

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 1.: Programmbeschreibung

- 1.1. Einführung in 'Function to Vector für Windows'
- 1.2. Hardware-Voraussetzungen
- 1.3. Die Programminstallation
- 1.4. Quickstart: Erste Schritte mit 'Function to Vector'

## Kapitel 2.: Die Bedienung

- 2.1. Der Programmstart, die Button-Bar und die Dateifunktionen - Der Grafik- und TeX-Export
- 2.2. Die Funktionen - Die Programmbedienung mit der Maus
  - 2.2.1 Das Eingeben und Ändern von Funktionen - Funktionsscharen - Die Eingabefelder - Die Scharsequenz
  - 2.2.2 Die Funktionen und Konstanten des Funktionscompilers - Die Syntax der Funktionseingabe - Fehlermeldungen
  - 2.2.3 Die Programmbedienung mit der Maus - Die Anwahl von Funktionen
  - 2.2.4 Das Löschen von Funktionen - Die Attribute der Funktionsgraphen
- 2.3. Das Koordinatensystem und die Anzeige
  - 2.3.1 Die Achseneinteilung - Die Achsenskalierung - Größe der Grafik
  - 2.3.2 Die Attribute des Koordinatenkreuzes
  - 2.3.3 Das Zoomen, Verschieben und Zurücksetzen der Anzeige
  - 2.3.4 Der Zeichenmodus
  - 2.3.5 Die Soundoptionen
- 2.4. Die numerischen Berechnungsfunktionen - Calc
- 2.5. Die Hilfe

## Anhang

- A Tips und Hinweise
- B Übersicht aller Programmfunktionen
- C Übersicht über die Funktionen des Funktionscompilers
- D Tastatur- und Mausbelegung

## Lizenzbedingungen

# FUNCTION TO VECTOR für Windows

Version 1.0  
Copyright © Gerald Eckert 1994

[Lizenzbedingungen](#)

[Vorwort](#)

**[Inhaltsverzeichnis](#)**

**Copyright © Gerald Eckert 1994, Zuckmayerweg 3, 30890  
Barsinghausen**

## **Lizenzbedingungen**

'Function to Vector für Windows' ist urheberrechtlich geschützt.

Copyright © Gerald Eckert 1994, Alle Rechte vorbehalten.

Mit der Benutzung erkennt der Benutzer die Lizenzbedingungen an. Jede Zuwiderhandlung ist strafbar.

Obwohl das Programm vom Autor mit großer Sorgfalt entwickelt und getestet wurde, kann weder juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung für Fehlfunktionen des Programmes, insbesondere für ungenaue oder fehlerhafte Berechnungen, bzw. deren mittelbare oder unmittelbare Folgeschäden übernommen werden.

Die Reproduktion oder Veränderung des Programmes oder der Dokumentation ist verboten.

Vorwort

**Inhaltsverzeichnis**

## Vorwort

Eine mathematische Anwendung, für die Computer ideal geeignet sind, ist die grafische Darstellung von Funktionen. Mit dem vorliegenden Programm habe ich versucht, dieser Aufgabenstellung gerecht zu werden.

Ich hoffe, daß Ihnen das Konzept dieses Programmes gefällt, daß Sie es gut für sich nutzen können und beim Ausprobieren aller Programmfunktionen ebensoviel Spaß haben, wie ich bei der Entwicklung.

Barsinghausen, im November 1994

Gerald Eckert

## Inhaltsverzeichnis

## 1. **Programmbeschreibung**

Dieses Kapitel vermittelt Ihnen einen ersten Überblick über das Programm 'Function to Vector'. Für ganz Ungeduldige sei hier auf Abschnitt 1.4. 'Quickstart: Erste Schritte' verwiesen.

## 1.1. Einführung in 'Function to Vector für Windows'

'Function to Vector für Windows' ist ein Funktionsplotter für mathematische Funktionen. Es ermöglicht, beliebige Funktionsgraphen darzustellen und numerische Berechnungen durchführen zu lassen.

Bei der grafischen Darstellung erlaubt 'Function to Vector', das optische Erscheinungsbild durch Wahl von Attributen wie Farbe, Linienart, Markierungen, Teilung und Skalierung der Koordinatenachsen usw. zu modifizieren. Selbstverständlich kann der anzuzeigende Ausschnitt aus der Koordinatenebene frei gewählt und durch Parametereingabe, Rollen oder Zoomen beliebig verändert werden.

Weiterhin wurde nicht nur an die Ausgabe der Grafik auf dem Bildschirm und dem Drucker gedacht, sondern gerade an die Möglichkeit, die erzeugten Zeichnungen zur Weiterverarbeitung in anderen Programmen wie z.B. Grafik- und Textverarbeitung zu exportieren. Beim Dateiformat für den Grafikexport fiel die Wahl auf das Windows-Metafile (.wmf), da es einerseits weit verbreitet und somit von sehr vielen Programmen importiert werden kann, und da es andererseits ein vektororientiertes Format ist und gegenüber Bitmap-Formaten viele Vorteile bei der Weiterverarbeitung besitzt.

Darüber hinaus ist auch ein Export für das TeX-Makropaket 'P<sub>i</sub>CTeX' möglich.

Aus dieser Zielsetzung (mathematische Funktion zur Vektorgrafik) ist übrigens auch der Programmname 'Function to Vector' entstanden.

Auf der Seite der Mathematik "versteht" der Funktionsplotter alle elementaren Funktionen, einige zusätzliche Funktionen und Konstanten, sowie einen Scharparameter, dessen Laufbereich beliebig gewählt werden kann. Zur Visualisierung zeitlich veränderlicher Vorgänge, können Graphen von Funktionsscharen auch zeitlich nacheinander dargestellt und als kleine Filmsequenz abgespielt werden.

Der Kern von 'Function to Vector', der die mathematischen Ausdrücke verarbeitet, ist kein Funktionsinterpreter, sondern vielmehr eine Art Funktionscompiler und darum auch recht schnell. Auch in anderer Hinsicht ist 'Function to Vector' ein auf Ablaufgeschwindigkeit optimiertes Programm.

Weiterhin sind in 'Function to Vector' zwei verschiedene Berechnungsarten implementiert:

1. Einige ausgezeichnete Stellen der Funktionen wie z.B. Nullstellen, Extrema, Wendepunkte und der Ordinatenabschnitt können optional gleichzeitig während des Zeichenvorganges mitberechnet und an den Funktionsgraphen durch Punkte angezeichnet werden. Diese Funktion ist rein grafischen Charakters und arbeitet zugunsten der Ablaufgeschwindigkeit nur mit der Genauigkeit, wie sie der Auflösung des gewählten Ausgabegerätes (Bildschirm, Drucker, Exportdatei) entspricht, da eine höhere Genauigkeit ohnehin nicht sichtbar wäre.
2. Die näherungsweise numerische Berechnung von Funktionswerten, Differentialen, Grenzwerten, Integralen und Nullstellen kann vom Programm durchgeführt werden, wobei das Ergebnis in einem Dialogfenster angezeigt wird.

Die Bedienung entspricht dem normalen Windows-Standard, wobei die am häufigsten gebrauchten Programmfunktionen auch aus einer Button-Bar gewählt werden können. Eine Statuszeile am unteren Fensterrand informiert über die wichtigsten Ereignisse.

Jeder Funktionsgraph wird vom Programm als Objekt mit frei einstellbaren Attributen (z.B. Farbe, Linienart) betrachtet. Die Auswahl eines Objektes geschieht, ähnlich vieler Zeichenprogramme, durch Anklicken mit der linken Maustaste. Bei gedrückter linker Maustaste kann ein Rahmen zur Vergrößerung des Bildausschnittes aufgezogen werden. Die rechte Maustaste öffnet ein Popup-Menü, das die für das aktuell gewählte Objekt verfügbaren Programmfunktionen enthält.

Dieses Hilfesystem ist identisch mit der Anleitung. Als kontextsensitive Online-Hilfe ist es somit im Bedarfsfall schnell verfügbar.



Aus der Zielsetzung, mathematische Funktionen zu einer vektororientierten Grafik zu verarbeiten, ist der Programmname 'Function to Vector' (Funktion zur Vektorgrafik) entstanden.

## 1.2. **Hardware-Voraussetzungen**

Zum Arbeiten mit 'Function to Vector' sollte Ihr System folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- IBM-kompatibler AT (empfehlenswert ist jedoch mindestens ein 80386)
- Windows 3.1
- VGA-Grafikkarte
- 2 MByte Arbeitsspeicher

Darüberhinaus werden, falls vorhanden, folgende Erweiterungen genutzt:

- mathematischer Coprozessor 80x87
- Soundkarte (oder 'speaker.driv', siehe Abschnitt 2.3.5 'Die Soundoptionen')

### 1.3. Die Programminstallation



Die Installation wird durch ein Installationsprogramm ('install.exe') automatisch durchgeführt. Starten Sie dazu 'install.exe' von Ihrer Installationsdiskette.

Das Installationsprogramm öffnet nach seinem Start ein Fenster mit drei Knöpfen und einer Anzeigezeile.



*-Beenden*

Das Installationsprogramm wird vorzeitig verlassen.



*-Verzeichnisliste*

Es öffnet sich eine Verzeichnisliste, in der das Verzeichnis, von dem aus das neue Unterverzeichnis 'f2v' für 'Function to Vector' angelegt werden soll, gewählt werden kann.

In der Anzeigezeile wird der gewählte Verzeichnispfad einschließlich des Unterverzeichnisses 'f2v', das erst noch angelegt werden muß, angezeigt.



*-Installation*

Die Installation wird gestartet. Das Unterverzeichnis 'f2v' wird im gewählten Verzeichnis angelegt und 'Function to Vector' von der Installationsdiskette dorthin kopiert. Anschließend wird im Programm-Manager eine neue Programmgruppe angelegt und die Installation beendet. 'Function to Vector' ist damit einsatzbereit.

#### 1.4. Quickstart: Erste Schritte mit 'Function to Vector'

Dieser Abschnitt erläutert Ihnen, wie Sie möglichst schnell erste Ergebnisse erzielen. Selbstverständlich müssen dabei viele Programmfunktionen unerwähnt bleiben.

1. Starten Sie das Programm durch Doppelklick auf das Piktogramm. 
2. Nach dem Programmstart sehen Sie die leere Arbeitsfläche. Wählen Sie nun aus dem Menü *Datei* und *Neu*, so legen Sie ein neues Dokument an. Ein neues Dokument besteht nur aus einem Koordinatensystem, das nun auf der Arbeitsfläche angezeigt wird.
3. Durch Auswahl von *Koordinatensystem* und *Achseneinteilung* öffnet sich ein Dialogfenster, in dem Sie für die x- und y-Achse das Anzeigeintervall sowie die Schrittweite der Teilstriche an den Koordinatenachsen angeben können.
4. Mit *Funktionen* und *Eingabe* oder einem Druck auf RETURN gelangen Sie in den Eingabedialog. Hier stehen vierzig Eingabefelder zur Aufnahme Ihrer Funktionen und Ausdrücke bereit. Geben Sie nun in einem beliebigen Eingabefeld eine Funktion (z.B. 'x\*sin x') ein. Jede Funktion, die auch angezeigt werden soll, muß im Wahlfeld links vom jeweiligen Eingabefeld "eingeschaltet" sein. So ist es möglich, in einer Datei viele Funktionen einzugeben und je nach Bedarf anzeigen zu lassen. Mit der Bildlaufleiste am rechten Fensterrand können Sie die Eingabezeilen durch das Dialogfenster rollen (ausprobieren!). Klicken Sie auf den Ok-Button, so schließt sich das Dialogfenster wieder und Ihre Funktion wird ins Koordinatenkreuz gezeichnet (falls nicht, haben Sie vielleicht vergessen, das Wahlfeld zu aktivieren).
5. Klicken Sie nun mit der linken Maustaste auf den Funktionsgraphen, so wird die Funktion dadurch angewählt. Die Wahl wird durch einen Ton (falls ein Soundtreiber installiert ist) quittiert und der Funktionstext erscheint in der Statuszeile am unteren Bildrand. Mit *Funktionen* und *Linienart* oder *Funktionen, Farbe* und *Funktionsgraph* erscheint ein Dialogfenster, um das entsprechende Attribut für den angewählten Funktionsgraphen zu ändern.
6. Mit *Funktionen* und *Kennzeichnungen* gelangen Sie in ein Dialogfenster, das es Ihnen ermöglicht, für die angewählte Funktion die Anzeige von ausgezeichneten Stellen der Funktion, wie z.B. Nullstellen, Extrema oder Wendepunkte, einzuschalten. Diese Stellen werden dann am Funktionsgraphen durch Punkte gekennzeichnet, deren Aussehen wiederum unter *Funktionen* und *Punktendarstellung* geändert werden kann.
7. Probieren Sie nun die Pfeiltasten und die Bildlaufleisten aus. Mit den Pfeiltasten können Sie den Ausschnitt des Koordinatensystems in alle vier Richtungen rollen, BILD AUF und BILD AB erlauben das Vergrößern oder Verkleinern (Zoom In/Out) der Grafik. Sie können auch einen bestimmten Bildausschnitt, der vergrößert werden soll, mit der Maus auswählen (Variabler Zoom). Dazu positionieren Sie den Mauszeiger an der gewünschten Stelle, drücken die linke Maustaste und halten diese niedergedrückt. Nun ziehen Sie durch Bewegen der Maus einen Rahmen auf, mit dem Sie den gewünschten Bildausschnitt markieren. Nach Loslassen der linken Maustaste wird dieser Bildausschnitt maximal vergrößert dargestellt. Mit BACKSPACE werden alle Änderungen des Bildausschnittes auf die in *Koordinatensystem* und *Achseneinteilung* getroffenen Einstellungen zurückgesetzt. Die in diesem Absatz vorgestellten Programmfunktionen finden Sie auch im Menü *Anzeige* wieder.
8. Im Menü *Calc* können verschiedene Dialoge aufgerufen werden, in denen Sie sich z.B.

den Funktionswert, die Steigung oder den Grenzwert einer Funktion an einer bestimmten Stelle, die in einem Eingabefeld angegeben werden kann, berechnen lassen können.

Mit *Calc* und *Integral* können Sie eine numerische Integration einer Funktion zwischen zwei Grenzen durchführen lassen. Benötigen Sie eine genaue Näherung für die Nullstelle einer Funktion, so gelangen Sie mit *Calc* und *Nullstelle* in ein Dialogfenster, in dem nach Eingabe einer Ausgangsnäherung eine Nullstelle der Funktion, falls vorhanden, berechnet wird. Die Ausgangsnäherung sollte dabei möglichst dicht an der gewünschten Nullstelle liegen, um diese von evtl. anderen vorhandenen Nullstellen zu unterscheiden.

9. Mit *Datei* und *Schließen* wird Ihr Dokument geschlossen. Sie können es vorher mit *Speichern* auf Ihrer Festplatte sichern oder mit *Drucken* auf Ihrem Drucker ausgeben.

## 2. Die Bedienung

In diesem Kapitel wird die Bedienung des Programmes ausführlich erklärt. Viele Programmfunktionen können über verschiedene Wege (Menü, Popup-Menü, Maus, Tastatur, Button-Bar) erreicht werden. Auswahlmöglichkeiten in Dialogen werden durch Piktogramme verdeutlicht. Dadurch ist es möglich, das Programm nach kurzer Einarbeitung intuitiv zu bedienen, so wie Sie es von vielen Windows-Applikationen gewohnt sind.

Im folgenden werden die Programmfunktionen mit dem Namen bezeichnet, unter dem sie auch in den Menüs zu finden sind. Sie erscheinen im Text zusammen mit den Menü-Überschriften in kursiver Schrift. z.B.: '*Koordinatensystem* und *Achseneinteilung*' bedeutet, daß im Menü 'Koordinatensystem' die Funktion 'Achseneinteilung' zu wählen ist. Tasten werden in Großbuchstaben wiedergegeben: z.B.: 'RETURN'. Ist eine Programmfunktion auch über die Button-Bar zu erreichen, so ist am Seitenrand ein Bild des entsprechenden Knopfes abgebildet. Bei der Beschreibung von Dialogen werden die in den Dialogfenstern verwendeten Piktogramme ebenfalls abgebildet.

## 2.1. **Der Programmstart, die Button-Bar und die Dateifunktionen - Der Grafik- und TeX-Export**



Das Programm 'Function to Vector für Windows' wird durch einen Doppelklick auf sein Piktogramm im Programm-Manager gestartet.

Nach dem Start erscheint das Programm in einem leeren Fenster. Direkt unterhalb der Menüzeile befindet sich die Button-Bar, mit deren Knöpfen die am häufigsten gebrauchten Programmfunktionen aufgerufen werden können. Am unteren Bildschirmrand informiert eine Statuszeile über verschiedene Ereignisse.



Im Menü *Datei* sind alle Programmfunktionen enthalten, die mit dem Zugriff auf externe Geräte zu tun haben. Von hier können unter anderem Dateien geladen, gespeichert und gedruckt, sowie Grafiken exportiert werden.



-*Neu*

Soll eine neue Arbeit begonnen werden, so ist mit der Funktion *Neu* ein neues Dokument anzulegen. Dabei erscheint im Programmfenster ein Koordinatenkreuz. Das neue Dokument trägt zunächst voreinstellungsmäßig den Namen 'Unbenannt'.



-*Öffnen*

Diese Programmfunktion lädt eine bereits bestehende Datei in den Speicher. Die Auswahl der zu ladenden Datei geschieht über einen Datei-Dialog.



-*Speichern*

Durch diese Programmfunktion wird 'Function to Vector' veranlaßt, eine geladene Datei zu speichern. Hat ein Dokument noch keinen Namen, so wird automatisch *Speichern unter* aufgerufen. 'Function to Vector' speichert seine Dateien in einem eigenen Dateiformat, das die Endung '.fkt' trägt.

-*Speichern unter*

Diese Programmfunktion ist identisch mit *Speichern*, unterscheidet sich aber dadurch, daß ein Datei-Dialog erscheint, in dem man für die zu speichernde Datei ein Verzeichnis und einen Namen angeben kann. Dadurch wird ein neues Dokument benannt oder eine bereits bestehende Datei kann unter einem anderen Namen abgespeichert werden.

Das Starten des Programmes und Öffnen einer Datei durch Parameterübergabe

'Function to Vector' kann alternativ auch über eine Befehlszeile (erreichbar z.B. im Programm-Manager unter *Datei* und *Ausführen*) gestartet werden. Wird hierbei als Parameter eine fkt-Datei angegeben, so wird diese beim Programmstart gleich mitgeladen. Diese Option ist aber insbesondere im Zusammenhang mit den Drag&Drop-Fähigkeiten des Datei-Managers sinnvoll, da hier das Programm durch das Ziehen einer fkt-Datei auf die Programmdatei 'f2v.exe' gestartet werden kann, wenn zuvor eine Verknüpfung zwischen der Endung 'fkt' und 'Function to Vector' hergestellt wurde.



-*Schließen*

Hiermit wird ein geladenes Dokument geschlossen, ohne jedoch 'Function to Vector' zu beenden.



-*Grafikexport*

Diese Programmfunktion erlaubt es, die im aktuellen Dokument enthaltene Grafik als Grafikdatei zu exportieren, um sie in anderen Windows-Anwendungen weiter verwenden zu können. Die Grafik wird dabei als Windows-Metafile (.wmf) abgespeichert. Ein Datei-Dialog fragt nach dem Namen der Exportdatei. Das Windows-Metafile ist ein vektororientiertes Grafikformat und bietet gegenüber Bitmap-Formaten viele Vorteile.



### *-TeX-Export*

Diese Programmfunktion speichert die Grafik als TeX-Datei (.tex) für das Satzsystem 'TeX', genauer gesagt für das Makropaket 'PiCTeX'.

Vor dem Abspeichern kann in einem Dialog eingestellt werden, wieviele Koordinatenpaare pro Funktionsgraph exportiert werden sollen. Je höher dieser Wert gewählt wird, desto genauer wird die Grafik.

Die exportierte Datei enthält die Befehle `\beginpicture` und `\endpicture` als erste bzw. letzte Anweisung, so daß sie durch die eine Anweisung `\input{Dateiname}` in 'TeX' importiert werden kann.

Einige DVI-Treiber sind in der Lage, über den Befehl `\special` auch Windows-Metafiles zu importieren. Hier hat man dann die freie Wahl zwischen beiden Exportformaten.

Nach dem Export kann die Datei problemlos editiert werden, um sie z.B. anzupassen oder zu erweitern. Da die Koordinatenachsenbeschriftung mit sechs Nachkommastellen erfolgt, die sich möglicherweise überschneiden, ist hier eine Anpassung an die jeweiligen Erfordernisse sicherlich sinnvoll.



### *-Drucken*

Mit dieser Funktion wird die Grafik auf einem angeschlossenen Drucker ausgedruckt. Über die Einstellung der Größe des Ausdruckes lesen Sie bitte im Abschnitt 2.3.1 'Größe der Grafik' nach.

## Die Grafikausgabe

'Function to Vector' unterscheidet generell nicht, ob eine Grafik auf dem Bildschirm oder dem Drucker ausgegeben oder in eine (Windows-Metafile) Exportdatei geschrieben wird. Alle drei Ausgabegeräte sind völlig gleichberechtigt. Allerdings ermittelt das Programm die Auflösung der entsprechenden Geräte und paßt seine Grafikausgabe entsprechend an. Das bedeutet, daß eine Ausgabe immer die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Gerätes voll ausnutzt und somit ein optimales Resultat erzielt wird. Die Auflösung dieser Exportdatei ist dabei an die Auflösung des Druckers gekoppelt.

Der TeX-Export spielt dabei eine Sonderrolle, da 'Function to Vector' hier die eigentliche Grafik nicht selber direkt generiert, sondern nur eine Beschreibung erzeugt, deren "Genauigkeit" von der eingestellten Anzahl der pro Funktionsgraph zu exportierenden Koordinatenpaare abhängt.

Die Grafikausgabe auf dem Bildschirm kann durch Druck auf die linke Maustaste innerhalb des Programmfensters abgebrochen werden. Die Grafikausgabe auf dem Drucker oder in eine Exportdatei kann über den Abbruch-Knopf des entsprechenden Druck- oder Exportauftrag-Meldungsfensters abgebrochen werden.



### *-Beenden*

Hiermit wird 'Funktion to Vector' beendet. Dies kann alternativ auch mit ALT+F4 geschehen. Das Programm registriert, wenn eine geladene Datei geändert wurde. Bei allen Dateifunktionen, die ein Schließen eines geladenen und geänderten Dokumentes verursachen würden, wird vorher in einem Meldungsfenster gefragt, ob noch ein Abspeichern stattfinden soll. Dadurch soll vermieden werden, daß das Sichern eines Dokumentes vergessen wird.

## 2.2. **Die Funktionen - Die Programmbedienung mit der Maus**

In diesem Unterkapitel erfahren Sie alles, was mit der Eingabe von Funktionen, sowie deren Darstellungsoptionen und Handling zusammenhängt. Die dazugehörigen Programmfunktionen finden Sie im Menü *Funktionen*.

An dieser Stelle soll auf die Eigenschaften aller Eingabefelder für Funktionen und Zahlenwerte in diesem Programm hingewiesen werden, über die Sie im Abschnitt 2.2.1 'Die Eingabefelder' nachlesen können.

## 2.2.1 Das Eingeben und Ändern von Funktionen - Funktionsscharen - Die Eingabefelder - Die Scharsequenz

Im Menü *Funktionen* finden Sie die Programmfunktionen, mit denen Funktionen editiert und die Darstellung von Funktionsscharen gesteuert werden können.



*-Eingabe*

Hier öffnet sich der Dialog 'Funktionen', in dem fünf sichtbare Eingabefelder zur Eingabe von Funktionen zur Verfügung stehen. In diese Felder können Sie Ihre Funktionen in der üblichen mathematischen Syntax eintragen. Alle Funktionen sind von der Form  $y=f(x,k)$ . Die Zuweisung an  $y$  wird bei der Eingabe jedoch nicht mitgeschrieben (z.B. ' $x^2$ ' statt ' $y=x^2$ '). Genauere Informationen dazu lesen Sie bitte im nächsten Abschnitt (2.2.2) 'Die Syntax der Funktionseingabe' nach. Als unabhängige Variable findet der Buchstabe 'x' Verwendung. Es kann auch zur Erzeugung von Funktionsscharen der vom Programm benutzte Scharparameter 'k' zusätzlich in einer Funktionsgleichung verwendet werden. Eine Funktion kann jederzeit geändert werden.

Die Eingabefelder sind fortlaufend numeriert. Die zugehörige Nummer ist links neben jedem Feld dargestellt. An dieser Stelle befindet sich auch ein Wahlfeld. Ist dieses eingeschaltet, so wird die Funktion nach Beendigung des Dialoges gezeichnet. So ist es möglich, in einem Dokument viele Funktionen einzugeben und je nach Bedarf anzeigen zu lassen. Die weiteren insgesamt vierzig Eingabefelder sind mit Hilfe der Bildlaufleiste am rechten Fensterrand erreichbar. Damit können Sie die Eingabezeilen durch das Dialogfenster rollen. Bitte bedenken Sie nochmals, daß eine Funktion, die auch gezeichnet werden soll, mit dem ihr zugeordneten Wahlfeld aktiviert werden muß.

Diese Programmfunktion kann auch mit der Taste RETURN aufgerufen werden.



*-Scharparameter*

In diesem Dialog kann der Laufbereich und die Schrittweite des Scharparameters 'k' eingestellt werden. Enthält eine Funktionsgleichung den Scharparameter, so wird die dazugehörige Funktionsschar entsprechend der hier getroffenen Einstellung gezeichnet. Der Scharparameter gilt global für alle Funktionsgleichungen.

Falls hier versehentlich zu "umfangreiche" Funktionsscharen gewählt wurden, kann die Grafikausgabe auf dem Bildschirm durch Druck auf die linke Maustaste innerhalb des Programmfensters abgebrochen werden.

### Eingabefelder

Alle Eingabefelder, in denen 'Function to Vector' numerische Eingaben erwartet (z.B. bei den Einstellungen des Scharparameters oder der Achseneinteilung) sind auch in der Lage, beliebige Ausdrücke zu verarbeiten. Diese dürfen aber, im Gegensatz zur Funktionseingabe im Dialog 'Funktionen', weder die Laufvariable 'x' noch den Scharparameter 'k' enthalten, sondern müssen Konstanten sein.

*-Scharsequenz*

Diese Programmfunktion ermöglicht es, die einzelnen Graphen einer Funktionsschar nicht gleichzeitig nebeneinander darzustellen, sondern zeitlich nacheinander, wie eine kleine Filmsequenz abzuspielen.

Wird diese Programmfunktion gewählt, schaltet 'Function to Vector' in den Scharsequenz-Modus. Enthält die aktuelle Datei jedoch keine Funktionsschar, so wird dies mit der Meldung

'Es existiert keine Funktionsschar' angezeigt.

Nach Aktivierung des Scharsequenz-Modus beginnt das Programm, nacheinander und sichtbar, alle Einzelbilder der Sequenz zu berechnen und zu speichern. Dieser Vorgang kann mit der linken Maustaste abgebrochen werden. Reicht der zur Verfügung stehende Speicher nicht für alle Bilder, so wird mit der Meldung 'Nicht genug Systemressourcen für temporäre Grafikauslagerung frei' abgebrochen. Ist dieser Vorgang erfolgreich abgeschlossen worden, so stehen Ihnen die Möglichkeiten des Scharsequenz-Modus offen. In der Statuszeile werden einige Tasten eingeblendet, die den Bedienungselementen eines Videorekorders nachempfunden sind. Dieser Modus unterbindet bis zu seiner Beendigung alle anderen Programmfunktionen sowie das Umschalten auf andere Windows-Applikationen.

Der Scharsequenz-Modus wird ausschließlich über die Bedienungstasten in der Statuszeile gesteuert. Ist ein Taster "geschaltet", leuchtet in seiner oberen linken Ecke eine farbige "Leuchtdiode" auf.



-  **Eject**  
Beendet den Scharsequenz-Modus.
-  **Play / Wiedergabe**  
Das Abspielen der Sequenz wird gestartet bzw. von vorne gestartet.
-  **Pause / Standbild**  
Das Abspielen der Sequenz wird angehalten und bei erneuter Betätigung fortgesetzt.
-  **Stop**  
Das Abspielen und die Anzeige der Sequenz wird gestoppt. Nach Aktivierung des Scharsequenz-Modus geht dieser in den Stop-Betrieb, d.h. es wird nach dem Berechnen der Sequenz vorerst kein Bild angezeigt.
-  **REW / Rücklauf / Einzelbild-Rückschaltung**  
Falls sich der Scharsequenz-Modus im Wiedergabe- oder Standbildbetrieb befindet, wird zum vorhergehenden Einzelbild zurückgefahren.
-  **FF / Vorlauf / Einzelbild-Weiterschaltung**  
Falls sich der Scharsequenz-Modus im Wiedergabe- oder Standbildbetrieb befindet, wird zum nächsten Einzelbild vorgefahren.
-  **Single-Play / Einfache Wiedergabe**  
Bei der Wiedergabe wird die Sequenz vom Anfang bis zum Ende abgespielt und danach beim letzten Einzelbild in den Standbild-Betrieb geschaltet. Erneuter Druck auf die Wiedergabe-Taste startet die Sequenz wieder von vorne. Die einfache Wiedergabe ist voreinstellungsmäßig aktiv.
-  **Repeat-Play / Wiederholung**  
Bei der Wiedergabe wird die Sequenz zyklisch abgespielt. D.h. nach dem Abspielen der Sequenz wird wieder von vorne angefangen.
-  **Continuous-Play / Ununterbrochene Wiedergabe**  
Bei der Wiedergabe wird die Sequenz ununterbrochen in beiden Richtungen

wiedergegeben. D.h. die Sequenz wird vom Anfang bis zum Ende und dann vom Ende zurück bis zum Anfang abgespielt, usw.



Schneller



Langsamer

Die Wiedergabe kann in Schritten von 25 ms in einem Bereich von 0 bis 250 ms verzögert werden. Voreinstellungsmäßig wird die Wiedergabe nicht verzögert.

Ist die Wiedergabe insgesamt zu langsam, so empfiehlt es sich, den Scharsequenz-Modus zu verlassen und nach einer Verkleinerung des Programmfensters erneut aufzurufen, da die Wiedergabegeschwindigkeit von der Größe der Einzelbilder abhängt.

## 2.2.2 Die Funktionen und Konstanten des Funktionscompilers - Die Syntax der Funktionseingabe - Fehlermeldungen

Der Kern von 'Function to Vector', der die mathematischen Ausdrücke verarbeitet, ist kein Funktionsinterpreter, sondern vielmehr eine Art Funktionscompiler. Dadurch wird ein beträchtlicher Geschwindigkeitszuwachs erzielt.

Der Funktionscompiler beherrscht neben den Rechenvorschriften folgende Variablen, Konstanten, Operationen und Funktionen:

Variable: x Dies ist die abhängige Variable. Bei der Grafikausgabe ist ihr Laufbereich durch den aktuell gewählten Bildausschnitt in horizontaler Richtung festgelegt. Bei den Berechnungsfunktionen kann für x jede beliebige (reelle) Zahl eingesetzt werden.

Parameter: k Dies ist ein Parameter, dessen Laufbereich und Schrittweite beliebig gewählt werden kann (siehe Abschnitt 2.2.1 'Funktionsscharen').

Operationen: + Addition  
- Subtraktion  
\* Multiplikation  
/ Division

Exponential- und Logarithmusfunktionen:

^		Potenzfunktion
exp x	e <sup>x</sup>	Exponentialfunktion
sqr x	x <sup>2</sup>	Quadratfunktion
sqrt x	~x	Wurzelfunktion
ln x		natürlicher Logarithmus (Basis e)
lg x		dekadischer Logarithmus (Basis 10)
log_r x		Logarithmus zur Basis r, (r>0)

Trigonometrische Funktionen:	sin x	Sinus
	cos x	Cosinus
	tan x	Tangens
	cot x	Cotangens

Inverse trigonometrische Funktionen -

Arcus Funktionen:	arcsin x	Arcussinus
	arccos x	Arcuscosinus
	arctan x	Arcustangens
	arccot x	Arcuscotangens

Hyperbelfunktionen:	sinh x	Sinus hyperbolicus
	cosh x	Cosinus hyperbolicus
	tanh x	Tangens hyperbolicus
	coth x	Cotangens hyperbolicus

Inverse Hyperbelfunktionen -

Areafunktionen:	arsinh x	Area-Sinus hyperbolicus
	arcosh x	Area-Cosinus hyperbolicus
	artanh x	Area-Tangens hyperbolicus
	arcoth x	Area-Cotangens hyperbolicus

Alle trigonometrischen und Areafunktionen arbeiten im Bogenmaß.

Weitere Funktionen: abs x Absolutfunktion, Betrag  
sgn x Signumfunktion  
si x si-Funktion ( $=\sin x / x$ )

Konstanten: e Euler-Zahl  $e=2.71828182845905$   
pi Kreiszahl  $\pi=3.14159265358979$

Weitere Konstanten: ° Umrechnungskonstante vom Grad- in das Bogenmaß ( $=\pi/180$ ).  
Diese Konstante schreibt man hinter das Argument und  
klammert beides ein. Z.B.: 'sin(x°)'.  
% Prozent ( $=1/100$ )

Klammersymbole: ( ), [ ], { }

Föppl-Symbol: < > Das Klammer-Symbol nach Föppl (1854-1924)

Mit der Hilfe des Föppl-Symbols können unstetige Funktionen dargestellt werden. Es ist folgendermaßen definiert:

$n \neq 0$   $\langle 0x-r \rangle^n := \{ 0 \text{ für } x < r, (x-r)^n \text{ für } x > r$   
und  $\langle x-r \rangle^0 := \{ 0 \text{ für } x < r, 1 \text{ für } x > r$

## Die Syntax der Funktionseingabe

Die Funktionen müssen nach der gängigen mathematischen Syntax eingegeben werden. Allerdings sind einige Vereinfachungen möglich. So kann in vielen Fällen der Multiplikator '\*' entfallen (z.B. '2x' statt '2\*x'). Leerzeichen können weggelassen werden (z.B. 'sinx' statt 'sin x'). Ebenfalls überflüssig ist das Einklammern von Argumenten einer Funktion (z.B. 'sinx' statt 'sin(x)'). Dabei ist jedoch nur das unmittelbar nach einer Funktion stehende Element das Argument der Funktion (z.B. 'sinx^2' berechnet das Quadrat von sin x, jedoch nicht den Sinus von  $x^2$ , hierzu müßte man 'sin(x^2)' eingeben).

## Fehlermeldungen

Entspricht die Eingabe einer Funktion oder eines Ausdruckes nicht der geforderten Syntax, so gibt der Funktionscompiler über 'Function to Vector' eine Fehlermeldung in einem Meldungsfenster 'Fehler' aus. Die Fehlermeldungen haben folgende Bedeutung:

'Der Ausdruck ist nicht vollständig identifizierbar.'

Der Funktionscompiler ist nicht in der Lage, in der Eingabe überhaupt eine Funktion oder einen Ausdruck zu erkennen (z.B. 'rfghdfgh', oder 'sinus x' statt 'sin x').

'Funktionen in Abhängigkeit von y sind unzulässig.'

Alle Funktionen sind von der Form  $y=f(x,k)$ . Die Zuweisung an y wird bei der Eingabe jedoch nicht mitgeschrieben (z.B. 'x^2' statt 'y=x^2'). Funktionen der Form  $z=f(x,y,k)$  sind nicht vorgesehen.

'Eine Zahl enthält mehr als einen Dezimalpunkt.'

Es ist unzulässig, in einer Zahl mehr als einen Dezimalpunkt zu benutzen (z.B. '3..40')

oder '3.4.0'). Erlaubt ist das Benutzen von Punkt oder Komma, sowie der Wegfall einer führenden Null (z.B. '3,4', '3.4', '0.4' oder '.4').

'Klammerfehler (Klammer zu ohne Klammer auf)'

Der Funktionscompiler ist auf eine geschlossene Klammer gestoßen, der keine öffnende Klammer zuzuordnen ist (z.B. '3/2+4' ).

'Klammerfehler (falsche Klammerfolge oder eine geöffnete Klammer wurde nicht geschlossen)'

Entweder vermißt der Funktionscompiler eine schließende Klammer (z.B. 'sin(x^2' ) oder die Klammerfolge ist fehlerhaft. Der Compiler unterscheidet zwischen den drei Klammertypen (), [] und {}, die sich nicht gegenseitig ersetzen dürfen (z.B. 'sin(x^2]' und '([x])' sind unzulässige Eingaben).

'Leere Klammern sind unzulässig.'

Der Funktionscompiler erwartet, daß zwischen zwei Klammern mindestens ein kurzer aber syntaktisch korrekter Ausdruck steht (z.B. '3\*()' ist unzulässig, '3\*(x)' ist zwar umständlich, aber erlaubt).

'Es fehlt der Operand vor einem Operator.'

Der Funktionscompiler ist auf einen Operator gestoßen, vor dem ein Operand hätte stehen müssen (z.B. '\*sinx'). Ein Vorangestelltes '+' oder '-' ist aber zulässig, da es als Vorzeichen erkannt wird.

'Es fehlt der Operand nach einem Operator.'

Der Funktionscompiler vermißt den Operanden nach einem Operator (z.B. '2\*' oder 'sin').

'Nach dem Operator "log\_" folgt kein zulässiger Operand'

Diese Fehlermeldung kommt nur in Zusammenhang mit dem Logarithmus zu einer beliebigen Basis r 'log\_r x' vor. Nach dem Operator 'log\_' darf für r nur ein einfacher Operand, also ein einzelnes Element, stehen, jedoch kein komplexer Ausdruck. Für r darf nur die Laufvariable 'x', der Scharparameter 'k' oder eine einfache Zahl eingesetzt werden. Ausdrücke oder Klammerkonstrukte sind unzulässig. Für x darf ebenfalls kein Klammerkonstrukt eingesetzt werden.

Die folgenden Fehlermeldungen erscheinen ausschließlich bei den Eingabefeldern für numerische Eingabe, nicht jedoch bei der Eingabe von Funktionen im Dialogfenster 'Funktionen'.

'Der Ausdruck muß eine Konstante sein'

Alle Eingabefelder, in denen 'Function to Vector' numerische Eingaben erwartet (z.B. bei den Einstellungen des Scharparameters oder der Achseneinteilung) sind auch in der Lage, beliebige Ausdrücke zu verarbeiten. Diese dürfen aber weder die Laufvariable 'x' noch den Scharparameter 'k' enthalten, sondern müssen Konstanten sein.

'Der Ausdruck ist in R nicht definiert.'

Diese Fehlermeldung erscheint, wenn bei einem Eingabefeld für numerische Eingabe ein nicht definierter Ausdruck eingegeben wurde (z.B. '1/0' oder 'ln(-5)').

'Der Ausdruck ist betragsmäßig zu groß.'

Diese Fehlermeldung erscheint, wenn bei einem Eingabefeld für numerische Eingabe der Betrag des Ausdruckes zu groß ist.

### 2.2.3 Die Programmbedienung mit der Maus - Die Anwahl von Funktionen

Mit der Maus können verschiedene Aktionen durchgeführt werden.

-Anwählen und Abwählen von Funktionen mit der linken Maustaste

Jeder Funktionsgraph wird vom Programm als Objekt mit frei einstellbaren Attributen (z.B. Farbe, Linienart) betrachtet. Bevor diese nun verändert werden oder mit der Funktionsgleichung Rechnungen durchgeführt werden können, muß dieses Funktionsobjekt zunächst einmal angewählt werden. Die Auswahl eines Objektes geschieht, ähnlich vieler Zeichenprogramme, durch Anklicken mit der linken Maustaste. Klicken Sie mit der linken Maustaste auf einen Funktionsgraphen, so wird die Funktion dadurch angewählt. Die Wahl wird (falls ein Soundtreiber installiert ist) durch einen Ton quittiert und der Funktionstext erscheint in der Statuszeile am unteren Bildrand. Durch das Anklicken eines anderen Funktionsgraphen wird dieser nun angewählt und die vorherige Funktion abgewählt. Klicken Sie jedoch auf einen leeren Bereich im Programmfenster, so erklingt ein anderer Ton und die Funktionen werden abgewählt.

Ein sehr dumpfer Ton zeigt an, daß keine Funktion angewählt bzw. eine Funktion abgewählt wurde. Ein etwas hellerer Ton zeigt hingegen an, daß eine Funktion angewählt wurde (Ausprobieren!). Diese akustische Quittierung ist ziemlich hilfreich, da man so, ohne in der Statuszeile nachschauen zu müssen, erfährt, ob man auch nicht versehentlich daneben geklickt hat.

Bei Funktionsscharen wird bei der Anwahl eines Funktionsgraphen der jeweilige Scharparameter mitregistriert und in der Statuszeile angezeigt.

Wird eine Programmfunktion gewählt, die einer angewählten Funktion bedarf, ohne daß tatsächlich eine Funktion vorher angewählt wurde, so erscheint in der Statuszeile der Kommentar 'Keine Funktion angewählt'.

Während des Zeichenvorganges kann die Grafikausgabe auf dem Bildschirm durch Druck auf die linke Maustaste innerhalb des Programmfensters abgebrochen werden.

-Anwählen und Abwählen von Funktionen mit den Funktionstasten F2 bis F8

Mit F2 wird die erste dargestellte Funktion angewählt. Mit den Tasten F3 und F4 wird die jeweils vorhergehende bzw. nachfolgende dargestellte Funktion, falls vorhanden, angewählt. Bei Funktionsscharen wird mit F5 der kleinste Parameter gewählt. Mit F6 und F7 kann der gewählte Parameter entsprechend der voreingestellten Schrittweite verringert oder erhöht werden. Mit F8 wird die Funktion abgewählt.

-Variabler Zoom mit der linken Maustaste

Ein bestimmter Bildausschnitt, der vergrößert werden soll, kann mit der Maus ausgewählt werden. Dazu positionieren Sie den Mauszeiger an der gewünschten Stelle, drücken die linke Maustaste und halten diese niedergedrückt. Nun ziehen Sie durch Bewegen der Maus einen rechteckigen Rahmen auf, mit dem Sie den gewünschten Bildausschnitt markieren. Nach Loslassen der linken Maustaste wird dieser Bildausschnitt maximal vergrößert dargestellt und es ertönt dabei ein "Rutsch"-Geräusch.

Dieser Vorgang kann vor dem Loslassen der linken Maustaste durch das Drücken der rechten Maustaste abgebrochen werden.

-Fadenkreuz und Koordinateneinblendung mit der mittleren Maustaste

Wird die mittlere Maustaste niedergedrückt und gehalten werden die Zeigerkoordinaten in der Statuszeile angezeigt, sowie ein Fadenkreuz an der Zeigerposition eingeblendet. Dabei

kann der Mauszeiger frei bewegt werden. Wenn man die mittlere Maustaste losläßt, verschwindet das Fadenkreuz und die Koordinateneinblendung wieder. Da diese Funktion gleichzeitig mit dem variablen Zoom benutzt werden kann, eignet sie sich gut zum "Ausloten" eines zu vergrößernden Bildausschnittes.

-Objektorientiertes Popup-Menü mit der rechten Maustaste

Die rechte Maustaste öffnet an der Zeigerposition ein Popup-Menü, das die für das aktuell gewählte Objekt verfügbaren Programmfunktionen enthält. Ist zu diesem Zeitpunkt eine Funktion angewählt, so enthält das Popup-Menü die Menüpunkte *Funktionen* und *Calc*. Ist gerade keine Funktion angewählt, so ist das Koordinatensystem das aktuelle Objekt, und das Menü enthält die Punkte *Koordinatensystem* und *Anzeige*.

## 2.2.4 Das Löschen von Funktionen - Die Attribute der Funktionsgraphen

Ist eine Funktion erst einmal angewählt, können ihre Attribute verändert oder die Funktion gelöscht werden. Die Programmfunktionen dazu finden Sie ebenfalls im Menü *Funktionen*.



### -Löschen

Hiermit kann eine Funktion gelöscht werden, wobei sich das Programm die Ausführung in einem Meldungsfenster bestätigen läßt. Das Löschen von Funktionen kann auch mit der Taste ENTF ausgelöst werden.

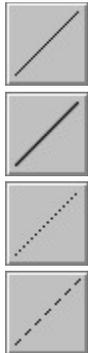
Der gleiche Effekt kann übrigens auch durch ein manuelles Löschen des Funktionstextes bei *Eingabe* erreicht werden.

Die folgenden Attribute können für jeden einzelnen Funktionsgraphen getrennt gewählt und eingestellt werden.



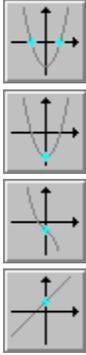
### -Linienart

Hier kann gewählt werden, ob eine Funktion mit dünner, dicker, gepunkteter oder gestrichelter Linie gezeichnet werden soll. Die Einstellung der Linienart kann auch mit STRG+L aufgerufen werden.



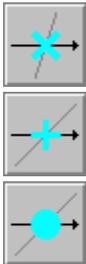
### -Kennzeichnungen

Einige ausgezeichnete Stellen der Funktionen wie z.B. Nullstellen, Extrema, Wendepunkte und der Ordinatenabschnitt können optional gleichzeitig während des Zeichenvorganges mitberechnet und an den Funktionsgraphen durch Punkte gekennzeichnet werden. Diese Programmfunktion ist rein grafischen Charakters und arbeitet zugunsten der Ablaufgeschwindigkeit nur mit der Genauigkeit, wie sie der Auflösung des gewählten Ausgabegerätes (Bildschirm, Drucker, Exportdatei) entspricht, da eine höhere Genauigkeit ohnehin nicht sichtbar wäre. Im Kennzeichnungs-Dialogfenster kann nun gewählt werden, welche dieser ausgezeichneten Punkte mitberechnet und gezeichnet werden sollen. Diese Programmfunktion kann auch über STRG+K erreicht werden.



### *-Punktdarstellung*

Die Darstellung der Punkte, mit denen ausgezeichnete Stellen gekennzeichnet werden, kann verändert werden. Zur Auswahl stehen ein Punktkreuz mit diagonalen Orientierung (Voreinstellung), ein Punktkreuz mit horizontaler Orientierung und ein runder Punkt. Diese Programmfunktion ist auch über STRG+P erreichbar.



### *-Farbe*

Hier kann mit *Funktionsgraph*, *Kennzeichnungen* oder *Gesamt* die Farben des entsprechenden Funktionsgraphen, seiner Kennzeichnungspunkte oder beider zusammen in einem Dialogfenster gewählt werden. Die Farbe Schwarz ist jeweils voreingestellt. Die Farbeinstellung des Funktionsgraphen kann auch mit STRG+F aufgerufen werden.



Zum Thema der Beschriftung von Funktionen:

Eine Programmfunktion zum Beschriften von Funktionsgraphen ist in 'Function to Vector' nicht enthalten. Hier ist es für den Anwender, der eine Grafik mit beschrifteten Funktionen in

einer Textverarbeitung weiterverarbeiten will, einfacher, eine mit der Textverarbeitung erstellte Formel an der gewünschten Stelle in der Grafik zu positionieren. Die etablierten Textprogramme enthalten ohnehin einen Formeleditor mit optisch ansprechendem Formelsatz.

### 2.3. **Das Koordinatensystem und die Anzeige**

In den Menüs *Koordinatensystem* und *Anzeige* finden Sie alle Programmfunktionen, mit denen Sie die Ausgabe der Grafik im Bezug auf das Koordinatensystem verändern können.

### 2.3.1 Die Achseneinteilung - Die Achsenskalierung - Größe der Grafik

Im Menü *Koordinatensystem* können unter anderem die Größe und die Proportionen des Koordinatensystems eingestellt werden.



#### -Achseneinteilung

Hier wird eingestellt, welcher Bereich des Koordinatensystems gezeichnet wird. Für die x- und y-Achse kann jeweils der darzustellende Bereich 'von' / 'bis' sowie die Schrittweite der Teilungsstriche an den jeweiligen Achsen angegeben werden. Wird die Schrittweite der Teilungsstriche nicht oder mit unsinnigen Werten angegeben, so wählt 'Function to Vector' automatisch eine sinnvolle Einstellung. Bei logarithmischer Achsenskalierung gibt der bei 'Schrittweite' angegebene Wert nicht die Schrittweite der Teilungsstriche an, sondern die Anzahl der Teilungsstriche je Dekade. Zugelassen sind dabei nur ganzzahlige Werte zwischen 1 und 100. Diese Programmfunktion kann auch mit STRG+A aufgerufen werden.



#### -Achsenskalierung

Hier kann eingestellt werden, ob die Achsen linear, x-Achse logarithmisch, y-Achse logarithmisch oder doppelt logarithmisch skaliert werden sollen.



#### -Größe der Grafik

In diesem Dialog wird die Größe der Grafik, Breite und Höhe in cm, mittels zweier Eingabefelder eingestellt. Werden beide Angaben gemacht, so ist die Größe der Grafik damit eindeutig festgelegt, unabhängig davon, welche Achseneinteilung oder welche Skalierung gewählt wurde.

Werden keine Angaben gemacht, so sind die Eingaben der Achseneinteilung (in cm) auch für die Größe gültig. Wird nur die Breite oder die Höhe angegeben, so wird die jeweils andere Größe so berechnet, daß sich die Proportionen der Grafik nicht verändern.

Sofern also nicht beide Angaben gleichzeitig gemacht werden, wird die Grafik immer in der Proportion 1:1 gezeichnet.

Dieser Dialog enthält auf seiner rechten Seite ein symbolisiertes Blatt Papier, das eine Vorschau der Proportionen der Grafik darstellt.

Die Größe einer Dekade bei der logarithmischen Darstellung beträgt 6,25 cm.

Ist eine Grafik beim Drucken größer als das verwendete Papierformat, so wird sie zum Drucken so verkleinert, daß sie noch auf das Papier paßt, jedoch ohne wiederum die

Proportionen zu verändern. Dabei erscheint die Meldung 'Die Grafik mußte der Papiergröße angepaßt werden!' in der Statuszeile.

Die Einstellungen dieses Dialoges gelten in erster Linie für die Grafikausgabe auf dem Drucker oder in eine Exportdatei. Bei der Anzeige auf dem Bildschirm wird die Grafik zwar in den hier eingestellten Proportionen, aber in maximaler Größe, je nach der jeweiligen Größe des Programmfensters, dargestellt.

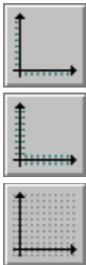
Dieser Dialog kann auch mit STRG+G aufgerufen werden.

### 2.3.2 Die Attribute des Koordinatenkreuzes

Die Attribute des Koordinatenkreuzes können, ebenso wie die der Funktionsgraphen, mit den Programmfunktionen aus dem Menü *Koordinatensystem* verändert werden.

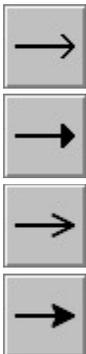
#### -Einteilungsdarstellung

Hier kann die Form der Teilungsstriche an den Koordinatenachsen festgelegt werden. Mit *einseitig* werden die Teilungsstriche nur unten bzw. links der beiden Achsen gezeichnet. Mit *beidseitig* werden sie beiderseits der Achsen gezeichnet. Durch die Wahl von *Punktraster* (Voreinstellung) wird die angezeigte Fläche durch ein Raster von kleinen Orientierungspunkten überzogen deren Abstand der Einteilung entspricht. Ein durchgezogener Teilungsstrich hat bei der Druckausgabe die Länge von 1 mm. Der Durchmesser eines Gitterpunktes beträgt 2/10 mm.



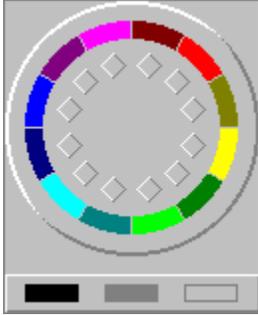
#### -Pfeildarstellung

Das Aussehen der Pfeile an den Koordinatenachsen kann hier verändert werden. Es gibt Pfeile mit einfacher (45°) Schrägung und Pfeile, die stärker (ca. 60°) angeschrägt sind, jeweils in normaler und gefüllter Darstellung.



#### -Farbe

Hier können mit *Koordinatenachsen*, *Punktraster*, *Beschriftung* oder *Gesamt* die Farben der Koordinatenachsen, der Punktrasterung, der Beschriftung oder aller Objekte zusammen in einem Dialogfenster gewählt werden. Die Farbe Schwarz ist jeweils voreingestellt.



### *-Schriftart*

In diesem Dialog kann die Schriftart der Koordinatenachsenbeschriftung gewählt werden. Der Dialog enthält zwei Auswahllisten, in denen die verfügbaren Schriften sowie Schriftgrößen angezeigt werden. Optional dazu können Schriftattribute wie Fett, Kursiv und Unterstrichen gewählt werden. Weiterhin kann durch Abwahl des Wahlfeldes 'Beschr. ein' die Koordinatenachsenbeschriftung ausgeschaltet werden. Voreingestellt ist die Schrift Arial, 8 Punkte. Im unteren Abschnitt des Dialoges erscheint eine Vorschau der gewählten Schrift.

### 2.3.3 Das Zoomen, Verschieben und Zurücksetzen der Anzeige

Im Gegensatz zu *Achseneinteilung* können Sie mit diesen Programmfunktionen im Menü *Anzeige* den angezeigten Ausschnitt des Koordinatensystems ohne Zahleneingabe ändern.

#### -Zoom In / Zoom Out

Mit diesen Programmfunktionen vergrößern (Zoom In), bzw. verkleinern (Zoom Out) Sie den angezeigten Ausschnitt, wobei der Mittelpunkt des gewählten Ausschnittes ein Fixpunkt ist, d.h. beim Vergrößern wird der Mittelpunkt "anvisiert". Diese Programmfunktionen können auch über die Tasten BILD AUF (Zoom In) und BILD AB (Zoom Out) erreicht werden. Der Vergrößerungsfaktor bzw. Verkleinerungsfaktor beträgt  $4/3$  bzw.  $3/4$ .

Bei logarithmischer Achsenskalierung erfolgt der Zoom durch das Anfügen oder Entfernen je einer Dekade an den Rändern des Darstellungsbereiches.

#### -Variabler Zoom

Ein bestimmter Bildausschnitt, der vergrößert werden soll, kann mit der Maus ausgewählt werden. Dazu positionieren Sie den Mauszeiger an der gewünschten Stelle, drücken die linke Maustaste und halten diese niedergedrückt. Nun ziehen Sie durch Bewegen der Maus einen rechteckigen Rahmen auf, mit dem Sie den gewünschten Bildausschnitt markieren. Nach Loslassen der linken Maustaste wird dieser Bildausschnitt maximal vergrößert dargestellt. Dieser Vorgang kann vor dem Loslassen der linken Maustaste durch das Drücken der rechten Maustaste abgebrochen werden.

#### -Verschieben Rechts/Links/Oben/Unten

Hiermit wird der angezeigte Ausschnitt um  $1/4$  seiner Breite bzw. Höhe in die gewählte Richtung verschoben. Bei logarithmischer Achsenskalierung erfolgt eine Verschiebung um eine Dekade. Sie können zum Verschieben alternativ auch die CURSOR-Tasten benutzen.

#### -Zurücksetzen

Sollten Sie mit ihren Zoom- und Verschiebungsaktionen nicht zufrieden sein oder schnell wieder in die Ausgangsposition zurückkehren wollen, so wird der angezeigte Ausschnitt auf die in *Achseneinteilung* gemachte Einstellung zurückgesetzt. Das Zurücksetzen kann auch durch Drücken von BACKSPACE ausgelöst werden.

Beim Zoomen, Verschieben oder Zurücksetzen der Anzeige ertönt ein "Rutsch"-Geräusch.

Wollen Sie die Koordinaten Ihres jeweiligen Bildausschnittes erfahren, so wählen Sie *Achseneinteilung*. Hier werden dann die entsprechenden Bereiche auf den Koordinatenachsen in Zahlenform angezeigt. Wird dieser Dialog mit dem Button 'Abbruch' verlassen, so haben Sie weiterhin mit *Zurücksetzen* die Möglichkeit, auf die letzte in *Achseneinteilung* gemachte Einstellung zurückzuschalten. Verlassen Sie diesen Dialog jedoch mit dem Ok-Button, so ist nun der aktuelle Ausschnitt als neue Einstellung gespeichert.

Wie Sie im Abschnitt 2.2.3 'Die Programmbedienung mit der Maus' detailliert nachlesen können, werden bei Gedrückthalten der mittleren Maustaste die Zeigerkoordinaten in der Statuszeile, sowie ein Fadenkreuz an der Zeigerposition eingeblendet.

### 2.3.4 Der Zeichenmodus

Mit *Anzeige* und *Zeichenmodus* öffnet sich ein Dialog, in dem Sie die Wahl zwischen drei verschiedenen Modi für das Zeichnen der Funktionsgraphen haben.



*-hohe Genauigkeit, normale Geschwindigkeit*

In diesem Modus wird für jeden Punkt auf der x-Achse ein dazugehöriger Funktionswert berechnet und gezeichnet. Die Anzahl der Punkte, die auf der x-Achse verfügbar sind, hängt von der Auflösung des jeweiligen Ausgabegerätes ab (Bildschirm, Drucker, Exportdatei) und wird je nach gewähltem Zielgerät vom Programm ermittelt, so daß die Ausgabequalität ein den Fähigkeiten Ihrer Geräte entsprechendes optimales Ergebnis erreicht. Die Geschwindigkeit in diesem Modus entspricht der normalen Arbeitsgeschwindigkeit des Funktionscompilers, der jeden verfügbaren Bildpunkt berechnen muß. Dieser Modus ist voreinstellungsmäßig aktiv.



*-angepaßte Genauigkeit, erhöhte Geschwindigkeit*

Für viele Anwendungen ist die optimale Auflösung zwar nicht nötig, jedoch sollte eine gewisse Mindestqualität nicht unterschritten werden. Hier bietet es sich an, in den Modus der angepaßten Genauigkeit zu wechseln. Dabei werden nicht mehr alle Bildpunkte berechnet, sondern nur noch einige. An Stellen, wo eine Funktion stark gekrümmt ist, werden mehr Funktionswerte pro Längenabschnitt berechnet, als an Stellen, wo die Krümmung der Funktion klein ist. Die Auflösung paßt sich also, soweit möglich, der Situation bzw. der Funktion an. Die Geschwindigkeit in diesem Modus ist selbstverständlich erheblich höher als bei der hohen Genauigkeit. Bei Funktionen, deren Krümmung sich sehr schnell ändert, kann es jedoch trotzdem zu unschönen Ecken im Funktionsgraph kommen, da das Programm die Auflösung dann nicht schnell genug anpassen kann.



*-geringe Genauigkeit, hohe Geschwindigkeit*

In einigen Fällen reicht es aus, die Funktionsgraphen nur grob zu skizzieren. Im Modus geringe Genauigkeit werden eine gleichbleibende Zahl von Bildpunkten übersprungen und deren Funktionswerte nicht berechnet. Dadurch kann es vorkommen, daß einige Funktionen an Stellen großer Krümmung etwas eckig aussehen. Dieser Modus ist jedoch sehr schnell und man könnte ihn als Entwurfs- oder Draft-Modus bezeichnen.

Eine Funktion, bei der die Darstellung ausgezeichneter Stellen aktiviert ist, wird aus Gründen der numerischen Rechengenauigkeit automatisch immer mit hoher Genauigkeit gezeichnet, unabhängig davon, welcher Zeichenmodus eingestellt ist.

### 2.3.5 Die Soundoptionen

Mit *Anzeige* und *Sound* erscheint ein Dialog, mit dem Sie Optionen für akustische Signale von 'Function to Vector' einstellen können. Durch diese Signale erhalten Sie eine Unterstützung bei der Bedienung des Programmes, so daß Sie sie eingeschaltet lassen sollten.

Falls Sie nicht zu den glücklichen Besitzern einer Soundkarte gehören, können Sie auch mit Hilfe des Gerätetreibers 'speaker.driv' in den Genuß von Soundunterstützung über den eingebauten PC-Lautsprecher gelangen.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Tönen:

1. Bei der An- oder Abwahl von Funktionsgraphen durch Anklicken mit der Maus (oder den Tasten F2-F8) erklingen verschiedene Töne. Ein dumpfer Ton zeigt an, daß keine Funktion angewählt bzw. eine Funktion abgewählt wurde. Ein etwas hellerer Ton zeigt hingegen an, daß eine Funktion angewählt wurde (Ausprobieren!). Dieses Signal ist ziemlich hilfreich, da man so eine akustische Quittierung der Funktionswahl erhält, ohne in der Statuszeile nachschauen zu müssen, in der der Text einer angewählten Funktion angezeigt wird.
2. Beim Einblenden des Fadenkreuzes, dem Aktivieren des variablen Zooms, dem Zoomen oder Verschieben der Grafik, dem Aufrufen von *Info über Function to Vector*, dem Abbrechen der Grafikausgabe sowie bei einer Fehlermeldung erklingen weitere verschiedene Töne.

-eingeschaltet



Beide Arten von Tönen sind eingeschaltet (Voreinstellung).

-nur bei Funktionswahl



Hier sind nur die Töne, die die Funktionsanwahl anzeigen, eingeschaltet.

-deaktiviert



Alle akustischen Signale sind abgeschaltet.

## 2.4. Die numerischen Berechnungsfunktionen - Calc

Die Berechnungsfunktionen, die Sie im Menü *Calc* finden, erlauben die näherungsweise numerische Berechnung von Funktionswerten, Differentialen, Grenzwerten, Integralen und Nullstellen der aktuell angewählten Funktionsgleichung. Ist keine Funktion angewählt, so sind diese Berechnungsfunktionen nicht verfügbar. Weiterhin arbeiten diese numerischen Rechnungen betreffend Genauigkeit und Definitionsbereich unabhängig und unbeeinflusst von der grafischen Ausgabe und deren Anzeigeparameter wie Achseneinteilung, Auflösung, Fenstergröße, usw., sondern sie hängen nur von der Funktionsgleichung selbst ab. Diese Berechnungsfunktionen basieren auf Dialogen, in denen in einem Eingabefeld die zu berechnende Stelle eingegeben wird. Die Berechnung wird jeweils sofort ausgeführt. Liegt keine Eingabe einer Stelle vor, so erscheint der Text '- standby -'.



### -Funktionswert

Ein Dialog öffnet sich, in dem ein beliebiger Wert eingegeben werden kann, zu dem dann der zugehörige Funktionswert berechnet und angezeigt wird. Ist die Funktion an der angegebenen Stelle nicht definiert, so erscheint der Text '- Fktn. nicht def. -'. Diese Programmfunktion kann mit STRG+W aufgerufen werden.



### -Steigung

Es erscheint ein Dialog, in dem die Steigung an einer beliebigen Stelle berechnet werden kann. Ist die Funktion an der betrachteten Stelle nicht differenzierbar, so wird der Text '-

Fktn. nicht diff. -' ausgegeben. Im Dialog ist ein Knopf 'Tangente' enthalten.



Ist eine differenzierbare Stelle angegeben worden, so kann dieser Knopf gedrückt werden. Es wird dann eine Tangente an der angegebenen Stelle an die Funktion gelegt und das erfolgreiche Ausführen dieser Funktion mit dem Text 'Die Tangentenfunktion wurde generiert' in der Statuszeile angezeigt. Falls aus Platzgründen keine Funktion mehr hinzugefügt werden konnte, erscheint die Meldung 'Alle Funktions-Eingabefelder sind belegt'. Alternativ kann dieser Dialog auch mit STRG+D gestartet werden.



### -Grenzwert

In diesem Dialog wird neben dem Funktionswert an der angegebenen Stelle der rechts- und linksseitige Grenzwert berechnet und das Funktionsverhalten an dieser Stelle durch einen kurzen Text charakterisiert. Existiert ein Grenzwert nicht, so wird der Text '-Grenzw. ex. nicht -' ausgegeben. Das Programm erkennt folgende Grenzcharakteristiken von Funktionen: 'Pol ohne Vorzeichenwechsel', 'Pol mit Vorzeichenwechsel', 'Stelle am Definitionsrand', 'Bereich nicht definiert', 'stetig', 'hebbare Unstetigkeitsstelle / Singularität' und 'Sprungstelle'.



### -Integral

In diesem Dialog wird nach Eingabe eines Intervalles das Integral der Funktion numerisch berechnet. Im Ausgabefeld wird dann der orientierte Wert oben und der absolute Wert des Integrals unten ausgegeben. Das Intervall wird zur Berechnung nach Bedarf in mindestens 100, maximal aber 400 Abschnitte eingeteilt. Diese Programmfunktion kann über STRG+I

erreicht werden.



*-Nullstelle*

Hier wird eine Nullstelle näherungsweise nach dem Newton-Verfahren berechnet. Das Programm braucht dazu eine Ausgangsnäherung, die möglichst nahe an der gesuchten Nullstelle liegen sollte und auch dazu dient, bei Funktionen mit mehreren Nullstellen, die gewünschte anzugeben. Falls der Algorithmus nicht in der Lage ist, eine Nullstelle zu finden, wird '- ? -' ausgegeben. Diese Programmfunktion kann auch mit STRG+N aufgerufen werden.

## 2.5. Die Hilfe

Im Menü *Hilfe* können Sie das Hilfe-System von 'Function to Vector' sowie die Programminformation aufrufen.

Sollten Sie mit dem Umgang des Hilfe-Systems nicht vertraut sein, so starten Sie bitte mit *Hilfe benutzen* die selbsterklärende Hilfe mit dem Thema 'Grundlagen zum Benutzen der Hilfe'.

Das Hilfe-System von 'Function to Vector' ist nichts Anderes als die Online-Version der Bedienungsanleitung. Beide sind vom Inhalt praktisch identisch.

Die Hilfe-Buttons, die in den verschiedenen Dialogen enthalten sind, starten bei Betätigung diese Online-Bedienungsanleitung und schlagen dabei die den jeweiligen Dialog betreffende Seite auf.



*-Titelseite*

Ruft das Hilfe-System von 'Function to Vector' mit seiner Titelseite auf.

*-Index*

Startet das Hilfe-System von 'Function to Vector' mit dem Inhaltsverzeichnis. Diese Funktion kann auch mit F1 betätigt werden.

*-Tastatur*

Das Hilfe-System schlägt den Anhang D 'Tastatur- und Mausbelegung' auf.

*-Hilfe benutzen*

Diese Funktion startet die Windows Hilfe mit dem Thema 'Grundlagen zum Benutzen der Hilfe'.



*-Info über Function to Vector*

Das Titelbild erscheint in einem Fenster, das neben dem Copyright-Vermerk Informationen über die Versionsnummer von 'Function to Vector' enthält.

## **Anhang**

Der Anhang enthält u.a. eine Übersicht aller mathematischen Funktionen und Programmfunktionen.

## A **Tips und Hinweise**

### Darstellung periodischer Funktionen

Mit einem kleinen Trick gelingt es, verschiedenartige periodische Funktionen darzustellen. Dazu bedient man sich der Hilfe des Föppl-Symboles (siehe Abschnitt 2.2.2 'Die Funktionen und Konstanten des Funktionscompilers'). Die folgenden Beispiele sollen als Anregung dienen und können leicht für eine spezielle Anwendung abgewandelt werden.

Beispiele:

Rechteckschwingung mit der Periode  $2\pi$ :

$$y = \langle \sin x \rangle^0$$

Strom durch eine an einer sinusförmigen Wechselspannung liegenden idealen Diode:

$$y = \langle \sin x \rangle$$

### Wiedergabe von Schwingungsvorgängen mittels einer Scharsequenz

Schwingungsvorgänge können mit Hilfe einer Scharsequenz, die auf Continuous-Play Betrieb geschaltet ist, visualisiert werden. Da die Einzelbilder dabei aber äquivalent zu einer Dreiecksförmigen Schwingung durchgefahen werden, ist es bei harmonischen Schwingungen vorteilhaft, den zeitabhängigen Parameter  $k$  mit einer geeigneten trigonometrischen Funktion so zu skalieren, daß die Schwingung auch harmonisch wiedergegeben wird.

Beispiel:

Stehende Welle:  $\cos(k) \cdot \sin(x)$ ,  $k=0..pi$       anstatt  $k \cdot \sin(x)$

## B **Übersicht aller Programmfunktionen**

### Datei

Neu	Neues Dokument anlegen
Öffnen...	Datei öffnen
Speichern	Datei speichern
Speichern unter...	Datei unter neuem Namen speichern
Schließen	Datei schließen
Grafikexport...	Grafik als Windows-Metafile exportieren
Drucken...	Grafik ausdrucken
Beenden	Function to Vector für Windows beenden

### Funktionen

Eingabe...	Funktionen eingeben
Scharparameter...	Laufbereich des Scharparameters festlegen
Löschen	Funktion löschen
Scharsequenz...	Funktionsschar als Filmsequenz abspielen
Linienart...	Linienart wählen
Kennzeichnungen...	Kennzeichnungen wählen
Punktendarstellung...	Punktendarstellung wählen
Farbe Gesamt...	Farbe des Graphen und seiner Kennzeichnungspunkte wählen
Funktionsgraph...	Farbe des Graphen wählen
Kennzeichnungen...	Farbe der Kennzeichnungspunkte wählen

### Koordinatensystem

Achseneinteilung...	Achseneinteilung wählen
Achsenkalierung...	Achsenkalierung wählen
Größe der Grafik...	Größe der Grafik festlegen
Einteilungsdarstellung...	Einteilungsdarstellung wählen
Pfeildarstellung...	Pfeildarstellung wählen
Farbe Gesamt...	Farbe des gesamten Koordinatenkreuzes wählen
Koordinatenachsen...	Farbe der Koordinatenachsen wählen
Punktraster...	Farbe der Punktrasterung wählen
Beschriftung...	Farbe der Koordinatenachsenbeschriftung wählen
Schriftart...	Schriftart der Koordinatenachsenbeschriftung wählen

### Calc

Funktionswert...	Funktionswert an einer Stelle berechnen
Steigung...	Steigung an einer Stelle berechnen
Grenzwert...	Grenzwert an einer Stelle berechnen
Integral...	Bestimmtes Integral berechnen
Nullstelle...	Nullstelle berechnen

### Anzeige

Zoom	In	Zoom In / Bildausschnitt vergrößern
	Out	Zoom Out / Bildausschnitt verkleinern
Verschieben	Rechts	Bildausschnitt nach rechts verschieben
	Links	Bildausschnitt nach links verschieben
	Oben	Bildausschnitt nach oben verschieben
	Unten	Bildausschnitt nach unten verschieben
Zurücksetzen		Bildausschnitt zurücksetzen
Zeichenmodus...		Zeichenmodus wählen
Sound...		Soundoptionen wählen

### Hilfe

[Titelseite](#)

[Index](#)

[Tastatur  
aufrufen](#)

[Hilfe benutzen  
aufrufen](#)

[Info über Function to Vector...](#)

[Hilfe für Function to Vector mit Titelseite aufrufen](#)

[Hilfe für Function to Vector mit Inhaltsverzeichnis aufrufen](#)

[Hilfe für Function to Vector mit Übersicht der Tastaturbelegung](#)

[Windows Hilfe mit Grundlagen zum Benutzen der Hilfe](#)

[Informationen über Function to Vector anzeigen](#)

## C Übersicht über die Funktionen des Funktionscompilers

Variable:  $x$

Parameter:  $k$

Operationen:  $+$ ,  $-$ ,  $*$ ,  $/$

Exponential- und Logarithmusfunktionen:

$\wedge$	Potenzfunktion
$\exp x$ $e^x$	Exponentialfunktion
$\text{sqr } x$ $x^2$	Quadratfunktion
$\text{sqrt } x$ $\sqrt{x}$	Wurzelfunktion
$\ln x$	natürlicher Logarithmus (Basis $e$ )
$\lg x$	dekadischer Logarithmus (Basis 10)
$\log_r x$	Logarithmus zur Basis $r$ , ( $r > 0$ )

Trigonometrische Funktionen:

$\sin x$	Sinus
$\cos x$	Cosinus
$\tan x$	Tangens
$\cot x$	Cotangens

Inverse trigonometrische Funktionen -

Arcus Funktionen:

$\arcsin x$	Arcussinus
$\arccos x$	Arcuscosinus
$\arctan x$	Arcustangens
$\text{arccot } x$	Arcuscotangens

Hyperbelfunktionen:

$\sinh x$	Sinus hyperbolicus
$\cosh x$	Cosinus hyperbolicus
$\tanh x$	Tangens hyperbolicus
$\coth x$	Cotangens hyperbolicus

Inverse Hyperbelfunktionen -

Areafunktionen:

$\text{arsinh } x$	Area-Sinus hyperbolicus
$\text{arcosh } x$	Area-Cosinus hyperbolicus
$\text{artanh } x$	Area-Tangens hyperbolicus
$\text{arcoth } x$	Area-Cotangens hyperbolicus

Alle trigonometrischen und Areafunktionen arbeiten im Bogenmaß.

Weitere Funktionen:

$\text{abs } x$	Absolutfunktion, Betrag
$\text{sgn } x$	Signumfunktion
$\text{si } x$	si-Funktion

Konstanten:

$e$	Euler-Zahl $e=2.71828182845905$
$\pi$	Kreiszahl $\pi=3.14159265358979$

Weitere Konstanten:

$^\circ$	Umrechnungskonstante vom Grad- in das Bogenmaß
$\%$	Prozent

Klammersymbole:  $()$ ,  $[]$ ,  $\{\}$

Föppl-Symbol:  $\langle \rangle$  Das Klammer-Symbol nach Föppl (1854-1924)

## D **Tastatur- und Mausbelegung**

<u>Programmfunktion</u>	<u>Tastatur / Maus</u>
Eingabe	RETURN
Löschen	ENTF
Zoom In / Zoom Out	BILD AUF / BILD AB
Verschieben Rechts/Links	CURSOR RECHTS/LINKS
Verschieben Oben/Unten	CURSOR AUF/AB
Zurücksetzen	BACKSPACE
Hilfe Index	F1
Anwahl der ersten Funktion	F2
Anwahl der vorherigen Funktion	F3
Anwahl der nächsten Funktion	F4
Anwahl der ersten Funktion einer Schar	F5
Anwahl der vorherigen Funktion einer Schar	F6
Anwahl der nächsten Funktion einer Schar	F7
Funktion abwählen	F8
Linienart	STRG+L
Kennzeichnungen	STRG+K
Punktendarstellung	STRG+P
Farbe des Funktionsgraphen	STRG+F
Achseneinteilung	STRG+A
Größe der Grafik	STRG+G
Funktionswert	STRG+W
Steigung	STRG+D
Integral	STRG+I
Nullstelle	STRG+N
Programm beenden	ALT+F4
Funktion auswählen	linke Maustaste
Popup-Menü für ausgewähltes Objekt	rechte Maustaste
Positionsangabe mit Fadenkreuz einblenden	mittlere Maustaste gedrückt halten
Variabler Zoom	linke Maustaste gedrückt halten, Rahmen aufziehen, Maustaste loslassen, Abbruch mit rechter Maustaste

