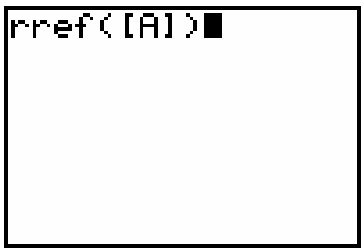
[ENTER] **oder** [ALPHA] [APPS]



Nach der Auswahl des Befehls schaltet der TI-84 zurück in den **HOME**-Screen und wartet auf die Angabe eines Arguments...

rref belegen

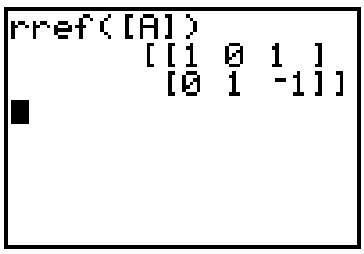
[2nd] [x⁻¹]
[ENTER] **oder** [1]
[)]



...dessen Namen wir aus dem **MATRX/NAMES**-Menü holen müssen. Natürlich wird eine geöffnete Klammer auch wieder geschlossen.

rref a sführen

[ENTER]



Nach der Ausführung stellen die beiden ersten Spalten von **A** die Einheitsmatrix dar. Damit ist in der dritten Spalte direkt die Lösung des Gleichungssystems mit **x=1** und **y=-1** abzulesen.

© Schumann`s Verlagshaus

EINE NUMERISCHE LISTE EINGEBEN

Geben Sie die Zahlenwerte 1; 2; 3; 4 in dieser Reihenfolge in eine numerische Liste namens *L*1 ein. Lassen Sie sich danach den Inhalt von *L*1 anzeigen.

Liste beginnen

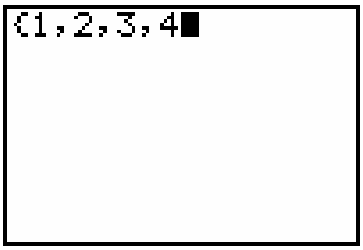
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [(]

Sicherheitshalber löschen wir erst den **RAM**-Speicher des TI-84 und stellen so einen einheitlichen Ausgangszustand her. Als Zweitbelegung über der öffnenden runden Klammer gibt es die geschweifte öffnende Klammer.

Werte eingeben

[1] [,] [2] [,] [3] [,] [4]

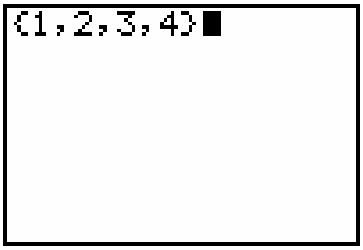
Listen werden durch geschweifte Klammern gekennzeichnet. Die Listeneinträge sind jeweils durch ein Komma voneinander zu trennen...



Liste schließen

[2nd] [)]

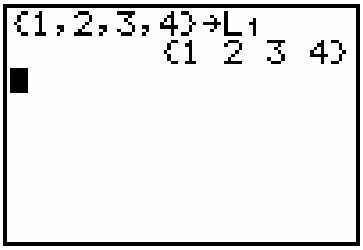
...und am Ende ist natürlich die geschweifte Klammer wieder zu schließen. Das entsprechende Symbol findet man als Zweitbelegung über der schließenden runden Klammer.



Liste speichern

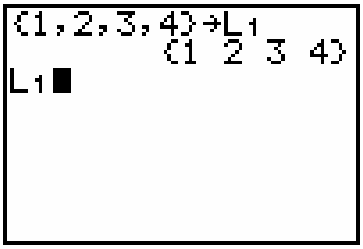
[STO▸] [2nd] [1] [ENTER]

Die Liste soll unter dem Namen **L1** abgespeichert werden. Diese vom TI-84 vergebenen Listennamen liegen als Zweitbelegungen über den Zahl-Tasten [1] bis [6]. Mit [ENTER] wird die Liste dann unter dem gewählten Namen gespeichert.



Listenname a swählen

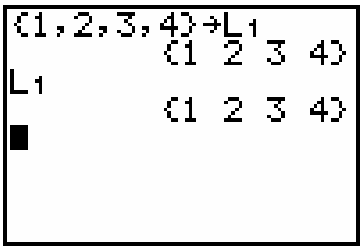
Ein Listenname lässt sich wie ein Variablenname aufrufen...



Liste anzeigen

[ENTER]

...und entsprechend mit der [ENTER]-Taste auch auswerten, wobei hier nun der Inhalt der Liste selbst angezeigt wird.



LISTEN UND GRUNDRECHENARTEN

Speichern Sie die Zahlen 1 bis 4 unter dem Listennamen $L1$ und die ersten vier Quadratzahlen unter dem Listennamen $L2$ ab. Addieren und subtrahieren Sie dann die Listen $L1$ und $L2$. Multiplizieren und dividieren Sie danach auch die Listen $L1$ und $L2$.

Term eingeben

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
{1, 2, 3, 4} [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]
{1, 4, 9, 16} [STO▸] [2nd] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [1] [+] [2nd] [2]

```
L1+L2
```

Term a swerten

[ENTER]

```
L1+L2
      {2 6 12 20}
```

Addiert man zwei Listen, so ist das Ergebnis wieder eine Liste. Dabei stellen die einzelnen Einträge jeweils die Summe der entsprechenden Einträge der Listen **L1** und **L2** dar. Voraussetzung ist jedoch, dass die Listen gleiche Dimension haben, sie müssen also gleich viele Einträge haben!

Term eingeben

[2nd] [1] [−] [2nd] [2]

```
L1+L2
      {2 6 12 20}
L1-L2
```

Natürlich kann man Listen auch subtrahieren, wobei die Operation hier ebenfalls positionsweise vorgenommen wird.

Term a swerten

[ENTER]

```
L1+L2
      {2 6 12 20}
L1-L2
    {0 -2 -6 -12}
```

Das Ergebnis ist also wieder eine Liste mit einer Dimension (Länge) gleich der Dimension der Listen **L1** und **L2**.

Term a swerten

[2nd] [1] [×] [2nd] [2] [ENTER]

```
L1+L2
      {2 6 12 20}
L1-L2
    {0 -2 -6 -12}
L1*L2
      {1 8 27 64}
```

Die Multiplikation zweier Listen liefert ebenso wieder eine Liste, denn Listenoperationen sind immer als Operationen mit den Einträgen gleicher Position definiert...

Term a swerten

[2nd] [1] [÷] [2nd] [2] [ENTER]

```
      {2 6 12 20}
L1-L2
    {0 -2 -6 -12}
L1*L2
      {1 8 27 64}
L1/L2
{1 .5 .33333333...
```

...was auch das Ergebnis der Division verständlich macht. Der TI-84 kann oft aufgrund der Dezimalstellen nicht die ganze Liste auf dem Bildschirm darstellen. Mit der ▶-Taste oder ◀-Taste kann man dann die Listeneinträge sehen

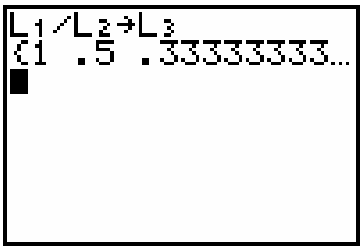
© Schumann`s Verlagshaus

MIT EINZELNEN LISTENEINTRÄGEN RECHNEN

Sehen Sie sich für die Quotientenliste der vorherigen Aufgabe die Einträge an der 3. und 4. Position an. Berechnen Sie diese Werte einzeln direkt aus den Listen $L1$ und $L2$.

Liste speichern

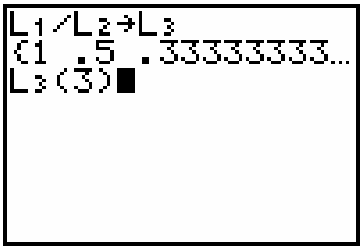
[2nd] [1] [÷] [2nd] [2] [STO▸] [2nd] [3] [ENTER]



Wir gehen hier von den Listen **L1** der natürlichen Zahlen von 1 bis 4 und **L2** der dazu gehörigen Quadratzahlen der vorherigen Aufgabe aus. Die Quotientenliste speichern wir zunächst unter einem eigenen Namen ab.

Listenelement a swählen

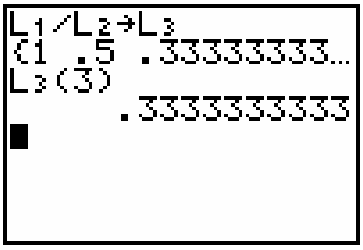
[2nd] [3] [(] [3] [)]



Wird hinter einem Listennamen in runden Klammern eine Zahl angegeben...

Listenelement anzeigen

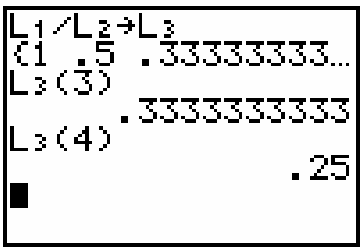
[ENTER]



...so legt diese Zahl die Position eines Eintrags in der benannten Liste fest. Die Auswertung der Eingabe liefert den zu dem derart ausgewählten Listenelement gehörigen Wert.

Listenelement anzeigen

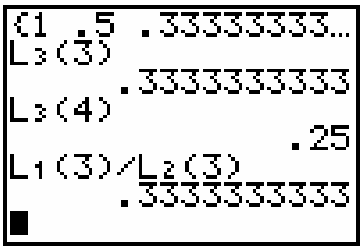
[2nd] [3] [(] [4] [)] [ENTER]



Damit können wir uns nun zum Beispiel auch Einträge ansehen, die vorher als Ergebnis einer Operation eventuell nicht auf dem Bildschirm zu sehen waren.

Term a swerten

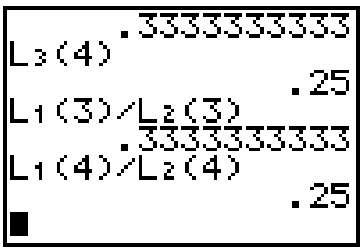
[2nd] [1] [(] [3] [)] [÷] [2nd] [2] [(] [3] [)] [ENTER]



Aber wir sind jetzt auch in der Lage, mit einzelnen Elementen aus gespeicherten Listen zu rechnen. Der Quotient der beiden Werte an Position 3 aus den Listen **L1** und **L2** entspricht genau dem Wert in der Liste **L3**...

Term a swerten

[2nd] [1] [(] [4] [)] [÷] [2nd] [2] [(] [4] [)] [ENTER]



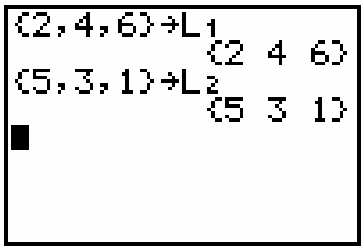
...und auch für die Position 4 gilt dies, womit zugleich gezeigt ist, dass Listenoperationen positionsgebunden definiert sind.

HÖHERE RECHENARTEN MIT NUMERISCHEN LISTEN

Speichern Sie die numerischen Listen $\{2, 4, 6\}$ und $\{5, 3, 1\}$ unter $L1$ und $L2$. Berechnen Sie dann das Quadrat der Liste $L1$ sowie deren Potenz mit den Einträgen der Liste $L2$ als Exponent. Werten Sie anschließend noch den Sinus der Liste $L1$ aus.

Liste speichern

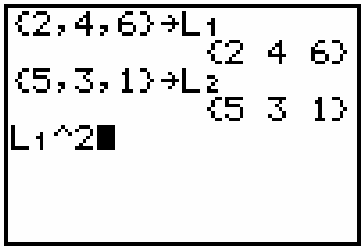
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
$\{2, 4, 6\}$ [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]
$\{5, 3, 1\}$ [STO▸] [2nd] [2] [ENTER]



Zwischenzeitlich wird der Speicher des TI-84 wieder einmal gelöscht.

Term eingeben

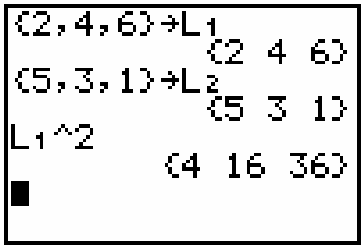
[2nd] [1] [^] [2]



Wie beim Umgang mit reellen Zahlen können auch mit Listen Terme aufgebaut werden. Hier zum Beispiel das Quadrieren in der Potenzschreibweise. In dieser Form könnte eine beliebige Potenz ebenfalls eingegeben werden.

Term a swerten

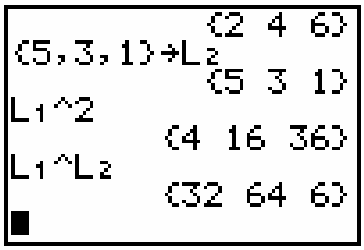
[ENTER]



Auch beim Potenzieren gilt, dass der TI-84 jeden einzelnen Eintrag der Liste die potenziert werden soll zur entsprechenden Potenz erhebt und das Ergebnis dann wieder an die entsprechende Position in eine Liste schreibt.

Term a swerten

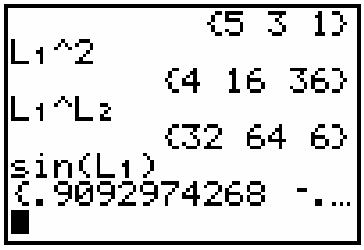
[2nd] [1] [^] [2nd] [2] [ENTER]



Wird eine Liste mit einer weiteren Liste gleicher Dimension potenziert, so heißt das, dass Eintrag 1 von **L1** mit Eintrag 1 von **L2** potenziert wird, Eintrag 2 von **L1** mit Eintrag 2 von **L2**, usw.. Das Ergebnis ist eine Liste gleicher Dimension.

Term a swerten

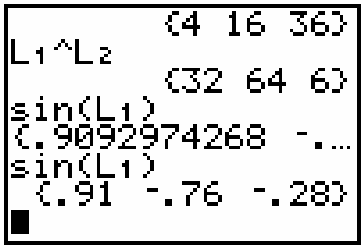
[SIN] [2nd] [1] [)] [ENTER]



Auch Funktionen können im TI-84 als Argument eine Liste verarbeiten. Das Ergebnis ist dann eine Liste, die die Funktionswerte der einzelnen Listeneinträge enthält. Weil das rechts nicht so schön zu sehen ist...

Term a swerten

[MODE] ▼ ▶ ▶ ▶ [ENTER] [2nd] [MODE] [SIN] [2nd] [1] [)] [ENTER]



...stellen wir den Rechner auf zwei Dezimalstellen nach dem Dezimalpunkt im **MODE**-Menü ein und lassen uns den Term noch einmal auswerten. Es hätte hier auch die [ENTER]-Taste allein ohne Termeingabe gereicht.

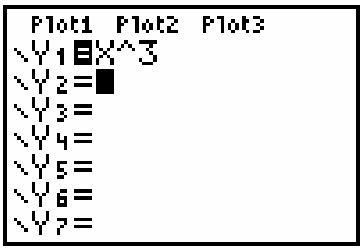
© Schumann`s Verlagshaus

NUMERISCHE LISTEN UND FUNKTIONSWERTE

Erzeugen Sie mit Hilfe der Funktion *f* mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3$ und der Liste $\{1, 2, 3, 4\}$ eine Liste der ersten vier Kubikzahlen.

Term speichern

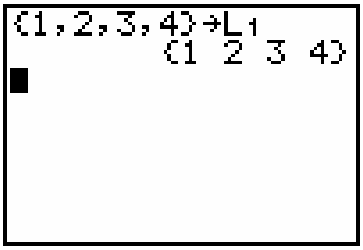
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] x^3 [ENTER]



Wir versetzen den TI-84 erst in seinen Ausgangszustand und geben dann im **Y=** Editor den Funktionsterm ein.

Liste speichern

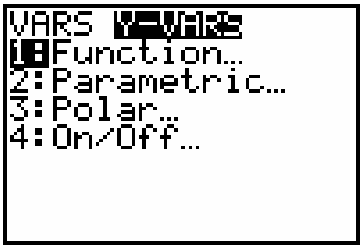
[2nd] [MODE] $\{1, 2, 3, 4\}$ [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]



Im **HOME**-Screen wird danach die Liste als Listenvariable **L1** eingegeben.

Y-VARS öffnen

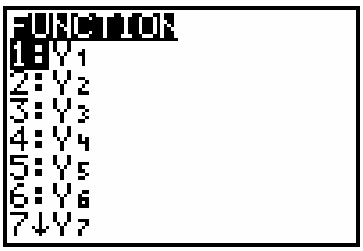
[VARS] ▶



Der Name **Y1** für die erste Funktion im **Y=** Editor ist ein fester Systemname des TI-84. Wir finden daher im **VARS/Y-VARS**-Untermenü einen weiteren Verweis **Function**...

F nction öffnen

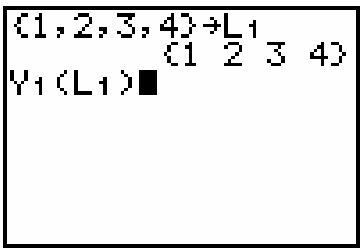
[ENTER] **oder** [1]



...der nach dem Öffnen mittels [ENTER]-Taste eine Liste aller Systemnamen für Funktionen erscheinen lässt.

F nktion belegen

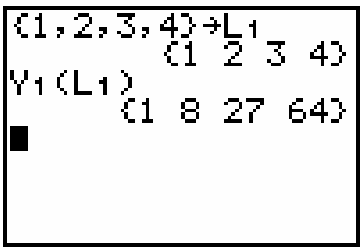
[ENTER] **oder** [1]
[(] [2nd] [1] [)]



Der gesuchte Funktionsname war bereits markiert, daher ließ er sich mittels [ENTER] direkt auswählen. Die Klammern um das Argument müssen wir hier allerdings selbst eintippen.

F nktionswert berechnen

[ENTER]



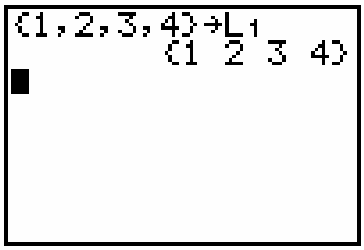
Da als Argument eine Liste eingetragen wurde, erzeugt die Auswertung der Funktion ebenfalls eine Liste. In unserem Beispiel die gesuchten Kubikzahlen.

NUMERISCHE LISTEN...

Erzeugen Sie mit der Liste $L1:\{1, 2, 3, 4\}$ eine Liste $L2$, die das Fünffache der Einträge von $L1$ enthält. Ändern Sie dann in $L1$ den Eintrag 4 auf den Wert 5...

Liste speichern

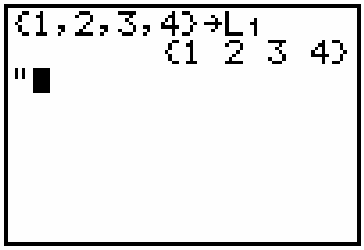
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
$\{1, 2, 3, 4\}$ [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]



Bevor die Liste gespeichert wird, stellen wir erst sicher, dass es keine Probleme mit bereits definierten Variablen geben wird.

Termeingabe beginnen

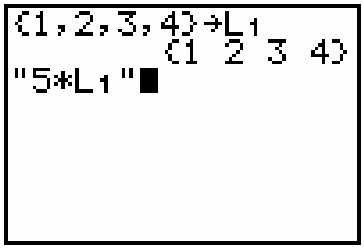
[ALPHA] [+]



Als Drittbelegung über der [+]-Taste, die mit der [ALPHA]-Taste zu erreichen ist, stehen die Anführungsstriche. Mit ihnen muss gekennzeichnet werden, dass danach eine Termangabe folgen wird.

Termeingabe beenden

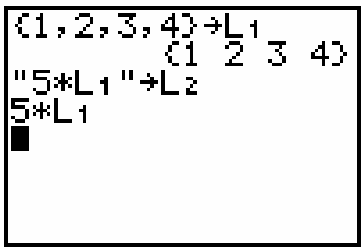
[5] [×] [2nd] [1] [ALPHA] [+]



Nach den öffnenden Anführungszeichen kann ein nahezu beliebiger Term eingegeben werden. Die einzige Bedingung ist hier, dass er in der Auswertung eine Liste ergeben muss.

Term z weisen

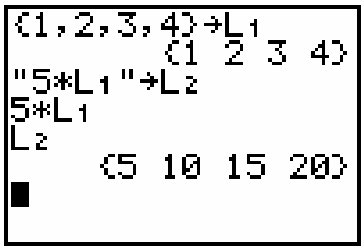
[STO▸] [2nd] [2] [ENTER]



Nachdem **L2** der eingegebene Term zugewiesen wurde, reagiert der TI-84 erst einmal mit der Ausgabe des Terms selber. Um den Inhalt von **L2** zu sehen...

Liste anzeigen

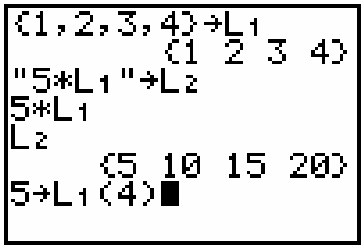
[2nd] [2] [ENTER]



...ist es nötig, den Listennamen einzugeben und eine Auswertung vorzunehmen. Hier ist zu erkennen, dass die Einträge der Liste **L1** jeweils mit 5 multipliziert wurden.

Listeneintrag z weisen

[5] [STO▸] [2nd] [1] [(] [4] [)]



Will man einen Listeneintrag direkt ändern, so ist hinter dem Listennamen die entsprechende Position in Klammern anzugeben...

© Schumann`s Verlagshaus

...UND TERME

...und werten die Liste $L2$ erneut aus. Speichern Sie das Vierfache von $L1$ in $L2$, ändern Sie den Eintrag 1 in $L1$ auf -1 und sehen Sie sich die Liste $L2$ wiederum an.

Listeneintrag speichern

[ENTER]

...und die Zuweisung mit der [ENTER]-Taste auszuführen. Man beachte, dass der TI-84 hier nur den neuen Wert, nicht aber die veränderte Liste anzeigt.

```
          {1 2 3 4}
"5*L1"→L2
5*L1
L2
     {5 10 15 20}
5→L1(4)
                 5
```

Liste anzeigen

[2nd] [2] [ENTER]

Wird die zweite Liste nun erneut aufgerufen, so zeigt sich, dass mithilfe der Verbindung zur Liste 1 über den Term, diese Liste nun ebenfalls aktualisiert wurde. Eine Änderung in **L1** wirkt sich nun also automatisch auf **L2** aus.

```
5*L1
L2
     {5 10 15 20}
5→L1(4)
                 5
L2
     {5 10 15 25}
```

Term z weisen

[ALPHA] [+] [4] [×] [2nd] [1] [ALPHA] [+] [STO▸] [2nd] [2] [ENTER]

Soll der Term, der einer Liste zugewiesen ist verändert werden, so geht das nur über eine komplette Neueingabe. Dabei wird wieder nur der eingegebene Term angezeigt...

```
     {5 10 15 20}
5→L1(4)
                 5
L2
     {5 10 15 25}
"4*L1"→L2
4*L1
```

Liste anzeigen

[2nd] [2] [ENTER]

...sodass über den Listennamen der Inhalt erkundet werden muss. Es zeigt sich, dass hier ebenfalls eine sofortige Aktualisierung mithilfe des neu eingegebenen Terms erfolgt ist.

```
                 5
L2
     {5 10 15 25}
"4*L1"→L2
4*L1
L2
      {4 8 12 20}
```

Listeneintrag eingeben

[(-)] [1] [STO▸] [2nd] [1] [(] [1] [)] [ALPHA] [.]

Da es etwas mühsam ist, erst den Eintrag zu ändern und dann noch einmal die Liste aufzurufen, kann man auch zwei oder mehrere Anweisungen an den TI-84 in einer Zeile angeben. Dazu gibt es als Drittbelegung der [.]-Taste...

```
                 5
L2
     {5 10 15 25}
"4*L1"→L2
4*L1
L2
      {4 8 12 20}
-1→L1(1):
```

Liste anzeigen

[2nd] [2] [ENTER]

...den Doppelpunkt, der mehrere Anweisungen in einer Zeile voneinander trennt. Angezeigt wird dann nur das Ergebnis der letzten Anweisung, hier die Liste **L2**.

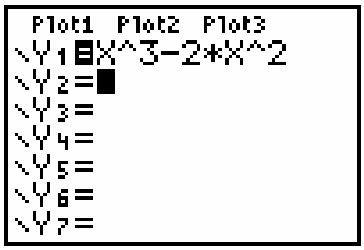
```
     {5 10 15 25}
"4*L1"→L2
4*L1
L2
      {4 8 12 20}
-1→L1(1):L2
     {-4 8 12 20}
```

KLEINSTER UND GRÖßTER WERT EINER LISTE

Erzeugen Sie für die Funktion f mit dem Funktionsterm $f(x) = x^3 - 2x^2$ eine Liste der Funktionswerte im Intervall $[-2, 2]$ mit der Schrittweite $0{,}5$ und ermitteln Sie den kleinsten und größten Wert der Liste.

Term speichern

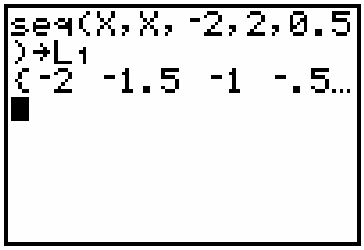
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[Y=] $x^3 - 2x^2$ [ENTER]



Wir initialisieren erst den TI-84 und speichern dann den Funktionsterm im **Y=** Editor als **Y1** ab.

seq a führen

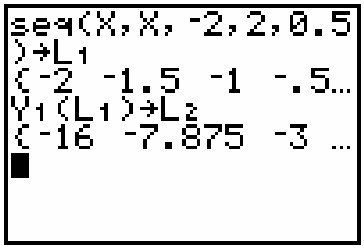
[2nd] [MODE] [2nd] [STAT] ▶ [5] x [,] x [,] [(-)] [2] [,] [2] [,] [0] [.] [5] [)] [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]



Mittels des **sequence**-Befehls **seq** erzeugen wir die Liste der Argumente für das vorgegebene Intervall.

F nktionswerte berechnen

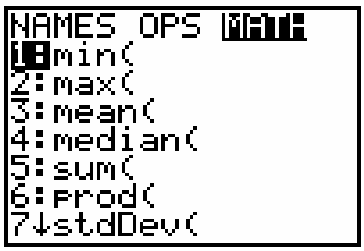
[VARS] ▶ [ENTER] [ENTER] [(] [2nd] [1] [)] [STO▸] [2nd] [2] [ENTER]



Mit dieser Liste **L1** berechnen wir nun die Funktionswerte zum gespeicherten Funktionsterm **Y1** und speichern die Ergebnisse in einer neuen Liste **L2**.

LIST/MATH öffnen

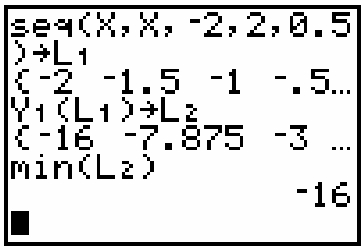
[2nd] [STAT] ▶ ▶



Im **LIST**-Menü gibt es ein Untermenü mit mathematischen Operationen extra für Listen. Als ersten Eintrag im **MATH**-Untermenü gibt es den Befehl **min**...

min a führen

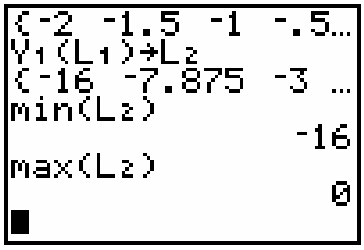
[ENTER] [2nd] [2] [)] [ENTER]



...der als Argument natürlich eine Liste verlangt und dann das kleinste Element dieser Liste als Ergebnis auf dem Bildschirm darstellt.

max a führen

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [2] [2nd] [2] [)] [ENTER]

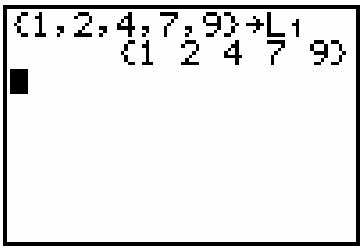


In der entsprechenden Befehlsreihenfolge kann man sich den **max**-Befehl als zweiten Eintrag aus dem **LIST/MATH**-Untermenü herausholen und ausführen.

© Schumann`s Verlagshaus

ARITHMETISCHES MITTEL UND MEDIAN

Liste speichern



[2nd] [MODE] [CLEAR] $\{1, 2, 4, 7, 9\}$ [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]

Beim Speichern einer Variablen wird deren Inhalt überschrieben, es gibt hier also keine Probleme mit alten Definitionen. Somit reicht es, den **HOME**-Screen zu löschen. Danach wird die Liste eingegeben und unter **L1** abgespeichert.

LIST/MATH öffnen

[2nd] [STAT] ▶ ▶

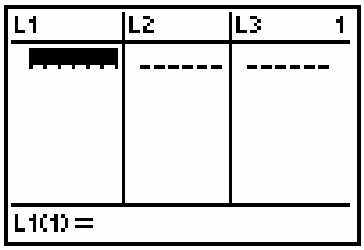
DATEN EINZELN EINGEBEN...

Geben Sie in den Listeneditor zunächst die beiden folgenden Datensätze ein:
$L1:\{0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 4.8\}$ und $L2:\{-2.1, 0.3, 1.5, 2.0, 2.4\}$...

Listeneditor Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR] [STAT]
[ENTER] **oder** [1]

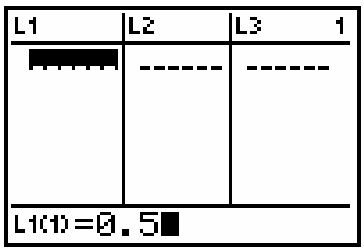
Mit der gewohnten Tastenkombination löschen wir den **RAM**-Speicher des TI-84 und öffnen aus dem **STAT**-Menü den Listeneditor, der sich gleich hinter dem Eintrag 1 **Edit** befindet.



Wert eingeben

[0] [.] [5]

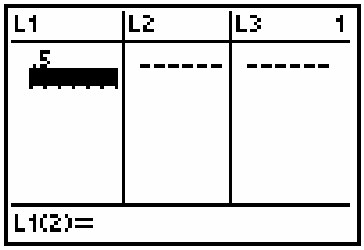
Der Bildschirm zeigt drei Spalten, in denen jeweils die Standardnamen **L1** bis **L3** des TI-84 zu sehen sind. Natürlich ist hier zunächst alles leer und der Cursor befindet sich in der ersten Position von **L1**. In der untersten Zeile...



Eingabe beenden

[ENTER]

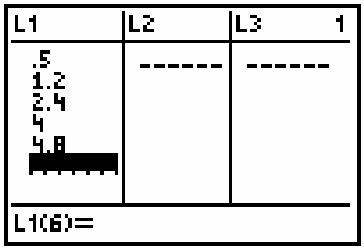
...kann der entsprechende Wert direkt eingegeben und mit [ENTER] an die markierte Position in der Spalte übernommen werden. Der Cursor springt dabei auf die nächste freie Position in der ersten Spalte.



Wert speichern

[1] [.] [2] [ENTER] [2] [.] [4] [ENTER] [4] [.] [0] [ENTER] [4] [.] [8] [ENTER]

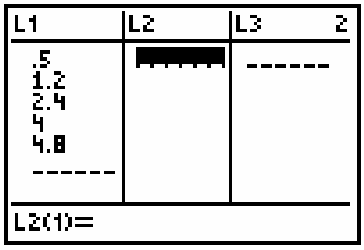
So können alle Werte nacheinander eingetragen und dadurch in eine Liste übernommen werden. Die gestrichelte Linie unter der Markierung des Cursors zeigt an, dass hier eine freie Position für die nächste Eingabe ist.



Liste wechseln

▶

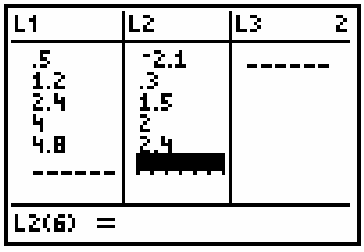
Mit der ▶-Taste kann man in die benachbarte Spalte wechseln. Der Cursor springt dabei zur ersten freien Position, an der ein Wert eingegeben werden kann, angezeigt wieder durch die gestrichelte Linie. Man beachte, dass rechts oben nun eine **2** für die zweite Spalte angezeigt wird.



Wert speichern

[(-)] [2] [.] [1] [ENTER] [0] [.] [3] [ENTER] [1] [.] [5] [ENTER] [2] [.] [0] [ENTER] [2] [.] [4] [ENTER]

So kann auch die zweite Spalte aufgefüllt und damit die 2. Liste definiert werden.



© Schumann`s Verlagshaus

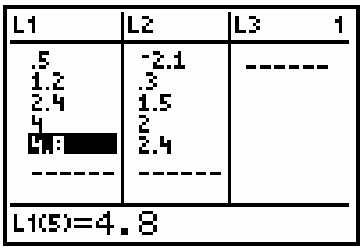
...EDITIEREN UND LÖSCHEN

... und ändern Sie danach den letzten Eintrag von $L1$ zu 5.2. Löschen Sie dann erst den letzten Eintrag von $L2$ und danach sämtliche anderen Einträge von $L2$.

Eintrag markieren

◀ ▲

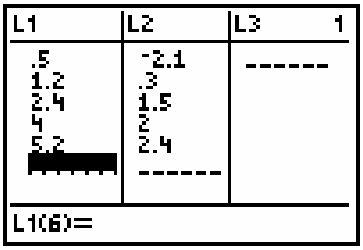
Soll in einer Liste eine Veränderung vorgenommen werden, so muss der entsprechende Eintrag erst mit dem Cursor markiert werden. Sein Wert erscheint nun in der untersten Zeile...



Wert speichern

[5] [.] [2] [ENTER]

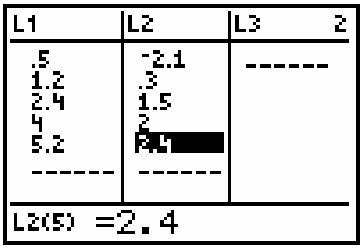
...in die man den neuen Wert direkt einschreiben kann. Solange man mit [ENTER] diesen Wert nicht übernimmt, verbleibt der Cursor in der Zeile und man kann den Wert noch verändern.



Eintrag markieren

▶ ▲

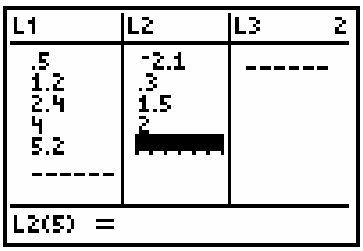
Auch zum Löschen eines Eintrags muss dieser erst mithilfe der Cursor-Tasten markiert werden.



Eintrag löschen

[DEL]

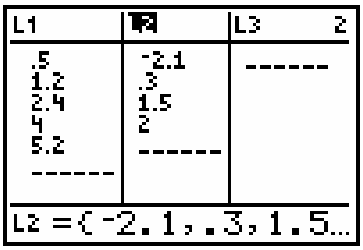
Mit der [DEL]-Taste wird die markierte Position in der Liste gelöscht. Handelt es sich nicht um den letzten Eintrag, so rutschen alle Tieferen eine Position hoch.



Listenname markieren

▲ **(5 mal)**

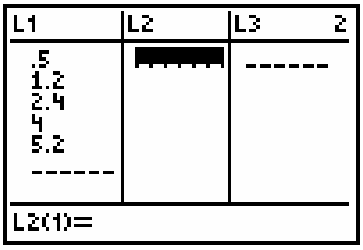
Beabsichtigt man, alle Einträge einer Liste zu löschen, so muss dafür der Listenname in der obersten Zeile markiert werden. Dadurch wird die Liste unten komplett angezeigt, sodass...



Listenelemente löschen

[CLEAR] [ENTER]

... nun die ganze Zeile löscht, und das Löschen der Listeneinträge dann mit [ENTER] vollendet wird.



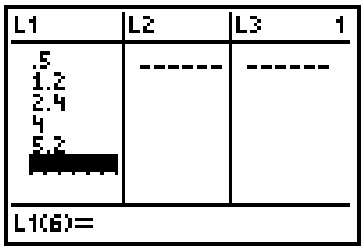
EINE LISTE LÖSCHEN UND WIEDERHERSTELLEN

Geben Sie die Werte $\{0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 5.2\}$ im Listeneditor unter dem Namen $L1$ ein.
Löschen Sie dann die komplette Liste und stellen Sie diese wieder her.

Wert speichern

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[STAT] [ENTER] [0] [.] [5] [ENTER]
[1] [.] [2] [ENTER] [2] [.] [4] [ENTER]
[4] [.] [0] [ENTER] [5] [.] [2] [ENTER]

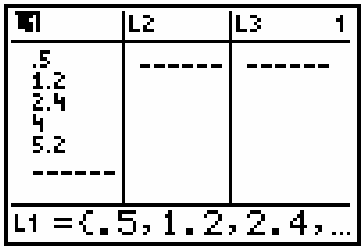
Nach dem Startzustand geben wir die Liste ein.



Listenname markieren

▲ **(6 mal)**

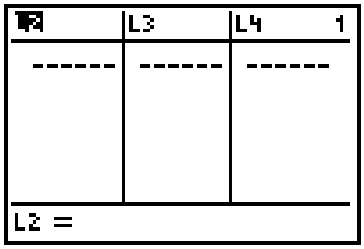
Mit der ▲-Taste markieren wir den Listennamen...



Liste löschen

[DEL]

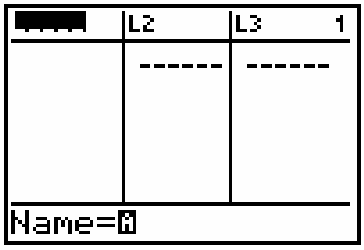
...um danach mit der [DEL]-Taste die gesamte Liste, also Einträge und Namen zu löschen. In der Darstellung auf dem Bildschirm rücken alle anderen Listen eine Spalte nach links. Allerdings ist **L1** nur aus dem Editor gelöscht.



Liste einfügen

[2nd] [DEL]

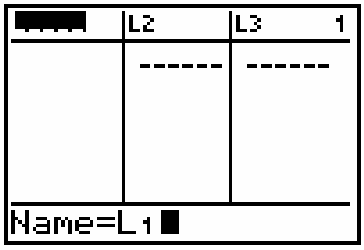
Mit dem Insert-Befehl **Ins** können wir eine leere Spalte an der Cursor-Position erzeugen, die auch noch einen Listennamen zu bekommen hat. Angezeigt wird es dadurch, dass unten **Name=** steht und der Cursor für Buchstaben bereit ist.



Listenname a swählen

[2nd] [STAT] [ENTER]

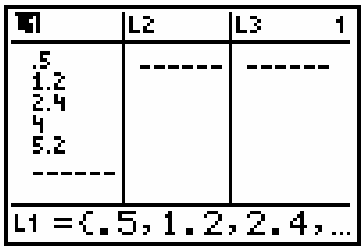
Weil wir keinen neuen Namen haben möchten, sondern die alte Liste **L1** wiederherstellen wollen, müssen wir erst aus dem **LIST**-Menü den Namen **L1** auswählen...



Liste erze gen

[ENTER]

...um ihn dann zu übernehmen, wobei alle Einträge wieder erscheinen. **L1** wurde also nur aus dem Editor, nicht aber aus dem Speicher gelöscht!



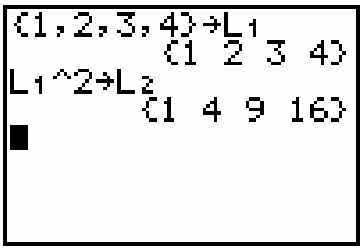
© Schumann`s Verlagshaus

LISTENWERTE GRAFISCH DARSTELLEN...

Speichern Sie alle natürlichen Zahlen von 1 bis 4 in einer Liste mit dem Namen $L1$ und deren Quadrate in einer Liste mit dem Namen $L2$. Stellen Sie danach die Quadrate in Abhängigkeit von den natürlichen Zahlen grafisch dar.

Liste speichern

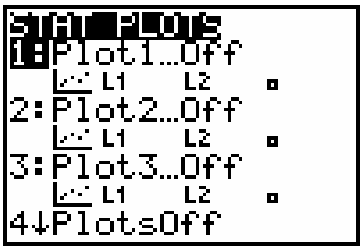
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
{1, 2, 3, 4} [STO▸] [2nd] [1] [ENTER] [2nd] [1] [^] [2] [STO▸] [2nd] [2] [ENTER]



Wir löschen erst den **RAM**-Speicher und geben dann die beiden Listen ein.

STAT PLOT öffnen

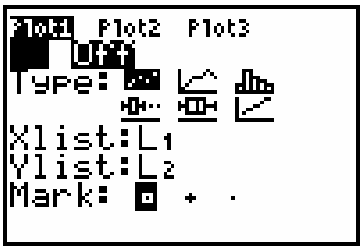
[2nd] [Y=]



Als Zweitbelegung über dem **Y=** Editor befindet sich das Menü **STAT PLOT** zum Bearbeiten der Darstellung eines statistischen Plots. Insgesamt drei davon, bezeichnet als **Plot1** bis **Plot3**, kann der TI-84 anzeigen. Alle sind zunächst auf **Off** geschaltet, werden also im Grafikfenster momentan nicht dargestellt.

Plot1 öffnen

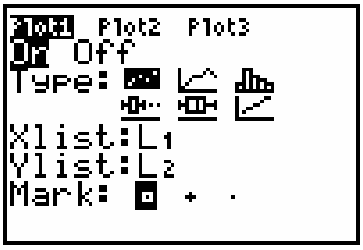
[ENTER]



Der markierte Plot wird mittels [ENTER] geöffnet, wobei ein weiteres Untermenü erscheint, das verschiedene Auswahlmöglichkeiten zur grafischen Darstellung bietet. Wir wollen aber die Standardeinstellungen beibehalten.

Plot1 a swählen

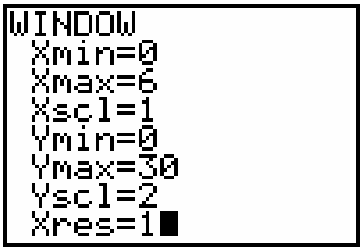
[ENTER]



Standardmäßig sind alle statistischen Plots abgeschaltet. Der Cursor steht nun auf dem Eintrag **On**, den wir mit der [ENTER]-Taste aktivieren. Man sieht, wie nun **Off** normal und **On** invertiert dargestellt wird.

Grafikfenster einstellen

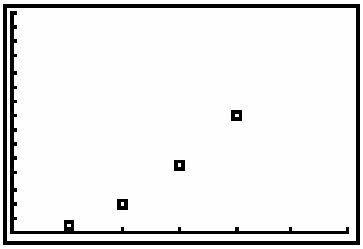
[WINDOW] Parameter:
Xmin = 0; Xmax = 6; Xscl = 1
Ymin = 0; Ymax = 30; Yscl = 2; Xres=1.



Natürlich müssen auch für statistische Plots die Parameter des Grafikfensters besonders angepasst werden...

Grafik zeichnen

[GRAPH]



...bevor der Plot gezeichnet wird. Man erkennt hier als Markierung der Daten das Kästchen, wie es oben standardmäßig vorgegeben ist. Als Abszissen-Werte werden die Einträge von **L1** und als Ordinaten-Werte die von **L2** verwendet. Diese sind oben in **Xlist** und **Ylist** ebenfalls als Standard vorgegeben.

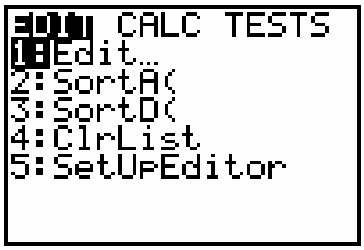
...ERGÄNZEN UND SCANNEN

Ergänzen Sie im Listeneditor $L1$ um den Eintrag 5 und $L2$ um den Eintrag 25.
Stellen Sie die neuen Datensätze grafisch dar und scannen Sie die Punkte.

Listeneditor markieren

STAT

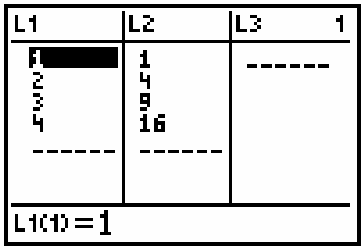
Im STAT-Menü sind verschiedene Optionen zur Bearbeitung von Listen zusammengefasst. Insbesondere gibt es im **EDIT**-Untermenü ein weiteres Untermenü namens **Edit**...



Listeneditor öffnen

ENTER

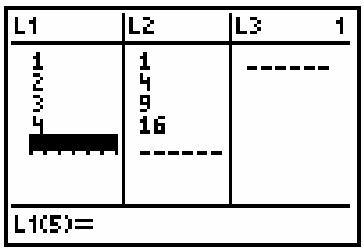
...das einen Bildschirm zeigt, auf dem standardmäßig die Listen **L1** bis **L3** als Spalten mit ihren Einträgen, sofern vorhanden, dargestellt werden. Der Cursor steht auf dem ersten Eintrag von **L1**, dessen Wert unten angezeigt wird.



Position markieren

▼ **(4 mal)**

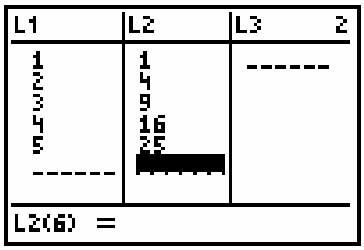
Unterhalb des letzten Eintrags einer jeden Liste ist durch eine gestrichelte Linie eine freie Position angezeigt. Dorthin bewegt man den Cursor, um ein weiteres Element eingeben zu können...



Wert speichern

5 ENTER ▲ ▶ 2 5 ENTER

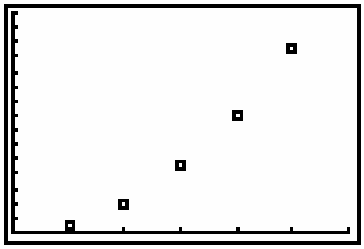
...das in die unterste Zeile eingetippt und mit ENTER in die Liste übernommen wird, wobei der Cursor eine Position weiterspringt. Entsprechend wird auch in **L2** ein weiteres Element eingefügt...



Graf zeichnen

GRAPH

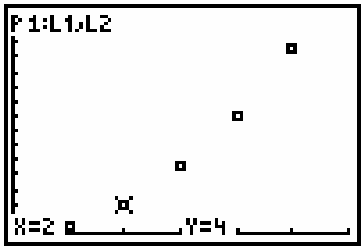
...sodass nun mit der GRAPH-Taste die erweiterten Listen grafisch angezeigt werden können. Um sich die Werte der einzelnen Einträge anzusehen, kann man auch in diesem Modus die TRACE-Option verwenden...



TRACE a sführen

TRACE ▶

...wobei links oben angezeigt wird, um welchen der drei statistischen Plots es sich handelt (**P1:**) und welche Listen jeweils die **x**-Werte und **y**-Werte der dargestellten Punkte definieren (**L1**, **L2**). Unten stehen dann die Koordinaten.



© Schumann`s Verlagshaus

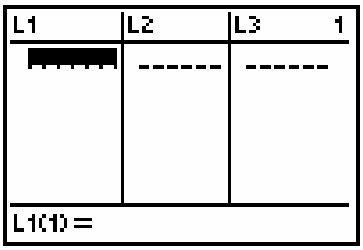
QUADRATISCHE...

Geben Sie in den Listeneditor für $L1$ die natürlichen Zahlen 1 bis 5 ein und definieren Sie als $L2$ das Quadrat der Liste $L1$. Zeichnen Sie die Daten...

Listeneditor öffnen

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[STAT] [ENTER]

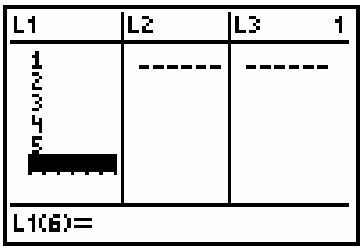
Um eine einheitliche Darstellung zu gewährleisten, wird erst der **RAM**-Speicher des TI-84 gelöscht. Danach wird der Listeneditor geöffnet, der nun natürlich keine Einträge mehr enthält. Der Cursor steht in Position 1 von **L1**.



Wert speichern

[1] [ENTER] [2] [ENTER] [3] [ENTER] [4] [ENTER] [5] [ENTER]

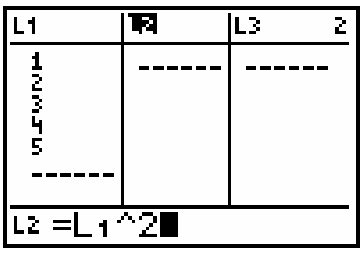
Die einzelnen Werte werden in die unterste Zeile geschrieben und von dort mit [ENTER] an die markierte Position der Liste übernommen. Solange der Cursor noch in der untersten Zeile steht, kann die Eingabe editiert werden.



Term eingeben

[▶] [▲] [2nd] [1] [^] [2] [ENTER]

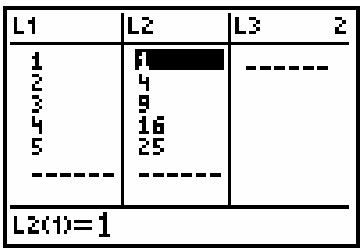
Mit der ▲-Taste kann aus der ersten Position heraus der entsprechende Listenname markiert werden. Er erscheint nun in der untersten Zeile. Damit kann zum Beispiel auch ein Term zur Erzeugung eingegeben werden.



Liste erze gen

[ENTER]

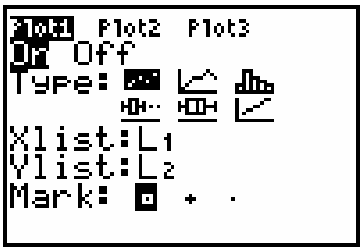
Ist der Term, der natürlich als Ergebnis eine Liste liefern muss, in der Eingabezeile definiert, so wird die neue Liste mit [ENTER] erzeugt und die Positionen entsprechend aufgefüllt.



Plot1 a swählen

[2nd] [Y=] [ENTER] [ENTER]

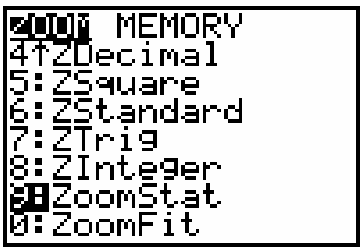
Im **STAT PLOT**-Menü wird erst der **Plot1** mit [ENTER] geöffnet und dann mit einem weiteren [ENTER] in den Status **On** (schwarz hinterlegt) geschaltet.



ZoomStat markieren

[ZOOM] [▲] [▲]

Statt die Parameter des Grafikfensters per Hand einzustellen, können wir aus dem **ZOOM**-Menü auch **ZoomStat** auswählen...

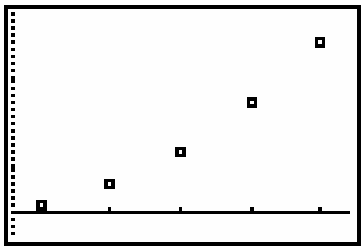


...REGRESSION

...und ermitteln Sie danach eine quadratische Ausgleichskurve.
Stellen Sie diese gemeinsam mit den Daten grafisch dar.

ZoomStat a sführen

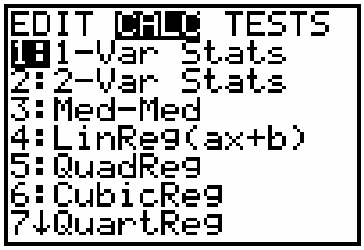
ENTER



...das die Achseneinteilung automatisch an die in den beiden Listen gegebenen Werte anpasst. Dies ist sicher der schnellste Weg zu einem statistischen Grafen in übersichtlicher Darstellung.

CALC öffnen

STAT ▶



Im **STAT**-Menü gibt es ein weiteres Untermenü, in dem die ganzen Befehle zur numerischen Bearbeitung von Listendaten zusammengefasst sind. An Position **5** erkennen wir die Abkürzung **QuadReg** für eine quadratische Ausgleichskurve...

Q adReg belegen

5 2nd 1 , 2nd 2 ,

...die natürlich Listen für die unabhängige und die abhängige Variable erfordert. Mit den beiden Listen könnte der Befehl ausgeführt werden. Da wir die Kurve aber auch noch zeichnen wollen...

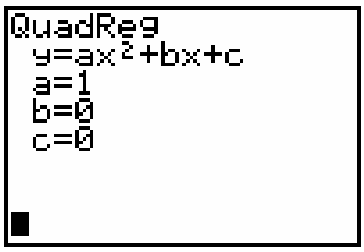
Grafikvariable a swählen

VARS ▶ ENTER ENTER

...setzen wir erst noch ein Komma und holen dann aus dem **Y-VARS**-Untermenü den Namen der Grafikvariable Y1, unter der das Ergebnis der Berechnung gespeichert werden soll.

Q adReg a sführen

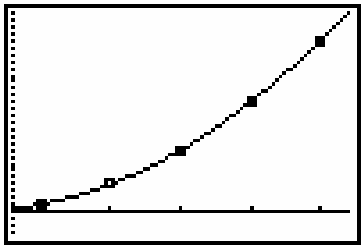
ENTER



Nach einem weiteren ENTER stellt der TI-84 nun auf dem **HOME**-Screen den allgemeinen Ansatz und seine berechneten Parameter dar. Da wir Quadrate in **L2** eingegeben haben, ist das Ergebnis nicht verwunderlich.

Graf zeichnen

GRAPH



Durch die GRAPH-Taste nach der Ausführung der Ausgleichsrechnung wird letztendlich die Kurve gemeinsam mit den Datenpunkten gezeichnet.

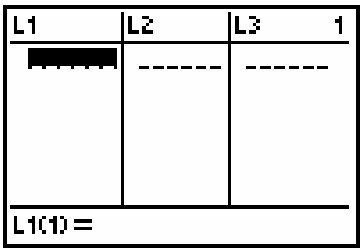
© Schumann`s Verlagshaus

LINEARE REGRESSION I

Stellen Sie folgende Messdaten für die Stromstärke in mA: $\{42, 79, 123, 135, 201, 228\}$ und die Spannung in V: $\{2, 4, 6, 8, 10, 12\}$ grafisch in einem Strom-Spannungs Diagramm dar...

Listeneditor Startz stand

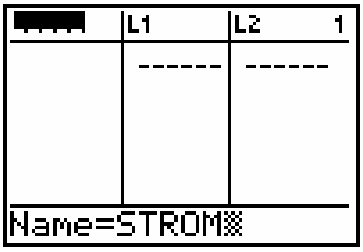
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[STAT]
[ENTER] **oder** [1]



Nach dem **HOME**-Startzustand öffnen wir den Listeneditor.

Listennamen eingeben

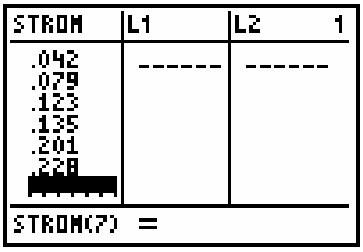
▲ [2nd] [DEL] [LN] [4] [×] [7] [÷]



Die beiden Messwertlisten sollen benannt werden. Daher fügen wir zunächst eine neue Spalte ein, wobei der TI-84 automatisch in die Eingabezeile und in den Modus für Buchstaben schaltet. Mit den Drittbelegungen der entsprechenden Tasten bezeichnen wir die erste Liste mit **STROM**...

Liste eingeben

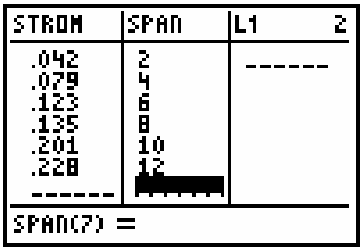
[ENTER] ▼ 0.042, 0.079, 0.123, 0.135, 0.201, 0.228



...und geben danach die Werte ein, allerdings nicht in der Einheit mA sondern wir verändern die Einheit zu Ampere und dem entsprechend auch die Werte.

Liste eingeben

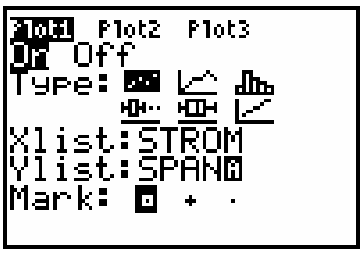
▶ ▲ [2nd] [DEL] [LN] [8] [MATH] [LOG] [ENTER] ▼ 2, 4, 6, 8, 10, 12



Auch für die Liste der Spannungswerte definieren wir erst den Namen **SPAN** über die Drittbelegung der entsprechenden Tasten. Danach werden die Zahlenwerte in die Liste eingetragen.

Plot1 definieren

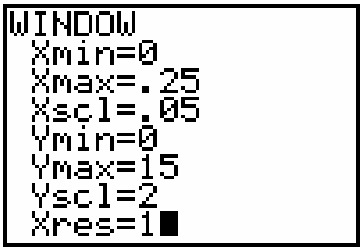
[2nd] [Y=] [ENTER] [ENTER] ▼ ▼ [LN] [4] [×] [7] [÷] [ENTER] [LN] [8] [MATH] [LOG]



Über das **STAT PLOT** Menü wird der **Plot1** als Scatter-Plot mit den beiden Listen **STROM** und **SPAN** definiert. Ein Quadrat soll die Punkte kennzeichnen.

Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = 0; Xmax = 0.25; Xscl = 0.05
Ymin = 0; Ymax = 15; Yscl = 2; Xres=1.



Das Grafikfenster wird entsprechend den Listenwerten eingestellt…

VARIATIONEN, KOMBINATIONEN...

Geben Sie für 10 unterscheidbare Objekte die Anzahl der Variationen und Kombinationen von 4 Objekten an...

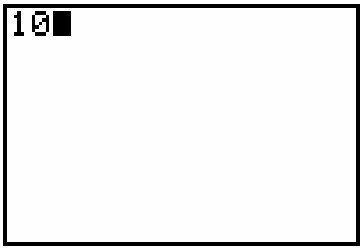
HOME-Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

Obwohl wir nicht mit Variablen arbeiten werden, ist es von Zeit zu Zeit sinnvoll, den **HOME**-Startzustand herzustellen.

Zahl eingeben

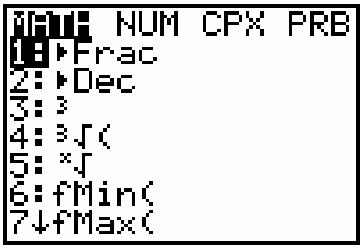
[1] [0]



Die Berechnung der Variation **nPr** ist als Infix-Notation realisiert. Sie erfordert daher ein Argument als Eingabe vor dem Befehl und ein Argument nach dem Befehl. Als Erstes wird die Anzahl der unterscheidbaren Objekte eingegeben...

MATH öffnen

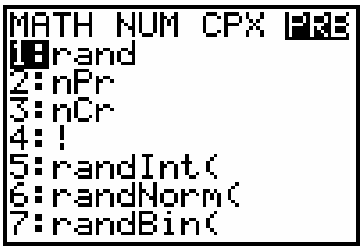
[MATH]



...dann das **MATH**-Menü geöffnet, in dem weitere Untermenüs vorhanden sind, wie die erste Zeile anzeigt. Wir benötigen für diese Aufgabenstellung...

PRB öffnen

▶ **(3 mal)**

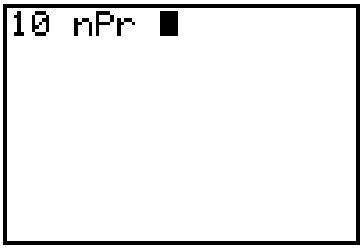


...das Untermenü **PRB**. In ihm sind einige Befehle für numerische Rechnungen im Zusammenhang mit stochastischen Fragestellungen zusammengestellt.

Variation a swählen

▼

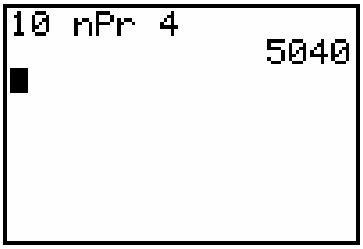
[ENTER] **oder** [2]



Entweder wird der Befehl **nPr** zur Berechnung der Variation erst markiert und dann mit [ENTER] ausgewählt oder gleich über die Schnelleingabe [2] auf den Bildschirm geholt.

Variation a swerten

[4] [ENTER]



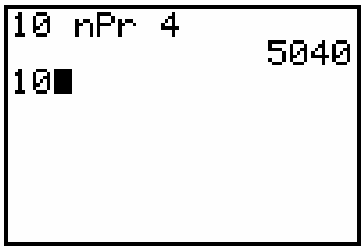
Nun fehlt nur noch das zweite Argument (hier die Anzahl der auszuwählenden Objekte: **4**) und die Anzahl der Variationen wird nach dem [ENTER] ermittelt.

...UND PERMUTATIONEN

...und bestimmen Sie auch die Anzahl der Permutationen von 4 unterscheidbaren Objekten.

Zahl eingeben

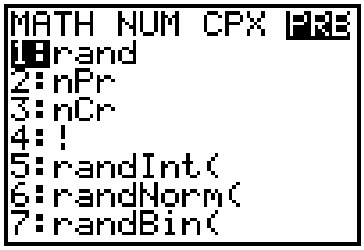
[1] [0]



Auch die Anzahl der Kombinationen wird über eine Infix-Notation berechnet. Daher erfolgt als erstes wieder die Eingabe der Gesamtzahl unterscheidbarer Objekte...

PRB öffnen

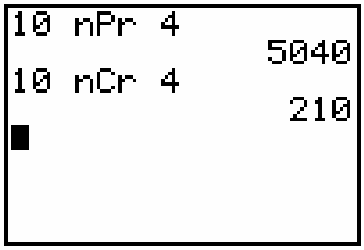
[MATH] ▶ ▶ ▶



...dann wird erneut das **PRB**-Untermenü aus dem **MATH**-Menü geöffnet...

Kombination a swerten

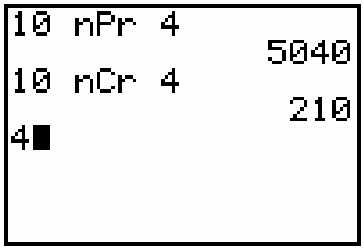
▼ ▼ [ENTER] [4] [ENTER]



...der Befehl für die Anzahl der Kombinationen **nCr** markiert und ausgewählt. Und schließlich nach dem zweiten Argument mittels [ENTER] ausgewertet.

Zahl eingeben

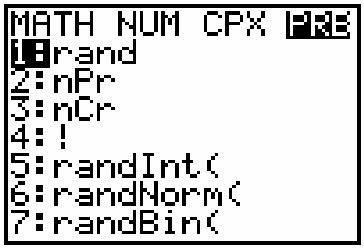
[4]



Die Fakultätsberechnung ist als Postfix-Notation ausgelegt. Das bedeutet also, dass erst die Anzahl der Objekte eingegeben werden muss, deren Permutation man berechnen möchte...

PRB öffnen

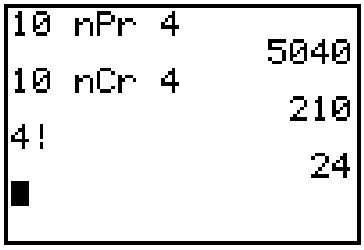
[MATH] ▶ ▶ ▶



...dann das **MATH/PRB**-Untermenü geöffnet wird...

Perm tation a swerten

▼ ▼ ▼ [ENTER] [ENTER]



...das Operationszeichen ausgewählt und schließlich der Ausdruck ausgewertet.

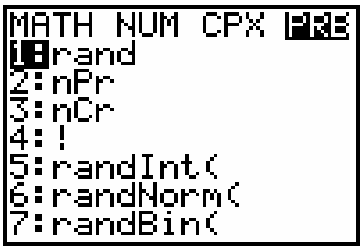
© Schumann`s Verlagshaus

ZUFALLSVERSUCH: WÜRFELN

Simulieren Sie zwei Versuchsreihen für das zehnmalige Werfen eines Laplace-Würfels.

PRB öffnen

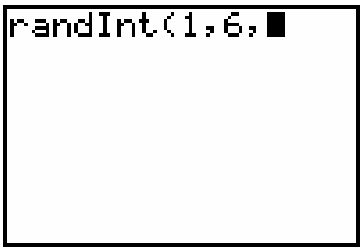
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[MATH] ▶ ▶ ▶



Wir löschen erst den **RAM**-Speicher und öffnen danach das **MATH/PRB**-Menü.

Grenzen eingeben

▼ ▼ ▼ ▼ [ENTER] [1] [,] [6] [,]



Ganzzahlige Zufallszahlen zwischen **1** und **6** sollen erzeugt werden. Dies macht der Befehl **randInt** für uns, wenn wir ihm den unteren Wert und den oberen Wert als Grenzen eingeben.

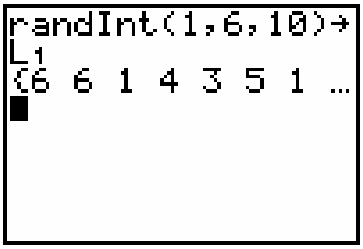
randInt belegen

[1] [0] [)] [STO▸] [2nd] [1]

Bekommt er dann als drittes Argument noch optional die Anzahl der Versuche eingegeben, so erzeugt der Befehl eine Liste statt einer einzigen Zufallszahl, die wir auch noch unter dem Namen **L1** speichern wollen.

randInt a sführen

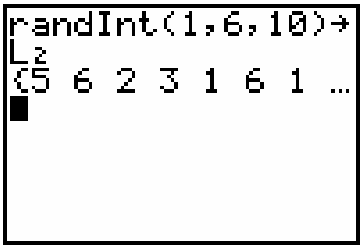
[ENTER]



Mit diesen Eingaben können wir nun die erste Serie erzeugen und abspeichern. [ENTER] erledigt genau das, wobei die Liste auf dem Bildschirm dargestellt wird.

randInt a sführen

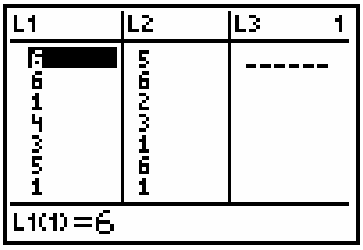
[CLEAR] [2nd] [ENTER] ◀ [2nd] [2] [ENTER]



Für die zweite Serie geben wir die ganze Befehlssequenz nicht neu ein, sondern verwenden den **ENTRY**-Speicher, um sie wieder auf den Bildschirm zu holen. Wir müssen ja lediglich den Listennamen austauschen.

STAT/EDIT öffnen

[STAT] [ENTER]

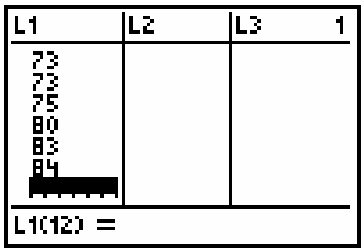


Um sich diese Zufallslisten nun anzusehen, kann man den Listeneditor mittels **STAT/Edit** öffnen und gegebenenfalls die Einträge mit dem Cursor markieren.

STATISTISCHE LAGE- UND STREUMAßE I

Berechnen Sie für die folgende Liste von Massen in Kilogramm einer männlichen Sportmannschaft die statistischen Lage- und Streumaße direkt:
{62, 65, 65, 69, 71, 73, 73, 75, 80, 83, 84}...

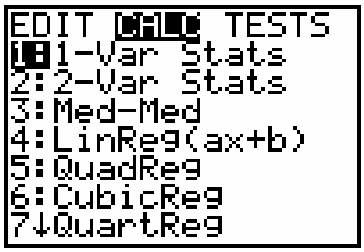
Liste eingeben



[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[STAT]
[ENTER] **oder** [1]
62, 65, 65, 69, 71, 73, 73, 75, 80, 83, 84

Nach dem **HOME**-Startzustand geben wir die Liste im Listeneditor ein.

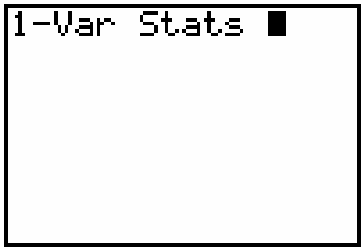
CALC öffnen



[STAT] ▶

Im **STAT**-Menü existiert das **CALC** Untermenü, in dem Befehle zur statistischen Analyse von Datensätzen zusammengefasst sind. Gleich der erste Eintrag in der Liste...

1-Var Stats a swählen



[ENTER] **oder** [1]

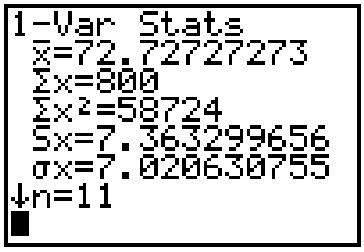
...ist der Befehl **1-Var Stats**, der für eine monovariable (daher 1-Var) Liste von Werten die verschiedenen Lage- und Streumaße der Statistik berechnet.

1-Var Stats belegen

[2nd] [1]

Dazu wird natürlich die Liste der Werte als erstes Argument benötigt, die wir unter dem Namen **L1** abgespeichert haben. Durch ein Komma getrennt könnte noch eine Liste der Häufigkeiten angegeben werden, mit denen die Werte in der Liste **L1** auftreten. Dies ist aber für unser Beispiel nicht nötig...

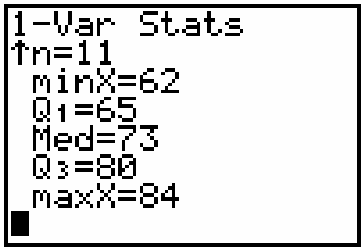
1-Var Stats a swerten



[ENTER]

...sodass mit [ENTER] die Auswertung der Daten direkt vorgenommen werden kann. Angezeigt werden daraufhin verschiedene Daten, wobei der Pfeil links unten andeutet, dass noch weitere Werte vorhanden sind. Es handelt sich um den Mittelwert, dann um die Summen der Listenwerte, bzw. deren Quadrate.

Bildschirm anzeigen



▼ **(5 mal)**

Es folgt die Standardabweichung der Stichprobe und die der Grundgesamtheit. Die Anzahl der Werte ist auf beiden Schirmen zu sehen, danach dann der minimale Wert der Liste, das erste Quartil, der Zentralwert, das dritte Quartil sowie der maximale Listenwert.

© Schumann`s Verlagshaus

STATISTISCHE LAGE- UND STREUMAßE II

...und danach die statistischen Lage- und Streumaße mit Hilfe von Listenoperationen...

mean a sführen

[CLEAR] [2nd] [STAT] ▶ ▶ [3] [2nd] [1] [)] [STO▸] [ALPHA] [SIN] [ENTER]

```
mean(L1)→E
      72.72727273
```

Nachdem der Bildschirm gelöscht ist, holen wir aus dem **LIST/MATH**-Untermenü den **mean**-Befehl zur Bildung des arithmetischen Mittels und belegen ihn mit der Liste **L1**. Das Ergebnis wird unter dem Namen **E** gespeichert.

s m a sführen

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [5] [2nd] [1] [)] [ENTER]

```
mean(L1)→E
      72.72727273
sum(L1)
              800
```

Als Nächstes berechnen wir die Summe der Einträge in der Liste **L1** mithilfe des Befehls **sum** ebenfalls aus dem **LIST/MATH**-Untermenü.

s m a sführen

[CLEAR] [2nd] [ENTER] ◀ [^] [2] [)] [ENTER]

```
sum(L1^2)
            58724
```

Die Summe der Quadrate der Listeneinträge berechnen wir durch Editieren der vorherigen Eingabe. Dazu wird der Bildschirm erst gelöscht und dann über den **ENTRY**-Befehl die alte Eingabe zurückgeholt. Die schließende Klammer wird mit dem Quadrat überschrieben, der Befehl abgeschlossen und ausgeführt.

Liste speichern

[2nd] [STAT] ▶ [5] [(] [ALPHA] [SIN] [−] [2nd] [1] [(] [ALPHA] [x²] [)] [)] [^] [2] [,] [ALPHA] [x²] [,] [1] [,] [1] [1] [)] [STO▸] [2nd] [2] [ENTER]

```
sum(L1^2)
            58724
seq((E-L1(I))^2,
I,1,11)→L2
{115.0743802 59…
```

Wir speichern erst die quadratischen Abweichungen der einzelnen Listeneinträge zum arithmetischen Mittelwert **E** in der eigenen Liste **L2**. Dazu verwenden wir...

Standardabweich ng berechnen

[2nd] [x²] [1] [÷] [1] [0] [×] [2nd] [STAT] ▶ ▶ [5] [2nd] [2] [)] [)] [ENTER]

```
sum(L1^2)
            58724
seq((E-L1(I))^2,
I,1,11)→L2
{115.0743802 59…
√(1/10*sum(L2))
      7.363299656
```

...den **seq**-Befehl aus dem **LIST/OPS**-Untermenü um an die einzelnen Einträge der Liste **L1** zu kommen und wieder eine Liste zu erzeugen. Die Standardabweichung der Stichprobe ergibt sich als Wurzel der aufsummierten Quadrate...

Standardabweich ng berechnen

[CLEAR] [2nd] [ENTER]
◀ **(6 mal)**
[1] [ENTER]

```
√(1/11*sum(L2))
      7.020630755
```

...wobei die Anzahl der Einträge um eins reduziert wird und daher durch 10 geteilt wird. Für die Standardabweichung der Grundgesamtheit wird die gesamte Anzahl der Werte genommen, somit wird durch 11 geteilt.

STATISTISCHE LAGE- UND STREUMAßE III

...an geeignet definierten Listen.

min a führen

[CLEAR]
[2nd] [STAT] ▶ ▶ [1] [2nd] [1] [)] [ENTER]

```
min(L1)
                62
```

Den Minimalwert der Liste **L1** erhalten wir über den **min**-Befehl aus dem Untermenü **LIST/MATH**...

max a führen

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [2] [2nd] [1] [)] [ENTER]

```
min(L1)
                62
max(L1)
                84
```

...und ebenso den Maximalwert der Liste **L1** über den **max**-Befehl aus dem selben Untermenü **LIST/MATH**.

median a führen

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [4] [2nd] [1] [)] [ENTER]

```
min(L1)
                62
max(L1)
                84
median(L1)
                73
```

Auch der Zentralwert der Liste wird über das **LIST/MATH**-Untermenü berechnet, nämlich mit dem Befehl **median**, der ebenfalls als Argument eine Liste verlangt.

Liste speichern

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [5] [2nd] [1] [(] [ALPHA] [x²] [)] [,] [ALPHA] [x²] [,] [1] [,] [5] [)] [STO▸] [2nd] [3] [ENTER]

```
max(L1)
                84
median(L1)
                73
seq(L1(I),I,1,5)
→L3
{62 65 65 69 71}
```

Um das erste Quartil zu berechnen, dass den Zentralwert der ersten fünf Werte der Liste enthält, erzeugen wir mit **seq** erst einmal die Liste **L3** dieser Werte...

median a führen

[2nd] [STAT] ▶ ▶ [4] [2nd] [3] [)] [ENTER]

```
median(L1)
                73
seq(L1(I),I,1,5)
→L3
{62 65 65 69 71}
median(L3)
                65
```

...und bestimmen dann von dieser Liste den Zentralwert mittels **median** aus dem **LIST/MATH**-Untermenü. Das 1. Quartil gibt also an, unter welchem Wert 25 Prozent aller Listeneinträge liegen, bzw. oberhalb dessen 75 Prozent liegen, während das 3. Quartil der Wert ist, unterhalb von dem 75 Prozent der Einträge...

median a führen

[2nd] [STAT] ▶ [5] [2nd] [1] [(] [ALPHA] [x²] [)] [,] [ALPHA] [x²] [,] [7] [,] [1] [1] [)] [STO▸] [2nd] [4] [ENTER] [2nd] [STAT] ▶ ▶ [4] [2nd] [4] [)] [ENTER]

```
seq(L1(I),I,7,11
)→L4
{73 75 80 83 84}
median(L4)
                80
```

... bzw. oberhalb von dem 25 Prozent aller Listenwerte liegen.

© Schumann`s Verlagshaus

LISTENDATEN GRAFISCH...

Stellen Sie folgende Liste von Massen in Kilogramm einer männlichen Sportmannschaft:
{62, 65, 65, 69, 71, 73, 73, 75, 80, 83, 84}...

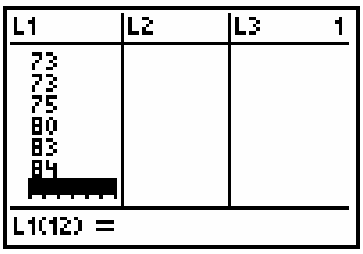
HOME Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]

Nach umfangreichen Arbeiten unter Verwendung von Variablen ist es sinnvoll, erst einmal wieder den **HOME**-Startzustand herzustellen.

Liste eingeben

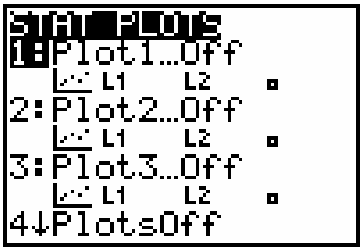
[STAT]
[ENTER] **oder** [1]
62, 65, 65, 69, 71, 73, 73, 75, 80, 83, 84



Wir öffnen zunächst den Listeneditor und geben die Zahlenwerte direkt in die Liste **L1** ein.

STAT PLOT öffnen

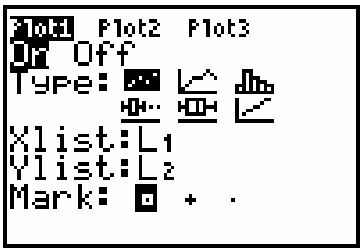
[2nd] [Y=]



Als Zweitbelegung der [Y=]-Taste ist das Menü **STAT PLOT** realisiert, in dem drei verschiedene statistische Plots definiert werden können. Sie sind zunächst alle deaktiviert (**Off**) und der **Plot1** ist markiert.

Plot1 aktivieren

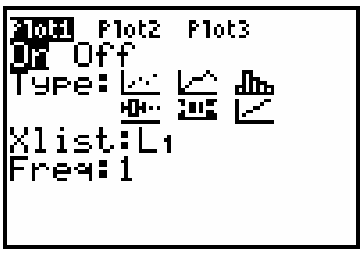
[ENTER] [ENTER]



Mittels [ENTER]-Taste wird ein Editor geöffnet, in dem die verschiedenen Optionen für statistische Plots festgelegt werden können. Zunächst einmal wird der **Plot1** aktiviert, indem ein weiteres [ENTER] auf **On** schaltet.

Type a swählen

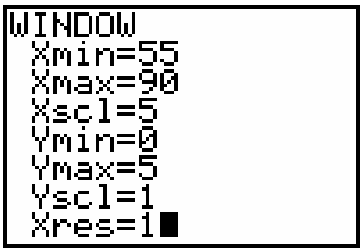
▼ ▶ ▶ ▶ ▶ [ENTER]



Von den sechs möglichen Darstellungsarten wollen wir den fünften Eintrag auswählen. Daher wird er zunächst markiert und dann per [ENTER] ausgewählt. Für die Liste der Daten ist **L1** und für die Häufigkeit **1** vorgegeben, das passt zur Aufgabe.

Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = 55; Xmax = 90; Xscl = 5
Ymin = 0; Ymax = 5; Yscl = 1; Xres=1.

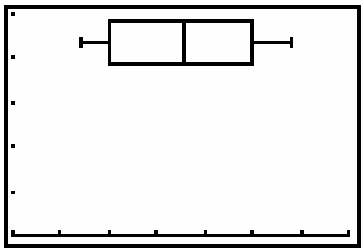


Jetzt muss noch das Grafikfenster geeignet eingestellt werden, wobei die Werte der **y**-Achse hier nicht relevant sind...

...ALS BOXPLOT DARSTELLEN

...grafisch in einem sogenannten Boxplot dar.

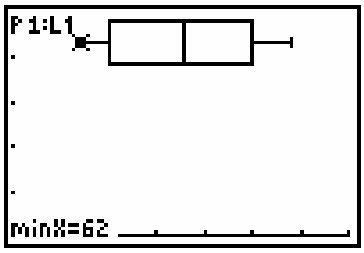
Graf zeichnen



GRAPH

...denn der TI-84 wählt automatisch eine vertikale Einteilung, die es gestattet, drei Boxplots untereinander darzustellen. Dabei wird **Plot1** ganz oben angezeigt, und zwar in der Form eines unterteilten Rechtecks mit Ausläufern links und rechts. Um die Bedeutung der grafischen Darstellung zu ergründen...

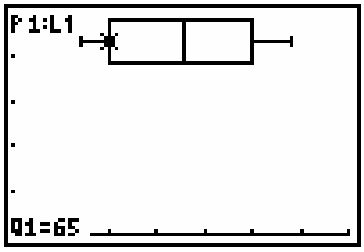
Graf scannen



TRACE ◀ ◀

...schalten wir in den Scan-Modus mittels TRACE-Taste. Der Cursor erscheint zunächst in der Mitte und wird danach auf den linken Randwert gesetzt. Die Information links oben **P1:L1** zeigt uns, dass der **Plot1** die Liste **L1** visualisiert, deren minimaler Wert **minX** links unten angezeigt wird.

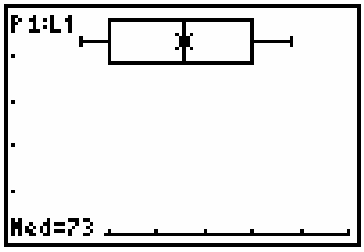
Graf scannen



▶

Die ▶-Taste markiert das 1. Quartil **Q1**, dessen Wert wiederum links unten angezeigt wird. Er stellt denjenigen Wert dar, unterhalb dem 25 Prozent der Listeneinträge und dem entsprechend 75 Prozent oberhalb liegen.

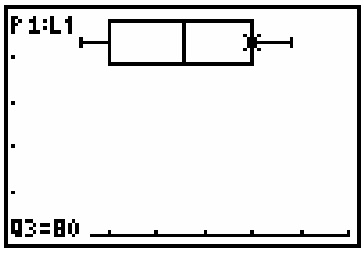
Graf scannen



▶

Mit einer weiteren ▶-Taste wird der Zentralwert **Med** der gesamten Liste angezeigt. Ein Viertel aller Werte der Liste **L1** liegen demnach innerhalb der Box zwischen dem 1. Quartil **Q1** und dem Median **Med**.

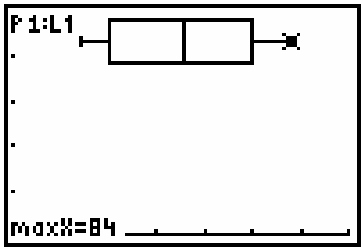
Graf scannen



▶

Den rechten Rand der Box markiert das 3. Quartil **Q3**, dessen Wert wiederum links unten zu sehen ist. Drei Viertel aller Werte der Liste **L1** liegen also unterhalb und ein Viertel der Werte oberhalb von **Q3**. Damit zeigt die als Rechteck dargestellte Box den Bereich an, in dem die Hälfte aller Listeneinträge liegt.

Graf scannen



▶

Als letzten Wert der Boxdarstellung erhält man den Maximalwert **maxX** aller Einträge der eingegebenen Liste, dessen Zahlenwert links unten zu sehen ist.

© Schumann`s Verlagshaus

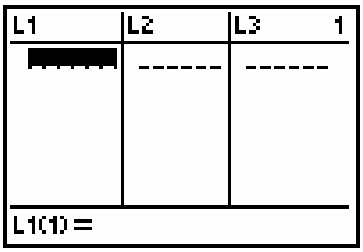
ABSOLUTE UND RELATIVE HÄUFIGKEITEN GRAFISCH I

Stellen Sie für die folgenden Umfrageergebnisse: A: 130 Stimmen, B: 64 Stimmen, C: 165 Stimmen und D: 41 Stimmen die absoluten und relativen Häufigkeiten in einem Säulendiagramm grafisch dar.

Listeneditor Startz stand

[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[STAT]
[ENTER] **oder** [1]

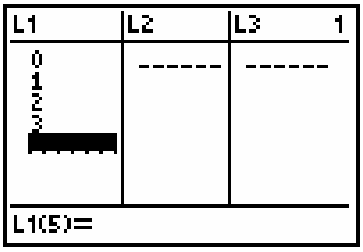
Wir löschen erst den Speicher und öffnen danach den Listeneditor, um die Daten hier direkt einzugeben.



Liste eingeben

0, 1, 2, 3

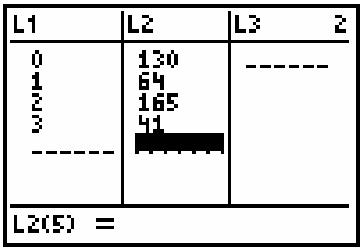
Da es sich um einen Datensatz handelt, der als Säulendiagramm dargestellt werden soll, benötigen wir zunächst eine Liste für die **x**-Achse, die die Breite der Säulen festlegt. Eine spezielle Klasseneinteilung ist nicht vorgegeben, daher legen wir als Anfangswert die null und eine Breite von **1** fest.



Liste eingeben

130, 64, 165, 41

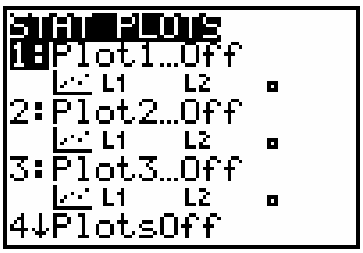
In die Liste **L2** geben wir nun die Daten der Umfrage ein.



STAT PLOT öffnen

[2nd] [Y=]

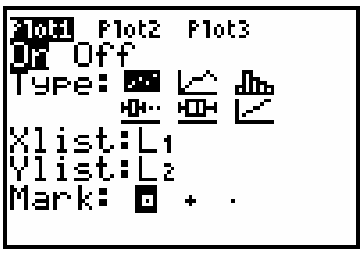
Der Editor für statistische Grafiken ist über die Zweitbelegung der [Y=]-Taste zu erreichen. Wir öffnen zunächst das **STAT PLOT**-Menü...



Plot1 aktivieren

[ENTER] [ENTER]

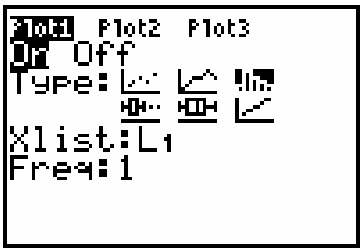
...um dann den **Plot1** zu aktivieren, das heißt, aus dem Standardzustand **Off** in den Zustand **On** zu schalten. Zu erkennen ist dies am invertiert dargestellten Eintrag. Der Cursor ist in dieser Position ausgeblendet.



Type a swählen

▼ ▶ ▶ [ENTER]

Da wir ein Säulendiagramm erzeugen wollen, wählen wir den dritten Eintrag in der Liste der möglichen Typen, also die Histogramm Darstellung.

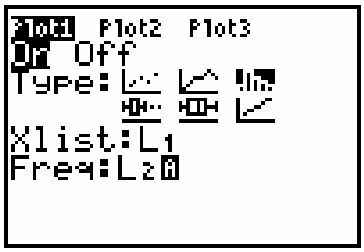


ABSOLUTE UND RELATIVE HÄUFIGKEITEN GRAFISCH II

Stellen Sie für die folgenden Umfrageergebnisse: A: 130 Stimmen, B: 64 Stimmen, C: 165 Stimmen und D: 41 Stimmen die absoluten und relativen Häufigkeiten in einem Säulendiagramm grafisch dar..

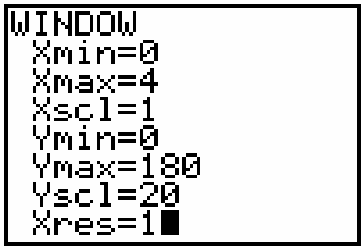
Freq z weisen

▼ ▼ [2nd] [2]



Die Werte entlang der **x**-Achse werden hier über **Xlist** mit den Einträgen der Liste **L1** definiert. Die Höhe der Säulen und damit die Werte entlang der **y**-Achse werden über **Freq** (Häufigkeit) festgelegt. Sie haben wir in der Liste **L2**.

Grafikfenster einstellen

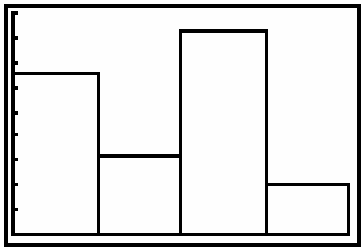


[WINDOW] Parameter:
Xmin = 0; Xmax = 4; Xscl = 1
Ymin = 0; Ymax = 180; Yscl = 20; Xres=1.

Da wir 4 Säulen der Breite 1 anzeigen wollen, wählen wir die Einteilung der **x**-Achse entsprechend. Der maximale **y**-Wert wird über die Liste **L2** bestimmt.

Graf zeichnen

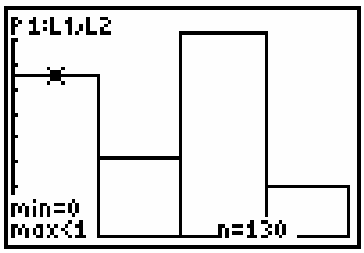
[GRAPH]



Mit der [GRAPH]-Taste werden nun die absoluten Häufigkeiten der einzelnen Ergebnisse der Umfrage übersichtlich als Säulendiagramm dargestellt.

Graf scannen

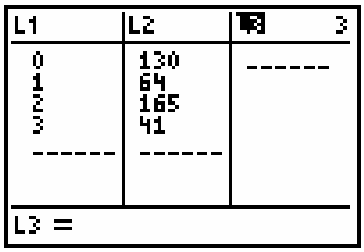
[TRACE]



Um sich die Werte anzeigen zu lassen, schaltet man in den **TRACE**-Modus. Der Cursor erscheint in der Mitte der ersten Säule. Links oben wird **Plot1** mit den Listen **L1** und **L2** angezeigt. Links unten steht der Minimal- und Maximalwert **min**, **max**, also die Säulenbreite, rechts unten der zugehörige Häufigkeitswert **n**.

Listenname markieren

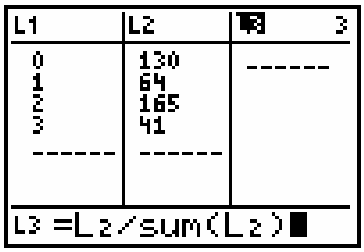
[STAT] [ENTER] ▲ ▶



Für die relativen Häufigkeiten erzeugen wir im Listeneditor eine neue Liste, die unter dem Namen **L3** abgespeichert werden soll. Dazu markieren wir den Namen zuerst...

Term eingeben

[2nd] [2] [÷] [2nd] [STAT] ▶ ▶ [5] [2nd] [2] [)]



...und geben dann den Term zur Berechnung ein. Es müssen ja nur die Einträge der Liste **L2** durch deren Summe geteilt werden.

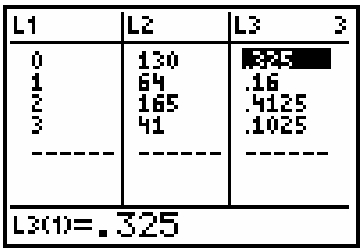
© Schumann`s Verlagshaus

ABSOLUTE UND RELATIVE HÄUFIGKEITEN GRAFISCH III

Stellen Sie für die folgenden Umfrageergebnisse: A: 130 Stimmen, B: 64 Stimmen, C: 165 Stimmen und D: 41 Stimmen die absoluten und relativen Häufigkeiten in einem Säulendiagramm grafisch dar..

Liste erze gen

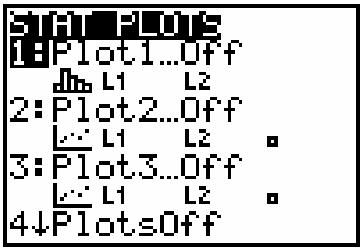
[ENTER]



Ist die Termeingabe beendet, erzeugt die [ENTER]-Taste automatisch die Werte der Liste **L3** und speichert sie ab.

Plot1 deaktivieren

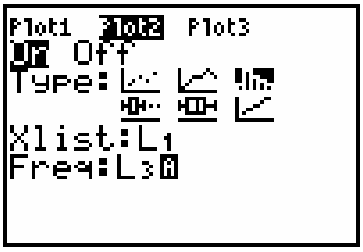
[2nd] [Y=] [ENTER] ▶ [ENTER] [2nd] [Y=]



Erst muss der **Plot1** deaktiviert werden, um die relativen Häufigkeiten grafisch darzustellen. Dazu wird der Editor für den **Plot1** geöffnet und auf **Off** gestellt. Dann kehren wir zurück in das **STAT PLOT** Menü...

Plot2 definieren

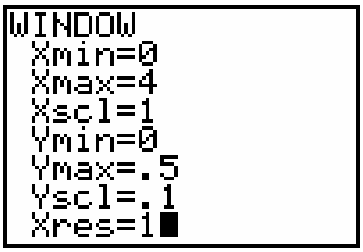
▼ [ENTER] [ENTER] ▼ ▶ ▶ [ENTER] ▼ ▼ [2nd] [3]



...um nun den Editor für den **Plot2** zu öffnen. Der Plot wird zunächst aktiviert, danach die Darstellungsart Histogramm eingestellt und zum Schluss für die Häufigkeit **Freq** die Liste **L3** eingetragen.

Grafikfenster einstellen

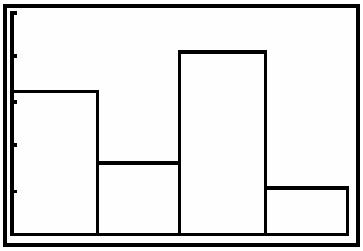
[WINDOW] Parameter:
Xmin = 0; Xmax = 4; Xscl = 1
Ymin = 0; Ymax = 0.5; Yscl = 0.1; Xres=1.



Natürlich muss jetzt das Grafikfenster auf die relativen Häufigkeiten angepasst werden...

Graf zeichnen

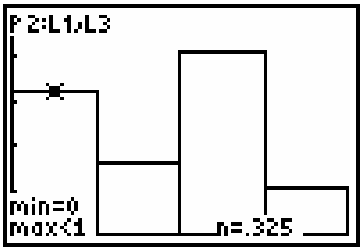
[GRAPH]



...bevor wieder eine übersichtliche Darstellung erreicht werden kann.

Graf scannen

[TRACE]



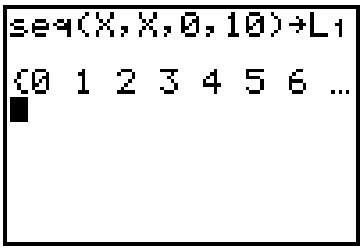
Auch hier erkennen wir wieder die Definition des Plots links oben, die Breite einer Säule links unten mit **min** und **max**, sowie jetzt die relative Häufigkeit **n**.

BINOMIALVERTEILUNG...

Stellen Sie für die Anzahl von Zufallsversuchen $N = 10$ und eine Trefferwahrscheinlichkeit von $p = 0{,}8$ die Binomialverteilung als Histogramm dar.

Liste speichern

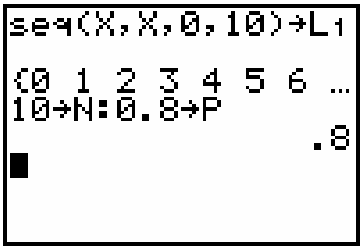
[2nd] [+] [7] [1] [2] [ENTER] [CLEAR]
[2nd] [STAT] ▶ [5] $x, x, 0, 10)$ [STO▸] [2nd] [1] [ENTER]



Wir stellen erst den **HOME**-Startzustand her und speichern dann die ganzen Zahlen von 0 bis 10 in einer Liste mit dem Namen **L1**.

Variablenwert z weisen

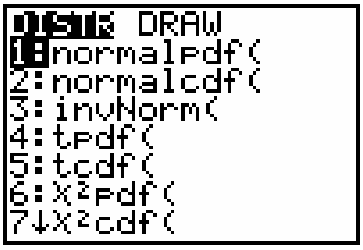
$10 \rightarrow N : 0.8 \rightarrow P$ [ENTER]



Für die Anzahl der Versuche **N** und die Trefferwahrscheinlichkeit **p** benutzen wir die üblichen Namen und weisen ihnen die entsprechenden Werte in einer Zeile zu. Der Doppelpunkt wird über die Drittbelegung des Dezimalpunktes erzeugt.

DISTR öffnen

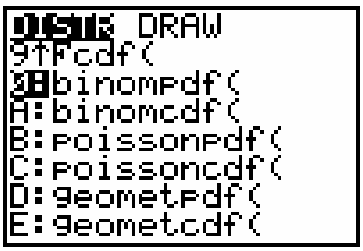
[2nd] [VARS]



Als Zweitbelegung der [VARS]-Taste ist das Menü **DISTR** realisiert, in dem die verschiedenen Verteilungsfunktionen aufgelistet sind. Der Pfeil vor dem siebten Eintrag weist darauf hin, dass noch mehr existieren...

binompdf markieren

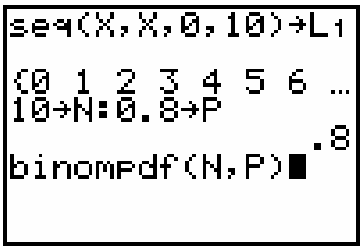
▲ (6 mal)



...sodass wir mit der ▲-Taste das Ende der Liste einsehen. Nach der Schnelleingabe [0] ist der Befehl **binompdf** eingetragen. Die Endung **pdf** steht für probability distribution function (Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion).

binompdf belegen

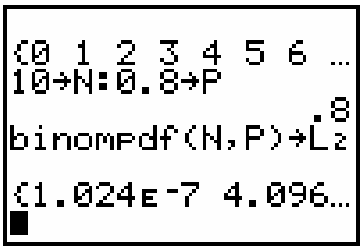
[ENTER] **oder** [0]
$N, P)$



Als Argumente verlangt der Befehl zuerst die Anzahl der Versuche **N** und dann die Trefferwahrscheinlichkeit **p**. Als drittes Argument kann (wenn gewünscht), eine feste Trefferanzahl eingegeben werden. Wird diese nicht angegeben...

binompdf a sführen

[STO▸] [2nd] [2] [ENTER]



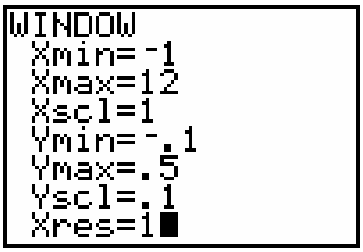
...so erzeugt der Befehl eine Liste der Wahrscheinlichkeiten für die Anzahl der Treffer von **0** bis **N**. Diese brauchen wir natürlich für die grafische Darstellung und speichern sie daher als zweite Liste **L2** ab.

© Schumann`s Verlagshaus

...UND HISTOGRAMME

Stellen Sie für die Anzahl von Zufallsversuchen $N = 10$ und eine Trefferwahrscheinlichkeit von $p = 0{,}8$ die Binomialverteilung als Histogramm dar.

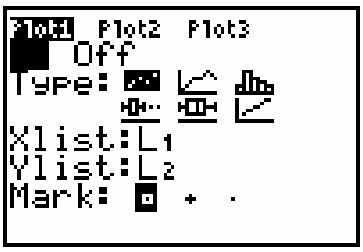
Grafikfenster einstellen



[WINDOW] Parameter:
Xmin = -1; Xmax = 12; Xscl = 1
Ymin = -0.1; Ymax = 0.5; Yscl = 0.1; Xres=1.

Entsprechend den zu erwartenden Werten werden die Parameter eingegeben. Auf der **x**-Achse wird die Anzahl der Versuche dargestellt.

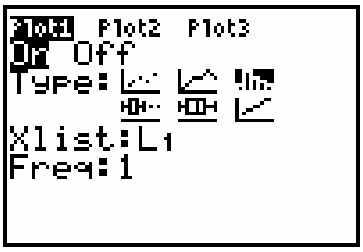
Plot1 aktivieren



[2nd] [Y=] [ENTER] [ENTER]

Nach dem Öffnen des **STAT PLOT**-Menüs wird zunächst der **Plot1** mit [ENTER] ausgewählt. In der Standardeinstellung ist er abgeschaltet, daher wird er nochmals mit [ENTER] auf **On** gestellt.

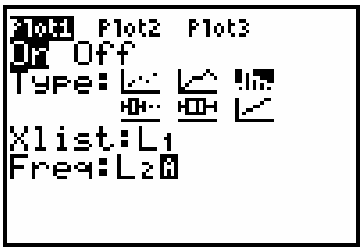
Type a swählen



▼ ▶ ▶ [ENTER]

Die sechs möglichen Darstellungsformen für einen statistischen Plot sind in der dritten Zeile als **Type** aufgeführt. Eine neue Auswahl muss erst mit dem Cursor markiert und dann mittels [ENTER] bestätigt werden. Durch die Wahl...

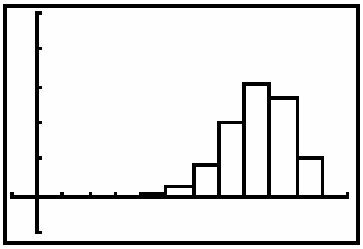
Freq z weisen



▼ ▼ [2nd] [2]

...des Typs Histogramm verändern sich die weiteren Optionen. Nun ist nur noch eine **Xlist** anzugeben, für die wir aber **L1** benutzen. Und eine zweite Liste **Freq**, in der die Wahrscheinlichkeiten stehen, also unsere Liste **L2**.

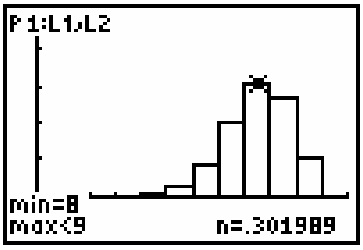
Graf zeichnen



[GRAPH]

Nun sind alle Einstellungen vorgenommen. Ein Druck auf [GRAPH] liefert die gewünschte Darstellung der Binomialverteilung als Histogramm.

Graf scannen



[TRACE]
▶ **(9 mal)**

Natürlich kann auch hier gescannt werden. Dabei werden in der Titelzeile der Plot und die verwendeten Listen angezeigt. Als **min** wird die zugehörige Anzahl der Versuche angegeben und mit **n** der Wert der Wahrscheinlichkeit bezeichnet.

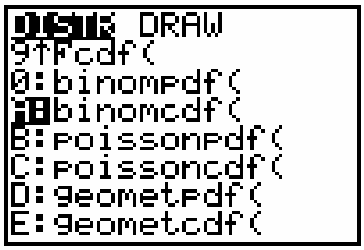
KUMULIERTE BINOMIALVERTEILUNG

Stellen Sie für die Anzahl von Zufallsversuchen $N = 10$ und eine Trefferwahrscheinlichkeit von $p = 0{,}8$ die kumulierte Binomialverteilung als Histogramm dar.

binomcdf markieren

[2nd] [MODE] [2nd] [VARS]
▲ **(5 mal)**

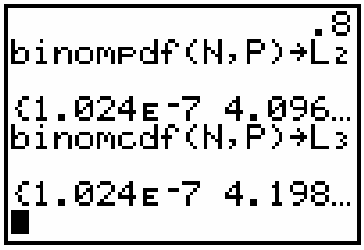
Wir gehen vom letzten Bildschirm der vorherigen Aufgabe aus und öffnen zunächst das **DISTR**-Menü, in dem es auch den Befehl **binomcdf** für die kumulierte Wahrscheinlichkeitsfunktion (**cdf** steht für cumulated distribution function) gibt.



Term a swerten

[ENTER] [MATH] $N, P)$ [STO▸] [2nd] [3] [ENTER]

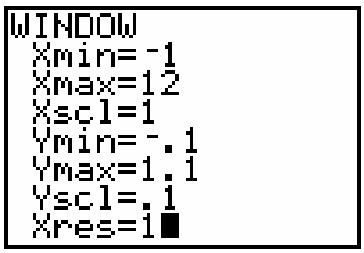
Die Syntax dieses Befehls ist wie bei der Binomialverteilung auch: Erst **N** als Anzahl der Versuche und dann die Trefferwahrscheinlichkeit **p**. Das Ergebnis wird in eine dritte Liste gespeichert.



Grafikfenster einstellen

[WINDOW] Parameter:
Xmin = -1; Xmax = 12; Xscl = 1
Ymin = -0.1; Ymax = 1.1; Yscl = 0.1; Xres=1.

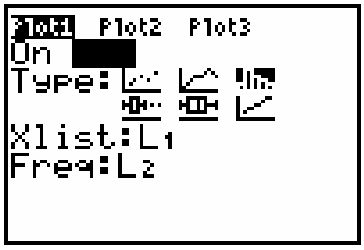
Entsprechend der Aufsummation der einzelnen Wahrscheinlichkeiten wird hier **Ymax** vergrößert.



Plot deaktivieren

[2nd] [Y=] [ENTER] ▶ [ENTER]

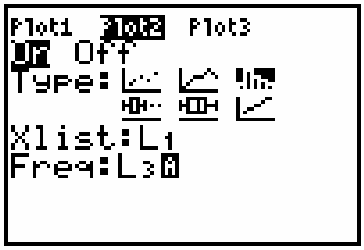
Bevor wir das neue Histogramm zeichnen können, muss der alte Statistikplot erst abgeschaltet werden. Dazu öffnen wir das **STAT PLOT**-Menü und dort den **Plot1**, den wir dann auf **Off** stellen.



Plot aktivieren

▲ ▶ [ENTER] [ENTER] ▼ ▶ ▶ [ENTER] ▼ ▼ [2nd] [3]

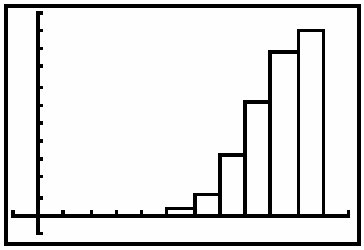
Von hier aus können wir direkt mit den Cursor-Tasten in den **Plot2** gehen, den wir erst aktivieren, dann die Darstellung auf Histogramm schalten und letztlich auch noch die Liste für die Wahrscheinlichkeit eingeben...



Graf zeichnen

[GRAPH]

...sodass am Ende die [GRAPH]-Taste das Histogramm der aufsummierten einzelnen Wahrscheinlichkeiten, also der kumulierten Binomialverteilung erzeugt.



© Schumann`s Verlagshaus