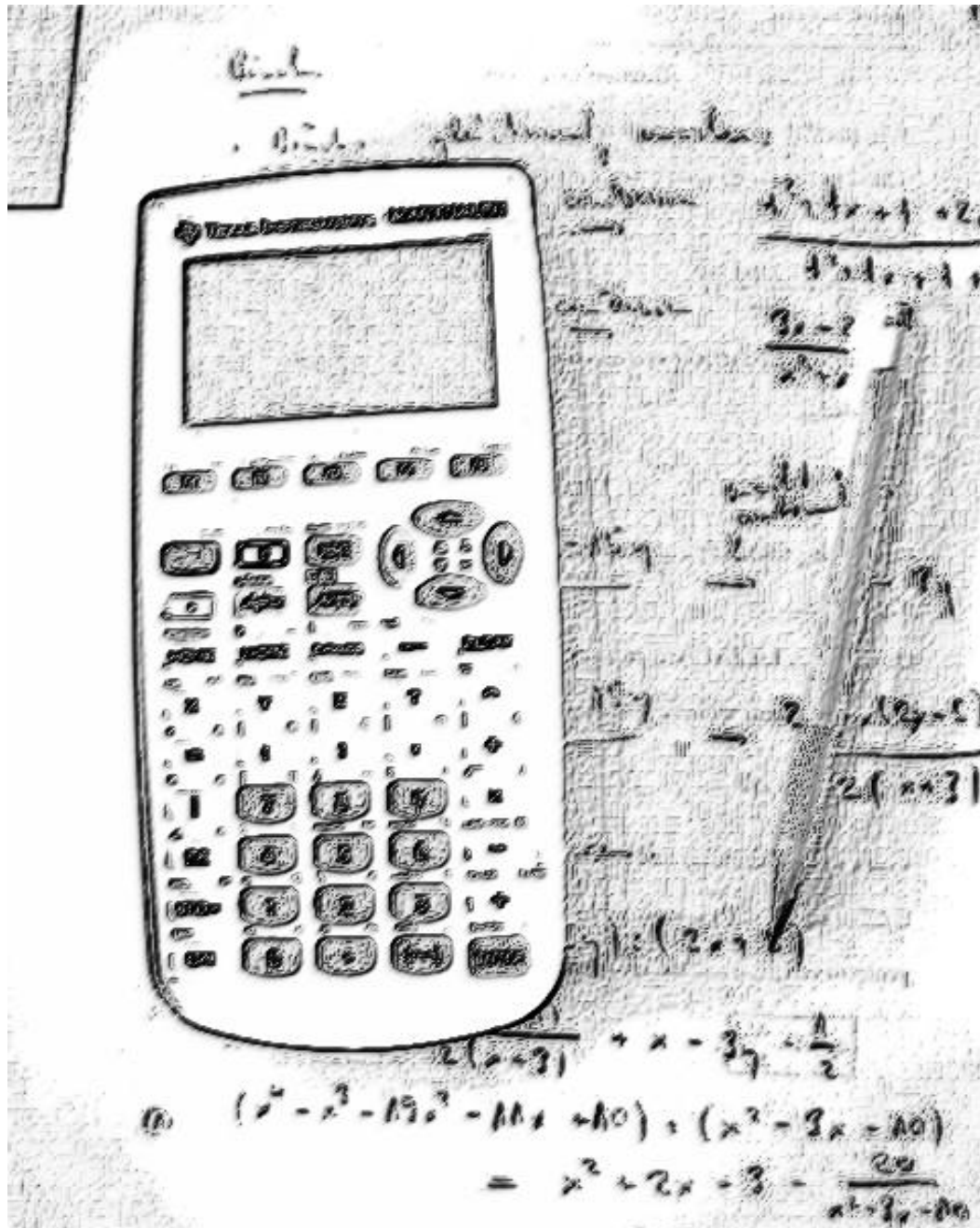


EINFÜHRUNG IN TI-89 UND TI VOYAGE 200

Dr. H. Marthaler
Januar 2004



Fehler und Verbesserungsvorschläge an:
hans.marthaler@gmx.ch

Nachfolgend wird nur noch vom TI-89 gesprochen. Da die Rechner TI-89, TI-92 Plus und TI Voyage 200 *identische Befehle* und *Funktionen* kennen, sind immer alle drei Typen gemeint. Wo Abweichungen in der Bedienung auftreten, werden diese speziell genannt. Die Hardcopies stammen mit einer Ausnahme von einem TI Voyage 200.

Vorbemerkungen

- Was kann der TI-89?
 - *Numerisches* Auswerten von Termen.
 - *Symbolische* Berechnungen inklusive Infinitesimalrechnung.
 - *Grafische* Auswertung von Funktionen oder Daten.
 - Viele *Funktionen* aus der elementaren wie der höheren Mathematik.

- Wo wird der TI-89 eingesetzt?
 - An Gymnasien und *Berufsmittelschulen*.
 - Bei Ingenieur Anwendungen.
Es gibt auch zusätzliche Tools für verschiedenste Anwendungsgebiete wie Elektrotechnik, Maschinenbau, Geometrie, ...
 - Für numerische sowie für symbolische Berechnungen.

- Wie funktioniert der TI-89 grundsätzlich?
 - *Kommandozeile*; Mathematik-nahe Eingabeform.
 - Ähnlich zu bedienen wie gängige Mathematikprogramme (Matlab, Maple, ...).
 - Programmieren von eigenen Funktionen (siehe Handbuch).
 - Nullmodem Kabel: Daten von Rechner zu Rechner übertragen.
 - Daten und Programme können mit PC ausgetauscht werden.
 - Firmware kann auch neu geladen werden. Sie ist kostenlos im Internet erhältlich.

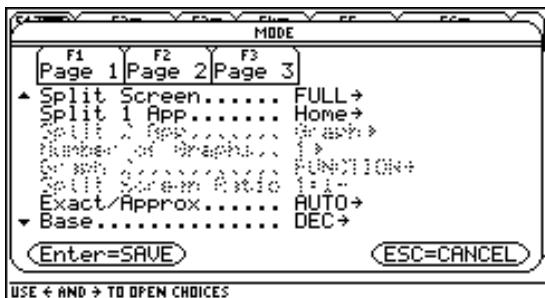
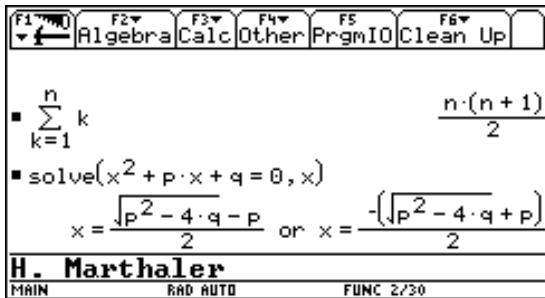
Kommentar

- Oft ist es möglich, bestimmte Lösungen auf verschiedenen Wegen zu ermitteln. Ich bemühe mich in diesem Skriptum, den jeweils einfachsten Weg aufzuzeigen. Falls es einfachere Lösungsvarianten geben sollte, bitte ich um Mitteilung.
- Auf dem Markt gibt es weitere Konkurrenzprodukte. Allerdings hat derzeit kein Hersteller ausser Texas Instrument ein CAS (Computer Algebra System) vergleichbarer Güte im Handel.
- Der TI-89 kann sehr viel. Wir werden bis und mit Berufsmaturität etwa 15 % seiner Funktionen benutzen.
- In dieser Einführung sollen vor allem Grundlagen der Rechnerbedienung vermittelt werden. Anspruchsvollere Anwendungen werden im Unterricht aufgezeigt.
- Wenn Terme berechnet werden sollen, die im Mathematikunterricht noch nicht behandelt wurden, so lassen Sie diese weg. Diese Einführung soll ausschliesslich den Einsatz des Rechners und nicht die Mathematik thematisieren.
- Der Einsatz des TI-89 darf nicht überschätzt werden. So ist es immer noch notwendig, dass der Benutzer auch in der Lage ist, das vom Rechner gelieferte Resultat notfalls *von Hand* auszurechnen oder den Wahrheitsgehalt eines Resultats abzuschätzen. An Prüfungen wird deshalb immer der *vollständige Lösungsweg* und nicht nur das Schlussresultat verlangt.
- Es gibt Probleme, die mit anderen Taschenrechnern einfacher gelöst werden können (zum Beispiel: Berechnung des Inversen, Berechnung von Wurzeln). Die *Gesamtbeurteilung* fällt allerdings für den TI-89 positiv aus. Doch letztlich sind Rechner Gewöhnungssache.
- Diese kurze Einführung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für Detailfragen sei auf das Manual oder den Autor verwiesen.
- Der TI-89 wird in diesem Kurs in *Englisch* betrieben, da viele Funktionen identisch mit jenen gängiger Mathematikprogramme wie Maple, Matlab, ... sind. Der Rechner kann im Bedarfsfall auch Deutsch betrieben werden, was sehr umständlich werden kann. In der Praxis hat sich Englisch bewährt.

1. Einstellungen

Mit **MODE** können die *Einstellungen* des Rechners verändert werden.

Stellen Sie Ihren Rechner wie unten abgebildet ein. Dies sind die Einstellungen, die sich beim täglichen Einsatz des TI-89 bewährt haben. Die Einstellungen können, je nach Einsatzgebiet, jederzeit verändert werden.

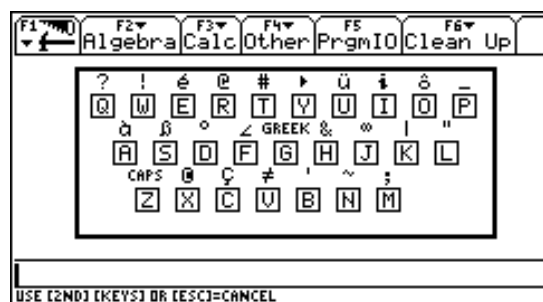


- Mit **HOME** oder **ESC** gelangt man ohne zu speichern in die Kommandozeile.
- Mit **ENTER** werden die Änderungen gespeichert.
- Sonderzeichen werden mit dem TI-89 und dem TI-92 Plus nicht gleich erzeugt. Sie können entweder über **2nd** **[CHAR]** erzeugt werden oder teilweise auch mit ...

TI-89: **◆** **[CHAR]**



TI-92 Plus / Voyage 200: **◆** **κ**



2. Rechnen mit Zahlen

2.1 Zahlen eingeben

Geben Sie die folgenden Zahlen ein. Drücken Sie anschliessend **ENTER**.

$$5 \quad -3 \quad \frac{2}{7} \quad \frac{7}{2} \quad 2.71828$$

$$3 \cdot 10^8 \quad 4.7 \cdot 10^6 \quad 6.022 \cdot 10^{23} \quad 6.626 \cdot 10^{-34} \quad -1.6 \cdot 10^{-19}$$

- Benutzen Sie die Tasten **(-)**, **EE**, **2nd**, **.** und **$\frac{\square}{\square}$** .

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
5					
2/7					2/7
7/2					7/2
2.71828					2.71828
300000000.					3.e8
4700000.					4.7e6
6.022e23					6.022e23
6.626e-34					6.626e-34
-1.6E-19					
MAIN RAD AUTO FUNC 11/30					

2.2 Grundoperationen

Einstellungen: Mode – Exact/Approx – Auto / ~~Exact~~ / ~~Approximate~~.

Berechnen Sie die folgenden Terme.

$2 + 17 - 11$	8
$3.5 - 3.0 \cdot (5.7 - 1.1 \cdot (3.1 + 4 \cdot 2.7))$	32.27
$2 + 3 \cdot 4^5$	3074
$1.2^{3.4}$	1.85873
$\frac{9}{2} - 4 \cdot \frac{1}{3} + \frac{2}{7}$	$\frac{145}{42}$
$\frac{9}{2} - 4 \cdot \frac{1}{3} + \frac{2.0}{7}$	3.45238
$343^{\frac{1}{3}}$	7

- Benutzen Sie die Tasten $\boxed{+}$, $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$, $\boxed{\div}$, $\boxed{\wedge}$, sowie $\boxed{(}$ und $\boxed{)}$.
- Beachten Sie: Enthält ein Term keine Dezimalbrüche, so wird das Resultat *exakt* ausgegeben.
- Brüche werden automatisch gleichnamig gemacht und gekürzt.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ $3.5 - 3 \cdot (5.7 - 1.1 \cdot (3.1 + 4 \cdot 2.7))$ 32.27					
■ $2 + 3 \cdot 4^5$ 3074					
■ $(1.2)^{3.4}$ 1.85873					
■ $9/2 - 4/3 + 2/7$ $\frac{145}{42}$					
■ $9/2 - 4/3 + \frac{2}{7}$ 3.45238					
$343^{(1/3)}$					
MAIN		RAD AUTO		FUNC 18/30	

Berechnen Sie die folgenden Terme näherungsweise, indem Sie $\boxed{\blacklozenge}$ $\boxed{\approx}$ eingeben.

$$\frac{11}{3} + \frac{3}{11}$$

3.93939

$$343^{\frac{1}{3}}$$

7.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ $11/3 + 3/11$ $\frac{130}{33}$					
■ $11/3 + 3/11$ 3.93939					
■ $343^{1/3}$ 7					
■ $343^{1/3}$ 7.					
$343^{(1/3)}$					
MAIN		RAD AUTO		FUNC 4/30	

2.3 Wurzel-, Logarithmen- und Exponentialterme

Berechnen Sie die folgenden Wurzel-, Logarithmen- sowie Exponentialterme.

Beachten Sie dabei, dass: $\sqrt[n]{a} \doteq a^{\frac{1}{n}}$ und $\log_a z = \frac{\ln z}{\ln a}$.

$\sqrt{8}$	$2\sqrt{2}$
$\sqrt{8.}$	2.82843
$\sqrt[3]{45.2}$	3.56215
$\frac{\sqrt[3]{4}}{\sqrt[5]{6}} - \sqrt[3]{8}$ (Näherung berechnen!)	-0.236581
$\ln 5.1$	1.62924
$\lg 5.1$	0.70757
$\log_2 5.1$	2.3505
$e^{1.62924}$	5.1
$10^{0.62}$	4.16869
$5.6^{7.8}$	685278.

- Benutzen Sie die Tasten $\sqrt{}$, $\sqrt[n]{}$, $\left(\right)^{}$, $\left(\right)^{\frac{1}{}}$, $[\text{LN}]$ und $[e^x]$.
- Nur die Quadratwurzel kann mit dem Wurzelzeichen berechnet werden. Alle anderen Wurzeln werden durch Potenzieren mit dem inversen Wurzelexponenten bezwungen.
- Natürlicher Logarithmus: $\ln()$.
Zehnerlogarithmus: $\log()$.
- Weitere Funktionen oder auch den Zehnerlogarithmus finden Sie in **[CATALOG]** (alphabetische Auflistung aller Funktionen) oder teilweise in **[MATH]** (Auflistung von Funktionen nach mathematischen Teilgebieten).

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
$\sqrt{8}$					$2 \cdot \sqrt{2}$
$\sqrt{8.}$					2.82843
$(45.2)^{1/3}$					3.56215
$\frac{4^{1/3}}{6^{1/5}} - 8^{1/7}$					- .236581
$\ln(5.1)$					
MAIN RAD AUTO FUNC 4/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
$6^{1/5}$					
$\ln(5.1)$					1.62924
$\log(5.1)$.70757
$\frac{\ln(5.1)}{\ln(2)}$					2.3505
$e^{1.62924}$					5.1
$10^{.62}$					4.16869
$5.6^{7.8}$					
MAIN RAD AUTO FUNC 13/30					

2.4 Inverses und π

Berechnen Sie folgende Terme.

$$4.5^{-1} \qquad 0.222222$$

$$\frac{1}{7.2} \qquad 0.138889$$

$$13.7^2 \cdot \pi \qquad 589.646$$

$$\frac{7.05 \cdot \pi - \sqrt{3}}{2} \qquad 10.2081$$

- Leider kann das Inverse einer Zahl nicht direkt berechnet werden, wie dies bei anderen Rechnern möglich ist.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■	$(4.5)^{-1}$.222222
■	$\frac{1}{7.2}$.138889
■	$(13.7)^2 \cdot \pi$				589.646
■	$\frac{7.05 \cdot \pi - \sqrt{3}}{2}$				10.2081
<7.05*π-J(3)>/2					
MAIN RAD AUTO FUNC 4/30					

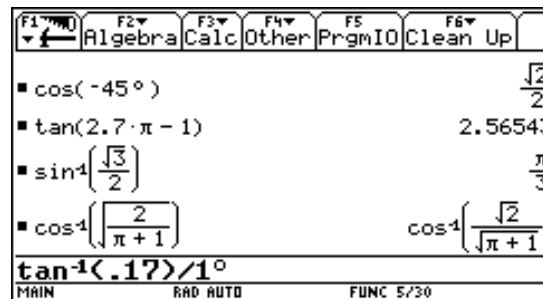
2.5 Trigonometrische Funktionen

Einstellungen: Mode – Angle – Radian / ~~Degree~~.

Folgende trigonometrische Terme sollen berechnet werden:

$\sin 30^\circ$	sin(30°)	$\frac{1}{2}$
$\cos(-45^\circ)$	cos(-45°)	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
$\tan(2.7\pi - 1)$	tan(2.7*π-1)	2.56543
$\arcsin \frac{\sqrt{3}}{2}$	sin⁻¹(√(3)/2)	$\frac{\pi}{3}$
$\arccos \sqrt{\frac{2}{\pi+1}}$	cos⁻¹(√(2/(π+1)))	$\arccos \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi+1}}$ ≈ 0.802495
$\arctan 0.17$	tan⁻¹(0.17)/1°	9.64805°

- Arcusfunktionen werden beim TI-89 leider mit dem Exponenten -1 bezeichnet. Beispiel: $\sin^{-1}(\dots)$ anstelle von $\arcsin(\dots)$.
- Wird ein Winkel im Bogenmass mit 1° dividiert, so wird der Winkel in Altgrad ausgegeben, sofern der Rechner im Radian konfiguriert ist.

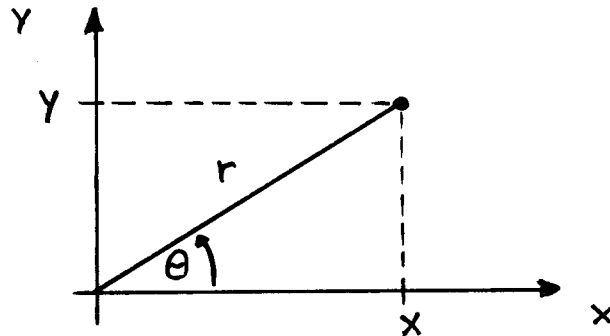


2.6 Umrechnungen

- **Koordinaten: Kartesisch \leftrightarrow Polar**

Einstellungen: Mode – Angle – Radian / ~~Degree~~.

Mode – Vectorformat – Rectangular / ~~Cylindrical~~ / ~~Spherical~~.



(3.2; 4)	[3 . 2 , 4] ▶ Polar	(5.1225 ∠ 0.896055)
nur Betrag:	R ▶ Pr (3 . 2 , 4)	5.1225
nur Argument:	R ▶ Pθ (3 . 2 , 4)	0.896055 rad = 51.3402°
(3 ∠ 0.2)	[3 , D 0 . 2]	(2.9402; 0.596008)
nur x :	P ▶ Rx (3 , 0 . 2)	2.9402
nur y :	P ▶ Ry (3 , 0 . 2)	0.596008

- Je nach Einstellungen, kann ▶ **Polar** oder ▶ **Rect** auch weggelassen werden.
- Die eingesetzten Funktionen findet man in **CATALOG** oder in **MATH**.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ [3 . 2 4] ▶ Polar				[5.1225 ∠ .896055]	
■ R ▶ Pr (3 . 2 , 4)				5.1225	
■ R ▶ Pθ (3 . 2 , 4)				.896055	
■ R ▶ Pθ (3 . 2 , 4)				51.3402	
1°					
■ [3 ∠ . 2]				[2.9402 .596008]	
■ P ▶ Rx (3 , . 2)				2.9402	
P ▶ Ry (3 , . 2)					
MAIN	RAD AUTO			FUNC 6/30	

- **Winkel: Bogenmass ↔ Altgrad**

Einstellungen: Mode – Angle – Radian / ~~Degree~~.

1.209 rad	$1.209/1^\circ$	69.2706°
$\frac{\pi}{6}$ rad	$\pi/6/1^\circ$	30°
57.3°	57.3°	1.00007
15°	15°	$\frac{\pi}{12}$

The calculator screen displays the following conversions:

$\frac{1.209}{1^\circ}$	69.2706
$\frac{\pi}{6/1^\circ}$	30
57.3°	1.00007
15°	$\frac{\pi}{12}$

At the bottom, the mode is set to **15°**, **RAD AUTO**, and **FUNC 4/30**.

- **Dezimal ↔ HH.MMSS**

Einstellungen: Mode – Angle – Radian / ~~Degree~~.

5° 30'	5° 30'	$\frac{11\pi}{360} \approx 0.095993$
0.1 rad	0.1 ▶ DMS	5° 43' 46.4806"
5° 30'	5° 30' / 1°	$\frac{11}{2} = 5.5^\circ$
5.5°	5.5° ▶ DMS	5° 29' 60"
32° 17' 20.8"	32° 17' 20.8"	0.563551

The calculator screen displays the following conversions:

5° 30'	$\frac{11 \cdot \pi}{360}$
(.1) ▶ DMS	5° 43' 46.4806"
$\frac{5^\circ 30'}{1^\circ}$	11/2
(5.5°) ▶ DMS	5° 29' 60. "
32° 17' 20.8"	.563551

At the bottom, the mode is set to **32° 17' 20.8"**, **RAD AUTO**, and **FUNC 5/30**.

- **Zahlensysteme: Binär ↔ Dezimal ↔ Hexadezimal**

Einstellungen: Mode – Base – Dec / **Hex** / **Bin**.

Dezimal ↔ Hexadezimal

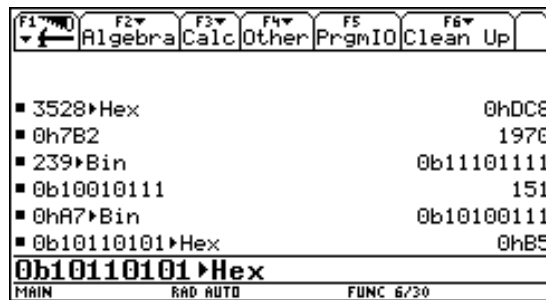
3528_d	3528 ▶ Hex	$DC8_h$
$7B2_h$	0h7b2	1970_d

Dezimal ↔ Binär

239_d	239 ▶ Bin	11101111_b
10010111_b	0b10010111	151_d

Hexadezimal ↔ Binär

$A7_h$	0ha7 ▶ Bin	10100111_b
10110101_b	0b10110101 ▶ Hex	$B5_h$



2.7 Diverses

Weitere nützliche Funktionen:

$ggT(144, 120)$	gcd(144, 120)	24
$kgV(144, 120)$	lcm(144, 120)	720
$21 \bmod 8$	mod(21, 8)	5
$\frac{13}{5}$	propFrac(13/5)	$2 + \frac{3}{5}$

- Englische Abkürzungen von ...
 - **gcd** : greatest common divisor,
 - **lcm** : least common multiple.

3 Rechnen mit Variablen

3.1 Ausmultiplizieren und Faktorisieren

Ausmultiplizieren von algebraischen Termen kann man mit **expand(** ,

Faktorisieren mit **factor(** .

$$(x-3)^5 \qquad x^5 - 15x^4 + 90x^3 - 270x^2 + 405x - 243$$

$$(x-y)(z+t) \qquad tx - ty + xz - yz$$

$$x^2 - 2xy + y^2 \qquad (x-y)^2$$

$$2t^3 + 3t^2 + 10t + 15 \qquad (t^2 + 5)(2t + 3)$$

```

F1  F2  F3  F4  F5  F6
┌──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┐
│ F1  F2  F3  F4  F5  F6  │
│ ───┬───┬───┬───┬───┬───┬───┐
│ Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up │
│ ───┴───┴───┴───┴───┴───┴───┘
│
│ ■ expand((x-3)^5)
│   x^5 - 15·x^4 + 90·x^3 - 270·x^2 + 405·x - 243
│
│ ■ expand((x-y)·(z+t))
│   t·x - t·y + x·z - y·z
│
│ ■ factor(x^2 - 2·x·y + y^2)
│   (x-y)^2
│
│ factor(2*t^3+3*t^2+10*t+15)
│
└──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┘
MAIN          RAD AUTO          FUNC 3/30
  
```

3.2 Brüche

- **Brüche addieren**

Brüche werden mit **comDenom(** addiert. Diese Funktion macht gleichnamig und addiert die erweiterten Zähler.

$$\frac{1}{x+1} + \frac{2}{x} \qquad \frac{3x+2}{x^2+x}$$

$$\frac{2x}{t+1} + \frac{t-x}{t+x} \qquad \frac{t^2+tx+t+2x^2-x}{t^2+tx+t+x}$$

```

F1  F2  F3  F4  F5  F6
┌──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┐
│ F1  F2  F3  F4  F5  F6  │
│ ───┬───┬───┬───┬───┬───┬───┐
│ Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up │
│ ───┴───┴───┴───┴───┴───┴───┘
│
│ ■ comDenom(1/(x+1)+2/x)
│   3·x+2
│   x^2+x
│
│ ■ comDenom(2·x/(t+1)+(t-x)/(t+x))
│   t^2+t·x+t+2·x^2-x
│   t^2+t·x+t+x
│
│ comDenom(2x/(t+1)+(t-x)/(t+x))
│
└──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────┘
MAIN          RAD AUTO          FUNC 2/30
  
```

- **Brüche kürzen**

Der TI-89 kürzt Brüche ohne besondere Aufforderung.

$$\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 15y}{2x + 5} \quad x - 3y$$

nicht kürzbar:

$$\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 15y}{2x + 6} \quad \frac{2x^2 - x(6y - 5) - 15y}{2(x + 3)}$$

$$\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 14y}{2x + 5} \quad \frac{2x^2 - x(6y - 5) - 14y}{2x + 5}$$

TI-89 calculator screen showing the simplification of a fraction. The input is $\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 15y}{2x + 5}$ and the result is $x - 3y$. Below it, the same fraction is shown with a different denominator ($2x + 6$) and the result is $\frac{2x^2 - x(6y - 5) - 15y}{2(x + 3)}$. At the bottom, the fraction $\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 14y}{2x + 5}$ is shown.

- **Brüche oder Polynome ausdividieren**

Sofern es sich um unechte Brüche algebraischer Terme handelt, können die ganzen Anteile von den rationalen Anteilen mit **propFrac**(getrennt werden. Dies ist unter Polynomdivision bekannt.

$$(x^4 - x^3 - 19x^2 - 11x + 10) : (x^2 - 3x - 10)$$

$$x^2 + 2x - 3 - \frac{20}{x^2 - 3x - 10}$$

$$(2x^2 - 6xy + 5x - 15y) : (2x + 6)$$

$$x - 3y - \frac{1}{2} + \frac{3(y + 1)}{2(x + 3)}$$

TI-89 calculator screen showing the use of the **propFrac** function. The input is $\text{propFrac}\left(\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 15y}{2x + 6}\right)$ and the result is $\frac{x^2 - 3x - 10}{x^2 - 3x - 10} + x^2 + 2x - 3$. Below it, the same fraction is shown with the result $\frac{3 \cdot (y + 1)}{2 \cdot (x + 3)} + x - 3 \cdot y - 1/2$. At the bottom, the fraction $\frac{2x^2 - 6xy + 5x - 15y}{2x + 6}$ is shown.

Die Funktion **propFrac**(kann auch für die in der Integralrechnung oft angewandte *Partialbruchzerlegung* eingesetzt werden.

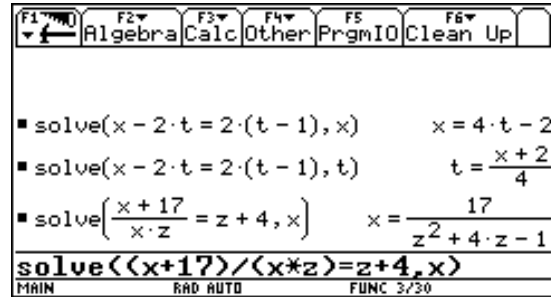
- Gleichungen mit einer Unbekannten mit Parameter:

$$x - 2t = 2(t - 1)$$

$$x = 4t - 2 \quad \text{oder} \quad t = \frac{x + 2}{4}$$

$$\frac{x + 17}{x \cdot z} = z + 4$$

$$x = \frac{17}{z^2 + 4z - 1}$$



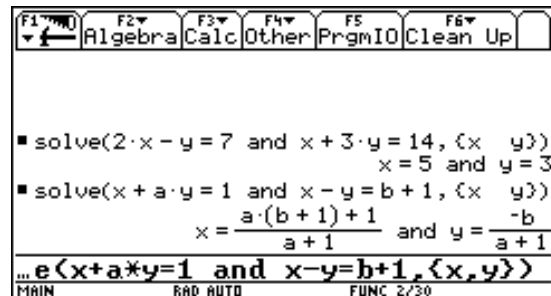
- Gleichungen mit mehreren Unbekannten:

$$\begin{cases} 2x - y = 7 \\ x + 3y = 14 \end{cases}$$

$$x = 5 \quad \text{und} \quad y = 3$$

$$\begin{cases} x + ay = 1 \\ y - y = b + 1 \end{cases}$$

$$x = \frac{ab + a + 1}{a + 1} \quad \text{und} \quad y = -\frac{b}{a + 1}$$



3.4 Variablen speichern und verwalten

- **Speichern von Zahlen oder Termen**

- Variablen werden mit **STO▶** gespeichert.
Zuerst wird die Zahl oder der Term eingegeben, anschliessend die Variable, in die der Ausdruck gespeichert werden soll.
- Gross- und Kleinschreibung wird nicht beachtet.

5 ▶ x	5	speichern
x	5	Wert abrufen
2*x-7	3	Berechnungen durchführen
Ö(3) ▶ x	$\sqrt{3}$	Wert überschreiben
1+Ö(2) ▶ y	$1+\sqrt{2}$	
x+y	$\sqrt{3}+\sqrt{2}+1$	
y^2	$2\sqrt{2}+3$	
y+2*z^2 ▶ t	$2z^2+\sqrt{2}+1$	

- Variablen können ihrerseits wiederum Variablen enthalten.

- **Löschen von Variablen**

- Variablen werden im Menü **[VAR-LINK]** gelöscht.
- Gewöhnlich werden Variablen im Verzeichnis «Main» abgelegt.
- Mit **[F4]** werden die Variablen markiert.
- Mit **[←]** können die markierten Variablen gelöscht werden.

- Terme numerisch auswerten

$$1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad | \quad x=0.05 \quad 0.99875$$

$$1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad | \quad x=0.1 \quad 0.995004$$

$$1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad | \quad x=0.15 \quad 0.988771$$

- Quizfrage (für Cracks): $f(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24}$ ist die Taylor'sche Approximation vierter Ordnung einer sehr bekannten Funktion. Welcher?
Wie sieht die Approximation sechster Ordnung der gleichen Funktion aus?

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ $1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad \quad x = .05 \quad .99875$					
■ $1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad \quad x = .1 \quad .995004$					
■ $1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad \quad x = .15 \quad .988771$					
$1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \quad \quad x = .15$					
MAIN RAD AUTO FUNC 3/30					

- Funktionen definieren (= speichern)

$x^2 - 3 \cdot x + 1$	P	$y(x)$	Done
$y(0)$			1
$y(-1)$			5
$y(4)$			5
$y(t-1)$			$t^2 - 5t + 5$
$y(a-b^2)$			$a^2 - 2ab^2 - 3a + b^4 + 3b^2 + 1$

- Es können auch Funktionen mit zwei oder mehr Variablen definiert werden.
- Funktionen werden gleich wie Variablen gelöscht.

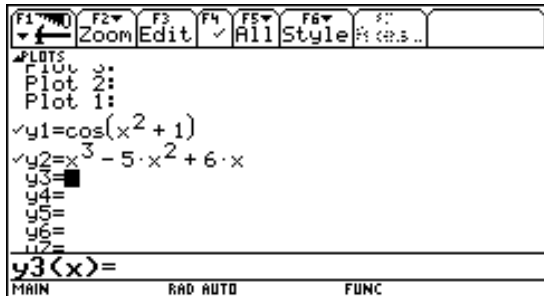
F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ $x^2 - 3 \cdot x + 1 \rightarrow y(x)$ Done					
■ $y(0)$ 1					
■ $y(-1)$ 5					
■ $y(4)$ 5					
■ $y(t-1)$ $t^2 - 5 \cdot t + 5$					
$y(a-b^2)$					
MAIN RAD AUTO FUNC 5/30					

4 Funktionen grafisch bearbeiten

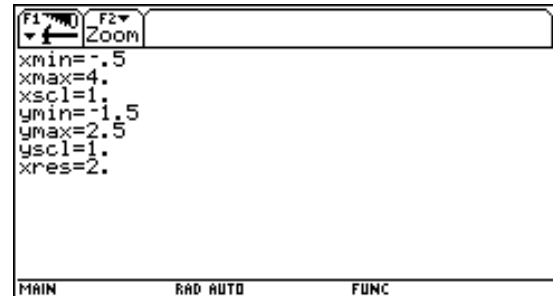
4.1 Funktionen darstellen

Stellen Sie die Funktionen $y_1(x) = \cos(x^2 + 1)$ und $y_2(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$ in einem Diagramm mit $-0.5 \leq x \leq 4$ und $-1.5 \leq y \leq 2.5$ grafisch dar.

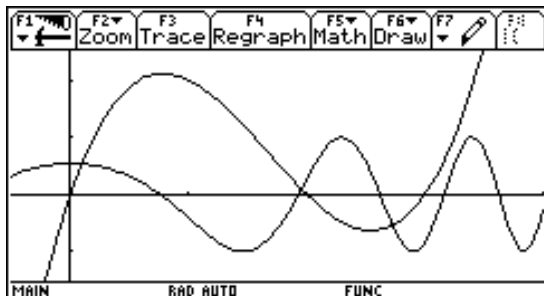
◆ [Y=]



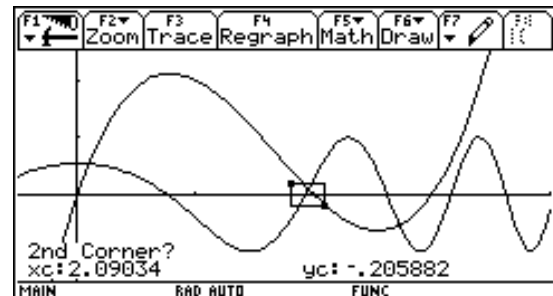
◆ [WINDOW]



◆ [GRAPH]



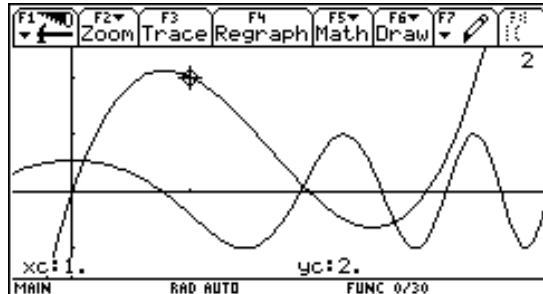
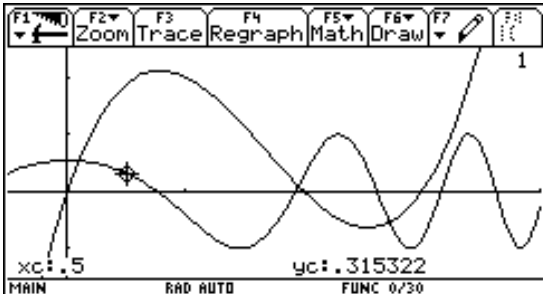
Zoom Box



- Im Menü Zoom [F2] kann die Grösse des Plotfensters verändert werden. Versuchen Sie den Schnittpunkt der Funktionen in der Nähe von (2; 0) zu zoomen.
- Das Berechnen von Grafiken kann lange dauern. Mit [ON] kann die Berechnung abgebrochen werden. Mit [F4] kann die Grafik neu berechnet werden.

4.2 Funktionswerte (Value)

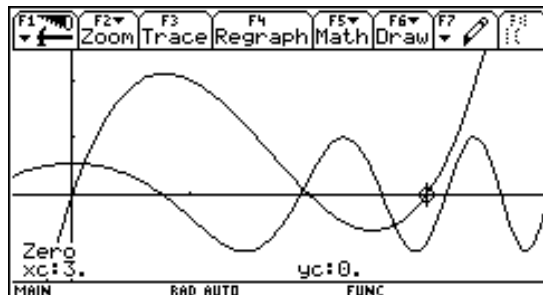
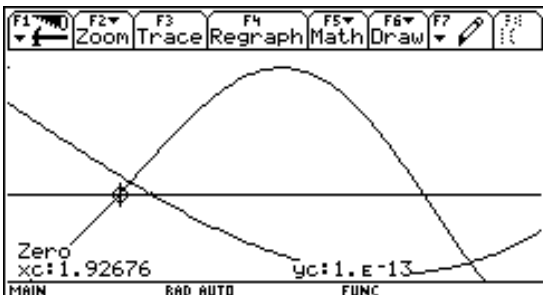
Berechnen Sie die Funktionswerte von $y_1(x) = \cos(x^2 + 1)$ an der Stelle $x = 0.5$ und von $y_2(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$ an der Stelle $x = 1$.



- Funktionswerte lassen sich im Menü Math **F5**, mit «Value» berechnen.
- Der Funktionswert von $y_2(x)$ wird berechnet, indem man zuerst den Funktionswert bei der Funktion $y_1(x)$ eingibt, mit **ENTER** abschliesst, und anschliessend die aktuelle Funktion mit \uparrow oder \downarrow ändert.

4.3 Nullstellen (Zero)

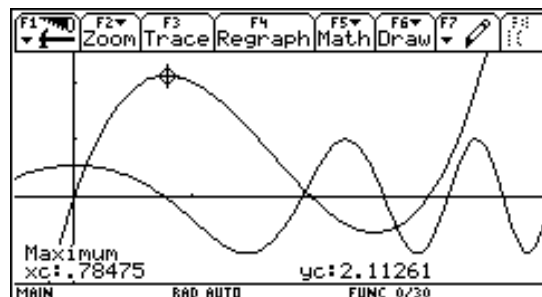
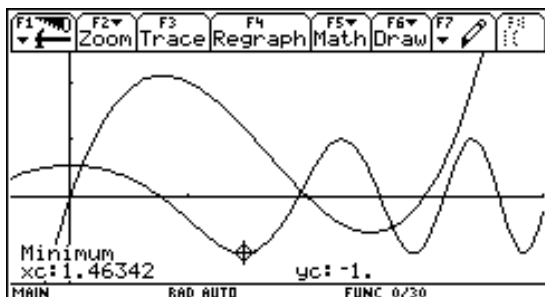
Ermitteln Sie die Nullstelle von $y_1(x) = \cos(x^2 + 1)$ in der Umgebung von $x = 2$, sowie die Nullstelle von $y_2(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$ in der Nähe von $x = 3$.



- Eine Nullstelle findet man im Menü Math **F5**, mit «Zero».

4.4 Extremalstellen (Minimum / Maximum)

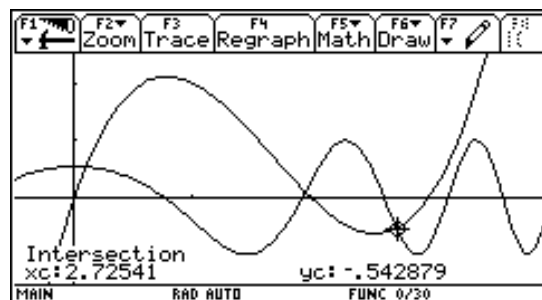
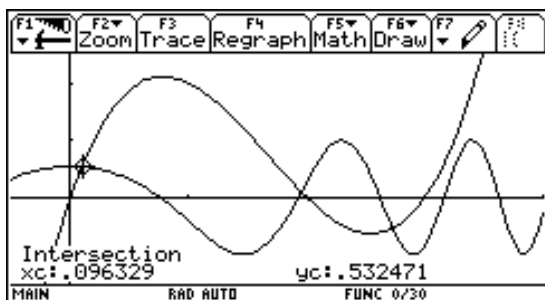
Ermitteln Sie die Position des Minimums von $y_1(x) = \cos(x^2 + 1)$ in der Nähe von $x = 1.5$, sowie die Position des Maximums von $y_2(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$ in der Nähe von $x = 0.8$.



- Ein Extremum findet man im Menü Math **F5**, mit «Minimum» oder «Maximum».

4.5 Schnittpunkte (Intersection)

Ermitteln Sie die Koordinaten der Schnittpunkte der Funktionen $y_1(x) = \cos(x^2 + 1)$ und $y_2(x) = x^3 - 5x^2 + 6x$ in der Nähe von $x = 0.2$ und $x = 2.7$.



- Einen Schnittpunkt findet man im Menü Math **F5**, mit «Intersection».

5 Spezielles

5.1 Fakultät und Binomialkoeffizient

Die Fakultät und der Binomialkoeffizient kommen in der *Kombinatorik* vor und werden beispielsweise beim Pascalschen Dreieck oder beim binomischen Lehrsatz gebraucht.

$5!$	$5!$	120
$\frac{18! - 17!}{18!}$	$(18! - 17!) / 18!$	$\frac{17}{18}$
$\binom{11}{3}$	$nCr(11, 3)$	165
$\binom{x+1}{2}$	$nCr(x+1, 2)$	$\frac{x(x+1)}{2}$
$\binom{x}{t}$	$nCr(x, t)$	$\frac{x!}{t!(x-t)!}$

Abschliessende Tipps:

- Eine Entdeckungsreise durch das Menü **[MATH]** oder durch den **CATALOG** kann ergiebig sein.
- Im Anhang des Handbuchs befindet sich eine alphabetische Zusammenstellung sämtlicher Funktionen mit Beispielen.
- Geben Sie sich nicht der *Illusion* hin, das Problem Mathematik sei nun mit diesem tollen Werkzeug endgültig gelöst. Der Rechner besteht die Maturitätsprüfung nicht !