

GRAFEN EINER KURVENSCHAR ZEICHNEN

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

Grafik Startzustand

2nd **+** **7** **1** **2** **ENTER** **CLEAR**
Y=

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

```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1=
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
Y7=
```

Grafikfenster einstellen

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

```
WINDOW
Xmin=-2
Xmax=2
Xscl=.5
Ymin=-4
Ymax=4
Yscl=1
Xres=1
```

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

Eingabe beginnen

Y= x^3 **+**

```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1=X^3+
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
Y7=
```

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.

```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1=X^3+(-2,0,2)
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
```

Eingabe beenden

x **ENTER**

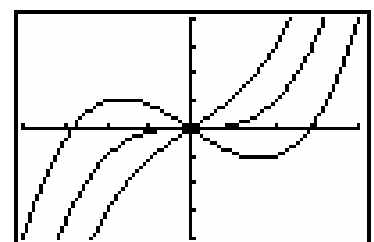
Der Rest des Terms muss nun noch eingetragen werden und die Eingabe mit **ENTER** abgeschlossen werden.

```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1=X^3+(-2,0,2)
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
```

Graf zeichnen

GRAPH

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



VERTIKALE VERSCHIEBUNG...

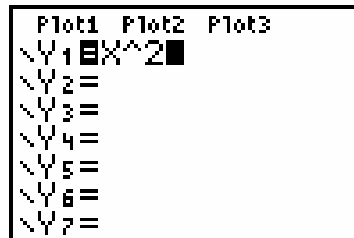
Dokumentieren Sie grafisch, dass die Addition von 3, bzw. die Subtraktion von 2 von dem Funktionsterm x^2 der Normalparabel zu einer Verschiebung entlang der y-Achse führt.

Term eingeben

2nd **+** **7** **1** **2** **ENTER** **CLEAR**

Y= x^2

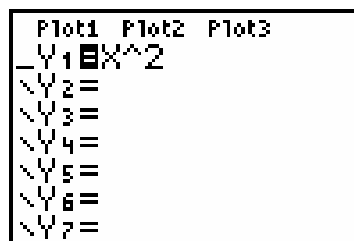
Erst wird der Grafik-Startzustand eingerichtet und dann der Term eingegeben, allerdings die Eingabe nicht beendet...



Grafikstil markieren

2nd **◀** **◀** **◀**

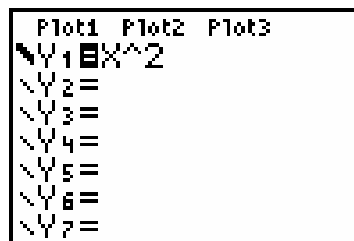
...denn mit der **◀**-Taste bewegen wir den Cursor in die erste Spalte. Hier wird für jede Funktion der Modus angezeigt, in dem sie dargestellt wird. Bislang ist es ein dünner Strich...



Grafikstil auswählen

ENTER

...der mit **ENTER** verändert werden kann. In der Reihenfolge erscheint als Nächstes ein dicker Strich, mit dem die Normalparabel auch gezeichnet werden soll. Andere Modi könnte man mit weiteren **ENTER** auswählen.



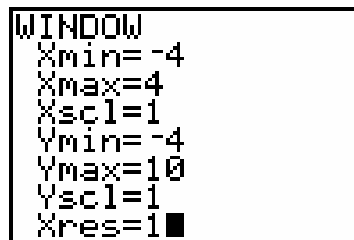
Grafikfenster einstellen

WINDOW Parameter:

Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1

Ymin = -4; Ymax = 10; Yscl = 1; Xres = 1.

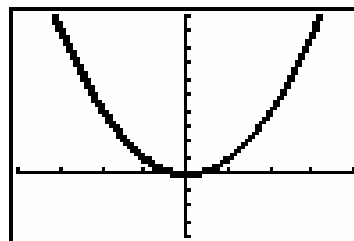
Im Hinblick auf die folgenden Grafen werden die Parameter des Fensters bereits hier angepasst.



Term zeichnen

GRAPH

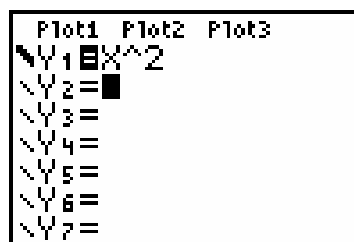
Deutlich ist an dieser Zeichnung der neue Grafikstil zu erkennen.



Variable auswählen

Y= **▼**

Der zweite Term soll nicht vollständig neu eingegeben werden, sondern unter Verwendung von **Y1** aufgebaut werden.



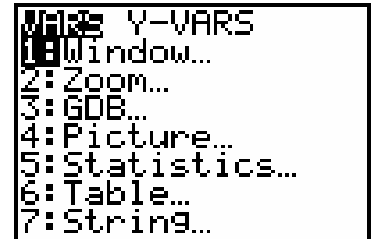
...EINER NORMALPARABEL

Dokumentieren Sie grafisch, dass die Addition von 3, bzw. die Subtraktion von 2 von dem Funktionsterm x^2 der Normalparabel zu einer Verschiebung entlang der y-Achse führt.

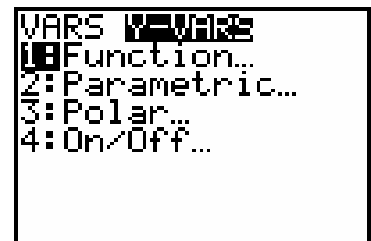
Vars öffnen

VAR

Dazu müssen wir den Namen der Systemvariablen **Y1** verwenden. Somit öffnen wir zunächst das **VAR**S-Menü, über das sämtliche Systemvariablen zugänglich sind...



Y-Vars öffnen



...öffnen danach einfach mittels **▶**-Taste das **Y-VARS**-Untermenü, in dem die Namen aller Grafikvariablen enthalten sind...

Function öffnen

ENTER oder **1**

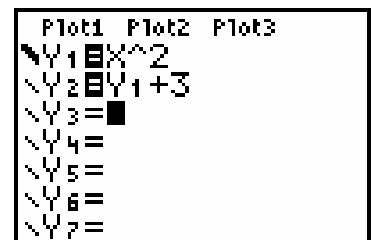


...und schauen letztendlich in das **Function**-Untermenü, in dem dann auch die gesuchten Bezeichner zu sehen sind.

Term speichern

ENTER oder **1**

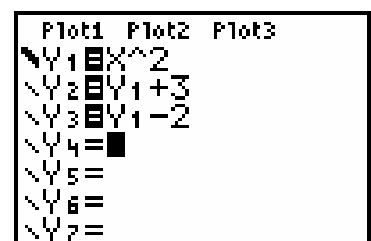
+ **3** **ENTER**



Mit der **ENTER**-Taste wird der markierte Name an die letzte Position des Cursors im **Y=** Editor kopiert. Nun kann auch die Termeingabe komplettiert werden.

Term speichern

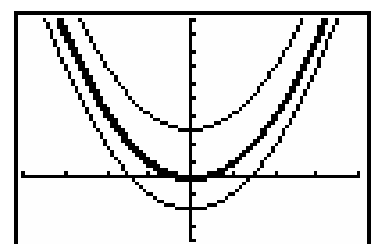
VAR **▶** **ENTER** **ENTER** **-** **2** **ENTER**



Im Schnelldurchgang hier noch einmal die komplette Tastenfolge zur Auswahl des Namens einer Grafikvariablen und die Vervollständigung der Eingabe laut Aufgabenstellung.

Grafen zeichnen

GRAPH



Deutlich wird hier mithilfe des unterschiedlichen Grafikstils die Verschiebung der Normalparabel zeichnerisch dokumentiert.

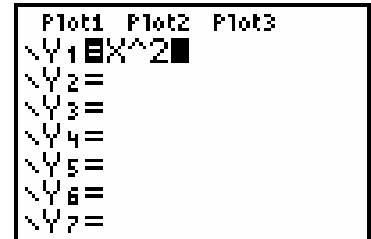
STRECKUNG DER NORMALPARABEL

Dokumentieren Sie grafisch für den Funktionsterm $f(x) = x^2$, dass die Multiplikation mit 2 zu einer Streckung, und die Multiplikation mit 1/2 zu einer Stauchung entlang der y-Achse führt.

Term eingeben

2nd **+** **7** **1** **2** **ENTER** **CLEAR**
Y= x^2

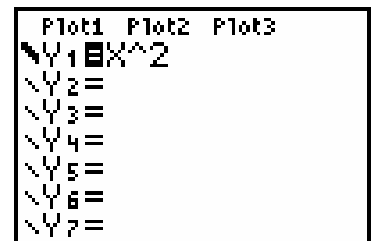
Der Grafik-Startzustand wird eingerichtet bevor der Term eingegeben wird. Allerdings wird die Eingabe nicht beendet...



Grafikstil einstellen

2nd **◀** **◀** **◀** **ENTER**

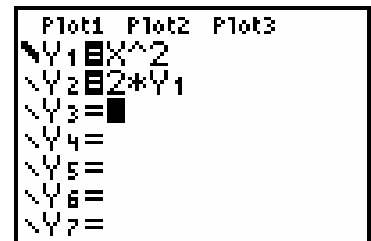
...denn der Ausgangsterm soll noch seinen eigenen Grafikstil erhalten. Dazu wird der Cursor in die erste Spalte bewegt und hier mittels **ENTER** auf die dicke durchgezogene Linie umgestellt.



Term speichern

▶ **▶** **▼** **2** **×** **VAR** **▶** **1** **1** **ENTER**

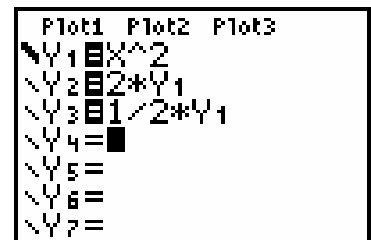
Der zweite Funktionsterm soll mithilfe des Namens **Y1** aufgebaut werden. Dazu muss der entsprechende Name aus dem **VAR**/**Y-VARS**-Menü geholt werden, was hier mittels Schnelleingabe geschah.



Term speichern

1 **÷** **2** **×** **VAR** **▶** **1** **1** **ENTER**

Auch hier soll kein neuer Term eingegeben, sondern wieder über den Namen **Y1** festgelegt werden. Zur Verdeutlichung wird die Multiplikation in beiden Termen explizit geschrieben.



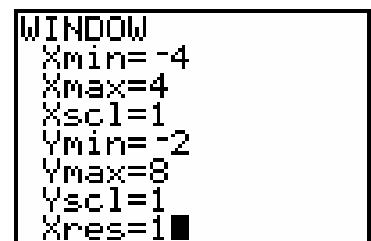
Grafikfenster einstellen

WINDOW Parameter:

Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1

Ymin = -2; Ymax = 8; Yscl = 1; Xres = 1.

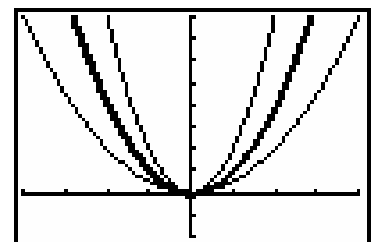
Die Parameter des Grafikfensters werden entsprechend der Erwartung von Normalparabeln angepasst.



Graf zeichnen

GRAPH

Die Grafen verdeutlichen, dass die Multiplikation einer Normalparabel je nach Faktor zu einer Streckung oder Stauchung entlang der y-Achse führt.



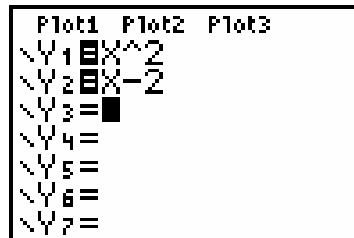
VERKETTETE FUNKTIONEN GRAFISCH

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`

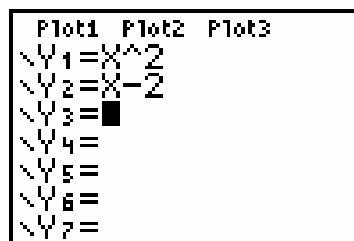
Erst wird der Grafik-Startzustand eingerichtet und danach die beiden Terme gespeichert.



Term deselektieren

`▲` `▲` `◀` `ENTER` `▼` `ENTER` `▼` `▶`

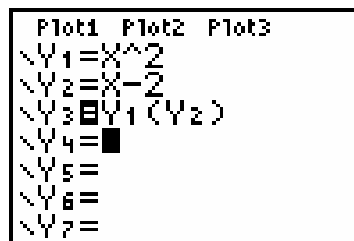
Die Ausgangsterme sollen nicht grafisch dargestellt werden, daher werden sie zunächst deselektiert, also ihre Auswahl aufgehoben...



Term speichern

`VAR` `▶` `1` `1` `(` `VAR` `▶` `1` `2` `)` `ENTER`

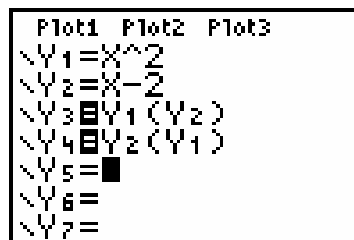
...bevor **Y1** aus dem **VAR**S/**Y-VAR**S-Menü geholt wird und als Argument den Namen **Y2** erhält. Natürlich muss man diese Verwendung als Argument durch Klammern kenntlich machen!



Term speichern

`VAR` `▶` `1` `2` `(` `VAR` `▶` `1` `1` `)` `ENTER`

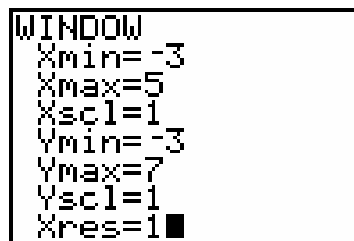
In der umgekehrten Reihenfolge werden die beiden Systemnamen wieder per Schnelleingabe aus dem entsprechenden Menü geholt und mittels Klammern erneut angezeigt, dass **Y1** nun Argument von **Y2** ist.



Grafikfenster einstellen

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

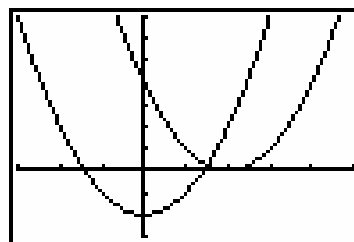
Die Grenzen der Achsen werden entsprechend der Erwartung verschobener Normalparabeln angepasst.



Graf zeichnen

`GRAPH`

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



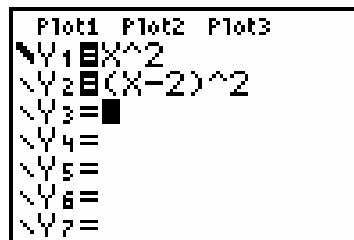
HORIZONTALER VERSCHIEBUNG...

Untersuchen Sie mit Hilfe der horizontalen Teilung des Bildschirms den Einfluss des Parameters d in $f_d(x) = (x + d)^2$ auf die Normalparabel für $d \in \{-2, -1, 1, 2\}$.

Term speichern

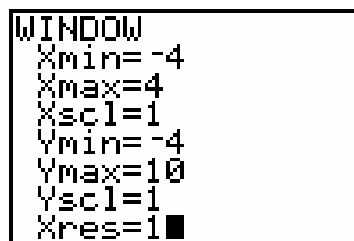
`2nd` `+` `7` `1` `2` `ENTER` `CLEAR`
`Y=` x^2 `2nd` `◀` `◀` `◀` `ENTER` `▶` `▶` `▼` $(x-2)^2$ `ENTER`

Aus dem Grafik-Startzustand heraus werden die beiden Terme in den Y-Editor eingegeben, wobei für Y1 noch der Grafikstil verändert wird.



Grafikfenster einstellen

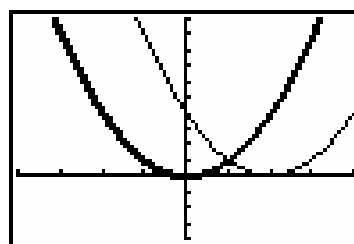
`WINDOW` Parameter:
 Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1
 Ymin = -4; Ymax = 10; Yscl = 1; Xres = 1.



Die Parameter des Grafikfensters werden für eine übersichtliche Darstellung angepasst...

Grafen zeichnen

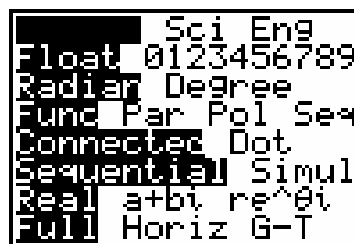
`GRAPH`



...und die beiden Grafen zunächst einmal in der normalen Darstellung auf dem vollen Bildschirm gezeichnet.

MODE öffnen

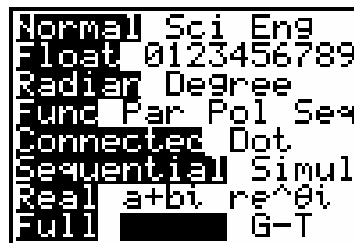
`MODE`



Im MODE-Menü können Veränderungen der verschiedensten Darstellungen vorgenommen werden. Insbesondere sind in der letzten Zeile Einstellungen für eine eventuelle Bildschirmteilung wählbar...

Horiz markieren

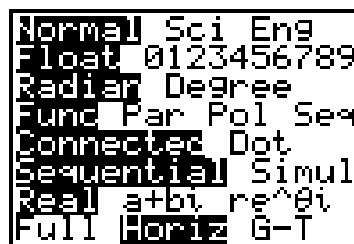
`▼` (7 mal)
`▶`



...wobei die Standardeinstellung der volle Bildschirm (Full) ist, wir aber eine horizontale Teilung haben möchten und daher zunächst Horiz markieren...

Horiz auswählen

`ENTER`



...und mit `ENTER` auswählen. Man beachte, dass nun nicht mehr Full, sondern Horiz unterlegt ist.

...EINES GRAFEN

Untersuchen Sie mit Hilfe der horizontalen Teilung des Bildschirms den Einfluss des Parameters d in $f_d(x) = (x + d)^2$ auf die Normalparabel für $d \in \{-2, -1, 1, 2\}$.

Horiz ausführen

GRAPH

Werden nun die Grafen erneut gezeichnet, so erscheint das Grafikfenster nur in der oberen Hälfte des Bildschirms...

Y= Editor öffnen

Y=

...und in der unteren Hälfte kann man mit einem Druck auf **Y=** den Editor öffnen, wobei der Cursor am Anfang des ersten Terms zu sehen ist.

Term editieren

▼ ► ► ► **1**

Somit kann durch einfaches Überschreiben im zweiten Term der Parameter auf den nächsten Wert -1 eingestellt werden...

Grafen zeichnen

GRAPH

...und durch direktes Zeichnen die hierdurch bewirkte Verschiebung entlang der x-Achse dokumentiert werden. Nach diesem Zeichnen befindet sich der TI-84 im Grafikmodus...

Grafen zeichnen

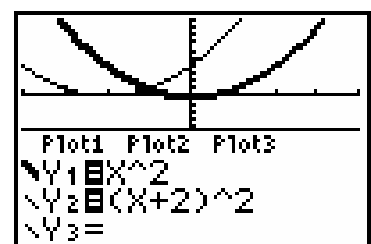
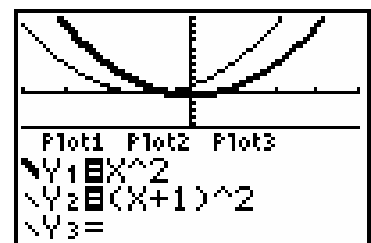
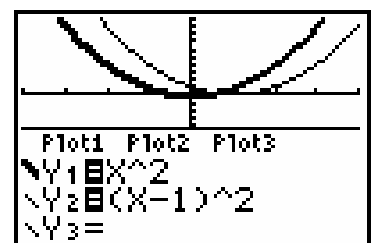
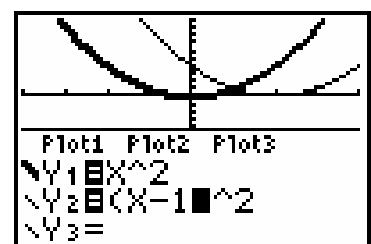
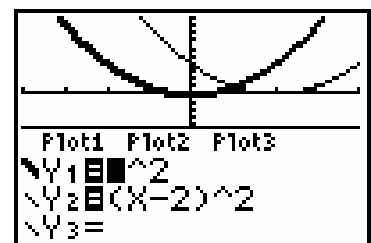
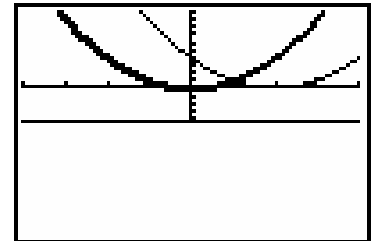
Y= ▼ ► ► ► **+** **1** **GRAPH**

...sodass für ein erneutes Verändern erst in den **Y=** Editor umgeschaltet werden muss, bevor mit **GRAPH** wieder angezeigt wird und somit auch wieder in den Grafikmodus gewechselt wird.

Grafen zeichnen

Y= ▼ ► ► ► ► **2** **GRAPH**

Auch nach der Einstellung des letzten Parameterwertes und dem Zeichnen befindet sich der TI-84 im Grafikmodus, sodass prinzipiell auch die **CALC**- und **TRACE**-Optionen bei einem geteilten Bildschirm zu verwenden sind.

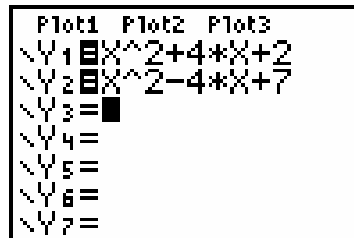


SCHEITELPUNKTSBERECHNUNGEN...

Bestätigen Sie rechnerisch, dass sich die Scheitelpunktskoordinaten x_s und y_s der verschobenen Normalparabel $y = x^2 + px + q$ mittels $x_s = -p/2$ und $y_s = p/2 - q^2/4$ berechnen lassen. Verwenden Sie $y = x^2 + 4x + 2$ und $y = x^2 - 4x + 7$ und die grafisch bestimmten Minima.

Term speichern

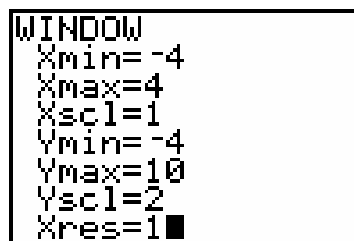
2nd **+** **7** **1** **2** **ENTER** **CLEAR**
Y= $x^2 + 4x + 2$ **ENTER** $x^2 - 4x + 7$ **ENTER**



Nach dem Startzustand werden die beiden Terme eingegeben.

Grafikfenster einstellen

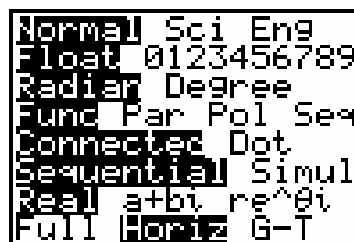
WINDOW Parameter:
 Xmin = -4; Xmax = 4; Xscl = 1
 Ymin = -4; Ymax = 10; Yscl = 2; Xres = 1.



Die Parameter des Grafikfensters werden für eine übersichtliche Darstellung angepasst...

Horiz auswählen

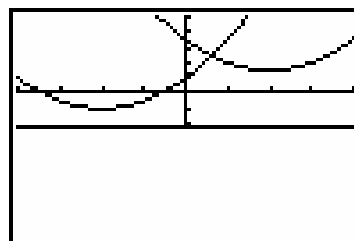
MODE
 ▼ (7 mal)
 ► **ENTER**



...aus dem MODE-Menü wird die horizontale Bildschirmteilung ausgewählt...

Grafen zeichnen

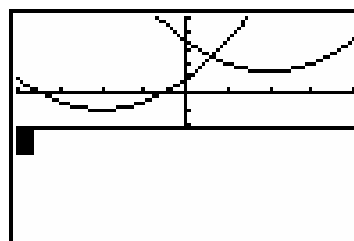
GRAPH



...und die Grafen in dieser geteilten Darstellung erst einmal gezeichnet. Wieder bleibt die untere Hälfte des Bildschirms zunächst leer, denn der TI-84 befindet sich ja im Grafikmodus und für den unteren Teil ist nichts gewählt.

HOME-Screen öffnen

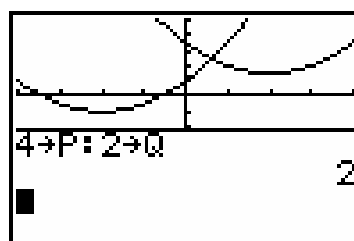
2nd **MODE**



Was wir allerdings nun mit dem QUIT-Befehl nachholen, der in den HOME-Screen führt. Auch hier zeigt der Cursor an, dass der TI-84 für die Eingabe von Berechnungen bereit ist.

Variablen belegen

4 **STO>** **ALPHA** **8** **ALPHA** **.** **2** **STO>** **ALPHA** **9** **ENTER**



Die ersten p- und q-Werte werden in numerischen Variablen gespeichert...

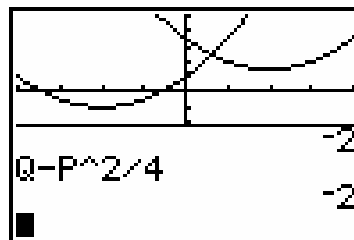
...EINER VERSCHOBENEN NORMALPARABEL

Bestätigen Sie rechnerisch, dass sich die Scheitelpunktskoordinaten x_s und y_s der verschobenen Normalparabel $y = x^2 + px + q$ mittels $x_s = -p/2$ und $y_s = p/2 - q^2/4$ berechnen lassen. Verwenden Sie $y = x^2 + 4x + 2$ und $y = x^2 - 4x + 7$ und die grafisch bestimmten Minima.

Term auswerten

(-) ALPHA 8 ÷ 2 ENTER
 ALPHA 9 - ALPHA 8 ^ 2 ÷ 4 ENTER

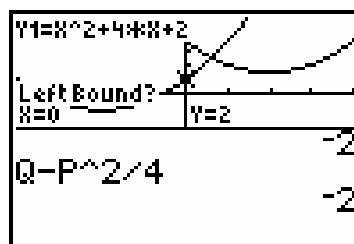
...denn es sollen ja die entsprechenden Terme verwendet werden. Auf dem Bildschirm sind jetzt also die errechneten Koordinaten des Scheitelpunkts der ersten Parabel zu sehen. Nun zur grafischen Überprüfung...



Minimum auswählen

GRAPH 2nd TRACE 3

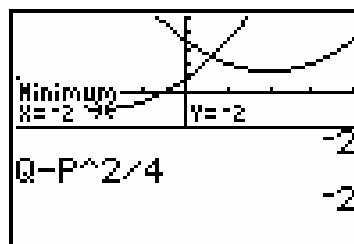
...wozu natürlich zuerst in den Grafikmodus geschaltet werden muss, um aus dem CALC-Menü den Befehl zur Bestimmung des lokalen Minimums auszuwählen. Der Cursor erscheint auf Y1 in der Mitte des Bildschirms.



Minimum ausführen

(-) 3 - 0 ENTER (-) 1 - 0 ENTER (-) 2 - 0 ENTER

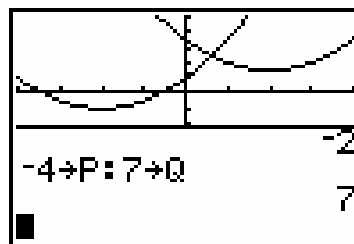
Nach der numerischen Eingabe der unteren und oberen Grenze sowie des Schätzwertes, zeigt der TI-84 die Koordinaten des Scheitelpunktes, die mit den rechnerisch ermittelten übereinstimmen.



Variablen belegen

2nd MODE (-) 4 STO> ALPHA 8 ALPHA - 7 STO> ALPHA 9 ENTER

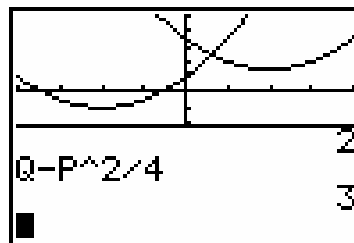
Jetzt werden auch für die zweite Parabel die Werte eingegeben.



Term auswerten

2nd ENTER (3 mal)
 ENTER
 2nd ENTER (3 mal)
 ENTER

Die numerische Auswertung der beiden Terme für die zweite Parabel nehmen wir hier über die ENTRY-Liste vor...



Minimum ausführen

GRAPH 2nd TRACE 3 ▼ 1 - 0 ENTER 3 - 0 ENTER 2 - 0 ENTER

...sie liefert mit den grafischen Werten die Bestätigung der Korrektheit!

