T³ EUROPE

T^3 – Teachers Teaching with Technology

Zertifikatskurs für

den TI - 92

- ✓ Grundlagen
- ✓ Variablen und Ordner
- ✓ Lösen von Gleichungen
- ✓ Das Symbolleistenmenü „Algebra“
- ✓ Graphen und Tabellen von Funktionen
- ✓ Lineare Gleichungssysteme
- ✓ Typische Schülerprobleme
- ✓ Datenübertragung TI $\leftrightarrow$ TI

Die Tastatur

Am TI-92 kann man im wesentlichen drei Tastaturbereiche erkennen:

Links vom Bildschirm befinden sich 8 Funktionstasten und die Hand-Taste .

Unterhalb des Bildschirms eine computerübliche QWERTZ-Tastatur.

Rechts davon eine Taschenrechnertastatur mit einigen Sondertasten und dem blauen Cursorfeld.

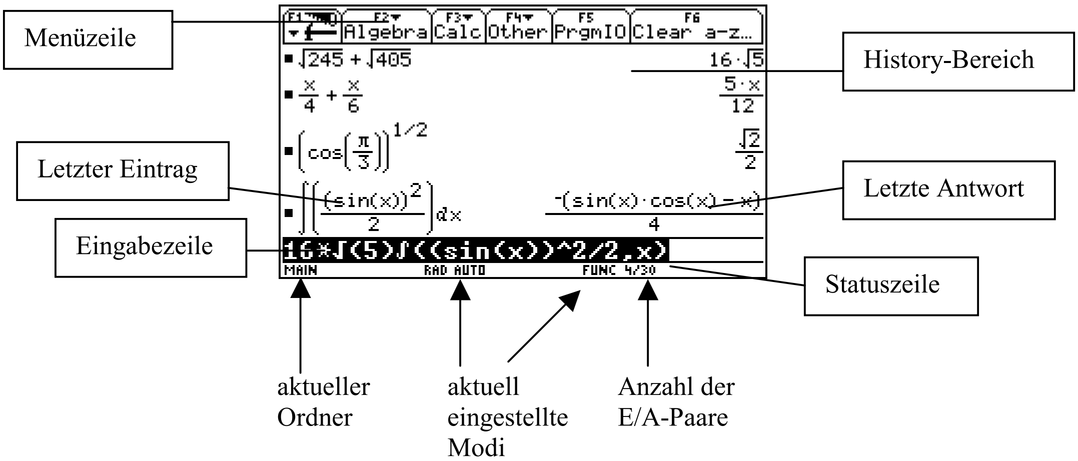
Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der wichtigsten Tasten des TI-92:

Taste	Name	Funktion
	Handtaste	Wird zusammen mit den Cursortasten zum Verändern geometrischer Konstruktionen verwendet.
F1 - F8	Funktionstasten	Zugriff auf die Symbolleisten-Menüs am oberen Bildschirmrand.
⇧	Shift – Taste	Zum Schreiben von Großbuchstaben. Gemeinsam mit den Cursortasten dient sie zum Markieren von Zeichen in der Eingabezeile.
ON	Einschalttaste	
◆	Diamanttaste	Aktiviert die „Schnelltasten“, die auf der Tastatur dieselbe Farbe haben wie die ◆–Taste.
2nd	Second – Taste	Ermöglicht den Zugriff auf die Zweitfunktion der anschließend betätigten Taste, welche auf der Tastatur dieselbe Farbe haben, wie die 2nd–Taste.
STO▸	Speichertaste	Damit kann man einen Wert in einer benannten Variablen speichern.
←	Backspace	Dient zum Löschen des Zeichens links vom Cursor.
ENTER	Eingabetaste	Wertet einen Term aus, führt eine Anweisung aus, wählt einen Menüpunkt aus, etc.
MODE	Mode-Taste	Zeigt eine Liste der gegenwärtigen TI-92-Modus-Einstellungen an.
CLEAR	Lösch – Taste	Löscht die Eingabezeile bzw. ein E-A-Paar im History – Bereich.
ESC	ESC – Taste	Annulliert Menüs oder Dialogfelder.
	APPS – Taste	Zeigt ein Menü mit allen verfügbaren TI-92 Anwendungen an.
	Cursortasten	Bewegen den Cursor in die gewünschte Richtung.

Der Bildschirm

Schaltet man den Taschenrechner ein, indem man die ON-Taste drückt, sollte man folgenden Bildschirm sehen, der als HOME – Bereich bezeichnet wird:

Falls mit dem TI-92 bereits gearbeitet wurde, könnte der Bildschirm auch anders aussehen, wie das folgende Beispiel zeigt:



Anhand der angeführten Beispiele erkennt man, dass die Eingabe/Ausgabe – Paare im History – Bereich im sogenannten „Pretty – Print – Modus“ angezeigt werden. Der Pretty – Print – Modus kann im MODE – Menü auch ausgeschaltet werden.

History – Bereich
Auflistung eingegebener Eingabe/Antwort – Paare. Mit neuen Eingaben rollen die bestehenden Paare aufwärts im Bildschirm. Die nach oben verschwundenen Paare können aber durch Aufwärtsscrollen wieder sichtbar gemacht werden.

Eingabezeile
Hier werden Ausdrücke oder Anweisungen eingegeben.

Menüzeile
Zeigt Menüs mit Operationen für den HOME – Bereich an. Indem man die entsprechenden Funktionstasten betätigt können die einzelnen Menüs geöffnet werden.

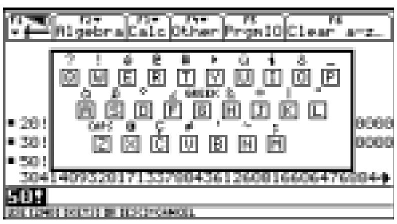
Statuszeile
Zeigt den aktuellen Status des Rechengerätes.

Erste Beispiele

Eine der wichtigsten Tasten ist die [ESC]-Taste. Sie schließt Menüs, beseitigt Fehlermeldungen, macht Einstellungsänderungen rückgängig u.a.m. Sie kann als Notausstieg für alle Fälle dienen.

Beispiele	Tastenfolgen	Display
Berechnungen anzeigen		
1. Berechne die Fläche eines gleichseitigen Dreiecks mit der Seitenkante a = 5 cm und gib das Ergebnis in symbolischem und numerischem Format an.	5 [^] 2 [÷] 4 [×] [2nd] [√] 3 [)] [ENTER] [◆] [ENTER]	
2. wie 1. mit Hilfe der Formel. *Um einen Term mit einem Wert zu belegen, verwendet man den sogenannten „So-dass“-Operator. Dieser ist die Zweitfunktion der Taste K*	a [^] 2 [÷] 4 [×] [2nd] [√] 3 [)] [2nd] [|] a [=] 5 [ENTER] [◆] [ENTER]	

Vor bzw. nach der Ausführung aller Beispiele ist es zumeist sinnvoll den History – Bereich zu löschen, dazu betätigt man [F1] und anschließend 8 (= Clear Home).

Beispiele	Tastenfolgen	Display
Ermittlung von Primfaktoren		
1. Berechne die Primfaktorenzerlegung von 7.222.762.729.000. *Man kann „factor“ in die Eingabezeile eingeben, indem man über die Tastatur FACTOR schreibt, oder die Taste [F2] betätigt und **2:factor(** wählt.*	F A C T O R [(] 7 2 2 2 7 6 2 7 2 9 0 0 0 [)] [ENTER]	
Ermittlung von Fakultäten		
1. Berechne 20!, 30! und 50! *Das Rufzeichen kann auch mittels der Tastenkombination [2nd] W eingegeben werden.*	2 0 [2nd] [MATH], 7, 1 [ENTER] (für 30 und 50 analog)	
Die Zweitbelegung der Tastatur		
Die Zweitbelegung der Tastatur kann jederzeit eingeblendet werden.	[◆] K	

Termrechnung

1. Berechne die Summe: $\frac{x}{6}+\frac{x}{8}=.$

X ÷ 6 + X ÷ 8
ENTER

2. Berechne $(x-5)^3=.$

E X P A N D (
(X − 5) ^ 3)
ENTER

3. Zerlege $x^2+2x-15$ und x^2-5 in ein Produkt.

F A C T O R (X ^ 2 ^ 2
× X − 1 5 , X)
ENTER
(für $x^2 - 5$ analog)

Weitere Beispiel sind im Handbuch von Seite 4 bis 12 zu finden.
In der Statuszeile des letzten Beispiels kann man den Text „2/30" (lies: 2 von 30) lesen. Dieser Text zeigt an, dass derzeit 2 Eingabe–Antwort–Paare von maximal 30 möglichen Paaren gespeichert sind. Die voreingestellte Maximalanzahl von 30 kann vom Benutzer verändert werden. Sobald die Anzahl der gespeicherten Eingabe–Antwort–Paare erreicht wird, bewirkt die Hinzunahme eines neuen Eingabe–Antwort–Paares das Löschen des ältesten Paares.
Sowohl die Eingabe als auch die Antwort eines Eingabe–Antwort–Paares kann markiert und in den Editor kopiert werden, um es für neue Berechnungen zu verwenden. Die entsprechenden Bewegungen lassen sich mit Hilfe der blauen Cursortaste durchführen.

Beispiele | **Tastenfolgen** | **Display**

Kopieren eines E-A-Paares

1. Kopiere die Antwort $\frac{7x}{24}$ in den Editor und ändere sie auf $\frac{7(x-1)}{24}$!

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑
ENTER
← ← ← ← (→ − 1)
ENTER

Eingabe und Auswertung eines kompl. Ausdrucks

1. Gib den Ausdruck $\sqrt{\frac{x+2}{x-2}}$ in zwei Schritten ein!

(X + 2) ÷ (X − 2)
ENTER
[√] (↑ ENTER)
ENTER

2. Ermittle den Wert dieses Ausdrucks für x = 8!

[►] (um die Merkierung zu entfernen)

[|] (= [2nd] K) X [=] 8

[ENTER]

[◆] [ENTER]

3. Ermittle den Wert dieses Ausdrucks für x = -8!

Es ist dabei zu beachten, dass bei der Eingabe des Minus die [(-)]-Taste und nicht die [−]-Taste verendet wird, da es sonst zu der im Beispiel ersichtlichen Fehlermeldung kommt. (binäres Minuszeichen = Subtraktionszeichen; unäre Minuszeichen = Vorzeichen)

[►] (um die Merkierung zu entfernen)

[◄] (Cursor vor die 8)

[−] [ENTER] (falsch)

[ESC] [←] (um das falsche Minus zu löschen)

[(-)] [ENTER] (richtig)

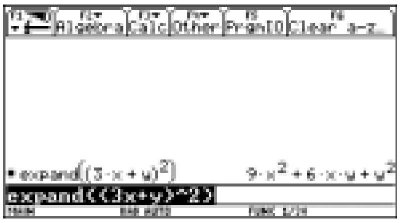
Potenzieren von Binomen

1. Berechne $(3x+y)^2$!

[F2] [▼] [▼] [ENTER]

[(] 3 X [+] Y [)] [^] 2 [)]

[ENTER]



2. Berechne $(3x+y)^5$!

Das Ergebnis kann länger sein, als der Bildschirm breit ist. Um den Rest des Ergebnisses zu sehen, kann man mit den Cursortasten scrollen.

[►] [◄] [←] 5 [ENTER]

3. Berechne $(3x+y)^{50}$!

Will man höhere Potenzen berechnen, werden selbtverständlich auch die Rechenzeiten höher. Solange eine Rechnung in Gang ist, erscheint in der Statuszeile der Text „BUSY“.

[◄] 0 [ENTER]

4. Berechne $(3x+y)^{100}$!

   Ab einer gewissen Größe können Ausdrücke aufgrund des begrenzten Speicherplatzes nicht mehr angezeigt und auch nicht mehr gespeichert werden. In diesem Fall erscheint als Antwort das Symbol <<...>>. Eine zu lang dauernde Rechnung kann mit der Taste ON unterbrochen werden.

▶ ◀ ◀ ← 1 0 ENTER

Wurzelziehen

1. Berechne $\sqrt[3]{4913} =$ und $\sqrt[4]{169} =$!

4 9 1 3 ^ (1 ÷ 3) ENTER

(für $\sqrt[4]{169} =$ analog)

Batterien

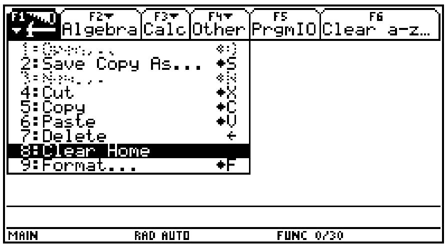
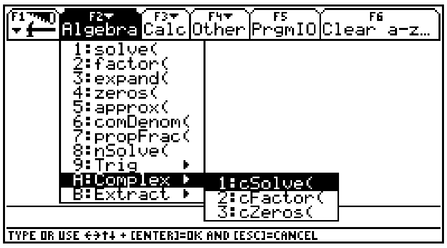
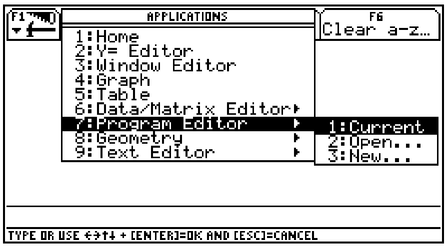
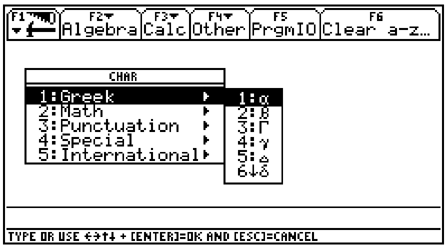
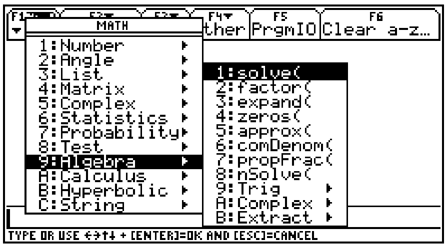
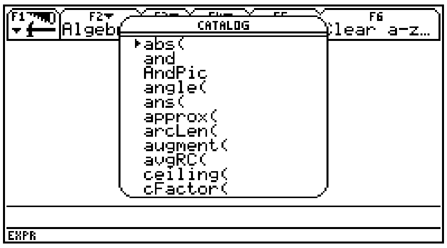
Sollte in der Statuszeile rechts außen der Text „BATT" erscheinen, dann ist es Zeit die Batterie zu wechseln. Details dazu siehe Handbuch.

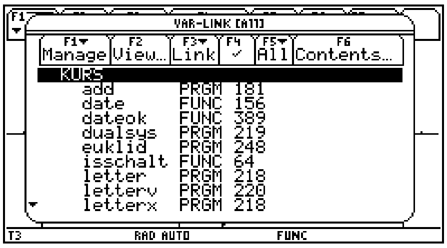
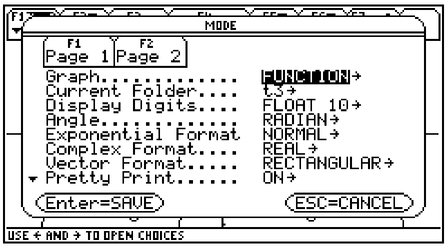
Ausschalten

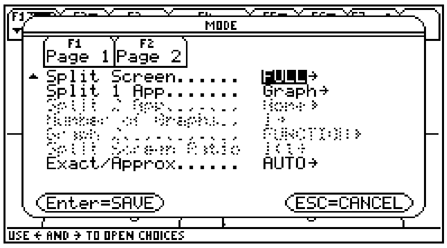
Schaltet man den TI-92 mit [OFF] (=2nd ON) aus, erscheint nach erneutem Einschalten durch Drücken der Taste ON das Algebrafenster mit allen zuletzt darin gespeicherten Eingabe-Antwort-Paaren. Offene Menüs bleiben nicht erhalten.
Schaltet man hingegen mit ◆ ON aus, dann bleiben offene Menüs erhalten und man landet nach erneutem Einschalten in jener Anwendung, von der aus man den TI-92 ausgeschaltet hat.
Wird der TI-92 mehrere Minuten nicht bedient, dann schaltet er sich automatisch aus, so als ob die Tastenkombination ◆ ON gedrückt worden wäre.

Die TI-92 – Menüs

Über folgende Menüs kann am TI-92 auf zahlreiche Operationen zugegriffen werden:

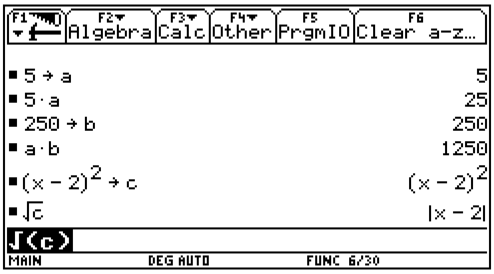
Tasten	Auswirkung
F1, F2, etc.	Aus diesen Menüs lassen sich verschiedene Operationen auswählen:  
	Über dieses Menü können die verschiedenen TI-92 Anwendungen gestartet werden: 
2nd [CHAR]	Über dieses Menü können alle Arten von Sonderzeichen eingegeben werden: 
2nd [MATH]	Hier können alle mathematischen Operationen angewählt werden: 
2nd [CATALOG]	Dieses Menü bietet eine vollständige Liste mit allen TI-92 – Standard – Funktionen: 

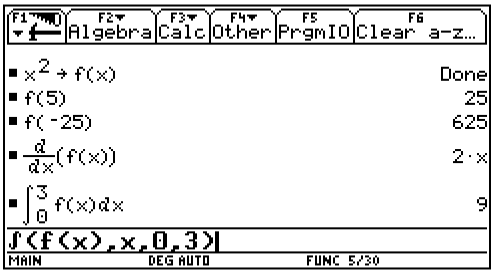
<table>
<tr>
<td>2nd [VAR-LINK]</td>
<td>In diesem Menü können Variablen bzw. Ordner, die am TI-92 gespeichert sind, bearbeitet werden:

</td>
</tr>
<tr>
<td>MODE</td>
<td>Dieses Menü besteht aus zwei Seiten, die über die Tasten F1 und F2 angewählt werden können. Hier können die unterschiedlichen Betriebsarten des TI-92 festgelegt werden:



</td>
</tr>
</table>

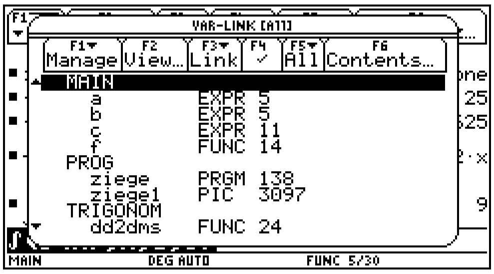
Variablen und Ordner

Am TI-92 ist es möglich Werte (Terme) als eine benannte Variablen zu speichern. Mit diesen Variablen kann dann wie mit Zahlen (Termen) gerechnet werden, wie folgende Beispiele zeigen:





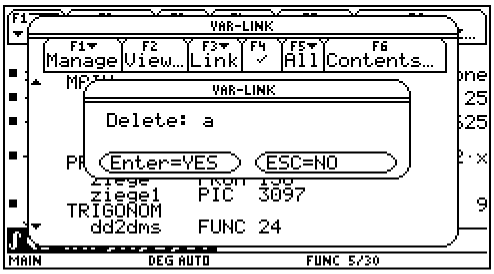
Erzeugt man Variablen wie eben gezeigt, werden diese auf der Festplatte des TI-92 gespeichert. Die aktuell gespeicherten Variablen kann man sich mittels [2nd] [VAR-LINK] anzeigen lassen.

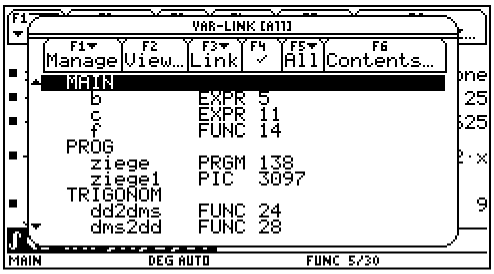


Man erkennt aus dieser Darstellung, dass im aktuellen Ordner „MAIN" die Variablen „a", „b" und „f" angelegt wurden. Offensichtlich gibt es am TI-92 unterschiedliche Variablentypen, denn rechts neben „a", „b" und „c" steht EXPR und rechts von f steht FUNC. Eine vollständige Liste aller Datentypen findet man im Handbuch im ***Anhang A*** unter dem Begriff ***getType()***." Die Zahlen, die rechts vom Variablentyp stehen, geben an, wie viel Speicherplatz von der jeweiligen Variablen belegt wird.
Für die Vergabe von Variablennamen sind gewisse Regeln zu beachten, die im Handbuch im Kapitel ***TI-92 Bedienung*** unter dem Begriff ***Regeln für Variabelnnamen*** aufgelistet sind.

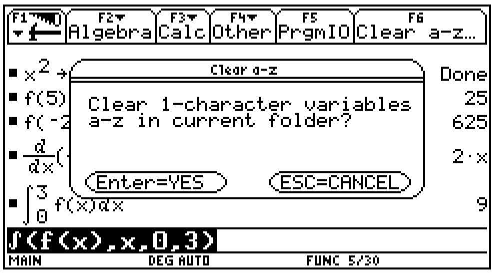
Löschen von Variablen

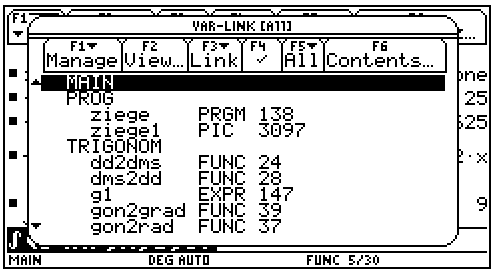
Werden Variablen nicht mehr gebraucht, können diese gelöscht werden, indem man den schwarzen Balken mit den Cursortasten auf die entsprechende Variable bewegt und die Taste [←] drückt. Es erscheint dann folgende Meldung, die mit [ENTER] bestätigt werden muss:





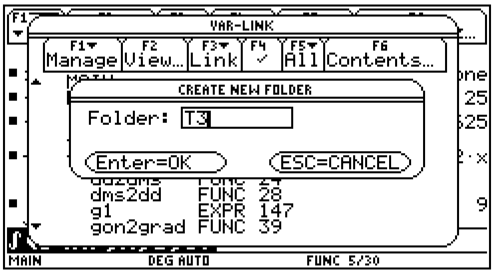
Am einfachsten können alle Variablen, deren Name aus nur einem Buchstaben besteht, im HOME – Bereich mit der Taste [F6] gelöscht werden:

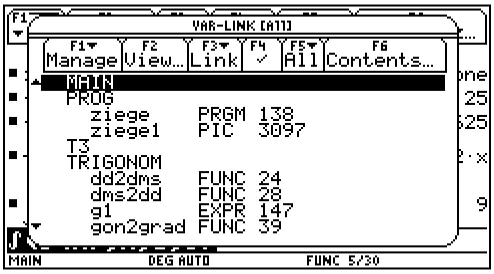




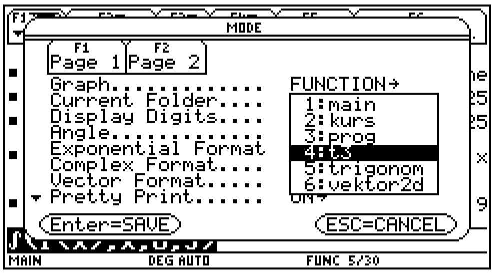
Anlegen von Ordnern

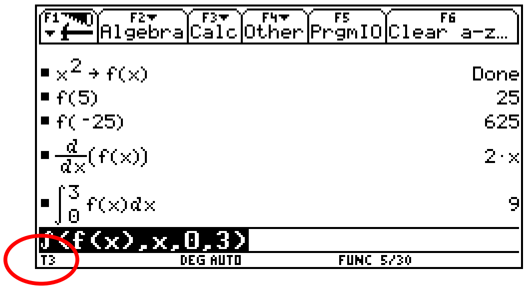
Die angeführten Beispiele zeigen weiters, dass es am TI-92 möglich ist, Ordner anzulegen, in welche die Variablen gespeichert werden können. Damit sich alle Variablen, die im vorliegenden Kurs erzeugt werden, in einem eigenen Ordner befinden, legt man am Besten den Ordner „T3" an und macht diesen zum aktuellen Ordner. Dabei geht man wie folgt vor: Man drückt im VAR – LINK – Menü die Tasten F1 – 5 um einen neuen Ordner zu erzeugen. Im folgenden Dialogfeld tastet man den Namen des Ordners, also „T3" (ohne Anführungszeichen!) ein und bestätigt 2-mal mit ENTER:





Der Ordner „T3" kann nun im MODE – Menü unter dem Punkt „Current Folder" zum aktuellen Ordner gemacht werden:

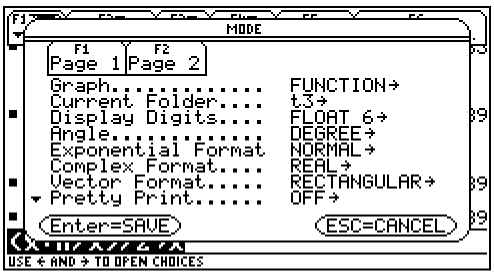




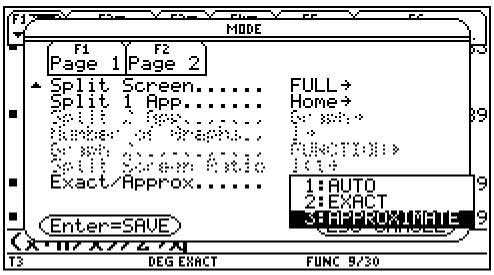
Nach 2-maligem Betätigen der ENTER – Taste, sollte in der Statuszeile links nun statt „MAIN" der Ordnername „T3" stehen.

Im folgenden Beispiel soll die Ausgabe aller Ergebnisse automatisch in Dezimalschreibweise erfolgen, damit man sich das Betätigen der ◆-Taste ersparen kann. Dazu muss im MODE – Menü die Einstellung des Exact/Approx - Modus von AUTO auf APPROXIMATE umgestellt werden:

MODE



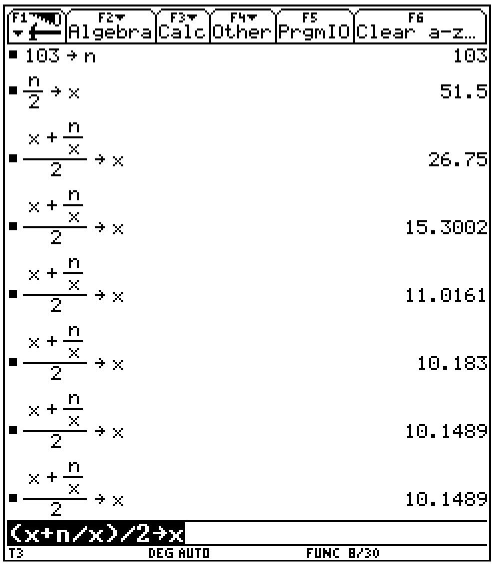
F2



Eine weitere Möglichkeit Variablen am TI-92 zu verwenden, zeigt folgendes Beispiel:

Berechne mit Hilfe des HERON Verfahrens die $\sqrt{103}$ auf 4 Stellen genau.

$$x_{neu} = \frac{1}{2}\left(x_{alt} + \frac{n}{x_{alt}} \right) \text{(n ... Radikand)}$$



Sollten aus irgendeinem Grund nicht 4 Nachkommastellen angezeigt werden, oder möchten man die Wurzel auf 5 Stellen genau berechnen, muss mit Hilfe des MODE*-Menüs die Einstellung für die Anzeige der Nachkommastellen geändert werden. (siehe Handbuch:* ***Stellenanzeige-Modus Display Digits*** *im Kapitel* ***Ergebnisanzeige-Formate****)*

Lösen von Gleichungen

Eine typische Schulaufgabe

Ein Autofahrer fuhr die erste, 20 km lange Autobahnetappe um 60 km/h schneller als die zweite, 15 km lange Etappe auf der Landstraße. Für die erste Etappe brauchte er um 5 Minuten weniger als für die zweite. Wie schnell fuhr er auf der Autobahn?

x ... Geschwindigkeit in km/min ⇒ Fahrzeit auf der Autobahn: $\frac{20}{x}$; Fahrzeit auf der Landstraße: $\frac{15}{x-1}$

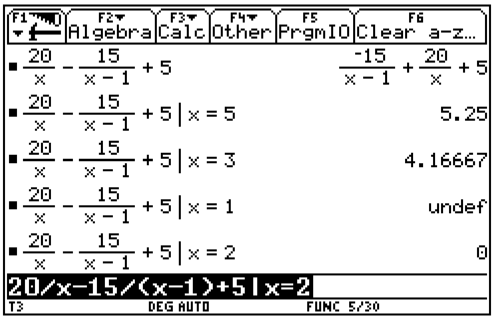
❶ Grundmenge G =$\mathbb{R}^+$

❷ Ansatz: $\frac{20}{x} = \frac{15}{x-1} - 5$

❸ Definitionsmenge: D = $\mathbb{R}^+\setminus\{-1\}$

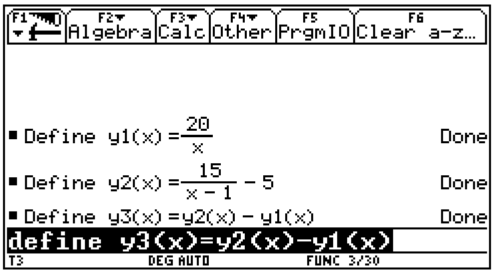
❹ Lösen der Gleichung (4 Verfahren)

a) gezieltes Probieren

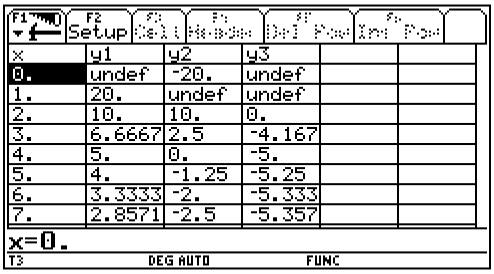


Man kann sich das Probieren am TI-92 mit der Tabellenfunktion [TABLE] erleichtern. Zunächst müssen jedoch der linke und der rechte Teil der Gleichung als Funktionen definiert werden.

Definieren der Funktionen



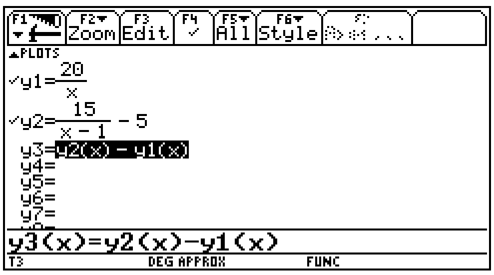
◆ - [TABLE]



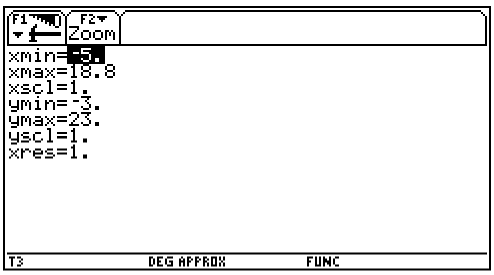
b) graphisches Verfahren

Variante 1

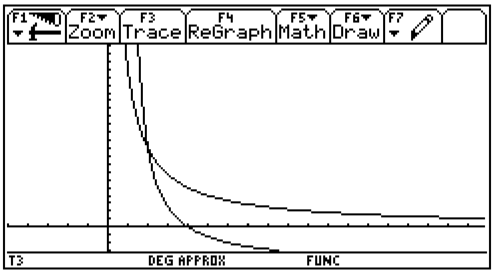
◆ - [Y=] – F4 (unselect y3)



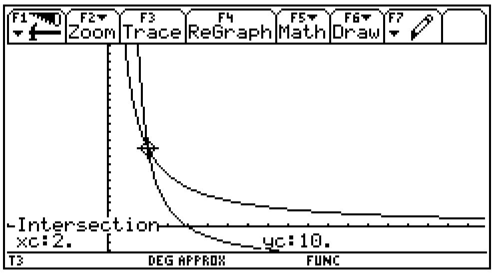
◆ - [WINDOW] (Fensterkoordinaten)



◆ - [GRAPH]

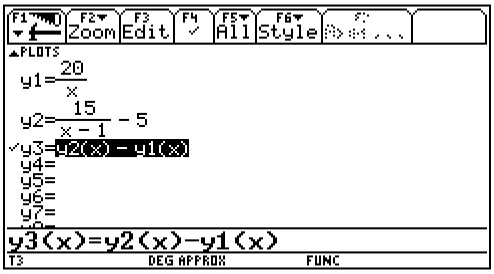


F5 Math – 2: Intersection...

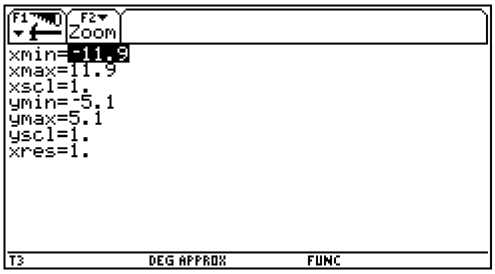


Variante 2

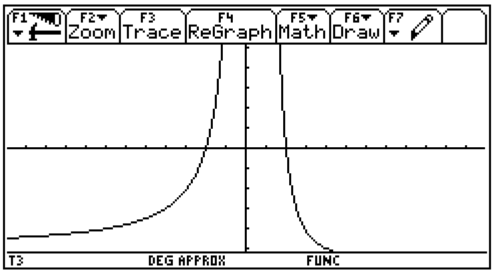
Markierung wie abgebildet ändern



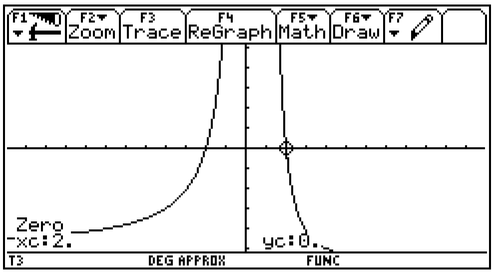
◆ - [WINDOW] (Fensterkoordinaten)



◆ - [GRAPH]

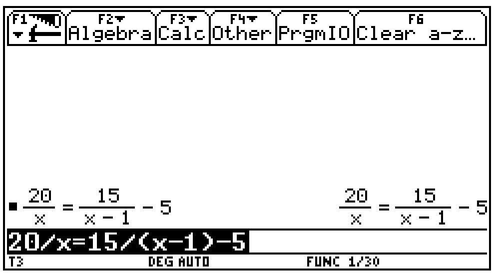


F5 Math – 2: Zero...

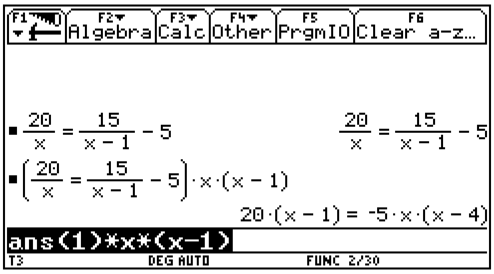


c) Äquivalenzumformungen

Eingeben der Gleichung: ◆ - [HOME]

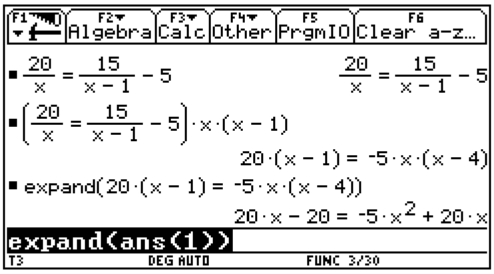


Multiplizieren mit dem gemeinsamen Nenner

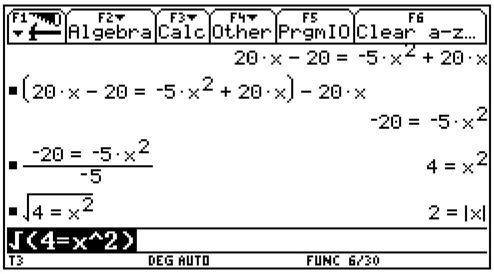


Wird mit der letzten Ausgabe weitergerechnet, ist es nicht nötig diese erneut einzutasten, da der Rechner bei der Eingabe eines Rechenoperators davor automatisch den Ausdruck **ans(1)** einfügt, mit dem die von unten gezählte erste Antwort (= **ans**wer) bezeichnet wird. Selbstverständlich, ließe sich diese Referenz auf die letzte Antwort auch über die Tastatur eingeben, wie im nächsten Schritt gezeigt wird.

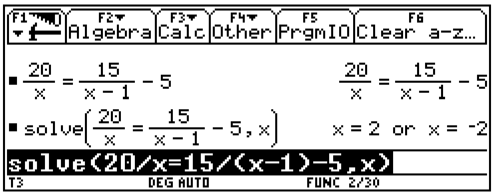
Links und rechts die Produkte bilden



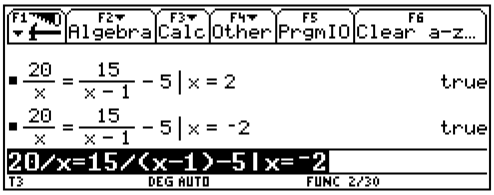
Explizit machen von x



d) mit dem Befehl SOLVE



❺ Probe (zur Gleichung, nicht zum Text):



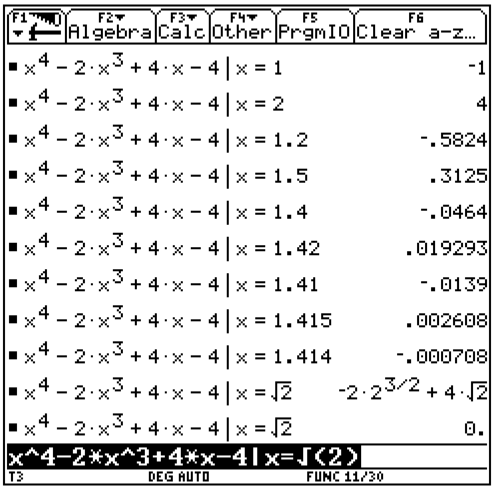
❻ Lösungsmenge: $-2 \notin D \Rightarrow L = \{2\}$

❼ Antwort: Er fuhr auf der Autobahn 2km/min = 120 km/h.

Noch eine Aufgabe

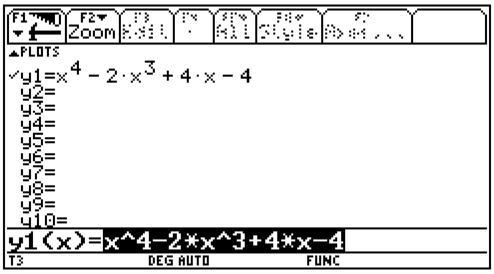
Löse $x^4 - 2 \cdot x^3 + 4 \cdot x - 4 = 0$ über R!

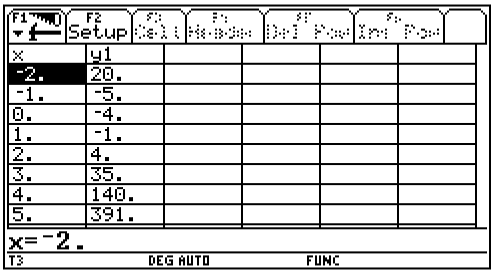
a) gezieltes Probieren



Nach neun Rechenschritten könnte man $\sqrt{2}$ als Lösung vermuten und zur Kontrolle einfach in die Gleichung einsetzten, doch das Ergebnis scheint auf den ersten Blick nicht gerade zufriedenstellend...?

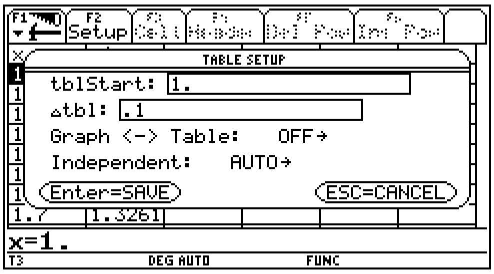
Definieren der Funktion: [◆] - [Y=] [◆] - [TABLE]

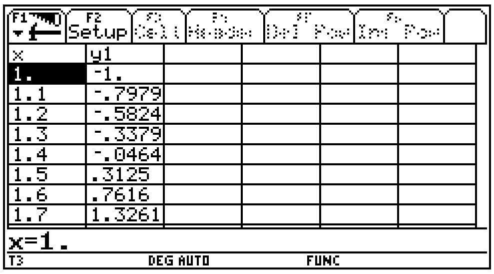




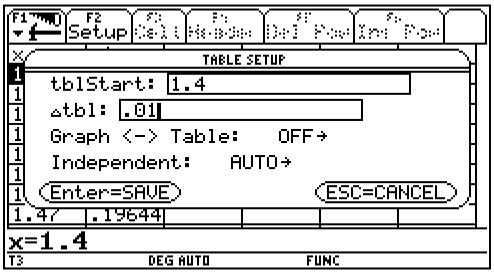
Aus der Tabelle kann man ablesen, dass eine Lösung zwischen 1 und 2 liegen muss. Um diese genauer zu bestimmen, lässt man sich in der Tabelle ab dem Wert 1 alle folgenden Werte in Zehntelschritten berechnen. Dazu ruft man das Dialogfeld TABLE SETUP (siehe nächste Abbildung) auf, gibt im Feld **tblStart** den Wert 1 und im Feld **Δtbl** den Wert 0,1 ein und bestätigt zweimal mit der [ENTER] - Taste. Die Tabelle sollte dann wie unten abgebildet aussehen.

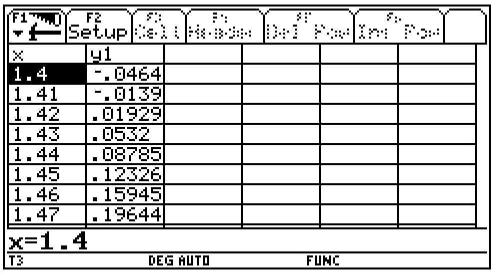
Schrittweite ändern: [◆] - [TblSet] bzw. [F2] [ENTER], [ENTER]

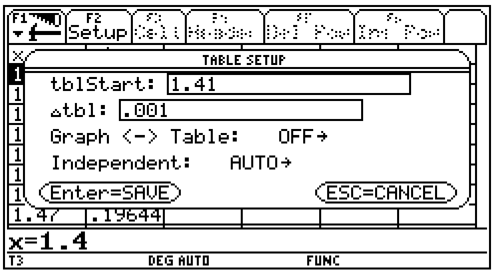


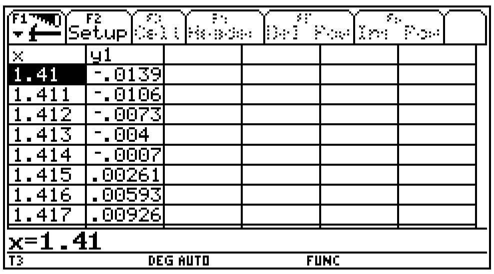


Will man es noch genauer wissen, setzt man das Verfahren wie in den nächsten Abbildungen angedeutet, fort:

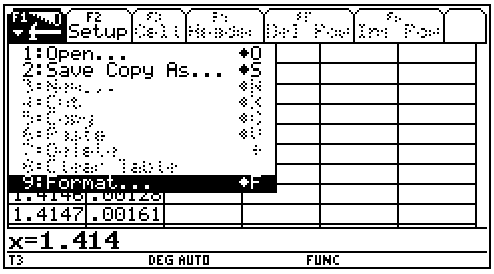


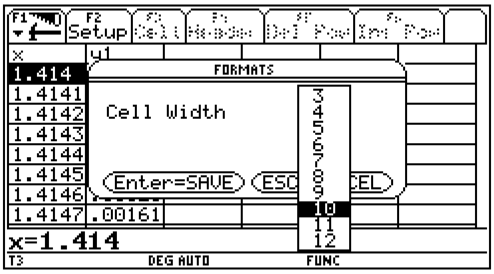




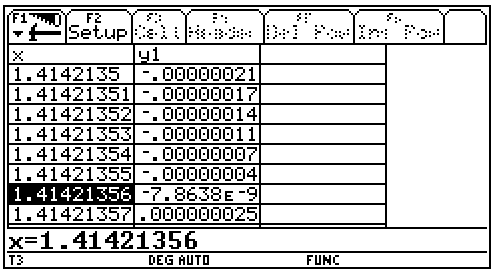


Die Spaltenbreite kann selbstverständlich den Erfordernissen angepasst werden, indem man [F1] - 9: Format wählt:





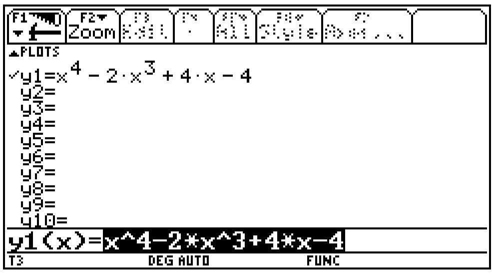
Stellt man, wie im angeführten Beispiel, die Zellbreite auf 10, so kann die Nullstelle auf 8 Nachkommastellen ermittelt werden:



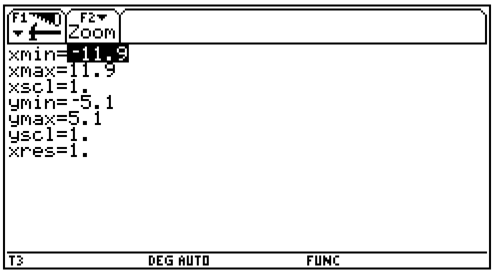
b) graphisches Verfahren

Variante 1

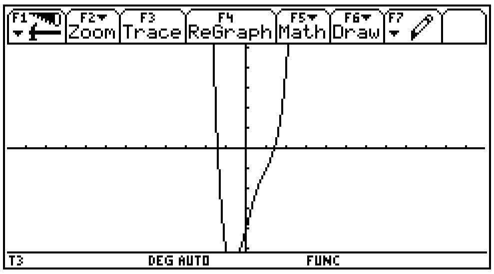
♦ - [Y=]



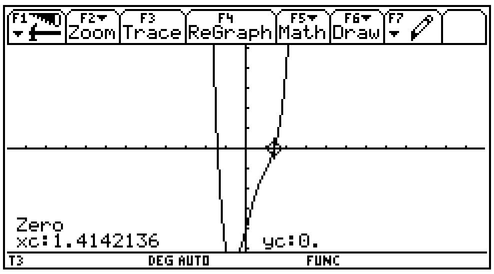
♦ - [WINDOW]



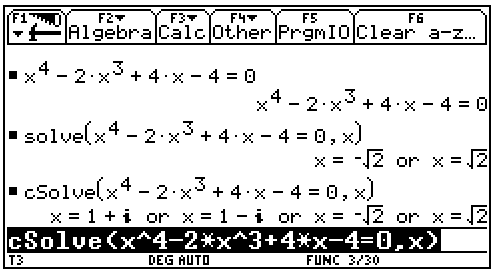
♦ - [GRAPH]



F5 Math – 2: Zero...



d) mit dem Befehl SOLVE



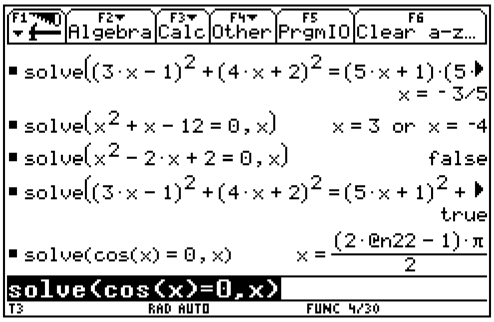
Aufgaben aus dem Schulbuch

Nr	Angabe	Lösungen	Anmerkung
1	$(3x-1)^2+(4x+2)^2=(5x+1)^2$		
2	$x^2+x-12=0$		
3	$ax^2+bx+c=0$		
4	$\frac{1}{x+1}-\frac{1}{x-a}=\frac{a+1}{a}$		
5	$\sqrt{3x+123}=17-\sqrt{3x+4}$		
6	$\sqrt{x+28}-\sqrt{x+4}=\sqrt{x+14}-\sqrt{x-2}$		
7	$6^{x+1}-7^x=5\cdot 6^x-6^{x-1}$		
8	$\ln(5x+12)+\ln(5x-12)=\ln 81$		
9	$\ln(\ln(\ln(x)))$		
10	$\sin(x)=1$		
11	$\cos(x)=x$		

Das Symbolleistenmenü „Algebra“ F2

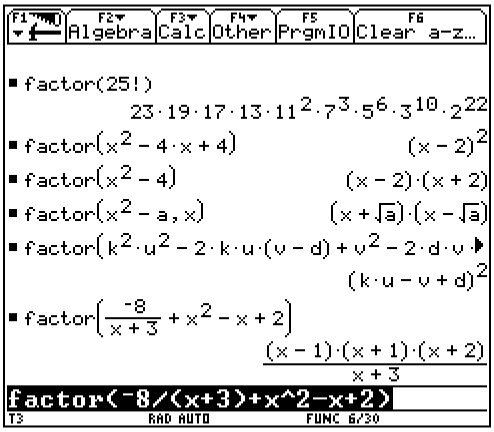
1: solve(*Gleichung, Var*)

Gibt mögliche reelle Lösungen einer Gleichung oder Ungleichung für *Var* zurück.



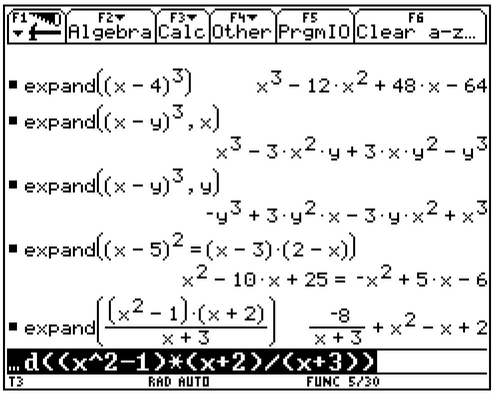
2: factor(*Rationale_Zahl*) bzw. factor(*Term[, Var]*)

Ist der Übergabeparameter eine rationale Zahl, wird diese in ihre Primfaktoren zerlegt zurückgegeben. Übergibt man dem Befehl **factor** einen Term, wird dieser nach all seinen Variablen über einem gemeinsamen Nenner faktorisiert zurückgegeben.



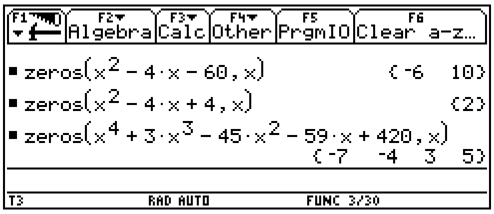
3: expand(*Term[, Var]*)

Dieser Befehl gibt den Parameter *Term* bezüglich *Var* entwickelt zurück. Ähnliche Potenzen von *Var* werden zusammengefasst. Die Terme und Faktoren werden mit *Var* als der Hauptvariable sortiert. Wird *Var* weggelassen wird *Term* bezüglich sämtlicher Variablen entwickelt zurückgegeben.



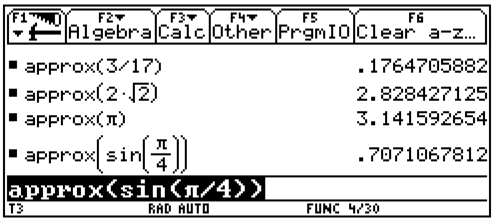
4: zeros(*Term, Var*)

Gibt eine Liste möglicher reeller Werte für *Var* zurück, die *Term* = 0 ergeben. Für manche Zwecke ist diese Ergebnisform für weitere Berechnungen günstiger, als die von **solve**.



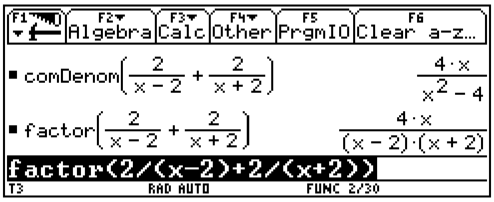
5: approx(*Term*)

Gibt nach Möglichkeit die Auswertung von Term ungeachtet der aktuellen Einstellungen des Exact/Approx-Modus als Dezimalwert zurück; d.h., dieser Befehl hat dieselben Auswirkungen von ◆ ENTER nachdem man einen Term eingegeben hat.



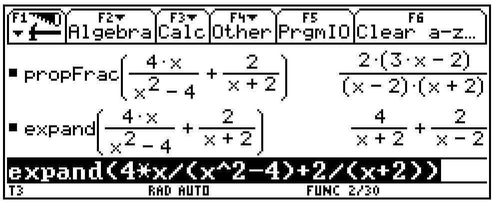
6: comDenom(*Term[, Var]*)

Dabei handelt es sich um eine "Light – Version" von **factor**. Vergleiche folgende Abbildung:



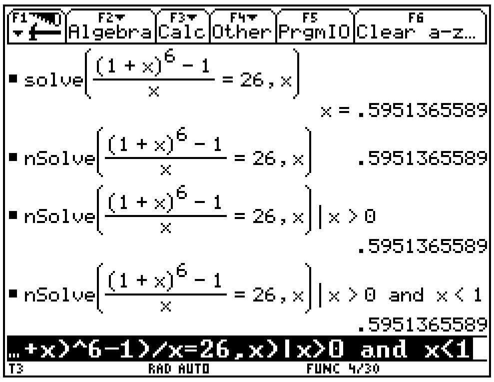
7: propFrac(*Term[, Var]*)

Wie im folgenden Beispiel zu sehen, entspricht dieser Befehl einer "Light – Version" von **expand**:



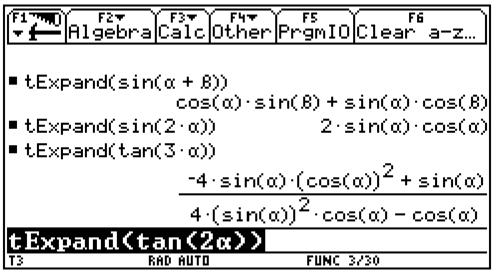
8: nsolve(*Gleichung, Var*)

Ermittelt iterativ eine reelle numerische Näherungslösung von *Gleichung* für deren eine Variable *Var*. Dieser Befehl arbeitet häufig um Vieles schneller als **solve** oder **zeros**, insbesondere, wenn zusätzlich der Operator „|" benutzt wird, um die Suche auf ein relativ kleines Intervall zu beschränken.

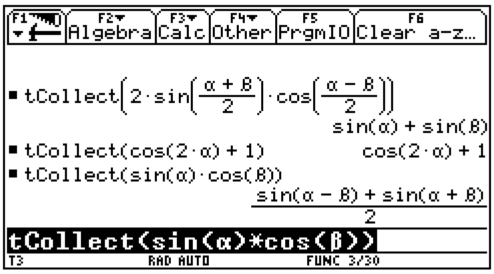


Zur Umformumg trigonometrischer Ausdrücke bedient man sich der Befehle tExpand und tCollect, wobei zu beachten ist, dass das Winkelmaß RADIAN eingestellt sein muss. Die folgenden Beispiele sprechen für die Wirkungsweise der Befehle von selbst.

9: Trig – 1: tExpand(*Term*)

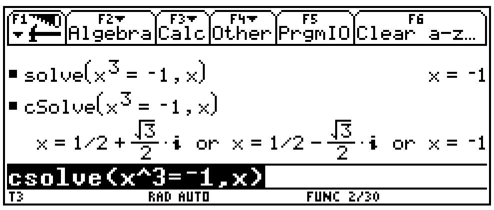


9: Trig – 2: tCollect(*Term*)



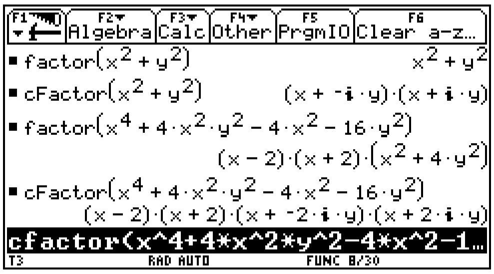
A: Complex – 1: cSolve(*Gleichung, Var*)

Gibt mögliche komplexe Lösungen einer Gleichung für *Var* zurück.



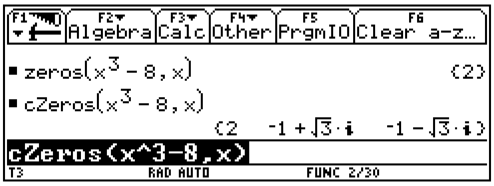
A: Complex – 2: cFactor(*Term[, Var]*)

Gibt *Term* nach der Variablen *Var* faktorisiert zurück.



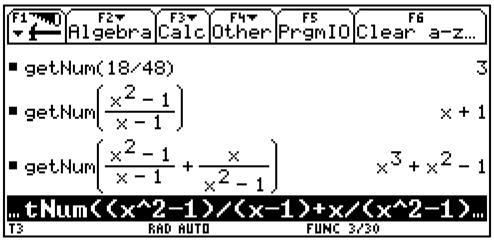
A: Complex – 3: cZeros(*Term[, Var]*)

Gibt eine Liste möglicher reeller und nicht-reeller Wert für *Var* zurück, die *Term* = 0 ergeben.



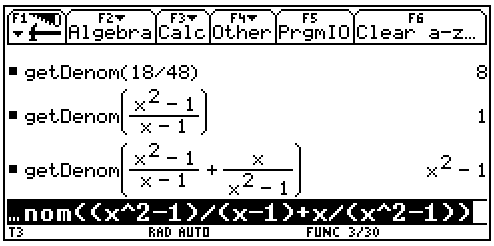
B: Extract – 1: getNum(*Term*)

Transformiert Term in einen Term mit gekürztem Nenner und gibt dann den Zähler zurück.



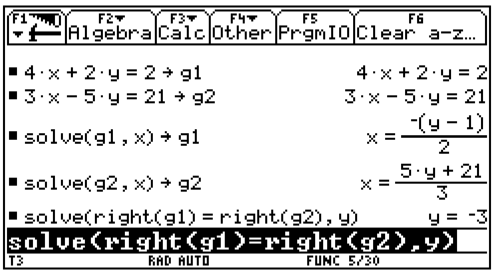
B: Extract – 2: getDenom(*Term*)

Transformiert Term in einen Term mit gekürztem Nenner und gibt dann den Zähler zurück.



B: Extract – 3: left(*Vergleich*) bzw. B: Extract – 4: right(*Vergleich*)

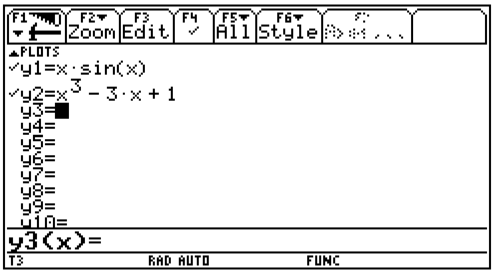
Gibt die linke bzw. rechte Seite einer Gleichung oder Ungleichung zurück.



Darstellen von Funktionen

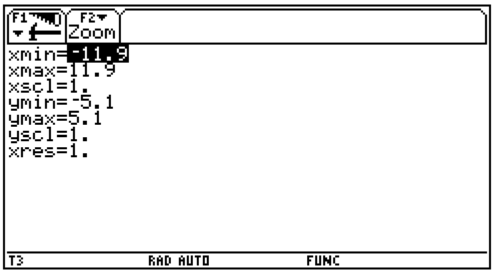
Für die Darstellung von Funktionen sind folgende Applikationen bzw. Menüs von Bedeutung:

1. **Der Y-Editor:** ◆ [Y]



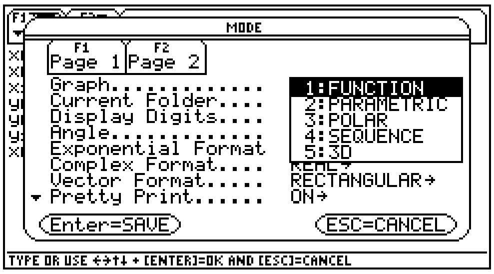
Hier können alle Funktionen, die dargestellt werden sollen, eingegeben werden. Als unabhängige Variable ist **x** zu verwenden.

2. **Der Window-Editor:** ◆ [WINDOW]



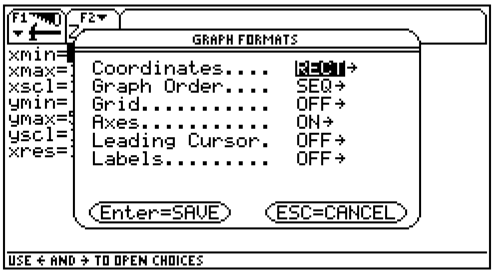
In diesem Fenster kann jener Ausschnitt des Koordinatensystems angegeben werden, in dem die Funktionen dargestellt werden sollen.

3. **Das MODE-Menü:** MODE



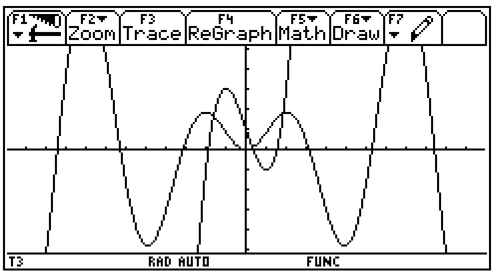
Im Menüpunkt „Graph" kann der Typ des Graphen festgelegt werden.

4. **Das FORMAT-Menü:** F1 - 9: Format



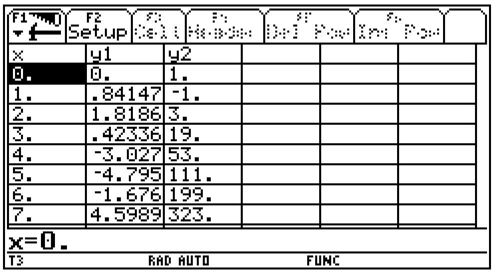
Hier können Formateinstellungen für den Graphikbildschirm erfolgen.

5. **Das Ansichtsfenster:** ◆ [GRAPH]



Dient der graphischen Darstellung der Funktion.

6. Das Tabellenfenster: ◆ [TABLE]



x	y1	y2
0.	0.	1.
1.	.84147	-1.
2.	1.8186	3.
3.	.42336	19.
4.	-3.027	53.
5.	-4.795	111.
6.	-1.676	199.
7.	4.5989	323.

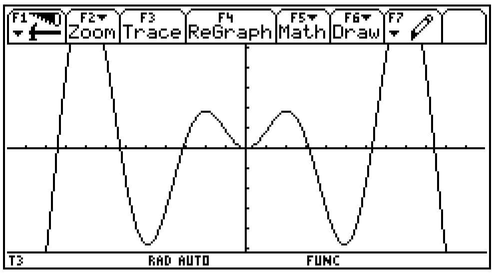
x=0.

Das Tabellenfenster zeigt eine Wertetabelle für alle ausgewählten Funktionen des Y-Editors.

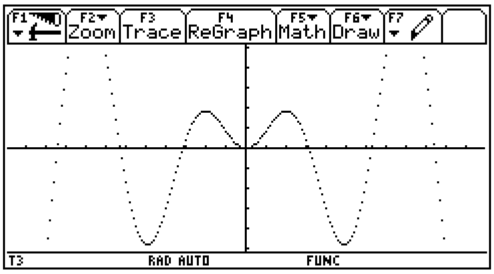
Im Folgenden werden einige der vielen Graphikfähigkeiten des TI-92 exemplarisch vorgestellt. Eine systematische Übersicht zum Kapitel „Darstellung von Funktionen“ findet man im Skriptum „Einführung in die Handhabung des TI-92“ von Dr. Thomas Himmelbauer, welches von der ACDCA – Homepage heruntergeladen werden kann.

Der Stil eines Graphen

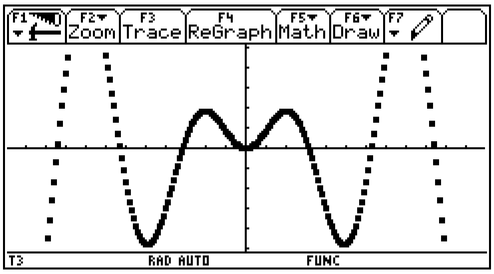
F6 Style – 1: Line



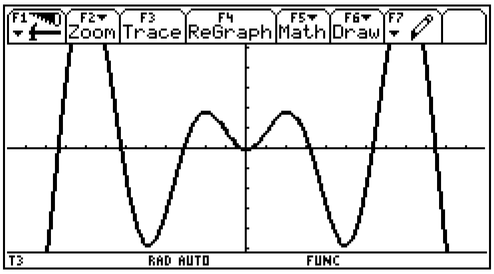
F6 Style – 2: Dot



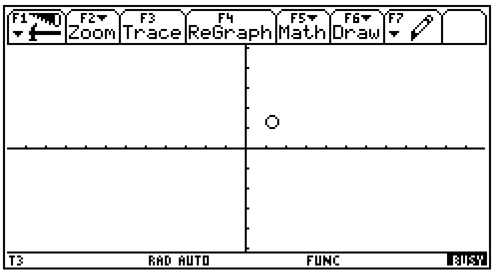
F6 Style – 3: Square



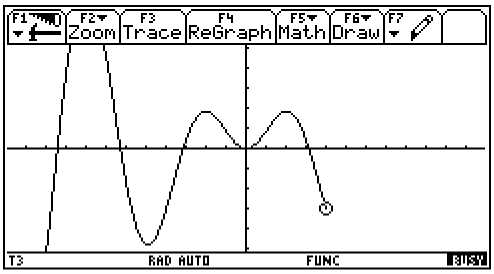
F6 Style – 4: Thick



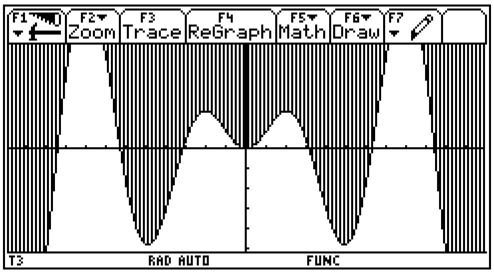
F6 Style – 5: Animate



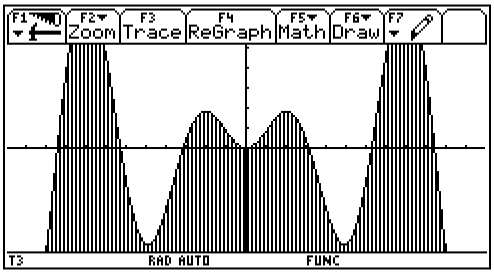
F6 Style – 6: Path



F6 Style – 7: Above

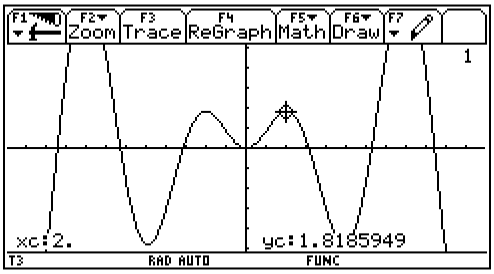


F6 Style – 8: Below

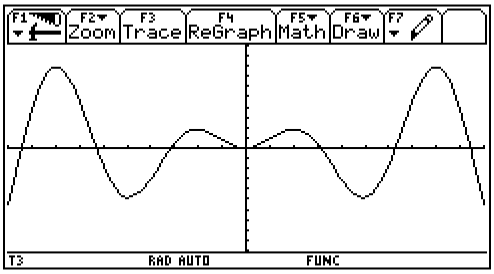


Cursorbewegungen und Zoommöglichkeiten

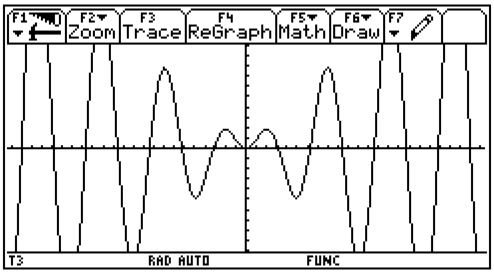
F3 Trace



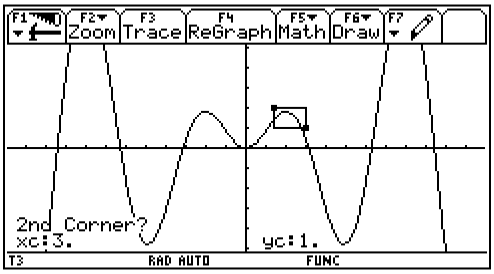
F2 Zoom – 6: ZoomStd



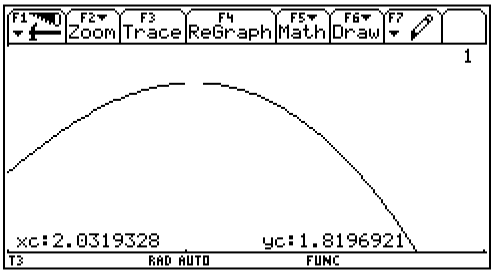
F2 Zoom – 5: ZoomSqr



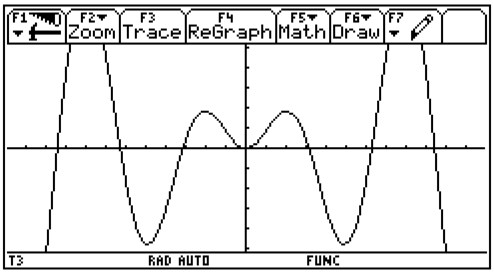
F2 Zoom – 1: ZoomBox (Teil 1)



F2 Zoom – 1: ZoomBox (Teil 2)

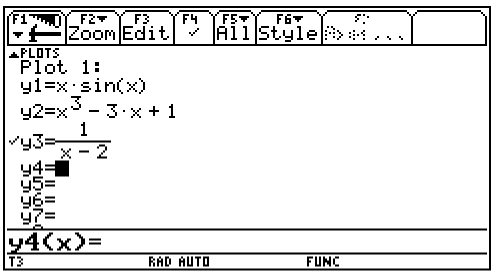


F2 Zoom – 4: ZoomDec

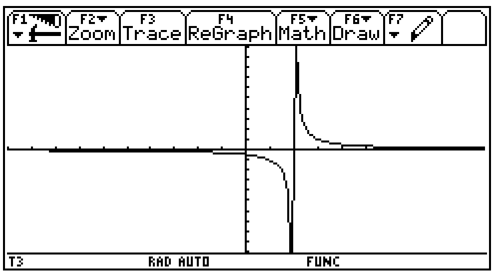


Polstellen

◆ [Y=]

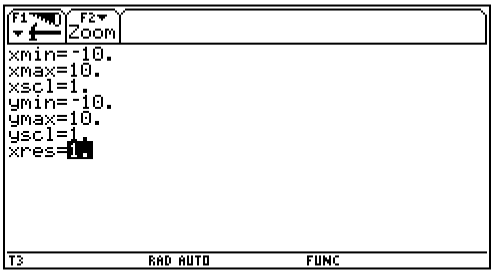


F2 Zoom – 6: ZoomStd

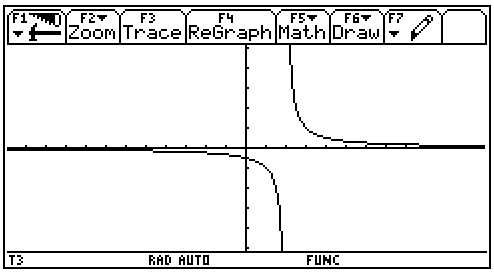


Ist die Polstelle nicht unter den Punkten, die zur Berechnung der Funktionswerte herangezogen werden, liefert der TI-92 keine korrekte Darstellung. Für eine richtige Darstellung muss die Zoomeinstellung **ZoomDec** gewählt werden und der Parameter xres im Window Editor auf 1 gesetzt werden.

[WINDOW]

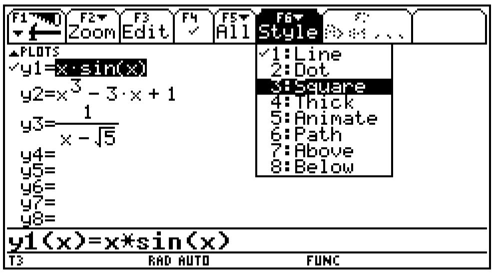


F2 Zoom – 4: ZoomDec



Weitere mögliche Probleme mit xres (vgl. T. Himmelbauer: Einführung in die Handhabung des TI-92)

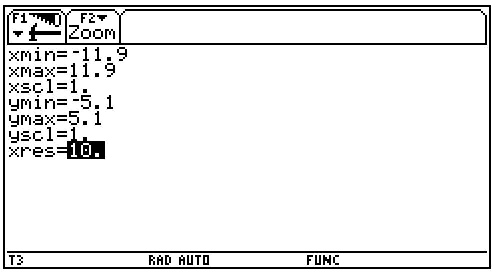
[Y=]



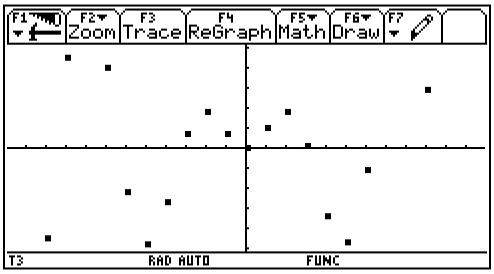
Nur die Funktion y1 aktivieren und deren Style auf Square stellen.

Stellt man anschließend **xres** im Window Editor auf 10, wird nur für jedes 10. Pixel der x – Achse ein Funktionswert zur Erstellung des Graphen berechnet.

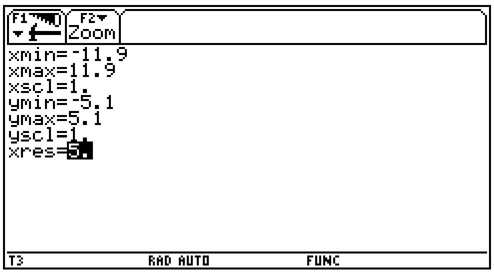
[WINDOW]



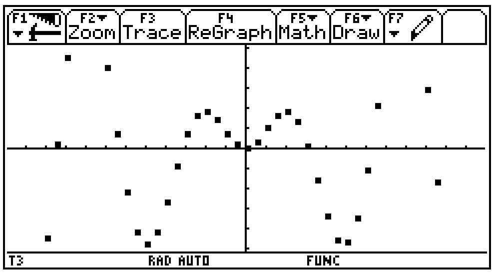
[GRAPH]



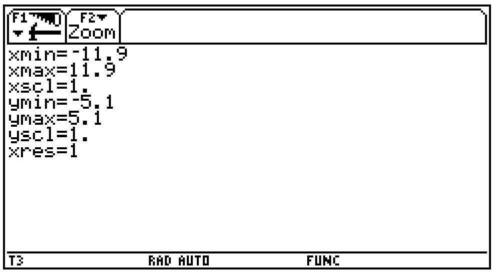
[WINDOW]



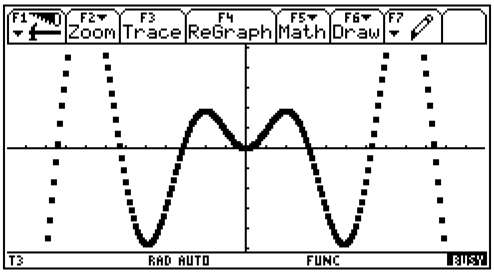
[GRAPH]



◆ [WINDOW]

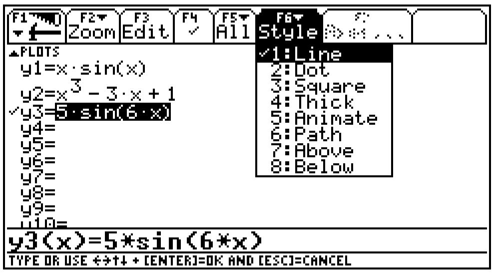


◆ [GRAPH]



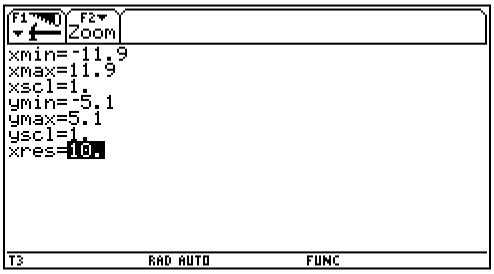
Diese Methode einen Graphen zu bestimmen, kann bei unstetigen oder stark schwankenden Funktionen zu völlig falschen Ergebnissen führen. Insbesondere beim Style „Line“ ist Vorsicht geboten, wie folgendes harmloses Beispiel zeigen soll:

◆ [Y=]

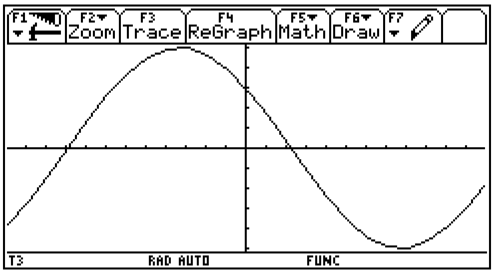


Man gibt im Y-Editor die Funktion $y1(x) = 5 \cdot \sin(6x)$ ein und nimmt anschließend die angeführten Windoweinstellungen vor und betrachtet den Funktionsgraphen. Anschließend stellt man xres auf 1 und betrachtet den Funktionsgraphen erneut.

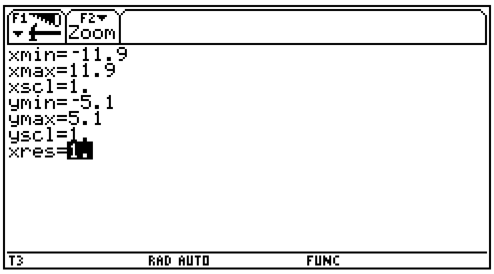
◆ [WINDOW]



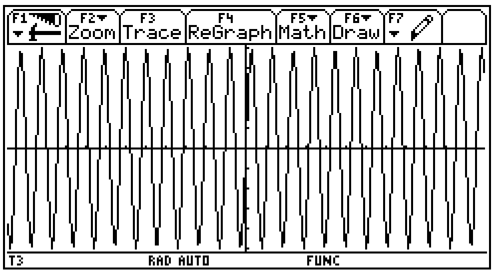
◆ [GRAPH]



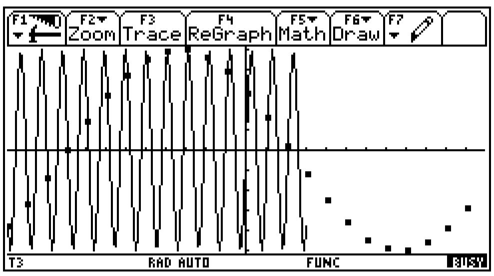
◆ [WINDOW]

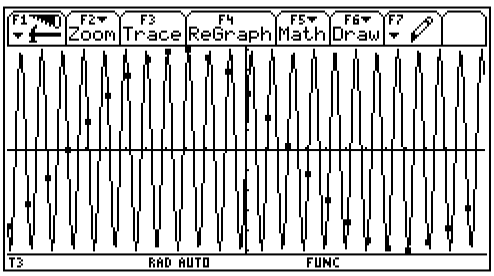


◆ [GRAPH]



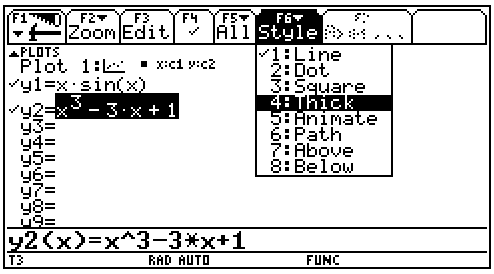
Anhand der folgenden zwei Graphiken lässt sich verfolgen, was bei diesem Beispiel passiert ist:



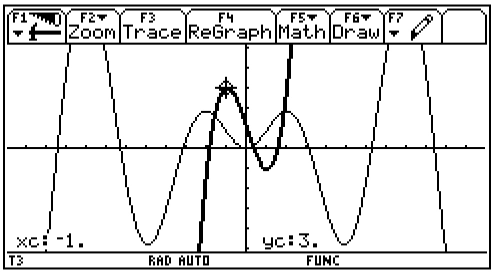


Formateinstellungen

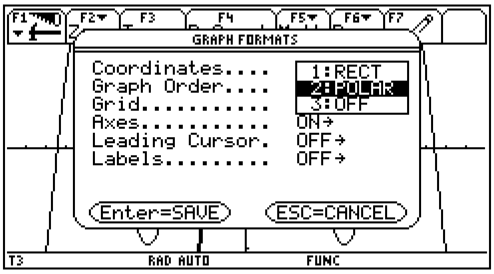
◆ [Y=]



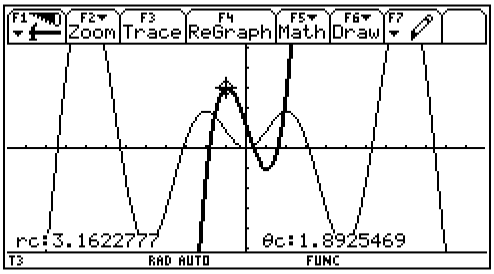
◆ [GRAPH]



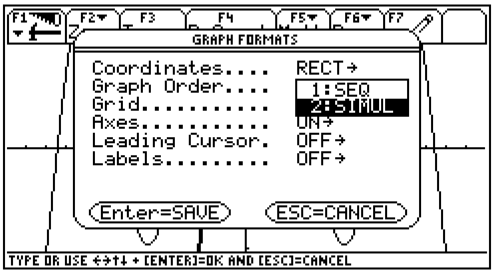
F1 9: Format - Coordinates



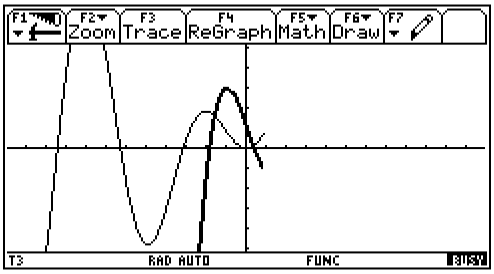
ENTER



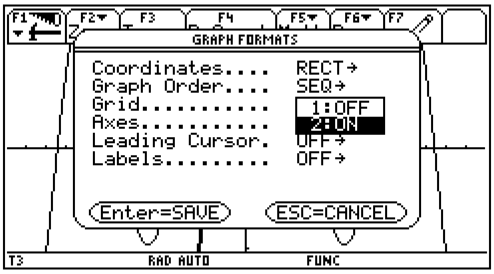
F1 9: Format - Order



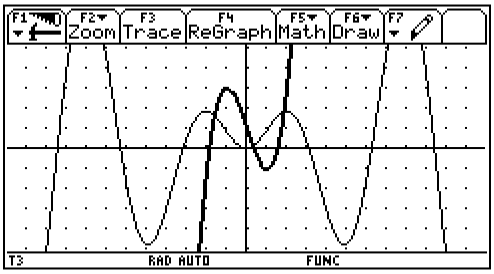
ENTER



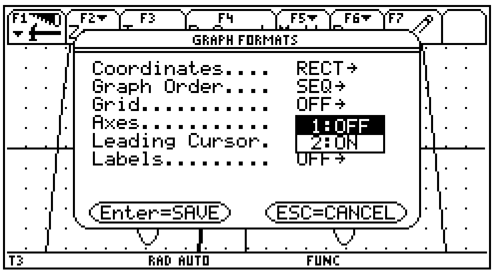
F1 9: Format - Grid



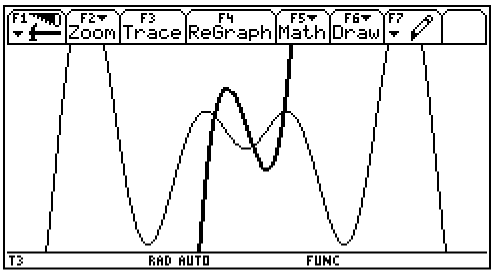
ENTER



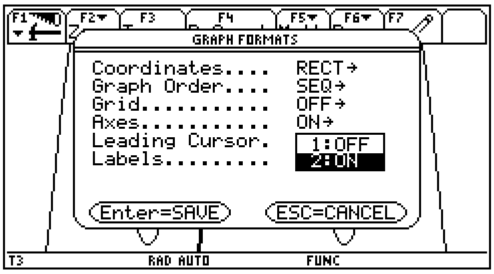
F1 9: Format - Axes



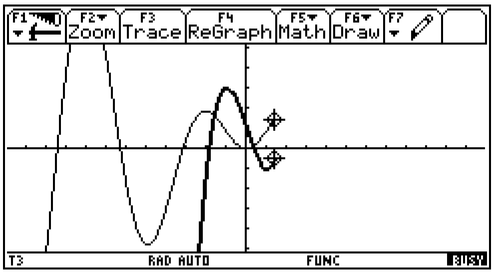
ENTER



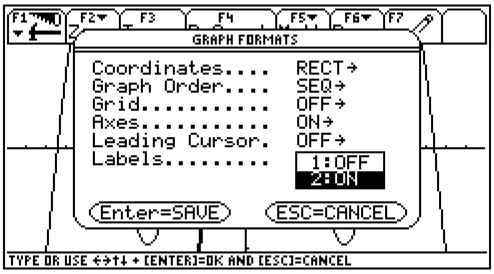
F1 **9: Format – Leading Cursor**



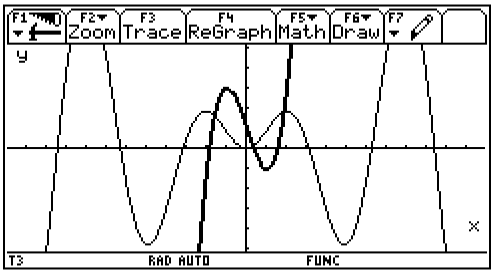
ENTER



F1 **9: Format - Labels**

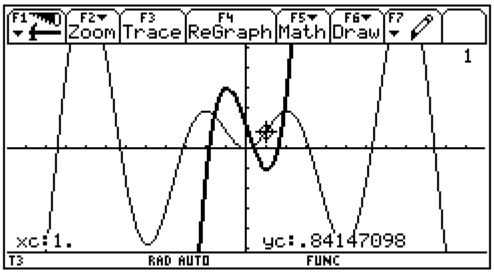


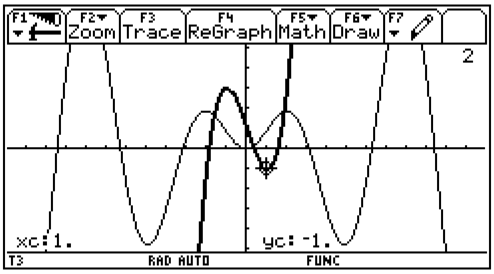
ENTER



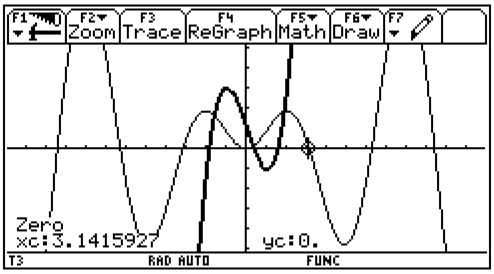
Das Mathmenü

F5 **Math – 1: Value**

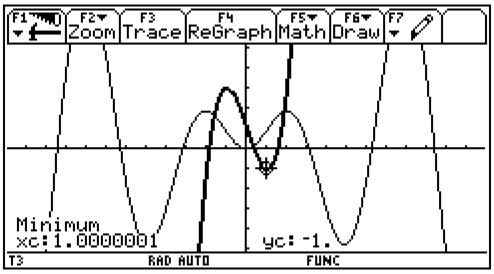




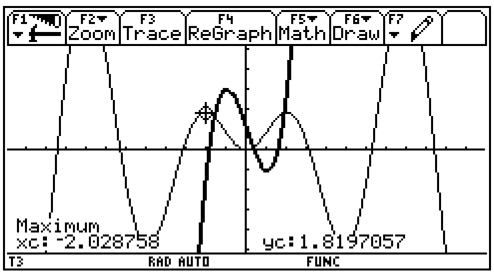
F5 **Math – 2: Zero**



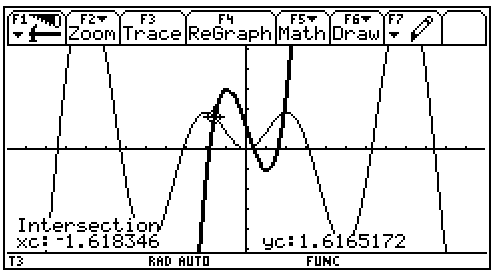
F5 **Math – 3: Min**



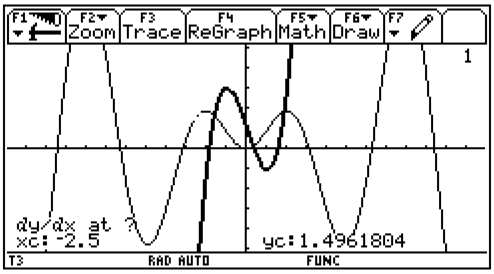
F5 **Math – 4: Max**



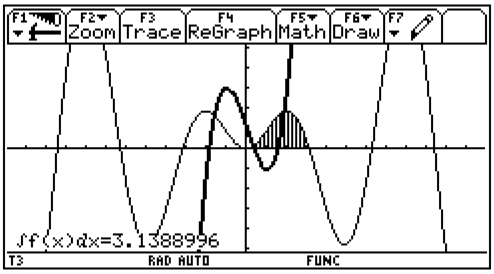
F5 **Math – 5: Intersection**



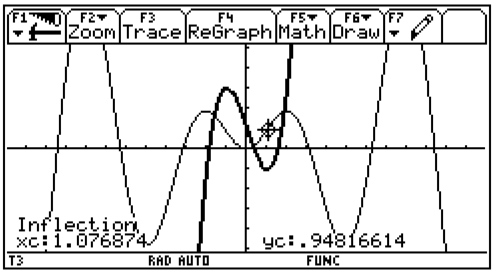
F5 **Math – 6: Derivatives – 1: dx/dy**



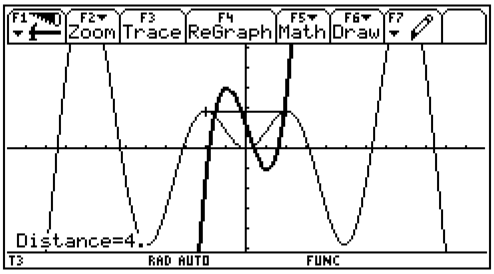
F5 **Math – 7: $\int f(x)dx$**



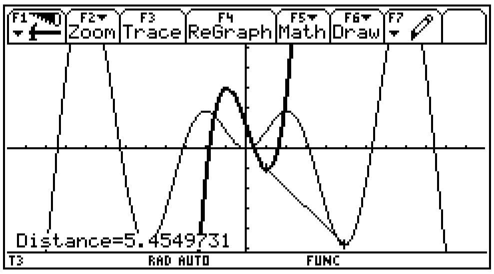
F5 **Math – 8: Inflection**



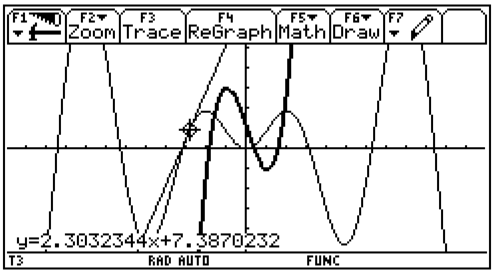
F5 **Math – 9: Distance**



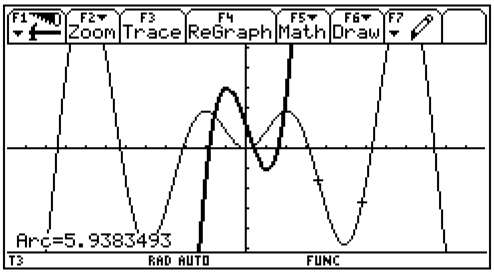
F5 **Math – 9: Distance**



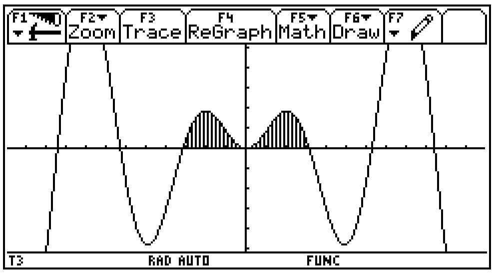
F5 **Math – A: Tangent**



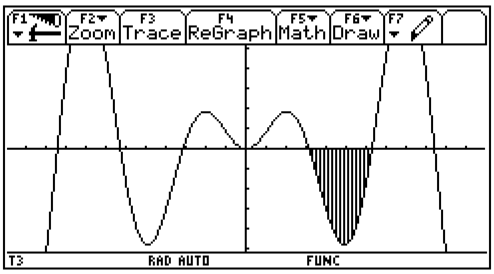
F5 **Math – B: Arc**



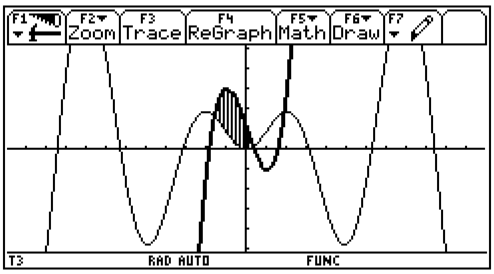
F5 **Math – C: Shade**



F5 **Math – C: Shade**

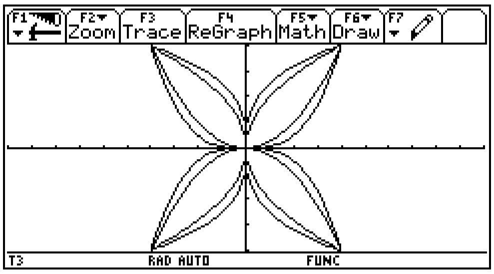


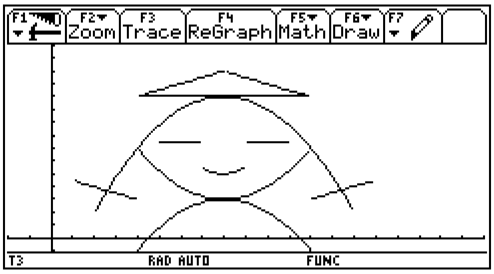
F5 **Math – C: Shade**



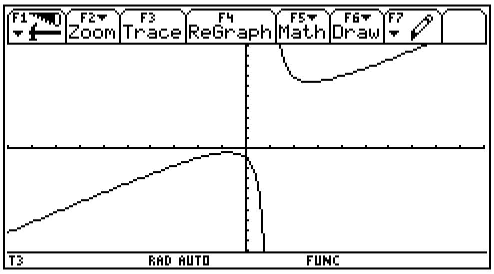
Schüleraufgaben (aus Neue Technologien; J. Böhm e.a.)

1. Versuche die Bilder zu erzeugen, indem du geeignete Funktionsgraphen verwendest!





2. Zeichne den Graph von $y = x^2 + 11$ in der Standard-Koordinateneinstellung. Kannst du das Ergebnis erklären? Erzeuge einen besseren Graph.
3. Zeichne den Graph von $y = \frac{x^2 + x - 1}{x - 1}$ in der Standard-Koordinateneinstellung. Beschreibe den Graph. Was sagt die Wertetabelle? Vergleiche das Bild auf deinem Gerät mit folgender Abbildung. Wie könntest du diesen – richtigen – Graph erzeugen?



4. Zeichne den richtigen Graph von $y = \frac{x^2 + x - 1}{x - \sqrt{2}}$
5. Zeichne den Graph von $y = 5\sqrt{4 - x^2}$ in der Standard-Koordinateneinstellung. Warum ist das Resultat irreführend?
6. Zeichne den Graph von $y = \left|x^2 - 2x\right|$ in der Standard-Koordinateneinstellung. Ist diese Funktion überall differenzierbar?
7. Zeichne den Graph von $y = \sin(50x)$ in der ZoomTrig-Einstellung. Vergrößere das Bild mittels ZoomIn. Kannst du deine Beobachtungen beschreiben und erklären?
8. Suche eine Funktion, die einen missverständlichen Graphen ergibt und präsentiere ihn dem Lehrer bzw. deinem Nachbarn.

Unterrichtseinheit (Lineare Gleichungssys.)

1. Wiederholung

Beispiel

Familie Römisch feiert einen runden Geburtstag im Kreise ihrer lieben Freunde. Auf die Frage der Gäste, woher ihr wunderbarer Wein stammt, antworten sie selbstverständlich – wie wir richtig vermuten – aus Pamhagen. Nun will einer der Gäste wissen, wieviel sie für diesen Wein ab Hof bezahlt haben. Leider kann sich kein Familienmitglied der römischen Familie an den genauen Preis erinnern. Zum Glück findet aber Otto die Rechnungen ihrer beiden letzten Einkäufe, die jedoch keine Einzelpreise, sondern nur den Gesamtpreis und die Anzahl der gekauften Flaschen aufweisen. Daraus lässt sich ablesen, dass die einmal 24 Flaschen Weißwein und 36 Flaschen Rotwein um 3660 S und das andere Mal 12 Flaschen Weißwein und 48 Flaschen Rotwein um 3780 S gekauft haben. Wie lässt sich daraus der Preis des beiden Weinsorten ermitteln?

x ... Preis für den Weißwein; y ... Preis für den Rotwein

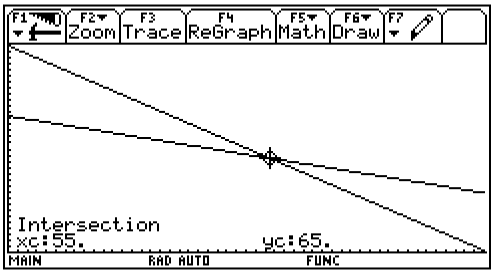
I: $24x + 36y = 3660$
II: $12x + 48y = 3780$

Man nennt obiges System ein lineares Gleichungssystem in zwei Variablen.

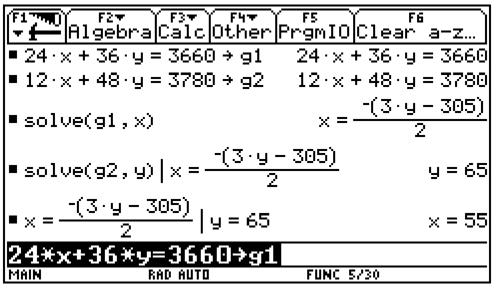
Grundmenge G = NxN (da man aus der Erfahrung weiß, dass der Preis immer ein voller Betrag ist)

Lösungsmethoden

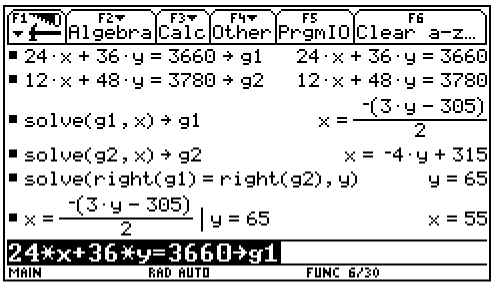
1. graphisch



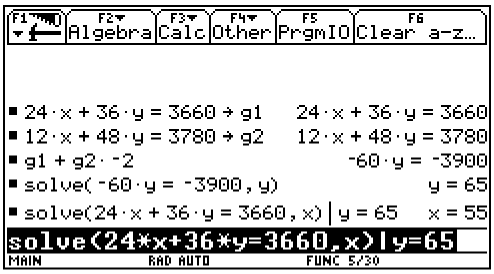
2. Einsetzungsverfahren



3. Gleichsetzungsverfahren



4. Gaußsches Eliminationsverfahren



Definition

Eine Gleichung der Bauart $ax + by = c$ ($a,b,c \in R$; a und b nicht zugleich Null) heißt lineare Gleichung mit zwei Variablen x und y. Falls $c = 0$ heißt die Gleichung homogen, sonst heißt sie inhomogen.

Definition

Die Grundmenge einer linearen Gleichung ist die Menge alle Zahlenpaare (a|b), die man für die Variablen x und y einsetzen darf.

Definition
Die Lösungsmenge einer linearen Gleichung ist die Menge alle Zahlenpaare (a|b), die die Gleichung in eine wahre Aussage überführen.

Bemerkung
Sind zwei lineare Gleichungen mit zwei Unbekannten gegeben, spricht man von einem linearen Gleichungssystem in zwei Variablen.

Lösungsverfahren für lineare Gleichungssyteme in zwei Variablen
Siehe oben

Lösungsfälle – Lösbarkeitskriterien
Siehe Reichel 5; S.187

Beispiel
Löse rechnerisch für G = RxR!

$$I: \ \frac{9}{x} - \frac{4}{y} = 2 \qquad \boxed{u = \frac{1}{x}; \quad v = \frac{1}{y}}$$

$$II: \ \frac{3}{x} + \frac{4}{y} = 2$$

$$\left.\begin{array}{l} I: \ 9u - 4v = 2 \\ II: \ 3u + 4v = 2 \end{array}\right\} +$$

12u = 4 ⇒ u = 1/3 ⇒ v = 1/4 ⇒ x = 3 ⇒ y = 4

Probe

In I: 3 – 1 = 2 ✓
In II: 1 + 1 = 2 ✓

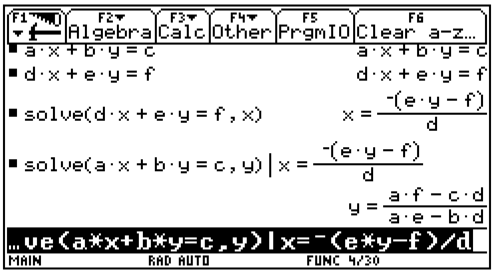
⇒L = {(3|4)}

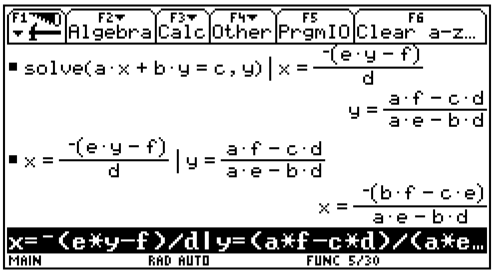
Aufgaben
Reichel 5; 520-536

2. Die CRAMERsche Regel

Wir suchen im Folgenden eine Formel zum Lösen von linearen Gleichungssystemen in zwei Variablen, indem wir das GAUSSsche Eliminationsverfahren auf die allgemeine Form eines linearen Gleichungssytems anwenden:

$$I: \ ax + by = c$$
$$II: \ dx + ey = f$$





? Was sind die Voraussetzungen, dass diese Herleitung gültig ist?

- ae – bd ≠ 0 ⇔ ae ≠ bd ⇔ $\frac{a}{b} \neq \frac{e}{d}$ ⇔ die Lösbarkeitskriterien sind erfüllt; d.h., es gibt genau eine Lösung

Ergebnis
- ein weiteres Lösbarkeitskriterium
- eine Formel zur Berechnung der Lösungen

Detreminanten
Um die CRAMERsche Regel eleganter formulieren zu können, lernen wir zwei neue Begriffe kennen:

Definition
Ein rechteckiges Zahlenschema (z.B.: $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$) nennt man <u>Matrix</u> (pl. Matritzen).

Definition
Die der quadratischen Matrix $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ zugeordnete Zahl D = ad - bc heißt <u>Determinante</u> der Matrix. Man schreibt dafür auch $D = \det\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$

Satz (CRAMERsche Regel)
Ein lineares Gleichungssystem

$$\begin{aligned} I:&\quad ax + by = c \\ II:&\quad dx + ey = f \end{aligned}$$

ist genau dann eindeutig lösbar, wenn die Determinante $D = \begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix} \neq 0$ ist. In diesem Fall ist die Lösungsmenge

$$L = \left\{ (x|y) \in G : x = \frac{\begin{vmatrix} c & b \\ f & y \end{vmatrix}}{D};\quad y = \frac{\begin{vmatrix} a & c \\ d & f \end{vmatrix}}{D} \right\}$$

Bemerkung
Will man x berechnen, werden in der Determinante $D = \begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix}$ die Koeffizienten, die zu x gehören durch c und f ersetzt $\Rightarrow D_x = \begin{vmatrix} c & b \\ f & e \end{vmatrix}$. Es gilt dann: $x = \frac{D_x}{D}$. (für y analog)

Beispiel
Löse über NxN!

$$\begin{aligned} I:&\quad 2x - y = 1 \\ II:&\quad x - 2y = -4 \end{aligned}$$

$D = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 1 & -2 \end{vmatrix} = -4 - (-1) = -3 \neq 0 \Rightarrow$ eindeutig lösbar

$D_x = \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ -4 & -2 \end{vmatrix} = -2 - 4 = -6$ $\qquad D_y = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -4 \end{vmatrix} = -8 - 1 = -9 \Rightarrow$ x = -6/-3 = 2; y = -9/-3 = 3 $\Rightarrow$ <u>L = {(2|3)}</u>

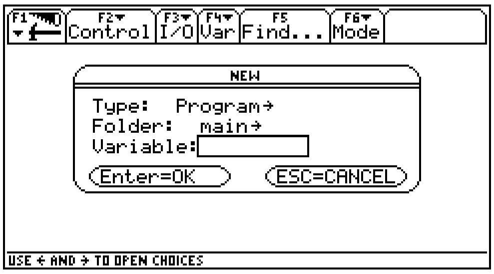
Beispiel
Versuche anhand der drei Beispiele Kriterien für die Lösungsfälle anzugeben:

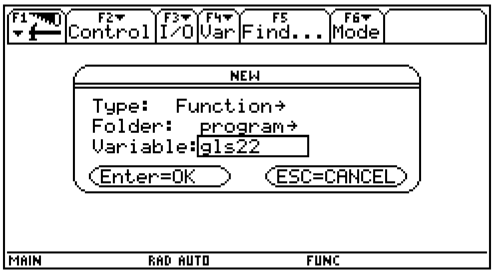
$I: \ 6x - 5y = -45$ $II: \ 4x - 7y = -41$	$I: \ 4x - 9y = 13$ $II: \ 16x - 36y = 40$	$I: \ -3x + 8y = 29$ $II: \ 6x - 16y = -58$
...	...	...
$D \neq 0 \Rightarrow$ eindeutig lösbar	$D = 0 \wedge D_x \neq 0 \Rightarrow L = \{\}$	$D = 0 \wedge D_x = 0 \Rightarrow$ unendlich viele Lösungen
schneidend	**parallel**	**ident**

Aufgaben
Reichel 5; 537-546

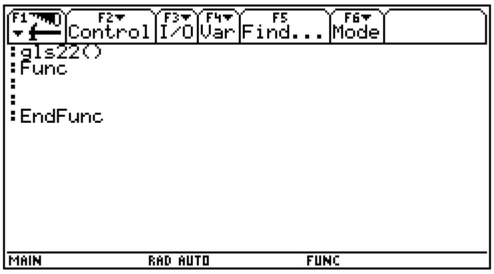
3. Programmierung der CRAMERschen Regel am TI-92

Mit - 7 – 3 wechselt man in den Programm-Editor und erhält folgenden Bildschirm:





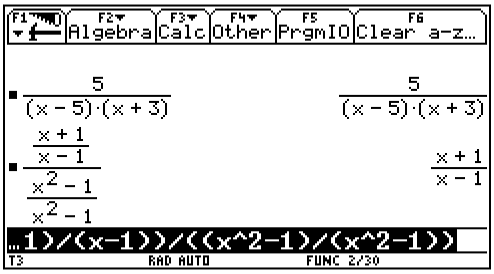
Zunächst wählt man als Programmtype „Function“, dann den Ordner in den man die Funktion speichern will und abschließend gibt man den Namen („gls22“) der Funktion ein. Man erhält dann folgendes Programmgerüst, in das der unten angegeben Code eingegeben werden muss:



Programmschritt	**Kommentar**
gls22 (a1,b1,d1,a2,b2,d2)	Name der Funktion mit Parametern
Func	Beginn der Funktion
Local det1,detx,dety,xwert,ywert,ausgabe	Deklaration der lokalen Variablen (verbindlich)
det([[a1,b1][a2,b2]]→det1	Die Determinante D wird mittels der TI-92 internen Funktion „det“ berechnet und als det1 gespeichert
det([[d1,b1][d2,b2]]→detx	Analog für D_x und D_y
det([[a1,d1][a2,d2]]→dety	
If det1 ≠ 0 Then	Abfrage ob D = 0 ist
detx/det1→xwert	Berechnung von x uns speichern auf xwert
dety/det1→ywert	Berechnung von y uns speichern auf ywert
"x = "&string(xwert)&" und y = "&string(ywert) →ausgabe	Ausgabestring zusammenstellen
ElseIf detx = 0 Then	Abfrage ob Geraden parallel oder ident
"Nicht eindeutig lösbar: ident"→ausgabe	Entsprechende Ausgabestrings zusammenstellen
Else	
"Nicht eindeutig lösbar: parallel"→ausgabe	
EndIf	Ende der Abfrage
Return ausgabe	Anzeigen der Ausgabe
EndFunc	Ende der Funktion

Typische Schülerprobleme

Klammersetzung



Klammerarten

( ) ≠ [ ] ≠ { }

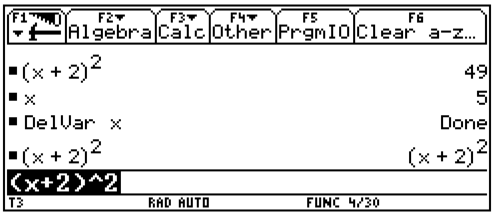
Vorzeichenminus ≠ Rechenminus

(-) ≠ −

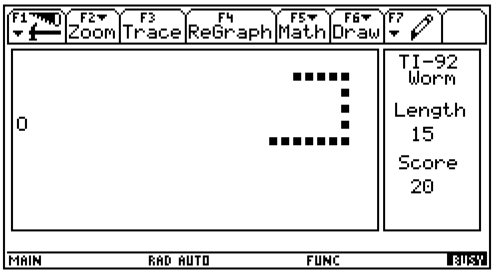
Variablenbezeichnung

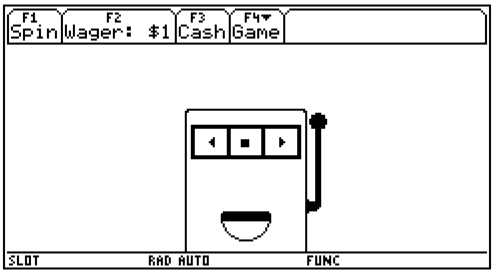
$ab \neq a \cdot b$ bzw. $ab^{-1} \neq a \cdot b^{-1}$ etc.

Variablenbelegung



Voller Speicher



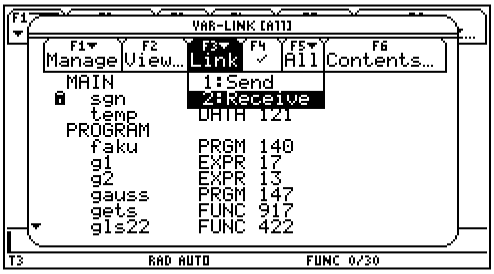


Datenübertragung mit dem TI - 92

Mit dem LINK-Kabel, welches mit dem TI – 92 mitgeliefert wird, lassen sich beliebige Daten von einem TI – 92 auf einen andern TI – 92, wie folgt, übertragen:

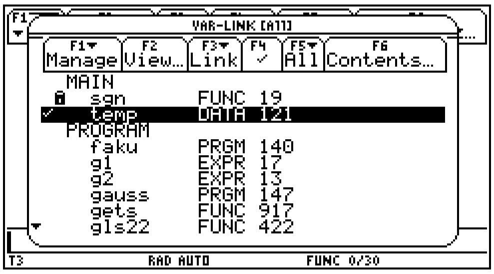
1. **Verbindungskabel an beide Rechner anschließen.**
2. **Empfänger vorbereiten:**

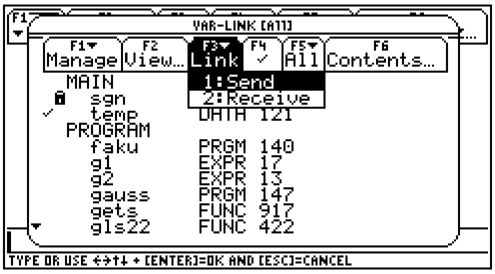
2nd [VAR-LINK] – F3 Link – 2: Receive



3. **Sender vorbereiten:**

2nd [VAR-LINK] – gewünschte Variablen markieren **F3 Link – 1: Send**





Beispiel

Erzeuge den Ordner „SLOT“ und kopiere die Dateien „high.mat“, „machine.pic“ und „slot.prgm“ in diesen Ordner.