

Reiner Schölles

**Der grafikfähige Taschen-
rechner TI-84 Plus im
Unterrichtseinsatz der
Sekundarstufe I und II –**

Beispielhafte Auszüge

Reihe Mathematik

Vollständig zu beziehen über
www.lehrerselbstverlag.de



Zum Autor

Dr. Reiner Schölles, Gymnasiallehrer, unterrichtet Mathematik und Physik, forscht an der Uni Bremen und ist unter anderem in der Lehrerfortbildung tätig.

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Nachdruck, auch auszugsweise, vorbehaltlich der Rechte,
die sich aus § 53, 54 UrhG ergeben, nicht gestattet.

Lehrerselbstverlag
Sokrates & Freunde GmbH, Bonn (Germany) 2009
www.lehrerselbstverlag.de

Druck: docupoint GmbH, Magdeburg

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	9
GRUNDFUNKTIONEN DES TI-84 PLUS IM ÜBERBLICK	10
Ein- und Ausschalten des TI-84 Plus	10
Tastaturbelegung des TI-84 Plus	10
Grundeinstellungen festlegen	11
Eingaben editieren	12
Variablen Werte zuweisen	13
Die alphabetische Anordnung aller Befehle und Funktionen	14
Fehlermeldungen	14
Speicher freigeben: Den TI-84 Plus zurücksetzen	15
GANZE ZAHLEN, BRÜCHE UND DEZIMALZAHLEN	17
Einfache Berechnungen durchführen	17
Bruchterme	17
Mit Brüchen rechnen	18
Einen Bruch in eine Dezimalzahl umwandeln	18
Eine Dezimalzahl in einen Bruch umwandeln	19
Einen unechten Bruch in eine gemischte Zahl umwandeln	19
Kleinstes gemeinsames Vielfaches (kgV)	20
Größter gemeinsamer Teiler (ggT)	20
Zahlen runden	21
FUNKTIONEN	22
Die Eingabe eines Funktionsterms	22
Die Wertetabelle	23
Graphen zeichnen	23

Einstellungen des Zeichenfensters (Menü WINDOW)	24
Graphische Darstellungen formatieren	25
Graphen schrittweise durchlaufen (abtasten)	26
Funktionswerte berechnen	26
Punktprobe durchführen	27
Gerade durch zwei Punkte	28
Nullstellen bestimmen	29
Nullstellen mit dem SOLVER ermitteln	29
Maximum und Minimum bestimmen	31
Schnittpunkt zweier Graphen bestimmen	32
Ableitung einer Funktion an einer Stelle ^{Sek II}	32
Ableitungsfunktion ^{Sek II}	33
Tangente zeichnen	34
Normalengleichung	34
Wendepunkte bestimmen ^{Sek II}	35
Taylorentwicklung ^{Sek II}	37
Integral: Einfache Flächenberechnung ^{Sek II}	39
Integral: Komplizierte Flächenberechnung ^{Sek II}	39
Integral: Fläche zwischen zwei Graphen ^{Sek II}	41
Integralfunktion ^{Sek II}	42
Scharfunktionen ^{Sek II}	43
Trigonometrische Funktionen	43
Abschnittsweise definierte Funktionen	44
Wurzelfunktionen	44
Umkehrfunktionen	45
Formeln programmieren	46
Graphische Darstellung von Folgen (explizit) ^{Sek II}	47
Graphische Darstellung von Folgen (rekursiv) ^{Sek II}	47

GLEICHUNGEN, GLEICHUNGSSYSTEME UND MATRIZEN	49
Lineare Gleichungen	49
Lineares Gleichungssystem	49
Quadratische Gleichungen mit dem SOLVER lösen	51
Ungleichungen	52
Matrizen addieren und subtrahieren ^{Sek II}	53
Matrizen vervielfachen ^{Sek II}	54
Matrizen multiplizieren ^{Sek II}	54
Matrizen transponieren ^{Sek II}	55
Auf einzelne Matrixelemente zugreifen ^{Sek II}	56
Die Dimension einer Matrix bestimmen ^{Sek II}	56
Negation einer Matrix ^{Sek II}	57
Matrixelemente runden ^{Sek II}	57
Inverse Matrix ^{Sek II}	58
Determinante einer Matrix ^{Sek II}	58
Matrizen potenzieren ^{Sek II}	59
Zeilen einer Matrix vertauschen ^{Sek II}	59
Vektoren auf lineare Abhängigkeit überprüfen ^{Sek II}	60
Linearkombination von Vektoren ^{Sek II}	61
Punktprobe bei Ebenen ^{Sek II}	62
Ebenengleichung aus drei Punkten bestimmen ^{Sek II}	63
EBENENGLEICHUNG: PARAMETERFORM IN KOORDINATENFORM UMWANDELN ^{SEK II}	65
Normalenvektor bestimmen ^{Sek II}	66
Schnittpunkt zweier Geraden ^{Sek II}	68
Schnittpunkt einer Ebene mit einer Geraden ^{Sek II}	69
Schnittgerade zweier Ebenen ^{Sek II}	71

LISTEN	73
Dateneingabe	73
Den kleinsten und größten Wert einer Liste bestimmen	73
Eine Liste auf- oder absteigend sortieren	74
Summe aller Listenelemente berechnen	74
Statistische Kennzahlen berechnen (Mittelwert usw.)	75
Liste automatisch ausfüllen (seq)	76
In Listen rechnen	77
Auswertung einer Häufigkeitsliste (Klassenarbeit)	78
Daten graphisch darstellen (Säulendiagramm)	78
Daten graphisch darstellen (Boxplot)	79
Lineare Regression und Korrelationskoeffizient	81
Weitere Regressionsmodelle	83
Vervielfachen von Vektoren ^{Sek II}	84
Skalarprodukt zweier Vektoren ^{Sek II}	85
Vektorprodukt zweier Vektoren ^{Sek II}	86
Betrag eines Vektors ^{Sek II}	87
Winkel zwischen zwei Vektoren ^{Sek II}	88
WAHRSCHEINLICHKEITSRECHUNG UND STATISTIK	89
Zufallszahlen erzeugen	89
Simulation mit Hilfe von Zufallszahlen	90
Elemente anordnen: $n!$	91
Ziehen ohne Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge beachten): nPr	91
Ziehen ohne Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge egal): nCr	92
Ziehen mit Zurücklegen/Wiederholung (Reihenfolge beachten): n^k	92
Binomialverteilung: Genau k Erfolge ^{Sek II}	93
Binomialverteilung: $0, 1, \dots, k$ Erfolge ^{Sek II}	94

Binomialverteilung: Alle Werte bestimmen ^{Sek II}	95
Binomialverteilung: Histogramm ^{Sek II}	96
Binomialverteilung: Intervallwahrscheinlichkeiten ^{Sek II}	97
Binomialverteilung: Approximation durch Dichtefunktion ^{Sek II}	98
Erwartungswert ^{Sek II}	99
Varianz und Standardabweichung ^{Sek II}	101

Vorwort

Wenn im Unterricht mal wieder der GTR zum Einsatz kam, z.B. um den Verlauf des Graphen einer Funktion darzustellen oder ein lineares Gleichungssystem zu lösen, wurde ich oft von Schülerinnen und Schülern gefragt, ob es denn für die einzelnen Schritte, die auszuführen waren, keine *einfache* Anleitung gebe. (Das Handbuch wollten die Schülerinnen und Schüler eindeutig nicht wälzen!) Damit war die Idee zu diesem Buch geboren!

Die einzelnen Kapitel und Beispiele sind aus dem Unterricht, aus Fortbildungen, Seminaren und Vorträgen heraus entstanden und decken genau die Themenbereiche ab, die von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern immer wieder angesprochen wurden. Trotzdem handelt es sich hierbei nur um eine Auswahl, denn die Einsatzmöglichkeiten des TI-84 Plus sind zu vielfältig. Daher bin ich für Erweiterungsvorschläge jederzeit dankbar!

Themenbereiche, die überwiegend der Sekundarstufe II zuzuordnen sind, sind im Inhaltsverzeichnis entsprechend kenntlich gemacht.

Das Buch kann als „Nachschlagewerk“ benutzt werden, d.h. es ist nicht notwendig, das Buch von der ersten bis zur letzten Seite durchzulesen. Beim Ausprobieren der Beispiele sind aber einige (wenige) Dinge zu beachten:

- ◆ Evtl. solltest du vor dem Ausprobieren eines Beispiels den TI-84 Plus in den Ausgangszustand zurücksetzen: [2ND][MEM]{7: Reset}{1: All RAM}{2: Reset}[ENTER]¹.
- ◆ Einige Menübefehle können, je nach Aktualität deines Betriebssystems, von den hier dargestellten Befehlen (leicht) abweichen. Die Versionsnummer des Betriebssystems erhältst du über [2ND][MEM]{1: About}. Hier wurde V2.40 verwendet.
- ◆ Wenn du in einem Ausdruck eine Listenvariable, z.B. die Liste *LI*, verwenden willst, so erhältst du sie über die Zweitbelegung der Tastatur; im Beispiel *LI* also über [2ND][1]. Du kannst nicht den Buchstaben „L“ und die Ziffer „1“ verwenden!
- ◆ Wenn du in einem Ausdruck eine Funktionsvariable, z.B. *Y1*, verwenden willst, so erhältst du sie über das VARS-Menü, im Beispiel *Y1* also über [VARS]{Y-VARS}{1: Function...}{1: Y1}[ENTER]. Du kannst auch hier nicht den Buchstaben „Y“ und die Ziffer „1“ verwenden!
- ◆ Berechnungen und Befehlsaufrufe erfolgen häufig im Hauptbildschirm. Du kannst jederzeit zu ihm zurückkehren, indem du [2ND][QUIT] drückst.

Und jetzt wünsche ich dir beim Arbeiten mit dem Buch und dem GTR so viel Spaß wie ich beim Schreiben und Ausprobieren der Beispiele hatte.

Bremen, im Juni 2009

Dr. Reiner Schölles

¹ Tasten stehen in eckigen, Menübefehle in geschweiften Klammern.

Grundfunktionen des TI-84 Plus im Überblick

Ein- und Ausschalten des TI-84 Plus

Das Einschalten des TI-84 Plus erfolgt über die Taste [ON], das Ausschalten über die Tastenkombination [2ND][OFF]. Sämtliche Einstellungen, Speicherinhalte und Bildschirmanzeigen bleiben nach dem Ausschalten erhalten und stehen beim erneuten Einschalten wieder zur Verfügung.

Nach ca. 5 Minuten schaltet sich das Gerät dank der Funktion *Automatic Power Down* von alleine ab, wenn du während dieser Zeit keine Taste gedrückt hast. Dadurch werden die Batterien geschont. Nach dem nächsten Einschalten befindet sich das Gerät wieder in dem Zustand, in dem es sich vor dem automatischen Ausschalten befunden hat.

Tastaturbelegung des TI-84 Plus

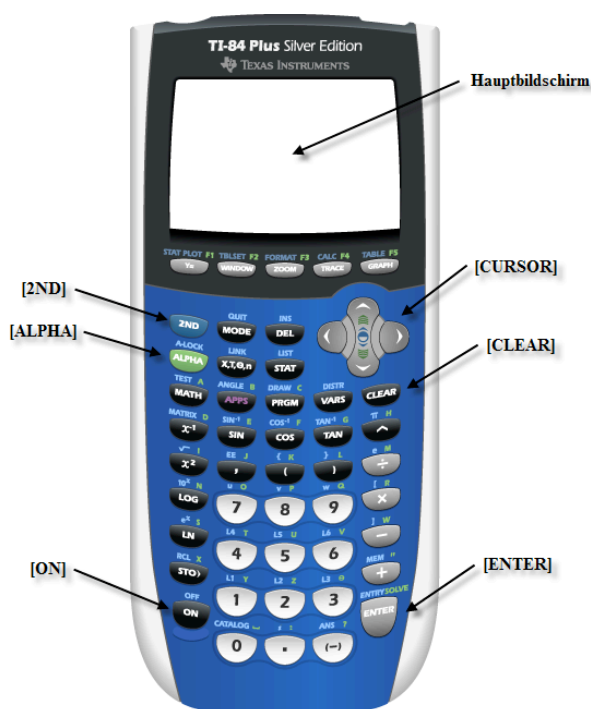


Abbildung 1: Wichtige Tasten des TI-84 Plus.

Zur besseren Orientierung auf der Tastatur werden im weiteren Verlauf des Buches die Zweitfunktionen wie folgt angegeben: z.B. [2ND][QUIT] für das Drücken der Tasten [2ND] und [MODE].

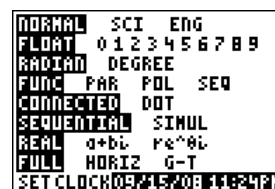
- [ON] Schaltet den TI-84 Plus ein. Während der Arbeit mit dem GTR können durch das Drücken der [ON]-Taste laufende Prozesse, wie z.B. Berechnungen oder das Zeichnen von Graphen, abgebrochen werden.
- [2ND] Ruft die Zweitbelegungsfunktion einer Taste auf. Dabei handelt es sich um die in blauer Schrift über der Taste angegebenen Funktion, des Buchstabens oder Befehls.
- [2ND][ON] Schaltet das Gerät aus.
- [ALPHA] Ruft das in grüner Schrift über einer Taste stehende Zeichen bzw. die Funktion oder den Befehl auf (Drittbelegung der Taste).
- [ENTER] Bestätigt eine zuvor gemachte Eingabe, wertet einen Ausdruck aus oder wählt einen Menüpunkt aus.

Einige Tasten bzw. Tastenkombinationen erleichtern das Navigieren in den Menüs sowie während der Eingabe. Hier eine Kurzübersicht:

Taste(n)	Aktion
[2ND][▲]	Stellt den Bildschirm dunkler.
[2ND][▼]	Stellt den Bildschirm heller.
[2ND][▶]	Bewegt den Cursor an das Ende eines Ausdrucks.
[2ND][◀]	Bewegt den Cursor an den Anfang eines Ausdrucks.
[ALPHA][▼]	Nächste Seite/nächster Bildschirm.
[ALPHA][▲]	Vorherige Seite.
[DEL]	Löscht das Zeichen, auf dem der Cursor steht.
[2ND][INS]	Fügt an der Cursorposition weitere Zeichen ein (Einfügemodus).
[▲][▼]	Bewegt den Cursor von Zeile zu Zeile.
[◀][▶]	Bewegt den Cursor innerhalb einer Zeile von Zeichen zu Zeichen.
[CLEAR]	Löscht die aktuelle Zeile bzw. den kompletten Hauptbildschirm, wenn der Cursor in einer leeren Zeile steht.
[2ND][QUIT]	Kehrt aus einem Menü in den Hauptbildschirm zurück.

Grundeinstellungen festlegen

Mit den Grundeinstellungen legst du fest, wie Eingaben interpretiert und Ausgaben angezeigt werden. Du rufst die Moduseinstellungen mit [MODE] auf.



Numerisches Zahlenformat	Wie bei Dezimalzahlen üblich (<i>NORMAL</i> , z.B. 123.45), exponentielle Schreibweise (<i>SCI</i> , z.B. 1.23E5) oder technische Schreibweise (<i>ENG</i> , z.B. 12.345E3).
Dezimalzahlen	Anzahl der Dezimalstellen in Abhängigkeit vom Ergebnis (<i>FLOAT</i> , max. 10 Stellen) oder mit der angegebenen Anzahl von Nachkommastellen (0 bis 9 Stellen).
Winkelangaben	Winkel im Bogenmaß (<i>RADIAN</i>) oder im Gradmaß (<i>DEGREE</i>).
Graphentypen	Übliche Funktionsdarstellung (<i>FUNC</i>), wobei y eine Funktion von x ist, parametrische Funktionsdarstellung (<i>PAR</i>), wobei x und y Funktionen von t sind, polare Darstellung (<i>POL</i>), wobei r eine Funktion vom Winkel θ ist oder Darstellung von Folgen (<i>SEQ</i>).
Plot-Typen	Alle berechneten Punkte werden durch eine Verbindungslinie verbunden (<i>CONNECTED</i>) oder es werden nur die berechneten Punkte dargestellt (<i>DOT</i>).
Reihenfolge beim Zeichnen	Mehrere Graphen werden einzeln nacheinander (<i>SEQUENTIAL</i>) oder gleichzeitig (<i>SIMUL</i>) gezeichnet.
Zahlenformat	Anzeige als reelle Zahl (<i>REAL</i>), als rechtwinklig komplex ($a+bi$) oder als polar komplex ($re^{\theta i}$).
Bildschirmaufteilung	Angezeigt wird der ganze Bildschirm (<i>FULL</i>), ein horizontal geteilter Bildschirm (<i>HORIZ</i>) oder ein vertikal geteilter Bildschirm mit Graph und Tabelle (<i>G-T</i>).
Uhrzeit und Datum	Zu guter Letzt können auch noch Uhrzeit und Datum gesetzt werden.

Eingaben editieren

Du willst eine bereits einmal getätigte Eingabe (nur leicht verändert) mehrmals verwenden? Um nicht jedes Mal den kompletten Ausdruck neu eingeben zu müssen, kannst du dich der „Gedächtnisfunktion“ des GTR bedienen.

So wird's gemacht:

1. Rechenausdruck eingeben und mit [ENTER] bestätigen.
 2. Ausdruck mit [2ND][ENTRY] in den Hauptbildschirm zurückholen.
 3. Jetzt kannst du dich mit den Pfeiltasten in dem Ausdruck bewegen und Eingaben ändern. Anschließend die Änderungen mit [ENTER] bestätigen.
- ❶ Sollte der zu ersetzende Ausdruck (z.B. eine Zahl oder Variable) weniger Stellen haben als der neu einzugebende Ausdruck, dann muss/sollte zuerst mit [2ND][INS] in den Einfügemodus umgeschaltet werden, um die bereits vor-

1.2*.3-5	-4.64
1.2*.3-5	-4.64
1.2*.3-7	-4.64

handenen Zeichen bei der Neueingabe nach rechts zu verschieben. Überflüssige Zeichen können anschließend mit [DEL] gelöscht werden.

- ① [2ND][(-)] liefert die zuletzt vom GTR ausgegebene „Antwort“ an den Hauptbildschirm zurück. Die Anzeige lautet „Ans“ (Answer). Anschließend kannst du die gewünschte Rechenoperation eingeben (z.B. eine Zahl addieren). Nach der Bestätigung mit [ENTER] wird das Ergebnis angezeigt.

1.2*.3-5	
1.2*.3-7	-4.64
Ans+6.64	-6.64
■	0

- ① Wenn du in einer leeren Zeile im Hauptbildschirm eine der Rechenoperatortasten [+], [-], [×], [÷] drückst, wird ebenfalls die letzte „Antwort“ an den Hauptbildschirm zurückgegeben, dem „Ans“ wird aber bereits der Operator angehängt, so dass du nur noch den gewünschten Ausdruck (z.B. die Zahl) eingeben musst.

Variablen Werte zuweisen

Wenn du unhandliche Zahlenwerte, wie z.B. 1,2345, in mehreren Rechnungen, Listen oder Funktionstermen verwenden musst, dann tipp sie nicht jedes Mal wieder neu ein, sondern speichere den benötigten Wert beim ersten Vorkommen in einer Variablen und rufe den Wert anschließend über nur zwei Tasten auf.

So wird's gemacht:

1. Zahlenwert in den Hauptbildschirm eingeben und [STO ▶] drücken.
2. Anschließend kann ein Variablenname ausgewählt werden, z.B. „A“. Eingabe: [ALPHA][A]. Zum Abschluss wird mit [ENTER] bestätigt und der Wert in der Variablen „A“ gespeichert.
3. Wenn du dann das nächste Mal in einer Berechnung den Wert der Variablen benötigst, gibst du einfach nur den Namen der Variablen ein.

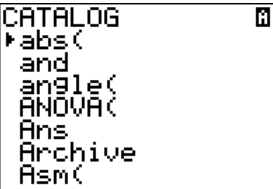
1.2345+A■	
2*A	2.469
■	

- ① Die Variable kannst du jetzt in jedem Rechenausdruck, in Funktionstermen, Listen, und sogar in eigenen Programmen verwenden. Und nach dem Ausschalten des Rechners bleibt der Variableninhalt gespeichert und steht beim Einschalten des Rechners wieder zur Verfügung.

Die alphabetische Anordnung aller Befehle und Funktionen

Du suchst einen Befehl oder eine Funktion und weißt nicht mehr, in welchem Menü er oder sie sich versteckt hat? Dann solltest du in der alphabetischen Liste des GTR nachsehen. Dort finden sich auch die Funktionen und Befehle, die in keinem Menü auftauchen.

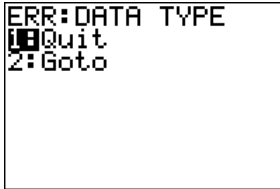
So wird's gemacht:

1. Aufruf des CATALOG-Menüs über  [2ND][CATALOG].
 2. Navigiere mit den Cursortasten oder gib den Anfangsbuchstaben des gesuchten Befehls ein. Die ALPHA-Taste ist aktiviert, so dass einfach die entsprechende Taste mit dem grün darüber befindlichen Buchstaben gedrückt werden kann.
- ① Mathematische Operatoren, Konstante und andere Zeichen und Symbole findest du vor dem „A“ bzw. hinter dem „Z“.
 - ① Wenn du einen Befehl oder eine Funktion in keinem Menü findest, wie z.B. die hyperbolischen Funktionen (*sinh* usw.), dann solltest du auf jeden Fall einmal den alphabetischen Katalog durchsuchen. Meistens wirst du dort fündig.

Fehlermeldungen

Dein TI-84 Plus macht nicht was du willst? Die häufigste Ursache sind Eingabe- oder Bedienungsfehler! In Form einer Fehlermeldung teilt sich dir der GTR dann mit. Dann hast du zwei Möglichkeiten:

So wird's gemacht:

1. Die Auswahl von {1: Quit} bringt dich zurück zum Hauptbildschirm und ermöglicht die erneute Eingabe des fehlerhaften Befehls. 
2. {2: Goto} bringt dich dagegen zurück in die fehlerhafte Eingabezeile und ermöglicht die Korrektur der Eingabe.

❶ Die häufigsten Fehlermeldungen sind hier noch einmal aufgelistet.

Fehlerart	Mögliche Ursachen
ARCHIVED	Du hast versucht, auf eine archivierte Variable zuzugreifen.
BOUND	Der angegebene Schätzwert, z.B. bei Verwendung des CALC- oder auch des SOLVE-Befehls, liegt nicht zwischen den vorgegebenen Grenzen (linke/untere bzw. rechte/obere Grenze).
DATA TYPE	Der verwendete/eingegebene Datentyp ist nicht zulässig; z.B. erwartet der Rechner eine ganze Zahl, du aber gibst eine Dezimalzahl ein.
DIM MISMATCH	Die Dimension der an einer Operation (z.B. der Multiplikation) beteiligten Listen oder Matrizen stimmt nicht überein, d.h. die Anzahl der Elemente ist unterschiedlich.
DIVIDE BY 0	Du hast versucht, durch Null zu teilen.
DUPLICATE	Du hast versucht, einen bereits vorhandenen Gruppennamen zu vergeben.
MEMORY	Dein TI-84 Plus verfügt über keinen ausreichend freien Speicher mehr, um die gewünschte Funktion auszuführen. Gib Speicherplatz frei, z.B. durch das Löschen von Spielen!
OVERFLOW	Eine Zahl liegt außerhalb des gültigen Wertebereiches des Rechners.
SYNTAX	Der von dir eingegebene Befehl enthält einen Syntaxfehler, d.h. z.B., dass in einem Funktionsaufruf die erwarteten Argumente fehlen oder an der falschen Stelle stehen.

Speicher freigeben: Den TI-84 Plus zurücksetzen

Du möchtest, dass sich der GTR wieder in seinem Auslieferungszustand befindet, dass alle Variablen, Listen und Funktionsterme sowie der Speicher gelöscht werden?

So wird's gemacht:

- [2ND][MEM] ruft das MEMORY-Menü auf.
- {7: Reset...} wechselt in das Menü für den Speicher (RAM).
- Mit {2: Defaults...} setzt du

```

MEMORY
1:About
2:Mem Mgmt/Del...
3:Clear Entries
4:ClrAllLists
5:Archive
6:UnArchive
7:Reset...
    
```

```

RAM ARCHIVE ALL
1:All RAM...
2:Defaults...
    
```

den TI-84 Plus in die Werkeinstellungen zurück. Zur Sicherheit gibt es vor dem endgültigen „Reset“ noch einmal eine Nachfrage, ob der Befehl wirklich ausgeführt werden soll. Bei Bedarf kann der Vorgang dann noch abgebrochen werden.

- ① Wenn du im 3. Schritt die Auswahl {1: ALL RAM...} wählst, dann werden auch sämtliche von dir gespeicherten Variablen, Programme und Listen gelöscht. Also VORSICHT bei dieser Auswahl! Bei Bedarf sollte alles, was du behalten willst, vorher archiviert werden
-