

# Barrierefreies Rechnen auf dem PC

Der "Termevaluator" - eine Hilfe für den privaten, schulischen und beruflichen Bereich

Dr. Meinhard Sponheimer

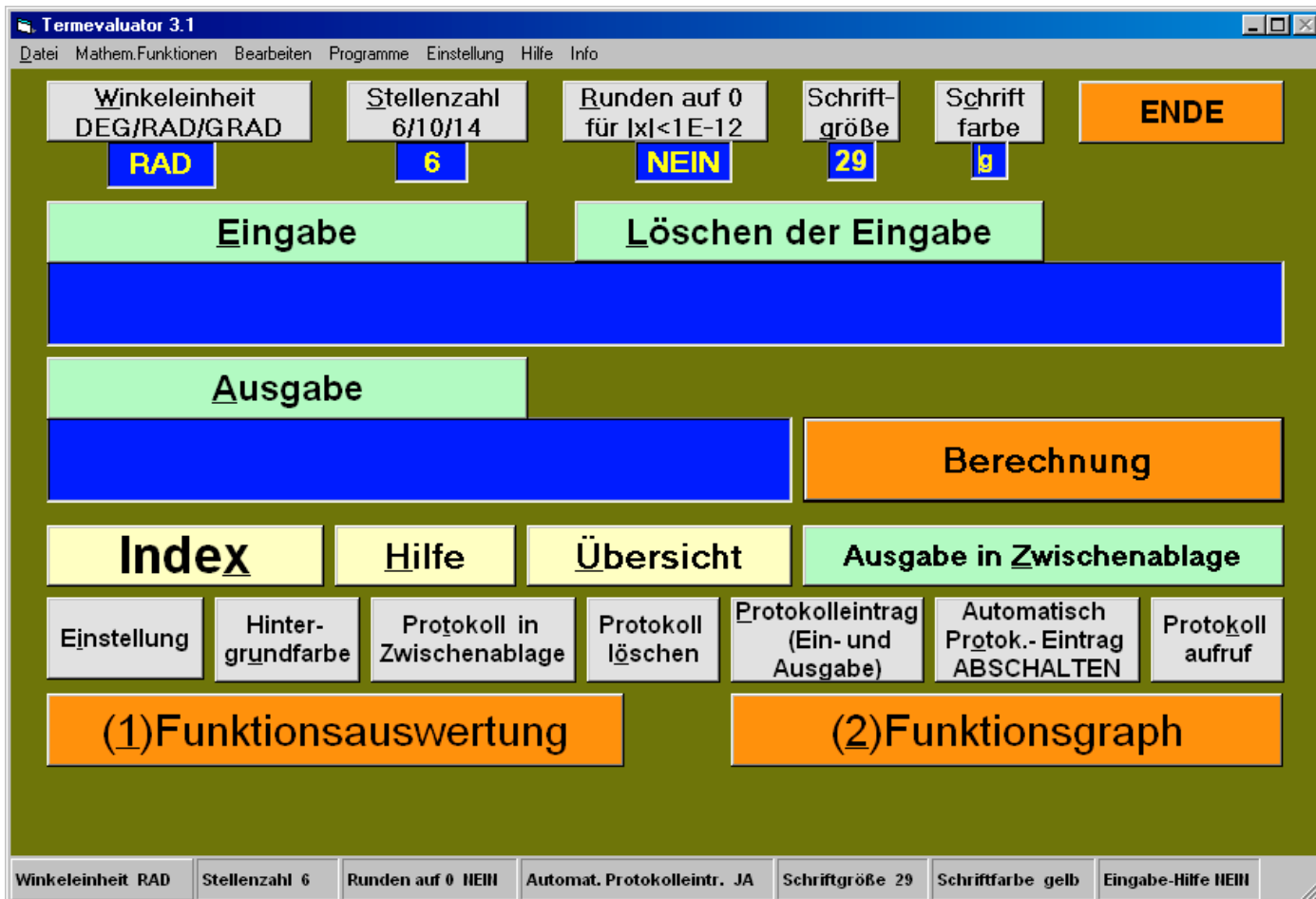


Abb. 1: Die Bedienungsfläche des "Termevaluators"

## 1. Einleitung

Das Softwareunternehmen Microsoft stellt als Zubehör zu allen bisher erschienenen Versionen des Betriebssystems Windows einen PC-Taschenrechner ("calc.exe") in den Modi "Standard" und "Wissenschaftlich" bereit. Die Bedienungsfläche besteht aus einem Tastenfeld für die Eingabe aller gängigen Rechenoperationen und der wichtigsten mathematischen Funktionen sowie einem Textfeld. Ein aus mehreren Gliedern bestehender Term (z.B. "2 + 3") lässt sich in diesem Textfeld nicht darstellen, da bei einer Zahleneingabe die zuvor eingetragene Zahl überschrieben wird. Die für den Blinden und Sehbehinderten wichtige Option einer nachträglichen Überprüfung und Editierung steht also nicht zur Verfügung. Die Tasten und deren Beschriftung (z.B.

"sin", "ln") sind für den Sehbehinderten aufgrund des geringen Kontrastes schwer zu erkennen. Der Blinde kann eine mathematische Funktion nur über die Eingabe des zugeordneten Buchstabens aufrufen (z.B. den "Sinus (sin)" über den Buchstaben "s", den "natürlichen Logarithmus (ln)" über den Buchstaben "n").

Der "Termevaluator" ist ein vom Autor entwickelter PC-Rechner mit einem editierbaren Eingabe- und Ausgabefeld. Terme können vor der Auswertung vollständig eingegeben und bearbeitet werden, ohne dass einzelne Funktionstasten betätigt werden müssen. Auch beim Einsatz von Screenreadern, Braillezeilen und Vergrößerungsprogrammen ist der Rechner leicht zu bedienen. Bei der Programmierung wurde besonderer Wert auf eine überschaubare Gliederung der Bedienungsfläche und eine variable Einstellung von Schriftfarbe,

Schriftgröße und Hintergrundfarbe gelegt. Unterstützung bei der Bedienung erhält der blinde und sehbehinderte Anwender durch den Aufruf des "Index" und der ausführlichen Bedienungsanleitung. Alle Bedienungselemente lassen sich auch über die Menüsteuerung erreichen. Bereits erfolgte Berechnungen können bei Bedarf in einer Textdatei gespeichert werden.

Der "Termevaluator" wurde von Dr. Werner Liese (Carl-Strehl-Schule Marburg) im Fach Chemie mit blinden und sehbehinderten Schülern im Unterricht getestet [1], [2]. Inzwischen ist der Rechner auch im Mathematik- und Physikunterricht verstärkt im Einsatz. Positive Rückmeldungen kamen von den Mitgliedern der Bundesfachkommission für die Überprüfung von Lehr- und Lernmitteln für den Unterricht an Schulen für blinde Schülerinnen und Schüler sowie von Lehrerinnen und Lehrern verschiedener Blindenschulen.

## 2. Bedienungsoberfläche

### 2.1 Eingabe und Ausgabe

Die Bedienungsoberfläche des "Termevaluators" besitzt neben einer großen Zahl von Befehlsfeldern die beiden Textfelder "Eingabe" und "Ausgabe". Der Anwender hat nach der Ausführung eines Rechenvorgangs die Möglichkeit, den eingegebenen Term mit dem Ergebnis zu vergleichen und gegebenenfalls Korrekturen oder Ergänzungen vorzunehmen. Die Inhalte der Textfelder können mit einem Screenreader ohne Schwierigkeiten gelesen werden.

Auf die Verwendung von Tasten zum Aufruf mathematischer Funktionen wird vollständig verzichtet. Stattdessen gibt der Anwender die Funktionsbefehle in der mathematisch üblichen Weise ein. Alle Daten lassen sich mit den bekannten Verfahren zwischenspeichern und in andere Programme übertragen ([STRG] + [C] und [STRG] + [V]).

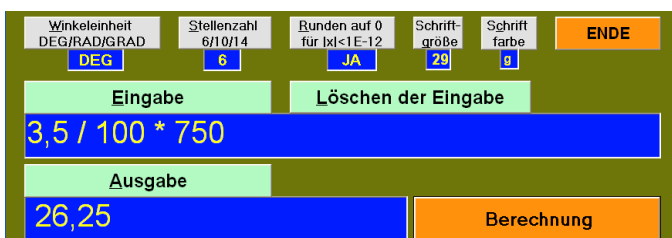


Abb. 2: Die Textfelder "Eingabe" und "Ausgabe"

Der zu berechnende Term wird im ASCII-Code in das Textfeld "Eingabe" eingetragen. (Für den Term  $\frac{3,5}{100} \cdot 750$  schreibt man beispielsweise:

"3,5/100\*750".) Nach [RETURN] erscheint das Ergebnis im Textfeld "Ausgabe" [Abb. 2]. Das Ergebnis kann sofort ausgelesen werden.

Beim wiederholten Betätigen von [TAB] durchläuft der Cursor die Befehlsfelder "Löschen der Eingabe" und "Ausgabe in Zwischenablage". Beim nochmaligen Betätigen von [TAB] kehrt der Cursor in das Textfeld "Eingabe" zurück.

Für erfahrene Anwender bietet die Routine "Eingabehilfe" [STRG] + [H] eine Erleichterung bei der Eingabe von Funktionsnamen. Beispielsweise erscheint bereits nach Eintrag der Buchstaben "s" und "q" die Buchstabenfolge "sqrt" (mathematisches Symbol für die Quadratwurzel) im Textfeld "Eingabe".

### 2.2 Übersicht und Bedienungsanleitung

Die zur Verfügung stehenden ca. 30 mathematischen Funktionen und neun Konstanten sind in einer Tabelle der Word-Datei "Übersicht.doc" zusammengestellt [ALT] + [Ü].

Die Befehlsfelder der Bedienungsoberfläche lassen sich mit Hilfe von Shortcuts aufrufen, die man ebenfalls in einer Tabelle der oben genannten Datei findet. (Das Befehlsfeld "Löschen der Eingabe" wird beispielsweise mit [ALT] + [L] aufgerufen.)

Eine ausführliche Beschreibung des gesamten Programms findet man in der Word-Datei "Bedienungstermevaluator.doc", die per Mausclick, Menüsteuerung oder Shortcut [ALT] + [H] geöffnet werden kann.

### 2.3 Index

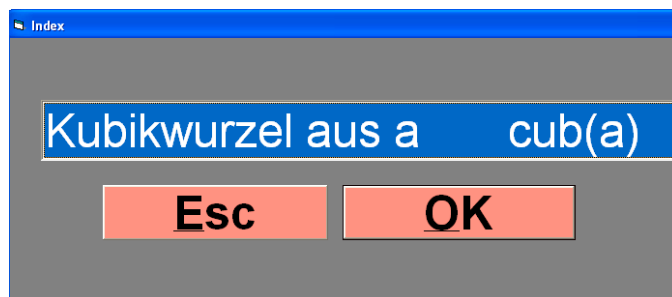


Abb. 3: Das Formular "Index"

Der Anwender wird bei der Eingabe von mathematischen Funktionen und bei dem Aufruf von Befehlsfeldern (z. B. "Protokoll löschen")

durch den "Index" unterstützt. Es handelt sich dabei um ein Verzeichnis mit einer großen Zahl von Stichwörtern. Mit dem Verzeichnis lassen sich ohne großen Schreibaufwand mathematische Terme in das Textfeld "Eingabe" einfügen. Hierzu werden nach Start mit [ALT] + [X] die Anfangsbuchstaben des Stichwortes in dem neu geöffneten Formular eingetragen, bis der gesuchte Term vollständig erscheint. Nach [RETURN] wird der Term im Textfeld "Eingabe" sichtbar.

An einem Beispiel soll dies gezeigt werden: Es wird die Kubikwurzel aus "3" ermittelt. Mit [ALT] + [X] gelangt man in das Formular "Index". Nach Eingabe der Buchstaben "ku" erfolgt bereits die Vervollständigung [Abb. 3]. Mit [RETURN] wird der Term "cub(a)" automatisch in das Textfeld "Eingabe" eingefügt [Abb. 4].

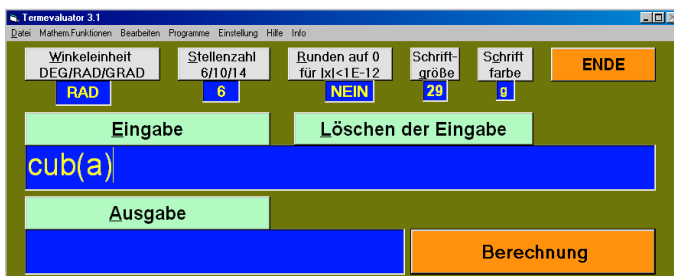


Abb. 4: Der Indexeintrag im Textfeld "Eingabe"

Nach dem Eintrag "3" und der Auswertung mit [RETURN] steht in dem Textfeld "Ausgabe" das Ergebnis: "1,44225" [Abb. 5].

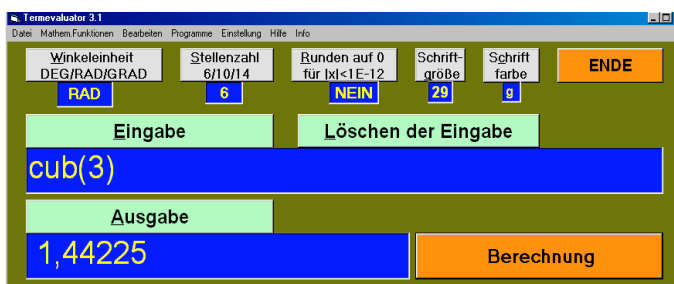


Abb. 5: Die Auswertung im Textfeld "Ausgabe"

## 2.4 Menüsteuerung

Alle Befehlsfelder sowie alle verfügbaren mathematischen Funktionen lassen sich über die Menüsteuerung aufrufen. Besonders für blinde Anwender, die die Shortcuts für den Aufruf der Befehlsfelder noch nicht kennen, ist die Menüsteuerung zu empfehlen. Mit [ALT] + [D] gelangt man zum Menüthema "Datei" und anschließend nach dem wiederholten Tastendruck [CURSOR RECHTS] zu den Menüthe-

men: "Mathematische Funktionen", "Bearbeiten", "Programme", "Einstellung", "Hilfe" und "Info" mit jeweils zahlreichen Menübefehlen.

## 2.5 Protokollführung

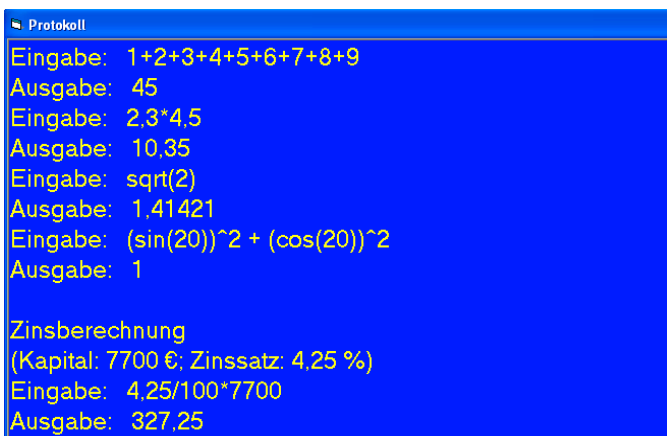


Abb. 6: Die Protokollansicht

Das Programm stellt eine Routine für die Speicherung von bereits durchgeführten Berechnungen zur Verfügung [Abb. 6]. Die in den Textfeldern "Eingabe" und "Ausgabe" stehenden Daten können mit "Protokolleintrag Ein- und Ausgabe" oder mit [ALT] + [P] in die Textdatei "Protokoll.txt" eingetragen werden. Man erhält auf diesem Weg eine Übersicht über alle bisher durchgeführten Rechnungen, die auch nach Abschalten des Rechners nicht gelöscht werden.

Auf Wunsch lassen sich diese Daten mit "Protokoll in Zwischenablage" [ALT] + [T] in die Zwischenablage kopieren, um anderen Programmen zur Verfügung zu stehen. Der Protokolltext kann jederzeit mit "Protokollaufruf" [ALT] + [K] geöffnet und anschließend bearbeitet werden.

Die Protokollierung kann auch automatisch erfolgen [ALT] + [O]. In diesem Fall werden die Inhalte der Textfelder "Eingabe" und "Ausgabe" nach jeder Berechnung abgespeichert.

## 2.6 Einstellungen

Für den sehbehinderten Anwender hat die Einstellung von Schriftgröße, Schriftfarbe und Hintergrundfarbe einen hohen Stellenwert. Die Schriftgröße wird mit [ALT] + [G] in 3 Stufen (29 / 23 / 17) ausgewählt.

Die Schriftfarbe wird mit [ALT] + [C] in 3 Farbkombinationen (schwarz auf weiß, weiß auf schwarz und gelb auf blau) festgelegt.

Für die Hintergrundfarbe stehen mit [ALT] + [U] 6 Farbeinstellungen zur Verfügung.

Aus mathematischer Sicht ist die Festlegung der Stellenzahl ( 6 / 10 / 14 ) mit [ALT] + [S] und der Winkleinheit ( DEG / RAD / GRAD ) mit [ALT] + [W] von Bedeutung.

Mit [F3] kann die Bedienungsfläche so verkleinert werden, dass nur die Textfelder "Eingabe" und "Ausgabe" sowie die Menüleiste sichtbar sind. Damit entsteht auf dem Desktop eine zusätzliche Fläche für die Präsentation von anderen Anwenderprogrammen (z. B. von Word-Dokumenten). Alle Befehlsfelder des "Termevaluators" können auch nach der Verkleinerung mit Hilfe von Shortcuts aufgerufen werden.

Die Schriftfarben sämtlicher Befehlsfelder lassen sich bei Bedarf verändern. "Schwarz auf Weiß" erhält man mit [SHIFT] + [F2], "Weiß auf Schwarz" mit [SHIFT] + [F3]. Im letzteren Fall [Abb. 7] ist eine Kontrastumschaltung im Betriebssystem Windows erforderlich; Einzelheiten hierzu sind der Bedienungsanleitung in dem Abschnitt "Kontrasteinstellungen" zu entnehmen.

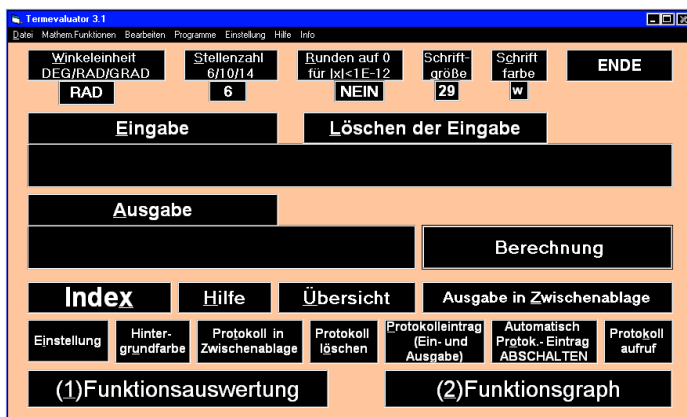


Abb.7: Weiße Schrift auf schwarzem Hintergrund

Eine Übersicht über die aktuellen Einstellungen [Abb. 8] erhält man über die Statusleiste oder das Textformular "Einstellungen" [ALT] + [I].

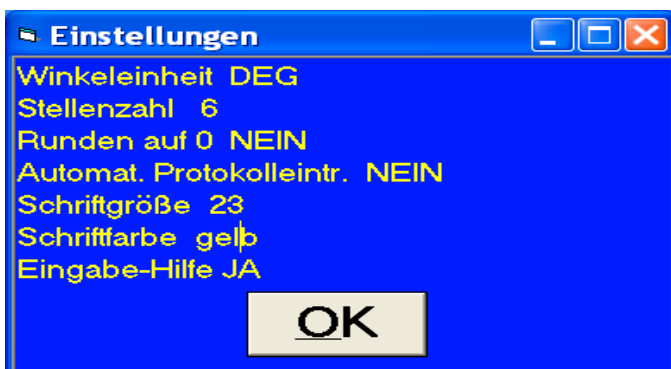


Abb. 8: Die aktuellen Einstellungsdaten

Alle Einstellungen werden nach Beendigung des Programms mit [F4] oder [ALT] + [F4] gespeichert.

### 3. Zusatzprogramme

Der Anwendungsbereich des "Termevaluators" - ursprünglich als "PC-Taschenrechner" konzipiert - wird durch die Programme "Funktionsauswertung" (Berechnung von Funktionswerten) und "Funktionsgraph" (Graphische Darstellung von Funktionen) wesentlich erweitert.

#### 3.1 Funktionsauswertung

Mit [F1] erscheint das Formular "Funktionsterm". Nach der Eingabe eines Funktionsterms in das Textfeld "Term" und eines x-Wertes in das Textfeld "Eingabe eines x-Wertes" wird der Termwert nach [RETURN] berechnet und im Formular "Funktionsauswertung" ausgegeben. Diese Berechnung kann beliebig oft wiederholt werden.

Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: Es werden die anfallenden Zinsen (Zinssatz: 4,25 Prozent) für die Kapitalien von 764 Euro und 1500 Euro berechnet. Der Funktionsterm lautet:  $\frac{4,25}{100} \cdot x$ , im ASCII-Code: "4,25/100\*x".

Dieser Term wird nach [ALT] + [T] in das Textfeld "Term" eingefügt. Nach [TAB] trägt man den x-Wert "764" in das Textfeld "Eingabe von x" ein [Abb. 9].

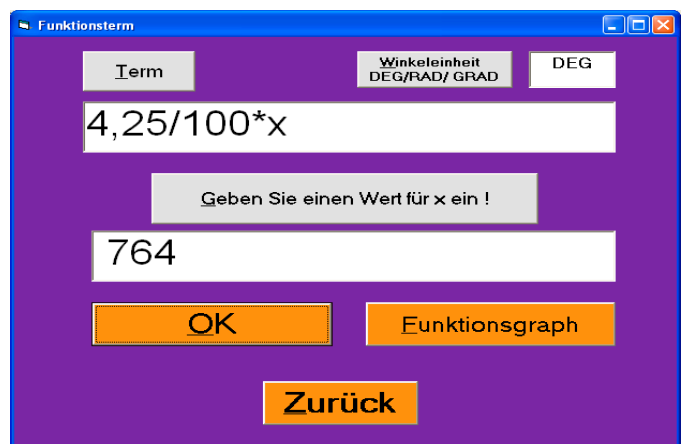


Abb. 9: Das Formular "Funktionsterm"

Mit [RETURN] erscheint das Formular "Funktionsauswertung" [Abb. 9] mit dem Ergebnis: 32,47.

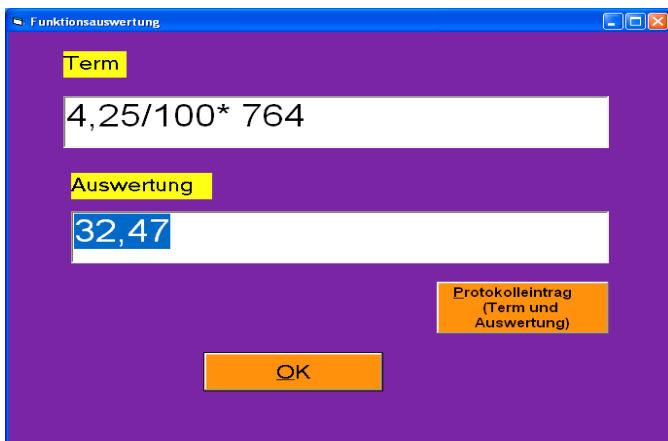


Abb. 10: Das Formular "Funktionsauswertung"

Mit [RETURN] kehrt man in das Formular "Funktionsterm" zurück. Das beschriebene Verfahren wird dann für den x-Wert "1500" wiederholt mit dem Ergebnis "63,75".

### 3.2 Funktionsgraph

Das Programm "Funktionsgraph", das mit [F2] aktiviert wird, stellt Routinen für die Darstellung von zwei Funktionsgraphen in einem Koordinatensystem bereit. Die Graphen können in unterschiedlichen Stärken, Farben und Strukturen dargestellt werden. Man kann die Koordinatenachsen wahlweise in Schwarzschrift, Blistabrigille oder Eurobrille beschriften. Folgendes Beispiel soll dies veranschaulichen: Die Graphen der Funktionen  $f: f(x) = 3x - 3$  und  $g: g(x) = x^2 - 12$  werden im Intervall  $[-5...5]$  gezeichnet [Abb. 11].

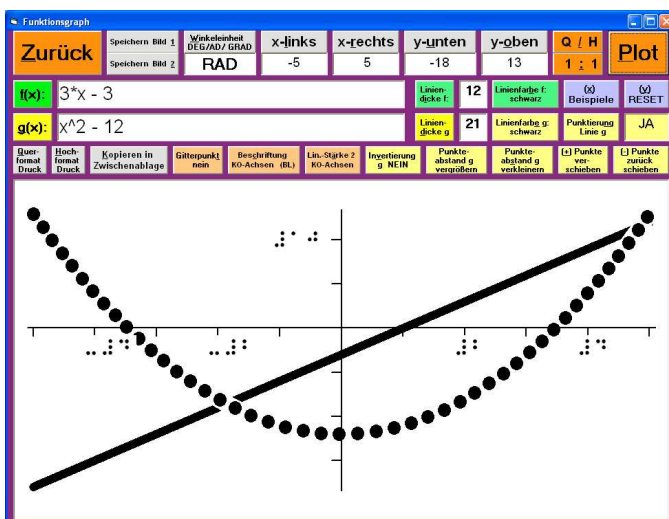


Abb. 11: Das Formular "Funktionsgraph"

Es besteht die Möglichkeit, die Graphik in die Zwischenablage und anschließend in eine WORD-Datei zu kopieren oder als BMP-Datei zu speichern. Man erhält damit eine Vorlage für die Erstellung von Schwellkopien sowie für einen Ausdruck mit einem grafikfähigen Punktschriftdrucker [3]. Die vielen zur Verfügung stehenden Optionen werden in dem Abschnitt "Funktionsgraph" der Bedienungsanleitung detailliert beschrieben.

## 4. Bezugsquelle

Das Programm "Termevaluator" (Autor: Dr. Meinhard Sponheimer) steht kostenfrei zum Download zur Verfügung.

([www.werner-liese.de](http://www.werner-liese.de))

Das Installationsprogramm wird auf der Seite "Downloads u. Impressum" angeboten. Es besteht auch die Möglichkeit, den "Termevaluator" in Verbindung mit der Dokumentenvorlage "LiTeX" zu installieren.

## 5. Installation und Aufruf des Programms

Das Programm "Termevaluator" kann unter allen Versionen des Betriebssystems "Windows" installiert werden.

Installationshinweise findet man auf der oben genannten Internetseite.

Während der Installation wird auf dem Desktop das Icon "Termevaluator 3.1" erstellt. Bereits unmittelbar nach dem Programmaufruf ist das Programm betriebsbereit.

Fragen zum Programm können an folgende E-Mail-Adresse gerichtet werden: ([sponheimer@blista.de](mailto:sponheimer@blista.de))

## 6. Schlussbemerkung

Für die vielen Diskussionen, Anregungen und Vorschläge während der Programmentwicklung möchte ich Dr. Werner Liese (Carl-Strehlschule Marburg), Erich Rüger (Schloss-Schule Ilvesheim) und Michael Weitzel (Carl-Strehlschule Marburg) meinen besonderen Dank aussprechen.

## 7. Literatur

[1] Liese W.

Formeln und Gleichungen am PC: LiTeX stellt umfassende Möglichkeiten für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht mit Blinden und Sehbehinderten bereit  
blind sehbehindert, 1/2007, S. 13 - 29.

[2] Ruhrmann H.

Chemie für Sehbehinderte und Blinde am Beispiel der Einführung der Organischen Chemie  
S. 154 ([www.werner-liese.de/24402.html](http://www.werner-liese.de/24402.html))

[3]

([www.viewplus.com](http://www.viewplus.com))

### Autor:

Dr. Meinhard Sponheimer

bis 2006 Lehrer und Studienleiter an der Carl-Strehl-Schule Marburg