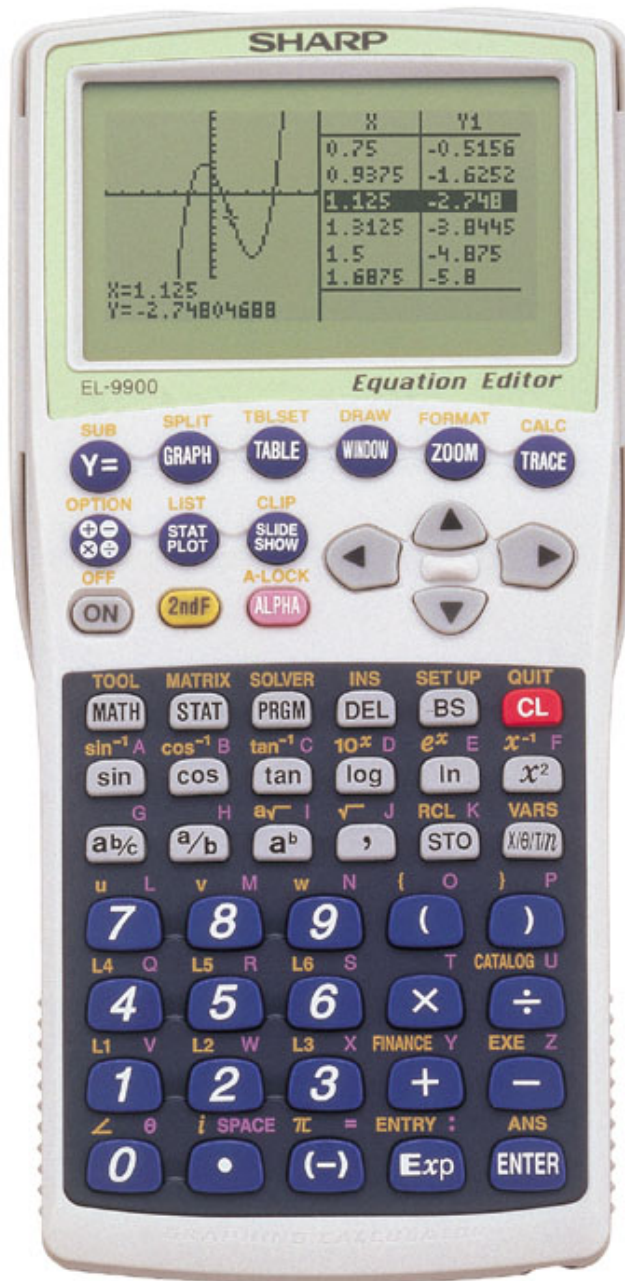


Bedienungshinweise für den Grafikrechner Sharp EL-9900

5



Inhaltsverzeichnis

	1. Vorbemerkungen.....	4
5	2. Batterien und Inbetriebnahme.....	4
	3. Grundsätzliches	
	a) Inbetriebnahme	4
	b) Mehrfachbelegung der Tasten.....	5
10	c) Ein- und Ausschalten, Verwendung der LösCHFunktionen	5
	d) Sinnvolle Voreinstellungen	5
	e) Hinweise zur Beachtung der mathematischen Regeln.....	6
	f) Display scheinbar zu klein	6
	g) Verwendung des Speichers.....	6
15	h) Die Taste BS	7
	i) Die Taste ENTRY	7
	4. Einfache Funktionen	
	a) x^2 , x^{-1} , Quadratwurzeln, Potenzen.....	7
20	b) Rechenregeln für Quotienten.....	8
	c) Bruchrechnung.....	8
	5. Grafiken	
	a) Grundsätzliches	8
25	b) Eingabe von Funktionsgleichungen, die Funktionen Y= und GRAPH	9
	c) Grundsätzliche Einstellungen für die Darstellung des Graphen; die Funktionen WINDOW und GRAPH (Größe des Koordinatensystems und Darstellung des Graphen).....	9
	d) Die Funktion ZOOM (Größe des Koordinatensystems).....	10
30	e) Die Funktionen TABLE und TBLSET (Wertetabellen)	11
	f) Die Funktion TRACE	11
	g) Die Funktion SPLIT (Graph und Wertetabelle zusammen)	11
	h) Die Funktion CALC (Schnittpunkte, Minima, Maxima usw.); Berechnung von Gleichungen	12
35	i) Funktionenscharen	13
	k) Betragsfunktionen, abschnittsweise definierte Funktionen	14
	6. Lösen von Gleichungssystemen	
	a) mit dem Befehl Matrix	15
40	b) mit dem Befehl TOOL	16
	7. Regressionsrechnungen mit graphischer Darstellung	
	a) Eingabe der Wertepaare in Listen, u. A. mit der Funktion STAT	17
	b) Darstellung der Wertepaare auf dem Display, die Funktion STAT PLOT	17

	c) Berechnung und Zeichnung der Regressionsgeraden mit den Funktionen STAT und GRAPH	19
	8. Kombinatorik und Verteilungen	
5	a) Binomialkoeffizient $\binom{n}{k}$	20
	b) Fakultät $n!$	
	c) Binomialverteilung	20
	9. Slide Show	21
10	10. Grafiken in Parameterform	22
	11. Prinzipielle Fehler und Schwächen des GTR, soweit bekannt	23
15	12. Häufigste Fehlermeldungen und Beseitigung der Fehler	24

1. Vorbemerkungen

Anmerkungen zu dieser Beschreibung:

- Fettdruck im Rahmen bedeutet Taste, z. B. **CL**.
- Fettdruck ohne Rahmen bedeutet Tastenkombination, z. B. **2ndF** **CL** = **QUIT**.
- Kursivschrift bedeutet Befehle auf dem Display, bei *1 Deg* muss dann **1** eingegeben werden. Alternativ kann man auch mit dem Cursor markieren und **ENTER** eingeben.
- Text in Anführungszeichen bedeutet Text auf dem Display (wenn z. B. gerechnet wird).

10

2. Batterien und Inbetriebnahme

Auf jeden Fall zuerst den Plastikstreifen herausziehen, da er die noch einzusetzenden Batterien abklemmt. Es wird sonst die interne Speicherbatterie verwendet und die ist bald leer! Man setzt die Batterien ein, schließt das Batteriefach (sonst lässt sich der Rechner nicht einschalten) und betätigt den (versenkten) Schalter **ON**. Es erscheinen mehrere Schriftzüge. Man betätigt wiederholt den Schalter **CL** (von to clear = reinigen), bis nur noch ein kleiner Strich im Display zu sehen ist. Der Rechner befindet sich damit im Betriebszustand.

20

3. Grundsätzliches

- a) Praktisch alle Tasten sind mehrfach belegt. Dafür werden die gelbe Taste **2ndF** (2nd Function) und die violette Taste **ALPHA** benötigt. Die zusätzlichen Funktionen stehen über den Tasten in den zugehörigen Farben. Durch die Tastenkombination (Nacheinanderausführung) **2ndF** **x²** = x^{-1} wird zum Beispiel der Kehrwert einer Zahl berechnet: **5** **2ndF** **x²**, das Display zeigt 0.2 an, also $\frac{1}{5}$. Dabei ersetzt der Dezimalpunkt unser Dezimalkomma.

30

Wichtig: Das Kommasymbol (graue Taste) kann nicht als Dezimalkomma verwendet werden, es dient zur Trennung von Befehlen. Der Dezimalpunkt (blaue Taste in der untersten Reihe) ersetzt unser Dezimalkomma.

35

- b) Sollte sich der Rechner einmal nicht mehr bedienen lassen, kann man ihn durch Öffnen des Batteriefachs wieder auf den Lieferzustand zurückführen. Nach dem Wiedereinschalten erscheinen zwei Schriftzüge:
 „PRESS **CL** KEY TO CLEAR ALL DATA
 PRESS **ON** KEY TO CANCEL“
 Drückt man **CL**, dann setzt man den Rechner auf den Lieferzustand zurück, löst in der Regel die Probleme, verliert aber alle persönlichen Eingaben. Drückt man **ON**, bleibt der Rechner im alten Zustand und die Probleme bleiben meistens ebenfalls.

40

Die gleichen Schriftzüge erscheinen nach Öffnen des Batteriefaches. Dann empfiehlt es sich in der Regel nicht die Taste **CL** zu drücken.

- 5 c) Einschalten mit der (versenkten) Taste **ON**, ausschalten mit der Taste **2ndF ON** = **OFF**; der Rechner erscheint im Zustand wie vor dem letzten Ausschalten. Daher schadet es auch nichts, wenn er sich automatisch ausschaltet, alles bleibt gespeichert.
- Mit Hilfe der Funktionstasten kann der gewünschte Modus eingestellt werden (rechnen, Graphik usw.) . Das Symbol mit den vier Rechenzeichen (blau, oben links) steht für den Rechenmodus, wie man ihn von einem normalen Taschenrechner kennt. Mit der roten Taste **CL** kann das ganze Display gelöscht werden. Manchmal lässt sich eine Seite allerdings nur mit **2ndF CL** = **QUIT** löschen.
- Mit den vier Pfeiltasten kann man die Position des Cursors im Display verändern. So werden z. B. Eingaben nachträglich eingefügt. Mit den Pfeiltasten **◀ ▶ ▲ ▼** fährt man den Cursor an die bewusste Stelle und fügt das gewünschte Element ein. Mit Hilfe von **DEL** (to delete = löschen) kann man einzelne Elemente löschen. Eingabe: **5 ▶ DEL**; das Element ist verschwunden.
- Sollen mehrere Elemente gelöscht werden, geht man folgendermaßen vor:
 20 Bei „2 + 3 + 4“ soll nur 2 übrig bleiben. Man stellt den Cursor auf das erste Pluszeichen und drückt so oft die Taste **DEL**, bis ein Unterstrich _ im Display erscheint (hier insgesamt viermal betätigen).
 Einfacher geht es meistens mit der Taste **BS**, siehe unter Punkt i).
 Bei Rechnungen ersetzt die Taste **ENTER** das gewohnte Gleichheitszeichen.
 25 Das Gleichheitszeichen über der Taste **(-)** kann hierbei nicht verwendet werden.

d) Voreinstellungen zum Ändern

- Mit dem Set Up – Menü werden diverse Einstellungen vorgenommen.
 30 **2ndF BS** = **SET UP**; das Set Up – Display erscheint.
 Die Einstellung A----- gibt im rechten Kasten die aktuellen Einstellungen an.
- (1) Mit den Pfeiltasten bewegt man sich im Menü auf und ab. Bei der Einstellung *B DRG* erscheint das folgende Untermenü:
 35 *1 Deg* (entspricht der Einteilung 360°),
2 Rad (bedeutet Bogenmaß),
3 Grad (bedeutet Einteilung in 400°, in der Regel nicht zu gebrauchen).
 Normalerweise wird man **1** oder **2** eingeben.
- 40 (2) Mit *C FSE* wird Fließkomma (*1 FlaoatPt*), Fixkomma (*2 Fix*), wobei die Zahl der Nachkommastellen unter *D TAB* festgelegt wird und wissenschaftliche Darstellung (= Zehnerpotenz) (*3 Sci*) eingestellt.

(3) *E COORD* stellt die verschiedenartigen Koordinatensysteme ein, *1 Rect* (rectangle = rechtwinklig) ist voreingestellt und bleibt zunächst so.

(4) *F Answer* bestimmt u. A. die Ausgabe von Brüchen.

5
1 Decimal (Real) heißt, dass alle Brüche als Dezimalzahlen ausgegeben werden.
2 Mixed (Real) bedeutet die Ausgabe in gemischten Zahlen.
 Unter *3 Improp* versteht man die Ausgabe unechter Brüche.

(5) Tastenfolge **2ndF** **ZOOM** = **FORMAT**:

10
 Mit den Pfeiltasten wird *E GRID* eingestellt. Mit *1 On* oder *2 Off* wird ein Punktraster im Koordinatensystem ein- oder ausgeschaltet. Es ist aber zu beachten, dass man u. U. senkrechte oder waagerechte Striche erhält, wenn die Achsenskalierung zum klein gewählt wird, siehe 5. c), Funktion **WINDOW**.

15
 e) Die mathematischen Regeln müssen bis auf wenige Ausnahmen peinlich genau eingehalten werden. Verwendet man z. B. für komplizierte Quotienten nicht die Bruchrechnungstaste, müssen Klammern gesetzt werden, Näheres siehe unter 4 a) und 4. b).

20
 Wichtig ist der Unterschied zwischen dem Minuszeichen für Subtraktion **-** und dem negativen Vorzeichen **(-)**. Eine Verwechslung führt zur Fehlermeldung „ERROR 01 SYNTAX“.

25
 f) Reicht das Display zur Anzeige nicht aus, wird das Bild verschoben; mit den Pfeiltasten kann man den Anfang wieder sichtbar machen. Beispiel: Betätigt man die Taste **Y=**, dann sieht man die Eingabemöglichkeit für sechs Grafen. Mit der Pfeiltaste nach unten kann man vier weitere sichtbar machen.

30
 g) Verwendung des Speichers

(1) Die Rechnung $2 : 7$ ergibt die Zahl 0.285714285. Nun soll mit dieser Zahl eine neue Rechnung begonnen werden. Es ist nun nicht nötig, diese wieder neu einzugeben, denn sie ist noch unter **ANS** gespeichert. Will man nun mit der Zahl weiter rechnen, etwa mit 2 multiplizieren, gibt man **×** **2** ein und im Display steht dann „Ans × 2“; **ENTER** liefert das Ergebnis.

35
 (2) Wenn eine Zahl länger abgespeichert werden soll, wird ein dauernder Speicher benötigt; 0.285714285 soll wieder im Display stehen.
 40
STO **ALPHA** **A** (store = Lager, Speicher; Alpha wegen der Verwendung von Buchstaben) speichert die Zahl unter A ab (man kann auch andere Buchstaben und damit weitere Speicher wählen). Eine etwas umständliche Art den Wert zurückzurufen, ist die Verwendung von **2ndF** **STO** = **RCL** (to recall = zurückrufen).

2ndF **STO** **ALPHA** **A** **ENTER** lässt die Zahl wieder auf dem Display erscheinen.

Einfacher ist die Methode **ALPHA** **A**, wobei im Display allerdings nur „A“ erscheint. Diese „A“ entspricht dann allerdings der Zahl 0.285714285 und man kann mit ihr normal weiter rechnen (etwa „A×5“).

5

h) Mit der Taste **BS** kann die vorhergehende Aktion rückgängig gemacht werden (mehrfache Anwendung möglich), ausgenommen nach Betätigung der Taste **ENTER**, siehe nächster Punkt.

10

i) Manchmal ergibt sich das Problem, dass eine komplizierte Rechnung beendet ist und dass man dann eine fehlerhafte Eingabe bemerkt. Ein (hier sehr simples) Beispiel: **5** **×** **20** **ENTER** „100“. Wenn man die „5“ zu „6“ korrigieren möchte, geht dies nicht mehr mit den Pfeiltasten. In diesem Fall wählt man den Befehl **2ndF** **Exp** = **ENTRY**. Die Aufgabe „5×20“ erscheint erneut im Display und kann korrigiert werden. Dieser Befehl kann mehrfach wiederholt werden und man kann so mehrere Schritte zurückgehen.

15

20

4. Einfache Funktionen

a) Die Taste **x²** quadriert vorher eingegebene Zahlen: Dabei erfolgt die Berechnung nicht wie bei einfachen Taschenrechnern automatisch, sondern über die Taste **Enter**. Eingabe: **6** **x²**; das Display zeigt an, was berechnet werden soll: „6²“. Drückt man die Taste **Enter**, erscheint abgesetzt das Ergebnis „36“.

25

Kehrwertberechnung: **6** **2ndF** **x⁻¹** = x^{-1} bedeutet soviel wie: Berechne 1 : 6 (das Ergebnis ist eine Dezimalzahl). Die Tastenkombination **1** **÷** **6** liefert allerdings dasselbe Ergebnis auf schnellere Weise. Der Rechner gibt 0,1666666666 heraus; er rundet also nicht automatisch! Dies kann man zwar mit Hilfe des Fixkommata erreichen, aber das hat andere Nachteile. Außerdem muss jeder in der Lage sein richtig zu runden.

30

35

Wurzeln: **2ndF** **,** **9** = „√9“ liefert mit **Enter** das Ergebnis „3“
Achtung: Das Symbol $\sqrt{\quad}$ nicht mit dem Symbol $\sqrt[q]{\quad}$ verwechseln!

Beliebige Potenzen: $3^4 = 81$; **3** **a^b** **4** **ENTER**; es ergibt sich 81.

40

Beachte: $-2^4 = -16$ und $(-2)^4 = 16$ werden unterschieden.

b) Rechenregeln für Quotienten:

$$\frac{3+6}{1+2} = (3+6):(1+2) = 3 \quad . \text{ Verzichtet man auf die Klammern, so berechnet der}$$

Rechner die Aufgabe: $3+6:1+2 = 3+\frac{6}{1}+2 = 11$, da nun Punkt- vor

Strichrechnung gilt.

5 Will man den Quotienten $\frac{16 \cdot 8}{4 \cdot 2}$ berechnen, gibt es (abgesehen von der

Bruchrechnung) zwei Möglichkeiten: $16 \cdot 8:(4 \cdot 2)$ oder $16 \cdot 8:4:2$. Beides liefert das richtige Ergebnis 16. Gibt man jedoch $16 \cdot 8:4 \cdot 2$ ein, versteht der Rechner die

Aufgabe $\frac{16 \cdot 8}{4} \cdot 2$ und gibt 64 aus.

10 c) Bruchrechnung: Brüche werden folgendermaßen eingegeben:

Beispiel:

$$2\frac{3}{5} + \frac{1}{2} = \frac{31}{10}$$

2 **ab/c** **3** **▼** **5** **▶** **+** **1** **a/b** **2** **ENTER**

Bei Einstellung 1 *Decimal(Real)*, siehe unter 2. e) (4), wird „3.1“ ausgegeben.

15 Bei Einstellung 2 *Mixed (Real)* wird $3\frac{1}{10}$ ausgegeben.

Bei Einstellung 3 *Improp* wird $\frac{31}{10}$ ausgegeben.

Achtung: Bei Verwendung der Taste **x²** bei Brüchen wird immer eine Dezimalzahl ausgegeben!

$$\left(\frac{5}{2}\right)^2 = 6,25$$

20

5. Grafiken

25 a) Grundsätzliches:

Man darf an die Qualität keine übertriebenen Ansprüche stellen; die Bilder sind relativ klein und ungenau. Eine Gerade (z. B. mit der Gleichung $y = x$) wird in der Regel die Koordinatenachsen niemals genau in einem Winkel von 45° schneiden, da die Einteilungen von x -Achse und y -Achse normalerweise nicht den gleichen Maßstab haben. Dadurch werden alle Graphen abgesehen von einigen speziellen Ausnahmen verzerrt (kann aber geändert werden, siehe 4. d) . Ebenso erhält man eine Treppenfunktion und keine Gerade. **Dies muss man wissen!**

30 Ähnliches gilt für verschiedene Schreibweisen. Die in der Mathematik üblichen können hier nicht immer eingehalten werden.

35 Beispiele:

Übliche Schreibweise	Schreibweise des Rechners
y_1, y_2 usw.	Y1, Y2 usw.
$x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}$	Xmin, Xmax, Ymin, Ymax
usw.	usw.

5

Daran muss man sich gewöhnen, denn die übliche Schreibweise wird im Unterricht beibehalten.

10

- b) Eingabe von Funktionsgleichungen um einen Graphen darzustellen

Wir verwenden zunächst die Taste **Y=**. Es erscheinen untereinander „Y1=, Y2= bis Y6=“ (mit den Pfeiltasten kann man sogar „Y7 bis Y0“ sichtbar machen, so dass zehn Graphen zur Verfügung stehen). Wenn bereits Terme hinter den Gleichheitszeichen stehen, müssen sie mit den Pfeiltasten und **CL** gelöscht werden.

15

Man kann also 10 verschiedene Funktionsterme eingeben, die Eingabe jedes Terms wird mit **ENTER** abgeschlossen. Die Variable wird mit der Taste **x/θ/T/n** eingegeben; bei einem rechtwinkligen Koordinatensystem schreibt der Rechner „x“.

20

Achtung: Gelegentlich kommt es vor, dass nach einer fehlerhaften Eingabe die Fehlermeldung „SYNTAX ERROR“ nur gelöscht werden kann, wenn die gesamte Funktionsgleichung neu eingegeben wird.

Beispiel: Die Gleichungen $y = x^2$ und $y = -2x + 1$ sollen eingegeben werden.

x/θ/T/n **x²** **ENTER** liefert die erste Gleichung,

25

(-) **x/θ/T/n** **+** **1** **ENTER** liefert die zweite Gleichung, der Multiplikationspunkt bei $y = 2x$ muss nicht gesetzt werden.

Die Taste **GRAPH** liefert das Schaubild.

Ab hier ist Vorsicht geboten. Sollten weitere Graphen zu sehen sein, muss die Funktion

30

STAT PLOT abgeschaltet werden, siehe unter 6. b) (3). Außerdem hängt die Darstellung extrem stark von den Vorgaben des Rechners wie Definitionsbereich, Wertebereich und Achsenskalierung ab. Denn diese verändern sich nicht, wenn der Rechner abgeschaltet war; es könnten also Werte benutzt werden, die für eine ganz andere Aufgabe benötigt wurden und hier überhaupt nicht passen. Daher muss u. U. korrigiert werden, Weiteres siehe unter 4. c).

35

Falls es gewünscht ist die Gleichung zusätzlich im Display zu sehen, kann dies mit Hilfe des Befehls **2nf** **ZOOM** = **FORMAT** geschehen. Nach Eingabe wählt man *B EXPRESS* und dann *I ON*; **Enter** **GRAPH** **TRACE**, Näheres zu **TRACE** siehe unter 4. f).

40

Man muss jedoch beachten, dass der Graph im Display „Vorrang“ hat; bei zu langen Gleichungen werden Teile unterdrückt und die Angabe erscheint fehlerhaft.

c) Grundsätzliche Einstellungen für die Darstellung des Graphen

Man verwendet die Eingaben aus 4. b) und betätigt die Taste **WINDOW**. Bei der bisher verwendeten Einstellung muss der Schriftzug *Window (Rect)* erscheinen. Mit Hilfe der Pfeiltasten und der Zahlentasten können die Parameter eingegeben werden; zuletzt muss **ENTER** verwendet werden, danach wieder **GRAPH**. Das Bild müsste sich verändert haben.

Bedeutung der Parameter:

Hinweis: Ist die x -Achse insgesamt doppelt so lang wie die y -Achse, dann erhält man eine etwa gleiche Achseneinteilung für beide Achsen, siehe aber auch unter 4. d)

Parameter	Bedeutung
$Xmin, Xmax$	kleinster und größter Wert der x -Achse (Definitionsbereich)
$Xscl$	Skalierung der x -Achse; der Wert 2 bedeutet z. B., dass die
$Ymin, Ymax$	Skalierung in Zweierschritten erfolgt (-2; 0; 2; 4; ...) kleinster und größter Wert der y -Achse (Wertebereich)
$Yscl$	Skalierung der y -Achse, der Wert 0.5 bedeutet z. B., dass die Skalierung in 0,5er-Schritten erfolgt (-0,5; 0; 0,5; 1; 1,5; ...)

d) (1) Mit **ZOOM** 5 *Default* wird eine Grundeinstellung gewählt. Die x -Achse läuft von -10 bis +10, die y -Achse von -10 bis +10. Die Achseneinteilung ist nicht äquidistant. Diese Grundeinstellung empfiehlt sich bei mathematischen Problemen, wenn der Definitions- und Wertebereich bekannt sind.

(2) Mit **ZOOM** 1 *Auto* wählt man die automatische Einstellung, die dem jeweiligen Problem angepasst wird. Sie empfiehlt sich bei Anwendungsaufgaben, wenn hohe Zahlen auftreten oder wenn bei einem Vorversuch auf dem Display nicht viel zu sehen ist. Allerdings muss in der Regel mit einer anderen Funktion nachgearbeitet werden, da oft nur Teile des Graphen zu sehen sind. Dies ist abhängig von der zufälligen Voreinstellung der Funktion **WINDOW**.

(3) Mit Hilfe von **ZOOM** 6 *Square* können x -Achse und y -Achse ebenfalls im gleichen Maßstab gezeichnet werden, dies geht aber auch unter **WINDOW** mit Hand. Allerdings werden die Skalierung und/oder der betrachtete Bereich u. U. nicht sinnvoll dargestellt. Evt. muss dann die Taste **WINDOW** verwendet werden, siehe 4. c).

- 5 (4) Mittels **ZOOM** 2 *Box* können Bereiche vergrößert werden. Mittels der Richtungstasten fährt man den Cursor an eine der gewünschten Ecken und betätigt **ENTER**, danach fährt man mit Hilfe der Richtungstasten zu schräg gegenüberliegenden Ecke (der Rahmen, der den Ausschnitt begrenzt, wird dabei gezeichnet) und betätigt erneut **ENTER**. Der vergrößerte Ausschnitt wird dargestellt. Nachteil des Verfahrens: Die Achseneinteilung (siehe **WINDOW**) wird dabei nicht geändert.
- 10 e) Die Taste **TABLE** dient zur Erstellung der Wertetabellen. Die Tabelle erscheint auf dem Display. Um sie richtig zu bedienen, muss man evt. die Einstellungen verändern. Dazu gehören Schrittweite und Beginn. Man verwendet die Tasten
- 15 **2ndF** **TABLE** = **TBLSET**. Hier sind zwei Einstellungen möglich (die gewählte blinkt).
- (1) *Auto*: Mit Pfeil- und Zahlentasten gibt man den kleinsten Wert für x $TBLStrt$ (= table start) und die Schrittweite $TBLStep$ (= table step) ein; dann **ENTER** und **TABLE**. Die Tabelle erscheint wie gewünscht; mit den Pfeiltasten kann man weitere Werte bestimmen.
- 20 (2) Mit der Pfeiltaste kann man *User* einstellen, dann **ENTER** und **TABLE**. Die Tabelle ist nun leer, aber man kann einzelne beliebige Werte eingeben.
- 25 f) Mit der Taste **TRACE** können die Koordinaten eines Graphen abgelesen werden, indem ein Cursor den Graph entlang fährt (Bedienung mit den Pfeiltasten).
- 30 g) Die Tastenfolge **2ndF** **GRAPH** = **SPLIT** ermöglicht es Graph und Wertetabelle gleichzeitig darzustellen. Der Rechner ist im Zustand **TRACE**.
- 35

- h) Die Tastenfolge **2ndF** **TRACE** = **CALC** ermöglicht die folgenden Rechnungen.

	Eingabe	Deutsche Bezeichnung
5	2ndF TRACE 1 = Calc 1 <i>Value</i>	Funktionswert
	2ndF TRACE 2 = Calc 2 <i>Intsct</i>	Schnittpunkt zweier Graphen
10	2ndF TRACE 3 = Calc 2 <i>Minimum</i>	kleinster Funktionswert
	2ndF TRACE 4 = Calc 4 <i>Maximum</i>	größter Funktionswert
15	2ndF TRACE 5 = Calc 5 <i>X_Incpt</i>	Schnittpunkt mit der x -Achse
	2ndF TRACE 6 = Calc 4 <i>Y_Incp</i>	Schnittpunkt mit der y -Achse

Anmerkung:

- Bei mehreren Nullstellen oder Schnittpunkten muss das Verfahren mehrfach wiederholt werden.
- Bei mehrere Graphen wird in der Regel der erste genommen; Wechsel mit den Pfeiltasten „hoch“ und „tief“.

25

Die weiteren Parameter sind in der Betriebsanleitung erklärt.

Mit Hilfe dieser Befehle lassen sich sehr bequem Gleichungen lösen, jedenfalls wesentlich einfacher als mit dem dazu vorgesehenen Programm.

Beispiel: Wir verwenden den Befehl *X_Incpt*.

Wir wollen nun die Gleichung $x^3 + \frac{1}{3}x^2 - 2x - \frac{2}{3} = 0$ lösen; das entspricht der Aufgabenstellung zur Bestimmung der Nullstellen der Funktion

$$f: \rightarrow y = x^3 + \frac{1}{3}x^2 - 2x - \frac{2}{3}.$$

Man gibt die Gleichung mit **Y =** ein. Da man zunächst nicht weiß, in welchem Bereich der Graph liegt, wählt man mit **WINDOW** (siehe 4. c) eine grobe Wahl für die x -Achse; der y -Bereich spielt nur eine untergeordnete Rolle, solange alles auf dem Display zu erkennen ist. Man muss nur darauf achten, dass die Nullstellen nicht zu dicht am rechten und linken Rand des Displays liegen; dann könnte der Graph bei der Berechnung verschoben werden; eine Nullstelle ist nicht mehr zu sehen und wird nicht mehr erfasst.

40

Man wählt die folgenden Einstellungen:

$$\begin{array}{lll} X_{\min} = -10, & X_{\max} = 10, & X_{\text{scl}} = 1, \\ Y_{\min} = -5, & Y_{\max} = 5, & Y_{\text{scl}} = 1. \end{array}$$

Dann gibt man **2ndF** **TRACE** $5 X_Incept$ ein und erhält die folgenden Angaben:

„ $x = -1.414213562$ “ und „ $y = -6.8476E-10$ “. Dies bedeutet folgendes: Man erhält die Näherung $x \approx 1,414213562$ für die erste Nullstelle. Der Wert

$$y = -6.8476E-10 \text{ ist die zugehörige Ordinate für diesen Wert. Dabei gilt } 6.8476E-10 = 6,8476 \cdot 10^{-10} = \frac{6,8476}{10^{10}} = \frac{6,8476}{10000000000} = 0,0000000006847 .$$

Also erhält man als Ordinate $y \approx -0,0000000008 \neq 0$ und damit eine Näherung. Höchstwahrscheinlich ist die Ordinate Null gemeint, muss aber nicht sein! Der Rechner stößt hier (und nicht nur hier) an seine Grenzen!

Wenn man die Eingabe **2ndF** **TRACE** $5 X_Incept$ noch zweimal wiederholt, bekommt man die beiden anderen Nullstellen $x \approx 0,333333333$ und $x \approx 1.414213562$ (mit den zugehörigen genäherten) Ordinaten. Mit ein wenig Erfahrung kann man vermuten, dass es sich um die Werte $-\sqrt{2}$, $\frac{1}{3}$ und $\sqrt{2}$ handelt.

Dies sind in der Tat die exakten Lösungen, was aber noch zu beweisen wäre.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass der Rechner in der Regel nur Näherungslösungen bestimmt. Wenn z. B. 3 ausgegeben wird, heißt das nicht automatisch, dass auch tatsächlich exakt 3 herauskommt.

i) Funktionenscharen

Um bei Funktionenscharen zu vermeiden zu viele Einzelfunktionen eingeben zu müssen, geht man wie folgt vor:

Die Funktionenschar $y = ax^2$ soll durch verschiedene Parameter veranschaulicht werden.

Mit **STAT** *Edit* werden die Parameter in die Liste eingegeben (eingeben in Listen siehe 7. a)), z. B. 1, 2, -3. Man wählt etwa die Liste L1.

Nun erfolgt die Eingabe der Gleichung: **Y=** **L1** **×** **xqTh** **x²**. Die Schar wird auf dem Display dargestellt.

Anmerkungen:

- (1) Man sollte auf das Zeichen **×** nicht verzichten, da es schon zu fehlerhaften Darstellungen gekommen sein soll.
- (2) Die Liste muss zuerst eingegeben werden, da man sonst die Fehlermeldung ERROR 11 [NOT DEFINED] erhält.
- (3) Im Gegensatz zur Einzeldarstellung, bei der es nur 10 Eingaben gibt, sind hier mehr als 10 Graphen möglich.

k) Betragsfunktionen, abschnittsweise definierte Funktionen

Der Graph der Funktion $y = |x - 2|$ soll gezeichnet werden.

Y= **MATH** **B NUM** **1abs(** (und dann Eingabe von $x-1$

5

Der Graph der Funktion $y = x$ für $x < 3$
 $y = x - 3$ für $x \geq 3$ soll gezeichnet werden.

Die beiden Teilgraphen müssen separat gezeichnet werden, die einschränkenden Bedingungen werden in Klammern hinter die Gleichung geschrieben, im Display steht anschließend (auch wenn es etwas seltsam aussieht):

10

$$Y1=X(X<3)^{-1}$$

$$Y2=X(X \geq 3)^{-1} .$$

Die Exponenten dürfen keinesfalls vergessen werden, da die Teilgraphen sonst verbunden werden.

15

Y= **xqTh** **(** **xqTh** **MATH** **F INEQ** **5<** **3** **)** **a^b** **(-)** **1** **ENTER** ,

Y= **xqTh** **-** **3** **(** **xqTh** **MATH** **F INEQ** **4**
3 **)** **a^b** **(-)** **1** **ENTER** .

20

6. Lösen von Gleichungssystemen

a) Das folgende System soll gelöst werden:

$$\begin{array}{l} x + y - 3z = -1 \\ \wedge x - y - 3z = 1 \\ \wedge 2x + y + 6z = 7 \end{array}$$

Die Lösungsmenge lautet: $\mathbb{L} = \left\{ \left(2; -1; \frac{2}{3} \right) \right\}$

Wir benötigen wiederholt die Tastenfolge **2nd** **STAT** = **MATRIX**, im Folgenden nur **MATRIX** genannt.

Unter der Matrix versteht man die Koeffizienten der Variablen sowie die Zahlen ohne Variable in derselben Anordnung wie im Gleichungssystem.

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & -3 & -1 \\ 1 & -1 & -3 & 1 \\ 2 & 1 & 6 & 7 \end{array} \quad \text{Dies nennt man eine } 3 \times 4 \text{ - Matrix.}$$

Man wählt **MATRIX** und geht auf *B Edit*. Durch Eingabe von *1 mat A*, *2 mat B*, *3 mat C* ... oder *0 mat J* ordnet man der Matrix einen Namen zu, bei Eingabe von **1**, z. B. A.

Es erscheint beim ersten Mal „mat A : × “. Man muss nun die Zahl der Zeilen (3) und die Zahl der Spalten (4) in dieser Reihenfolge eingeben. Beim zweiten Mal kann man die Zahlen überschreiben, übernehmen oder mit **2ndF** **Rechentaste** = **Option** *C DEL* 2 Matrix löschen.

Anmerkung: Bei 4 Gleichungen mit 4 Unbekannten wären es 4 Zeilen und 5 Spalten. Also: **3** **ENTER** **4** **ENTER**. Dann erscheint ein Schema mit Nullen, diese müssen nun durch unsere Matrixelemente ersetzt werden. Die Eingabe erfolgt zeilenweise. Nach der Eingabe jeder Zahl, die unten links groß erscheint, wird **ENTER** eingegeben.

Beim zweiten Mal steht die alte Matrix im Display, die Zahlen müssen überschrieben oder auch nur mit **ENTER** bestätigt werden. Die Eingabe wird mit der Taste für normale Rechenfunktionen (unter *OPTION*) abgeschlossen. Danach gibt man wieder **MATRIX**, dann *D MATH*, dann *4 rrowEF* ein. Im Display erscheint „rrowEF _“. Nun wieder **MATRIX**, dann *A NAME* und dann die *1 A*. Damit wird der Matrix der Name A zugewiesen, „rrowEF mat A“ steht nun im Display. **ENTER** liefert die Berechnung, die nun richtig zu deuten ist. Im Display steht (wobei auf die eckigen Klammern verzichtet wird):

$$\begin{array}{cccc} \text{„} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0,666666666 \text{“} \end{array} \quad \text{Das bedeutet:}$$

$$\begin{array}{lcl}
 x + 0 \cdot y + 0 \cdot z = 2 & \Rightarrow & x = 2 \\
 \wedge 0 \cdot x + y + 0 \cdot z = -1 & \Rightarrow & y = -1 \\
 \wedge 0 \cdot x + 0 \cdot y + z = 0,666666666 & \Rightarrow & z = 0,666666666
 \end{array}$$

Aus 0,666666666 kann $\frac{2}{3}$ vermutet werden, aber nicht mehr (!); falls verlangt, müsste der Beweis durch eine Probe erbracht werden.

5

Zwei Spezialfälle sind zu beachten:

10

(1) In der dritten Zeile stehen nur Nullen; der Mathematiker sagt, das Gleichungssystem ist linear abhängig. Das bedeutet anschaulich, dass die Lösung nicht eindeutig ist.

15

(2) In der dritten Zeile steht $0 \ 0 \ 0 \ 1$. Dies ist so zu deuten: $0 \cdot x + 0 \cdot y + 0 \cdot z = 1$. Dies ist ein Widerspruch, die Lösungsmenge ist leer.

20

b) Eine wesentlich einfachere Methode zur Lösung eines Gleichungssystems ist die Verwendung des Befehls **2ndF** **MATH** = **TOOL**, im Folgenden stets **TOOL** genannt. Allerdings ist dann die Bearbeitung von 4 Gleichungen mit drei Variablen (Oberstufe) nicht möglich. Ebenso versagt der Rechner bei einem unlösbar oder linear abhängigen System. In beiden Fällen erscheint die Fehlermeldung „ERROR 02 [CALCULATE]“ (Division durch Null oder zu große Zahlen).

25

Zu Berechnung wählt man **TOOL** *B SYSTEM*. Die folgenden Eingabemöglichkeiten bedeuten minimal zwei Gleichungen mit zwei Variablen bis maximal sechs Gleichungen mit sechs Variablen.

30

Die Eingabe von „3“ öffnet eine 3×4 -Matrix aus Nullen, die wie in 6. a) überschrieben werden müssen. Nach der Eingabe der Matrixelemente wählt man **2ndF** **[-]** = **EXE** (von to execute = ausführen). Der Rechner gibt das Ergebnis in der Form

$$\begin{array}{l}
 X = \dots \\
 Y = \dots \\
 Z = \dots \text{ aus.}
 \end{array}$$

35

Will man die Rechnung mit veränderten Elementen wiederholen bzw. kontrollieren, betätigt man die **CL**-Taste. Die Matrix erscheint erneut.

Ruft man den Befehl **TOOL** erneut auf, wird die alte Rechnung automatisch gelöscht.

7. Regressionsrechnungen mit graphischer Darstellung

a) Eingabe der Wertepaare

Die Wertepaare werden in zwei Listen gespeichert, z. B. L1 und L2. Man wählt z. B. die Zahlenpaare:

x-Werte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y-Werte	1,2	2,2	3,7	5,5	7,3	8,8	9,8	10,4	10,7	10,8

Für die Eingabe der Messwerte stehen zwei Verfahren zur Verfügung.

(1) **STAT** A *EDIT* **ENTER**.

Drei (beim ersten Mal leere) Listen werden sichtbar, drei weitere sind verdeckt. Sind sie nicht leer, löscht man sie am einfachsten, indem man mit den Pfeiltasten auf (z. B.) „L1“ geht, **DEL** eingibt und mit **ENTER** bestätigt; danach mit dem Cursor wieder zurück in die Liste. Das Gleiche funktioniert für alle Listen mit dem Befehl **OPTION** C *DEL* 1 *LIST*. Alternativ können auch die Listenwerte überschrieben werden. Wichtig: Beide Listen dürfen nur die gleiche Anzahl an Zahlen enthalten, sonst erhält man später eine Fehlermeldung. Die Zahlen werden nun spaltenweise eingegeben und jedes Mal mit **ENTER** bestätigt. Mit der Pfeiltaste kann in die zweite Liste gewechselt werden. Die x-Werte stehen hier in L1, die y-Werte in L2. Dies kann aber unter b) (5) iii) geändert werden, falls nötig.

(2) Wir verwenden den normalen Bildschirm und die Tastenfolge

2ndF (= { und **2ndF**) = } , im Folgenden nur { und } genannt und **2ndF** 1 = L1 und **2ndF** 2 = L2 , im Folgenden nur L1 und L2 genannt.

Also: { 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 } , **STO** , es erscheint der Pfeil „ \Rightarrow “ ; dann L1 und **ENTER** . Die Liste

„{1, 2, 3, 4, 5 ,6}“ erscheint zur Bestätigung auf dem Bildschirm. Analog verfährt man mit der zweiten Liste und speichert sie unter L2 ab. Achtung: Bei diesem Verfahren bleiben höhere Listenwerte als Nr. 6 erhalten! Es empfiehlt sich also vorher der Befehl **OPTION** C *DEL* 1 *LIST* .

b) Darstellung der Wertepaare auf dem Display

Nun kann man sich die Punkte auf dem Display ansehen um sich einen Eindruck zu verschaffen. Dabei sollte man vorher vier Dinge beachten:

(1) Alle vorhandenen Gleichungen in **Y=** müssen gelöscht werden, da sie sonst ebenfalls unerwünschterweise auf dem Display erscheinen.

- (2) Das evt. eingestellte Punktraster kann stören; notfalls mit **FORMAT E GRID 2 OFF** abschalten.
- (3) Mit **WINDOW** sollte ein günstiger Bereich für den Graphen eingestellt werden, hier etwa $x_{\min} = 0$, $x_{\max} = 11$, $y_{\min} = 0$, $y_{\max} = 12$, $x_{\text{scl}} = y_{\text{scl}} = 1$.
 5 Es besteht auch die Möglichkeit dies automatisch mit **ZOOM 9 Stat** zu machen. Es kann aber passieren, dass die Achsen verschwinden.
- (4) Zur Darstellung von Punkten werden Statistikplotter verwendet; zwei der drei vorhandenen Statistikplotter müssen abgeschaltet werden. Dies geschieht am
 10 übersichtlichsten auf folgende Weise:
- i) **STAT PLOT A PLOT2 ENTER** ; Cursor auf „OFF“, dann **ENTER**,
 dann die Taste $\left[\begin{array}{c} + \\ \times \end{array} \right]$;
- 15 ii) **STAT PLOT A PLOT3 ENTER** ; Cursor auf „OFF“, dann **ENTER**, dann die Taste $\left[\begin{array}{c} + \\ \times \end{array} \right]$.
- (5) Der Statistikplotter 1 wird eingeschaltet und eingestellt. Auch diese
 20 Einstellung bleibt erhalten und muss erst bei veränderten Problemstellungen geändert werden.
- i) **STAT PLOT A PLOT1 ENTER** ; Cursor auf „ON“, dann **ENTER**
 (Plotter 1 ist nun eingeschaltet).
- 25 ii) Cursor auf XY und **ENTER** (einstellen einer Messreihe mit zwei Variablen)
- iii) Cursor auf ListX und Eingabe von **2ndF 1** = L1 (ab jetzt L1
 genannt) sowie Cursor auf ListY und Eingabe von **2ndF 2** = L2
 30 (ab jetzt L2 genannt), hier können im Prinzip auch L3 bis L6 gewählt werden oder X und Y können getauscht werden, vergleiche Nr. 2.
- iii) Nun wird der Cursor auf GRAPH gesetzt (**Wichtig**, sonst funktioniert der
 35 Einstellung der Art des Graphen nicht!) und dann erneut **STAT PLOT** eingeben. Auf diese Weise wird die Art des Diagramms bestimmt:
 Man geht auf G S.D und dann rechts am besten auf Option 3 und **ENTER** (1 ist ungünstig, da die Punkte so klein sind, dass man sie
 nicht von den Achseneinteilungen unterscheiden kann bei 2 ist die Unterscheidung auf den Achsen schwierig); damit wurde die Wahl der
 40 Punkte beim Graphen festgelegt; das nun angezeigte Diagramm ist nur ein Beispiel und nicht das gesuchte.
- (6) Mit **GRAPH** erhält man eine Darstellung der Punkte im Koordinatensystem.

c) Berechnung und Zeichnung der Regressionsgeraden

(1) **Wichtig:** Zuerst muss die Taste $\boxed{\begin{smallmatrix} + \\ - \\ \times \\ \div \end{smallmatrix}}$ betätigt werden, sonst funktioniert die weitere Rechnung nicht; dann $\boxed{\text{STAT}}$ *D Reg* und rechts *03Rg_ax+b*. Im Display erscheint „Rg_ax+b.“
 5 Hinweis: Eine Eingabe von $\boxed{\text{ENTER}}$ führt zu einer Wiederholung früherer Rechnungen, falls Listen eingegeben sind, sonst erscheint eine Fehlermeldung. Nun gibt man mit L1 und L2 die *x*-Werte und *y*-Werte ein:
 $\boxed{(}$ L1 $\boxed{,}$ L2. Nun erfolgt der Befehl zur eigentlichen Berechnung und die Angabe, wo die Gleichung erscheinen soll: $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\text{X/}\odot\text{/T/}\eta}$ = **VARs**,
 10 dann *A EQVARs* und $\boxed{\text{ENTER}}$. Nun *A XY* und rechts z. B. *Y1* und $\boxed{\text{ENTER}}$, dann muss der Befehl im Display mit $\boxed{)}$ abgeschlossen werden. Nach der Eingabe von $\boxed{\text{ENTER}}$ erscheint ein blinkender Punkt als Zeichen der laufenden
 15 Berechnung. Dann erscheint die Gleichung.

(2) Die Gleichung findet man auch mit $\boxed{\text{Y=}}$ unter *Y1*. Daher sollte diese gelöscht werden, wenn eine andere Rechnung durchgeführt werden soll.

(3) Will man zwei Regressionskurven miteinander vergleichen (bei gleicher Messreihe, wenn der Graph nicht „zu passen scheint“), dann sollte man die Gleichung in *Y1* nicht löschen. In diesem Fall muss man bei einer zweiten Rechnung etwa „Rg_ x^2 (L1,L2,Y2) eingeben. Dann werden beide Graphen überlagert.

Mit Rg_ x^2 ist übrigens eine Parabel der Form $y = ax^2 + bx + c$ gemeint.

d) Mit r , R , r^2 , R^2 sind Korrelationskoeffizienten gemeint. Je näher die Werte bei 1 liegen, desto besser ist die Annäherung.

8. Kombinatorik und Verteilungena) Binomialkoeffizient $\binom{n}{k}$ Um z. B. $\binom{5}{2}$ zu berechnen geht man folgendermaßen vor:

5 Zunächst wird die 5 eingegeben, dann die Tastenkombination **Math** *C Prob* *4nCr* 2. Der Rechner gibt 5C2 aus und mit **ENTER** das Ergebnis 10.

Achtung: Der Wert von n darf nicht größer als 69 sein.10 b) Fakultät $n!$ Um z. B. $7!$ zu berechnen geht man folgendermaßen vor:

15 Zunächst wird die 7 eingegeben, dann die Tastenkombination **Math** *C Prob* *5!*. Im Display erscheint $7!$. Mit **ENTER** erhält man das Ergebnis 5040.

Achtung: Der Wert von n darf nicht größer als 69 sein.20 c) Binomialverteilung

Mit dem Rechner können u. A. Binomialverteilungen berechnet werden.

Beispiel: Berechne $\binom{15}{3} \cdot 0,4^3 \cdot 0,6^{14}$.Man wählt **STAT** *F DISTRI* *10pdfbin*(**ENTER**). Im Display erscheint „pdfbin(2.“

25 Nun werden die Parameter eingetippt: 15 **,** 0.4 **,** 3 **,** dann **)** **ENTER** . Der Rechner gibt das Ergebnis 0.063387901 aus.

Verwendet man die Funktion *11cdfbin*(, so werden in unserem obigen Beispiel alle Werte summiert: *cdfbin*(15, 0.4, 3) bedeutet:

$$\binom{15}{0} \cdot 0,4^0 \cdot 0,7^{15} + \binom{15}{1} \cdot 0,4^1 \cdot 0,7^{14} + \binom{15}{2} \cdot 0,4^2 \cdot 0,7^{13} + \binom{15}{3} \cdot 0,4^3 \cdot 0,7^{12} .$$




Der Rechner gibt 0.090501902 aus.

30

Auch hier darf n (in unserem Beispiel 15) den Wert 69 nicht übersteigen.

9. Slide Show

Hiermit erhält man die Möglichkeit vorher eingegebene Bildschirminhalte zu speichern. Diese können dann nacheinander wieder abgerufen werden ohne die einzelnen Bearbeitungsschritte noch einmal durchführen zu müssen.

- 5
- a) Eingabe: **SLIDE SHOW** *C NEW* **ENTER** , Die Taste **ALPHA** ist voreingestellt und man kann in den eckigen Klammern direkt die Buchstaben eingeben (z. B. „XYZ“); für Zahlen ist die Taste **ALPHA** erneut zu betätigen; Abschluss mit der Taste **ENTER** . Der Hinweis wie zu speichern ist, bezieht sich auf die folgenden Befehle.
Mit der Taste  wird der Schirm gelöscht. Ab nun wird jeder Bildschirminhalt mit der Tastenkombination **2ndF** **SLIDE SHOW** = **CLIP** (ab nun **CLIP** genannt) gespeichert und durchnummeriert.
- 10
- b) Beenden: Man wählt den Befehl **SLIDE SHOW** *CURR* oder **SLIDE SHOW** *Play* , wählt rechts den Namen an, also XYZ und geht mit den Richtungstasten die Show durch. Danach hat man den Eingabemodus automatisch verlassen.
- 15
- c) Aufrufen: **SLIDE SHOW** *D PLAY* und rechts XYZ anwählen und **ENTER** eingeben. Die Show kann mit den Pfeiltasten abgespielt werden. Durch Eingabe von  wird die Show verlassen.
- 20
- d) Fortführen: **SLIDE SHOW** *D SELECT* und rechts XYZ anwählen und **ENTER** eingeben. Dann kann fortgeführt werden.
- 25
- e) Löschen der gesamten **SLIDE SHOW** : Man wähle den Befehl **2ndF**  = **OPTION** *C DEL 9 SLIDE* **ENTER** . Man wählt den Namen der Slide Show aus und gibt **ENTER** ein. Die Show ist gelöscht.
- 30
- f) Löschen einzelner Seiten: **SLIDE SHOW** *D SELECT* , rechts den Namen markieren und **ENTER** eingeben; dann **SLIDE SHOW** *E EDIT 2 DEL* **ENTER** eingeben. Mit den Pfeiltasten wird die gewünschte Seite angewählt und mit der Taste **ENTER** gelöscht wie auf dem Schirm angegeben.
- 35
- g) Umbenennen der Show: **SLIDE SHOW** *D SELECT* , rechts den Namen markieren und **ENTER** eingeben; dann **SLIDE SHOW** *E EDIT 2 RENAMEL* und **ENTER** eingeben. Der neue Name kann eingegeben werden.
- 40
- h) Vertauschen einzelner Bildschirme: **SLIDE SHOW** *D SELECT* , rechts den Namen markieren und **ENTER** eingeben; dann **SLIDE SHOW** *E EDIT 2 MOVE* und **ENTER** eingeben. Danach geht es weiter wie in der Originalbeschreibung

angegeben (Kapitel 7.2 dort). Bemerkung: Um ein Bild an die letzte Stelle zu transportieren, muss man die Seite [END OF SCREEN] wählen.

5

10. Grafiken in Parameterform

Unter **2ndF** **BS** = **SET UP** wird das Koordinatensystem eingestellt. Das voreingestellte kartesische System kann unter *E COORD 2* durch Eingabe auf Parameterform umgestellt werden. Die Taste **X/θ/T/N** gibt die Variable T heraus; bei Eingabe von **Y=** erscheint das Paar $X1T=$ und $Y2T=$. Ebenfalls muss eingestellt werden, ob das Grad- oder Bogenmaß verwendet werden soll: **SETUP B DRG 1** bzw. **2**. Dies hat unmittelbare Folgen auf die Einstellungen in **WINDOW** : Die Einstellung *TStep* ist nämlich verschieden. Bei Verwendung des Gradmaßes sollte sie um den Wert 5 herum liegen; bei höheren Werten kann der Graf zu grob sein, bei niedrigeren Werten dauert die Zeichnung zu lange. Bei Verwendung des Bogenmaßes sollte er aus den eben genannten Gründen um 0,05 herum liegen (bei 1 wird z. B. kein Kreis, sondern ein Polygonzug gezeichnet).

20

11. Prinzipielle Fehler und Schwächen des GTR, soweit bekannt

Fehler treten in der Regel bei der graphischen Darstellung auf, weil die Pixel zu grob sind.

- 5 (1) Geraden werden als Treppenfunktionen dargestellt, gekrümmte Graphen ebenfalls.
- (2) Doppelte Nullstellen werden in der Regel mit dem Befehl **CALC** *2Inrsct* nicht gefunden.
- 10 Beispiel: $y = (x - 2)^2$. Eine Vergrößerung des Bereiches mit **ZOOM** oder **WINDOW** löst das Problem ebenfalls nicht. Paradoxerweise ist die Nullstelle unter **TABLE** aufgeführt.
- 15 (3) Graphen mit senkrechter Asymptote werden u. U. fehlerhaft gezeichnet. („durchgezeichnet“ oder vertikal abgebrochen).
Beispiel: $y = \frac{1}{x-5}$; bei der Standarddarstellung **ZOOM** 5 wird der linke Ast des Graphen nicht bis unten gezeichnet. Wählt man vertikal den Bereich $-20 \leq y \leq 20$, so werden die Enden der Äste sogar verbunden.
- 20 (4) Senkrechte Asymptoten können prinzipiell nicht gezeichnet werden. Man kann den Rechner aber „austricksen“, indem man eine fast senkrecht verlaufende Gerade als Asymptote verwendet. Wie sich leicht nachrechnen lässt, geht die Gerade mit der Gleichung $y = 10000x - 5 \cdot 10000$ durch die Polstelle $x = 5$. Diese Gerade erscheint dann als Asymptote.
- 25 (5) Wurzelfunktionen werden immer dann fehlerhaft im 2. Quadranten gezeichnet, wenn die Wurzel aus negativen Zahlen gezogen werden kann oder formal nicht auftritt.
- 30 Beispiele: $y = \sqrt[3]{x}$, $y = \sqrt[5]{x^4}$
Anmerkung: Der Graph von $y = x^{0,8}$ wird dagegen korrekt dargestellt, der von $y = x^{0,333}$ im Prinzip auch, der von $y = x^{\frac{1}{3}}$ dagegen nicht.
- 35

12. Häufigste Fehlermeldungen und Beseitigung der Fehler

- 5
- a) ERROR 01 (SYNTAX): Eingabe falsch, z. B. Klammer vergessen oder Punkt statt Komma eingegeben; GO TO ERROR verwenden
- 10
- b) ERROR 02 (CALCULATE): durch Null dividiert oder Zahlen zu groß; dieser Fehler trat bisher oft auf, ohne dass die Ursache nachzuvollziehen war. In diesem Fall hilft nur zurücksetzen des Rechners auf den Lieferzustand unter Verlust aller Daten; diese müssen dann neu eingegeben werden
(insbesondere Grad/Bogenmaßeinstellung und Einstellung des Statistikplotters)
- 15
- c) ERROR 03 (NESTING): Zu viele Zeichen verwendet.
- d) ERROR 04 (INVALID): falsches Zeichen; GO TO ERROR verwenden. Falls der Fehler nicht zu entdecken ist, empfiehlt es sich die Zeile zu löschen und neu einzugeben.
- 20
- e) ERROR 05 (DIMENSION): Entweder haben zwei benutzte Listen eine unterschiedliche Elementanzahl oder im Statistikplotter werden die falschen Listen benutzt oder der Statistikplotter ist nicht abgeschaltet (wenn z. B. gar keine Listen vorhanden sind); GO TO ERROR verwenden
- 25
- f) ERROR 08 (ARGUMENT): Formaler Fehler bei der Eingabe der Parameter; z. B., wenn ein Komma fehlt: $Rg_ab^x(L1, L2 Y1)$
- 30
- g) ERROR 09 (DATA TYPE): tritt z. B. auf, wenn L2 vergessen wurde:
 $Rg_ab^x(L1, Y1)$ anstelle von $Rg_ab^x(L1, Y1, Y2)$; möglicherweise könnte in einem ähnlichen Fall auch ERROR 08 (ARGUMENT) auftreten; GO TO ERROR verwenden.
- 35
- h) ERROR 11 (NO DEFINE): Eine benutzte Liste enthält keine Werte; Bsp.: $Rg_ab^x(L1, L3, Y1)$ und die Werte stehen in den Listen L1 und L2
- i) ERROR 23 (NO PAIR): Es wurde eine Klammer vergessen
- 40
- k) ERROR 27 (Buffer over): Zu viele Zeichen in einer Zeile. Die Rechnung muss in mehrere Teilrechnungen zerlegt werden.
- 45
- l) ERROR 36 (NO SOLUTION):
- (1) Anstelle der Nullstellenberechnung (**CALC 5**) wurde **CALC 2** (Schnittpunkt zweier Graphen) eingegeben; da nur ein Graph vorhanden ist, versagt der Rechner.
- (2) Auf dem Display befindet sich keine Schnittstelle o. ä.; Korrektur mit
WINDOW oder **ZOOM** .
- 50