

# Der Graphikbildschirm des TI-92

## 1) Allgemeines über Pixel und Punkte:

Der Bildschirm des TI-92 besitzt der Länge nach 239 Pixel und der Breite nach 103 Pixel, also  $239 * 103 = 24617$  Pixel. Das sind viele Pixel, aber im Vergleich zu den unendlich vielen Punkten der geometrischen Ebene ist es wenig. Außerdem hat ein Punkt in der Geometrie keine Ausdehnung, ein Pixel hat aber sehr wohl eine Ausdehnung. Daher steht ein Pixel niemals für einen Punkt der geometrischen Ebenen, sondern für unendlich viele Punkte.

In der Folge wollen wir uns also überlegen, wie man mit diesen Unzulänglichkeiten des Graphikbildschirms umgehen kann.

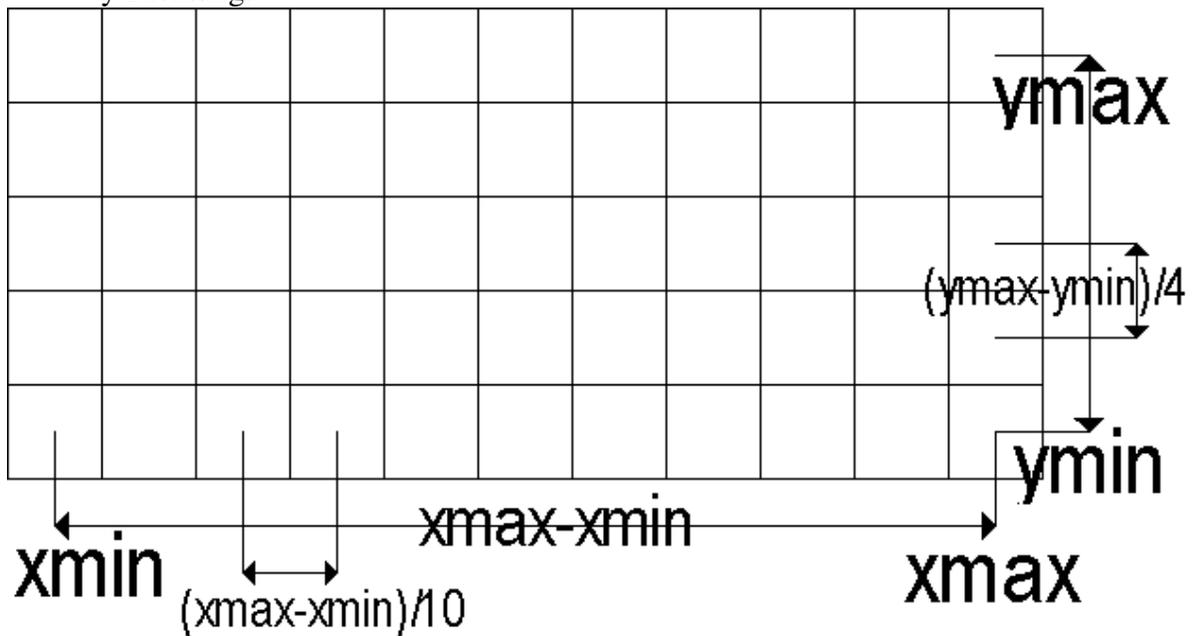
Dazu verkleinern wir der besseren Übersicht wegen den Bildschirm auf 11 Pixel der Länge nach und 5 Pixel der Breite nach.


Der Bildschirm wird in Zeilen und Spalten unterteilt, wobei die Zeilen von oben nach unten beginnend mit 0 und die Spalten von links nach rechts beginnend mit 0 nummeriert werden. Die Pixel werden dadurch unterschieden, in welcher Zeile und Spalte sie sich befinden. Das schwarz markierte Pixel in der Abbildung unterhalb befindet sich in Zeile 3 und Spalte 4 und hat daher die Pixelkoordinaten (3|4). Mit dem Befehl PxlOn 3,4 wird es eingeschaltet.

0	1	2	3	4						
1										
2										
3										

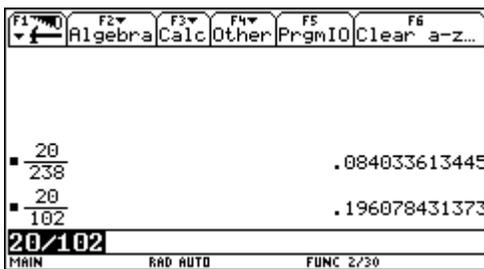
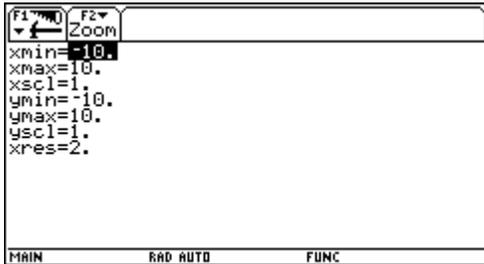
## 2) Koordinatenanzeige:

Befindet sich der Cursor auf einem Pixel so werden die Koordinaten des Punktes angegeben, der in der Mitte des Pixels liegt, und sie stimmen daher in der Regel nicht mit den Koordinaten des Punktes überein, den das Pixel darstellt. Durch  $x_{min}$  und  $x_{max}$  werden die x-Koordinaten der Pixel ganz links und ganz rechts und durch  $y_{min}$  und  $y_{max}$  werden die y-Koordinaten der Pixel ganz unten und ganz oben festgelegt. Dazwischen gibt es 10 Pixelsprünge von links nach rechts und 4 von unten nach oben. Also um 1 weniger als die jeweilige Pixelanzahl. Daher  $(x_{max}-x_{min})/10$  der Wert eines Pixelsprunges in x-Richtung und  $(y_{max}-y_{min})/4$  der Wert eines Pixelsprunges in y-Richtung.

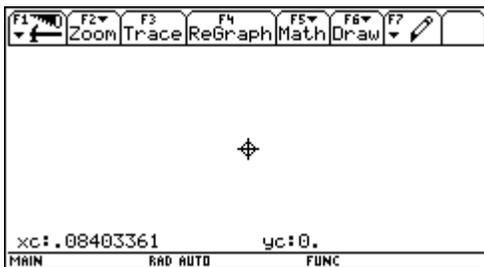
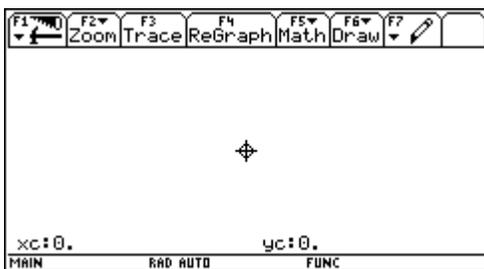


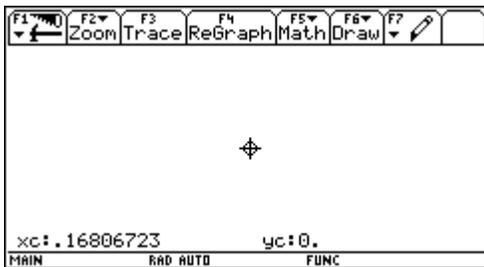
Für den TI-92 sind daher  $(x_{max}-x_{min})/238$  und  $(y_{max}-y_{min})/102$  zu berechnen. Das ergibt für Zahlen  $x_{max}-x_{min}$  bzw.  $y_{max}-y_{min}$ , die sich durch 238 bzw. 102 nicht teilen lassen, durchaus auch keine endlichen Dezimalzahlen.

Zum Beispiel ergeben sich für die Standarteinstellung der Windowvariablen folgende Werte für einen Pixelsprung.



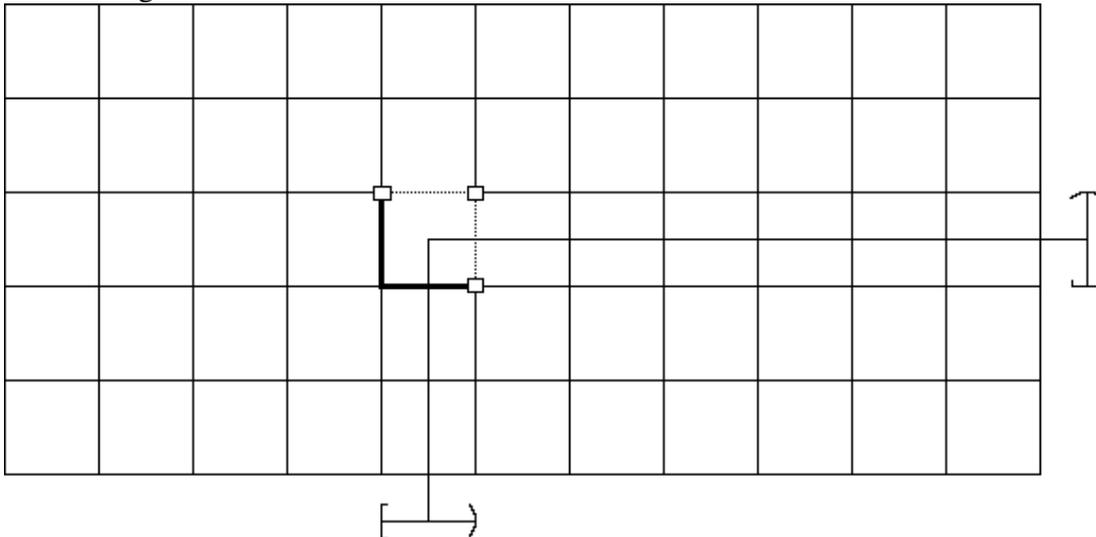
Dies kann man durch eine Cursorbewegung vom Mittelpunkt um ein Pixel nach rechts und dann um ein Pixel nach oben Überprüfen.





### 3) Zusammenhang zwischen Punkt- und Gitterkoordinaten:

Da die Pixel rechteckig sind und nebeneinanderliegen muß festgelegt werden, welches Pixel jene Punkte darstellt, die auf den Rändern liegen. Die Punkte des oberen und des rechten Randes eines Pixels einschließlich der Ecken werden durch das Pixel nicht dargestellt.



Wenn der Mittelpunkt des Pixels die Koordinaten  $(mx \quad my)$  besitzt und die Schrittweiten um ein Pixel in x-Richtung  $w_x$  und in y-Richtung  $w_y$  betragen, dann werden von diesem Pixel Punkte  $(px \quad py)$  dargestellt, die folgende Bedingung erfüllen.

$$mx - w_x/2 \leq px < mx + w_x/2 \quad \text{und} \quad my - w_y/2 \leq py < my + w_y/2$$

#### 4) Berechnung von Pixelkoordinaten aus Punktkoordinaten:

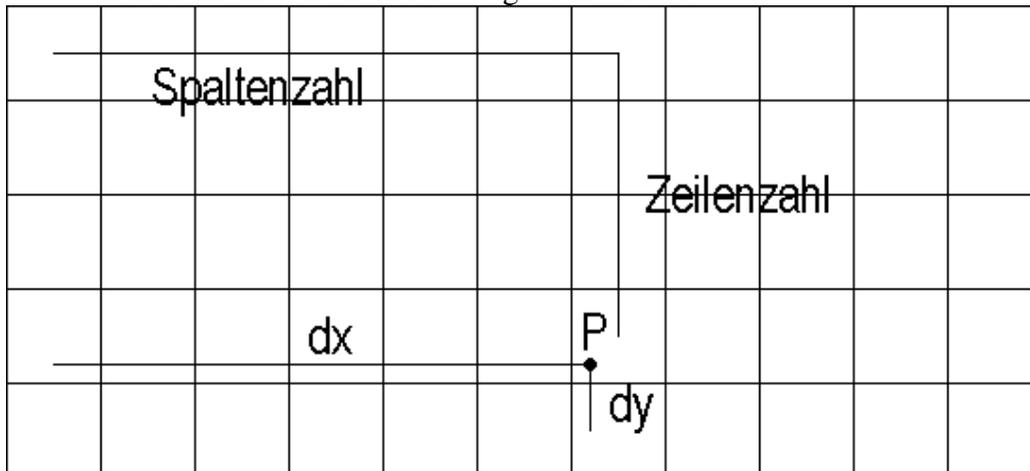
Zu einem gegebenen Punkt  $(px \ py)$  wollen wir die Koordinaten (Zeile Spalte) des Pixels berechnen, das den Punkt darstellt.

Zunächst berechnen wir die Pixelschrittweite in x-Richtung  $w_x = (x_{\max} - x_{\min})/238$  und die Pixelschrittweite in y-Richtung  $w_y = (y_{\max} - y_{\min})/102$ .

Dann berechnen wir den Abstand des Punktes vom linken Bildschirmrand  $dx = px - x_{\min}$  und vom unteren Bildschirmrand  $dy = py - y_{\min}$ .

Dann berechnen wir die Faktoren  $f_x$  und  $f_y$ , wie oft die Pixelschrittweiten  $w_x$  und  $w_y$  in  $dx$  und  $dy$  enthalten sind, also  $f_x = dx/w_x$  und  $f_y = dy/w_y$ .

Diese beiden Werte werden gerundet und ergeben die Spaltenanzahl von links und die Zeilenanzahl von unten für das gesuchte Pixel.



Beispiel:  $x_{\min} = -10$   $x_{\max} = 12$   $y_{\min} = -10$   $y_{\max} = 15$

Punkt  $P = (3,3 \ 4,7)$

Berechnung der Pixelschrittweiten:  $w_x = (12 - (-10))/238 = 11/119$

$$w_y = (15 - (-10))/102 = 25/102$$

Berechnung der Abstände  $dx$  und  $dy$ :  $dx = 3,3 - (-10) = 13,3$

$$dy = -4,7 - (-10) = 5,3$$

Berechnung der Faktoren  $f_x$  und  $f_y$ :  $f_x = dx/wx = 143,88$

$$f_y = dy/wy = 21,64$$

Daher ist das Pixel in der 144 Spalte von links und der 22 Zeile von unten und besitzt daher die Pixelkoordinaten (80 144).

Daher aktivieren die Befehle `PxlOn 80,144` und `ptOn 3.3, -4.7` das selbe Pixel.