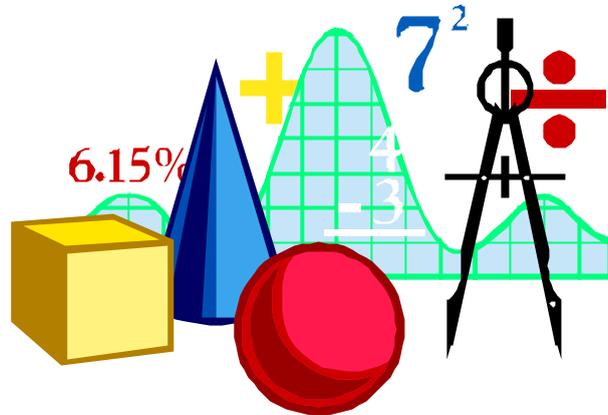


# Mathcad 8



Grundsätzliches und Editieren	1
Bearbeiten des Grafikbereiches (x/y)	2
Kreisdiagramme / 3-D-Diagramme / Animationen	3
Eingabeformen / Operatoren / Tastenkombinationen	4
Einstellungen / Formate	5
Benutzerdefinierte Funktionen, Einheiten	6
Standardfunktionen, Vektoren und Matrizen	7
Gleichungen und Gleichungssysteme	8
Wahrscheinlichk. / Statistik/ Interpolation / Regression	9
Differentialglg. und Transformationen / Dateitransfers	10
Symbol. Berechnungen (Symbolik-Menü)	11
Aktive symbol. Berechnung / Schlüsselwörter	12/13
Programmierung	14



## Grundsätzliches und Editieren

The screenshot shows the Mathcad Professional interface. The main window contains three regions: a text region with the title 'Darstellung der Sinusfunktion', a calculation region with the input  $x := 0, 0.1.. 2 \cdot \pi$  and the function definition  $y(x) := \sin(x)$ , and a plot region showing a sine wave. A 'Rechnen' (Calculate) palette is open on the right, listing various mathematical symbols and functions.

Labels in the image point to the following regions:

- Textregion:** 'Darstellung der Sinusfunktion'
- Rechenregion:**  $x := 0, 0.1.. 2 \cdot \pi$  and  $y(x) := \sin(x)$
- Grafikregion:** The plot of the sine wave.

The 'Rechnen' palette includes categories such as:

- Arithmetik / Auswertung
- Diagramm / Matrix
- Diff / Int / Programmierung
- Griech.Symb / Symbol.

**Textregion:** mit Anführungszeichen (²-Taste) beginnen und mit STRG-SHIFT-ENTER, Pfeiltasten oder Mauscursor beenden. In die Textregion kann auch ein „Rechenbereich“ hineinkopiert werden. (→ **Einfügen / Rechenbereich**). Der eingefügte Rechenbereich wird als Kommentar betrachtet, wenn **↵-rechts / Auswertung deaktivieren** eingestellt wird.

- **Hilfsmittel zum Editieren im Rechenbereich**

- + Fadenkreuz Einfügekpunkt für nächste Operation (↵, Cursortasten)
- └ Einfügemarke Einfügen/Markieren einzelner Zeichen/Variablen (↵, Cursortasten)
- ┌

Steuerung der zweidimensionalen Einfügemarken:

→, ←	Verschieben der Einfügemarke
[Leertaste]	Vergrößerung des Auswahlbereiches <i>Schritt für Schritt</i>
Shift + ← / →	Markieren von Bereichen (oder mit ↵)
„Einfüg“	Senkrechten Strich der Einfügemarke nach vorne / hinten verschieben.

**↵-rechts:** ermöglicht Deaktivierung eines einzelnen Ausdrucks bzw. das farbliche Hervorheben über die „Eigenschaften“

**ACHTUNG:** Bei Eingabe eines LEERZEICHENS wird der Rechenbereich in Textbereich umgewandelt!!

- **Arbeit mit Bereichen** [zusätzlich zu den in Windows üblichen Methoden (*Arbeit mit der Zwischenablage* ; **STRG-C** = Kopieren; **STRG-V** = Einfügen ; **STRG-X** = Löschen)]

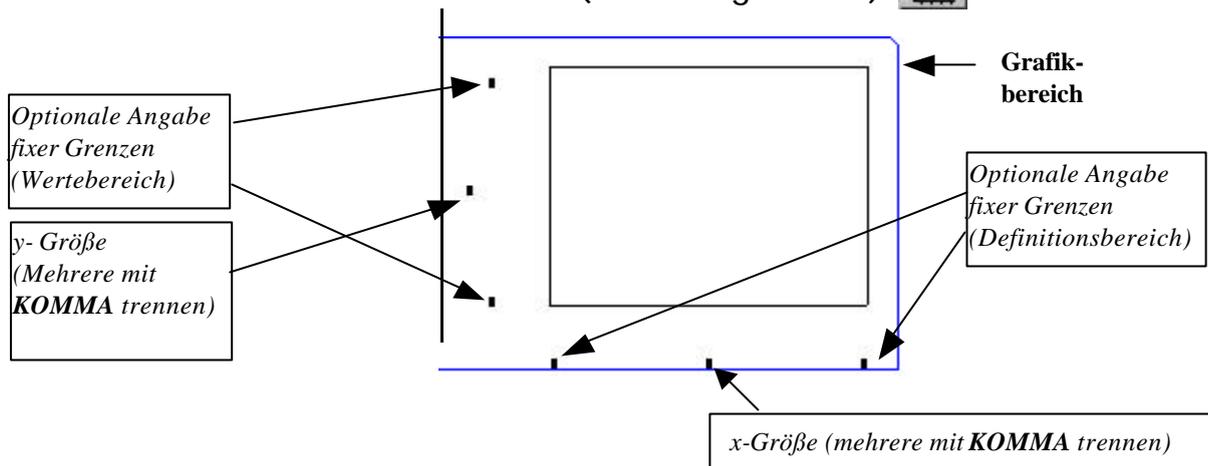
**Verschieben :** Bereiche mit ↵-links auswählen, an den Rand fahren (bis **Hand** erscheint)

**Löschen :** Bereiche mit ↵-links auswählen, dann: ↵-rechts : Ausschneiden

**DRAG and PLOT:** Rechen-Bereich markieren – **STRG** + ↵ drücken – an neuer Stelle ablegen

- **Regionen:** Definition über **Einfügen / Region**. Regionen können **gesperrt**, **ausgeblendet** und mit einem Codewort versehen werden.

## Bearbeiten des Grafikbereiches (X-Y-Diagramme)



**ACHTUNG:** VOR dem Diagramm muß eine Bereichsvariable definiert werden, welche die Argumente („x-Werte“) festlegt:

z.B:  $x := 0, 0.01 \dots 2 \times p$        $x$  durchläuft den Bereich von 0-2p, Schrittweite 0.01  
 $a := -2, -1.95 \dots 2$        $a$  durchläuft Bereich von -2 bis +2, Schrittweite 0.05  
 $n := 0 \dots 10$        $n$  durchläuft Bereich von 0 bis 10, Schrittweite 1

Wird keine Bereichsvariable definiert, wird ein **Quick-Plot** gezeichnet, d.h. das Argument wird *automatisch* auf den Bereich -10 bis 10 festgelegt.

### Nachbearbeiten eines Diagramms über -RECHTS

**Formatieren ...** (erhält man auch durch -Doppelklick-links)

**SPUREN:** Type und Darstellungsformen der einzelnen Funktionen

- \* **Linien**      Punkte mit Linien verbunden
- \* **Punkte**      Punkte für sich allein dargestellt
- \* **Fehl**      Fehlerbalken (muß 2 Spuren umfassen!!)
- \* **Blk**      Balkendiagramm (Balkenbreite hängt von  $\Delta x$  ab)
- \* **Treppe**      Treppenfunktion
- \* **Stem**      Nadeldiagramm (z.B. für abgetastete Signale, diskrete Werte,...)

Ferner können die Stärke, Farbe, Linienart, Punktsymbole sowie Ein- bzw. Ausblenden von Legenden und Achsenbeschriftung eingestellt werden.

**XY\_Achsen:** Ermöglicht u.a. getrennt für X- und Y-Achse:

- \* **Logarithmische Skalierung**
- \* **Darstellung von Gitterlinien**
- \* **Markierungen** (=bestimmte x-/y-Werte) anzeigen (maximal 2 je Achse)
- \* **Achsenformat:** Kasten / Kreuz / kein / Gleiche Skalierung von x- und y-Achse

**Beschriftungen** Beschriftung der Achsen sowie Eingabe eines Diagrammtitels.

**Standardwerte:** Speichern geänderter Vorgaben bzw. Rücksetzen auf die Standardwerte

**Koordinaten ablesen ...** Nachfahren entlang der Kurve; die X/Y-Werte können in die Zwischenablage kopiert werden. 

**Zoom...** Mittels Maus kann ein bestimmter Bereich gezoomt werden bzw. Rückkehr zum Original. 

**Auswertung deaktivieren** Die automatische Aktualisierung des Diagramms wird verhindert

**Eigenschaften...:** z.b. Farbliches Hervorheben der Grafik

## Kreisdiagramme

Werden im Prinzip gleich wie x-y-Diagramme behandelt. Sie werden dazu verwendet, um Funktionen in Polarform ( $r(\varphi) = \dots$ ) direkt darzustellen.

## 3-D-Diagramme

### Funktionen der Form $z = f(x,y)$ als Flächen im dreidimensionalen Raum



Es muß zuerst eine Gitternetzfläche berechnet werden, die Ergebnisse werden in einer Matrix gespeichert; die Matrix wird links unten im Diagrammfenster eingetragen. Wird eine äquidistante Teilung der  $x_i$  bzw.  $y_j$ -Werte gewünscht, kann man wie folgt vorgehen:

$$i := 0..N \quad j := 0..N \quad x_i := x_{\min} + \frac{i}{N} \cdot (x_{\max} - x_{\min})$$

$$y_j := y_{\min} + \frac{j}{N} \cdot (y_{\max} - y_{\min})$$

$$f(x, y) := \dots$$

$$A_{i,j} := f(x_i, y_j)$$

**A** wird in den Platzhalter des Diagramms eingetragen.

Die Nachbearbeitung erfolgt wie bei x-y-Diagrammen über die rechte Maustaste.

**HINWEIS:** Über **Einfügen / Diagramm / 3-D-Diagrammassistent** kommt man (wahrscheinlich) schneller zur gewünschten Diagrammform als über die Nachbearbeitung.

## Erstellen einer ANIMATION:

1) Mathcad verwendet eine vordefinierte Variable **FRAME** (*Bild*) zum Erstellen von Animationen. Damit ist gemeint, daß eine Bildfolge von einer bestimmten Variable abhängig gemacht werden kann.

z.B:  $R := 100 + \mathbf{FRAME} * 10$  // Frame wird als Art Laufvariable verwendet;  
anfangs ist FRAME immer 0.

### 2) ANSICHT / ANIMIEREN...

Zunächst wird angegeben, welche (ganzzahligen) Werte FRAME annehmen kann und wie schnell die fertige Animation ablaufen soll (FRAME/s)

Anschließend wird mit der Maus ein Rahmen um die darzustellende Grafik und eventuell darzustellende Variablenwerte (z.B.  $R =$  ) gezogen. Nun kann die Animation durchgeführt werden. (→ **Animieren**)

Der Ablauf der Animation kann über das Symbol  noch weiter gesteuert werden.

### 3) Abspeichern der Animation als **\_\_\_.AVI** - Datei (→ **Speichern unter...**)

Ermöglicht das Einbauen der Animation auf Knopfdruck in die Datei oder auch den Aufruf in Fremddokumenten.

(Der Komprimierungsgrad kann über die Optionen eingestellt werden)

### 4) Aufruf einer existierenden Animation erfolgt über **ANSICHT / WIEDERGEHEN**.

Es erscheint ein Fenster, das Öffnen einer AVI-Datei erfolgt über das Symbol 

### 5) Man kann aber auch eine Animation als **Objekt** in ein Mathcad-Dokument einbinden:

⇒ **PACKAGER.EXE** aufrufen (*steht im WIN95/WIN98-Verzeichnis*)

⇒ die **\_\_\_.AVI**- Datei über DATEI / IMPORTIEREN einbinden.

⇒ BEARBEITEN / PAKET kopieren

⇒ Einfügen des Objektes in Mathcad:BEARBEITEN / INHALTE einfügen / Paket Object

## Eingabeformen / Operatoren / Wichtige Tastenkombinationen

Thema	Beispiel	Menüpunkt / Symbol	Taste(n)
-------	----------	--------------------	----------

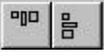
### INDIZES, Bereichsvariablen

Indizierte Größen	$i:=1..10$ $x_i$	Symbolleiste „Matrix“/„Arithm“ (INDEX) 	$x [i]$
Bereichsoperator	$i:=1 .. 100$	Symbolleiste „Matrix“ (BEREICHSVARIABLE) 	;
Niedrig schreiben	$x_{\text{Anfang}}$		$x \text{.Anfang}$

### ZUWEISEN/ AUSWERTEN

Zuweisungsoperator	$a:=5$ $f(x):=2+x$	Symbolleiste „Auswertung“ („Wert zuweisen“) 	:
Globale Zuweisung	$a \equiv 5$	Symbolleiste „Auswertung“ („Globale Zuweisung“) 	~
Gleichheitszeichen für Gleichungen	$2+x = 7$ $Z = R+j\omega L$	Symbolleiste „Auswertung“ („Boole'scher Operator gleich“) 	STRG *
Numerische Auswertung	$2+5 = 7$ ergebnis =	Symbolleiste „Auswertung“ („Ausdruck auswerten“) 	=
Symbolische Auswertung	$a+3 \cdot a \rightarrow 4 \cdot a$	Symbolleiste „Auswertung“ („Symbolisch auswerten“) 	STRG .
Auswertung symbolischer Schlüsselwörter		Symbolleiste „Auswerten“ („Ausw. symbol. Schlüsselwörter“) 	STRG Ý .

### DOKUMENT-Gestaltung

Zeilen zusammen schieben			STRG F10
Zeilen auseinander schieben			STRG F9
Bereiche ausrichten		Symbolleiste 	
Bereiche einsehen / trennen		Ⓜ Ansicht / Bereiche Ⓜ Format / Bereiche / Trennen	

### KOMPLEXE ZAHLEN

Eingabe komplexer Zahlen	$3+j$	Einstellung der imaginären Einheit: ⓂFormat / Ergebnis: $j$ oder $i$	$3+1j$ ohne Zwischenz.
--------------------------	-------	---	---------------------------

### Spez. Operationen

Potenzieren	$a^7$	Symbolleiste „Arithmetisch“	^
Quadratwurzel	$\sqrt{2}$	Symbolleiste „Arithmetisch“	\
Betrag	$ 2-3j $	Symbolleiste „Arithmetisch“	
Matrix (Vektor) einfügen		Symbolleiste „Matrix“ 	STRG M
Griechische Buchstaben	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	„Griechisch“ <b>ab</b>	Buchstabe+ STRG G <sup>1</sup>
Zeilenumbruch bei langen Summen	nicht mögl. bei Ⓜ Ausdrücken	An Stelle klicken, wo Umbruch gewünscht wird, rechten Formelrest blau unterlegen, „+“löschen, STRG-RETURN	

### Zahlenbasis

Eingabe	Standard: Dezimal, ansonsten Kürzel ( <b>b,o,h</b> ) nachstellen: zB: 111b (binär), 312o (oktal), 1Ah, 0FFh (hexadezimal)
Ausgabe	mit <b>Format / Ergebnis / Radix</b> einstellen

<sup>1</sup> p auch mit: STRG + Ý + P

## Einstellungen / Formate

<b>Symbolleisten</b>	<p><b>@Ansicht / Symbolleisten.</b>  <i>Standard, Formatierung</i> und <i>Rechnen</i> sollten immer aktiv sein.</p>														
<b>Zeichenformatierung</b>	<p>Kann getrennt für <b>Variablen, Konstanten</b> und <b>Texte</b> schnell über die Formatleiste <i>Formatierung</i> erfolgen.</p> <p>Weitergehende Möglichkeiten über die Menüpunkte  <b>@Formatierung / Gleichung...</b>  <b>@Format / Text</b> bzw. <i>Format / Formatvorlage</i> bzw. <i>Format / Absatz</i></p> <p>Die Zeichensätze Benutzer1,...,Benutzer7 können über Format/Gleichung an die eigenen Bedürfnisse angepasst und umbenannt werden.</p> <p><b>TIP:</b> Um die Lesbarkeit von Dokumenten zu erleichtern, sollten unterschiedliche Formate verwendet werden, zum Beispiel: Unterschiedliche Schriftart zwischen Text und Formeln, Vektoren (nach DIN-Norm klein/fett/kursiv), Matrizen (nach DIN-Norm groß/fett/kursiv),....</p>														
<b>Ergebnisformatierung</b>	<p><b>@Format / Ergebnis</b></p> <table border="0"> <tr> <td><i>Angezeigte Genauigkeit</i></td> <td>Anzahl der Nachkommastellen (intern:15)</td> </tr> <tr> <td><i>Radix</i></td> <td>Zahlenbasis für die Ergebnisse (Dez, Hex,...)</td> </tr> <tr> <td><i>Imaginärer Wert</i></td> <td>i oder j</td> </tr> <tr> <td><i>Exponentialschwelle</i></td> <td>Ab <math>10^n</math> erfolgt Ausgabe in Exponentialform</td> </tr> <tr> <td><i>Komplexe Schwelle</i></td> <td>Ab <math>10^n</math> erfolgt Darstellung rein imaginär/reell</td> </tr> <tr> <td><i>Null-Schwelle</i></td> <td>Ab <math>10^n</math> erfolgt Ausgabe als Null</td> </tr> <tr> <td><i>Matrix-Anzeigeformat</i></td> <td>Gr. Matrizen/Vektoren werden mit Rollbalken ausgegeben. „Matrix“ erzwingt eine Matrix.</td> </tr> </table>	<i>Angezeigte Genauigkeit</i>	Anzahl der Nachkommastellen (intern:15)	<i>Radix</i>	Zahlenbasis für die Ergebnisse (Dez, Hex,...)	<i>Imaginärer Wert</i>	i oder j	<i>Exponentialschwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Ausgabe in Exponentialform	<i>Komplexe Schwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Darstellung rein imaginär/reell	<i>Null-Schwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Ausgabe als Null	<i>Matrix-Anzeigeformat</i>	Gr. Matrizen/Vektoren werden mit Rollbalken ausgegeben. „Matrix“ erzwingt eine Matrix.
<i>Angezeigte Genauigkeit</i>	Anzahl der Nachkommastellen (intern:15)														
<i>Radix</i>	Zahlenbasis für die Ergebnisse (Dez, Hex,...)														
<i>Imaginärer Wert</i>	i oder j														
<i>Exponentialschwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Ausgabe in Exponentialform														
<i>Komplexe Schwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Darstellung rein imaginär/reell														
<i>Null-Schwelle</i>	Ab $10^n$ erfolgt Ausgabe als Null														
<i>Matrix-Anzeigeformat</i>	Gr. Matrizen/Vektoren werden mit Rollbalken ausgegeben. „Matrix“ erzwingt eine Matrix.														
<b>Berechnungsmodi</b>	<p><b>@Rechnen / Automatische Berechnung (Voreinstellung):</b> Automatische Berechnung nach jeder Änderung im Dokument. Nach dem Ausschalten erfolgt Neuberechnung mit <b>Rechnen / Berechnen (F9)</b></p> <p><b>@Rechnen / Arbeitsblatt berechnen:</b> Neuberechnung des gesamten Dokumentes; wichtig z.B. bei Simulationen.</p> <p><b>@Rechnen / Optimierung:</b> Zwingt auch bei numerischen Berechnungen zu einer vorhergehenden symbolischen Vereinfachung</p>														
<b>Vordefinierte Konstanten</b>	Zahl <b>p</b> (=STRG ↑ P), Zahl <b>e</b> , <b>¥</b> (auch STRG ↑ Z), <b>%</b> = 0.01														
<b>Vordefinierte Variablen</b>	<p><b>@Rechnen / Optionen / Vordefinierte Variablen</b></p> <p><b>TOL</b> = <math>10^{-3}</math> (Toleranz für numerische Berechnungen: Integral, Glg,...)</p> <p><b>ORIGIN</b> = 0 (Feldanfang = Index des 1. Feldelementes; Alle Matrizen und Vektoren werden standardmäßig von 0 weg indiziert; soll bei 1 begonnen werden: <b>ORIGIN=1</b> setzen! )</p>														
<b>Seitenlayout</b>	<p><b>@Format / Kopf- /Fußzeile</b> Gestaltung der Kopf- und Fußzeile</p> <p><b>@Datei / Seite einrichten / Breite einer Seite drucken:</b> Bei Aktivierung erfolgt KEIN Druck über den rechten Rand der Seite hinaus</p>														
<b>Eigene Fomatvorlagen</b>	Empfehlung: Öffnen der Vorlagendatei NORMAL.MCT, Änderungen definieren und mit <b>Speichern/unter</b> mit neuem Namen speichern (*.MCT)														
<b>Internetanbindung</b>	<p><b>@Ansicht / Einstellungen / Internet:</b> E-Mail-Adresse eintragen</p> <p><b>@Datei / Senden...</b> E-Mail mit angehängtem Mathcad-File</p> <p> <b>Informationszentrum:</b> Zugang zur WWW-Foren und -Bibliotheken</p>														

## BENUTZERDEFINIERTER FUNKTIONEN

Allgemeine Definition: **Funktionsname(Var1, Var2, ...)** := *definierender Ausdruck*  
 globale Definition mit  Symbol.

Beispiele:  $\omega(f) := 2 \cdot \pi \cdot f$  *Funktion mit einem Argument*  
 $\text{dist}(x, y) := \sqrt{x^2 + y^2}$  *Funktion mit 2 Argumenten*

$T := 0, 10.. 30$        $l_0 := 50$        $\alpha := 0.0012$

$l(T) := l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$        $l(T) =$

50.00
50.60
51.20
51.80

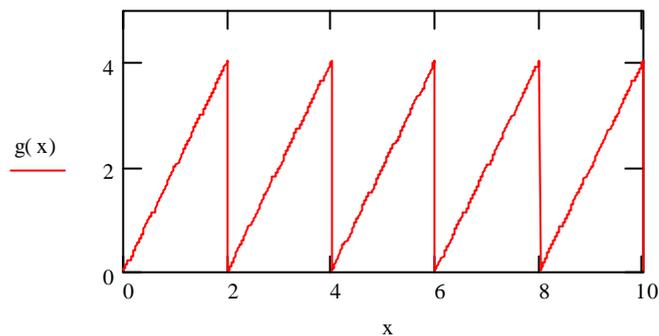
*Das Beispiel zeigt, dass auch Vektoren oder Matrizen Argumente benutzerdefinierter Funktionen sein können.*

$f(x) := 2 \cdot x$       periode := 2

$g(x) := \text{wenn}(x < \text{periode}, f(x), g(x - \text{periode}))$

$x := 0, 0.01.. 10$

*Beispiel für eine rekursive Definition einer periodischen Funktion*



$f(x) := 2 \cdot x + 1$

$g(x) := x - 3$

$\text{abstand}(x, f, g) := |f(x) - g(x)|$

$\text{abstand}(x, f, g) \rightarrow |(x + 4)|$

$\text{abstand}(1, f, g) = 5$

*Das nebenstehende Beispiel zeigt, wie Funktionen als Parameter anderer Funktionen verwendet werden können.*

*Symbolische Berechnung  
 Numerische Berechnung*

### Rechnen mit Einheiten:

Einheiten werden wie bei Multiplikation mit vordefinierten Variablen verwendet.

z.B: Masse := 75\***kg**    v := 100\* $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  (\* kann hier auch weggelassen werden)

Einheiten einfügen/ ändern      → **STRG U** oder Symbolleiste 

Einheitensystem ändern: → **Rechnen/ Optionen/ Einheitensystem**

**STANDARD FUNKTIONEN** (x bezieht sich auf reelle Größen, z auch auf mögliche komplexe Werte)

Trigonometrische Funktionen	<b>sin(z), cos(z), tan(z)</b> ; ( <i>Argument in Radian</i> ; <i>in Grad</i> ,z.B.: <b>sin(45*Grad)</b> ) <b>asin(z), acos(z), atan(z)</b> : <i>Ergebnis in Radian</i> <i>in Grad: durch Grad teilen oder beim Platzhalter deg eingeben</i> <b>winkel(x,y)</b> : <i>Winkel (in rad) zur positiven x-Achse [0-2p]</i>
Hyperbolische Funktionen	<b>sinh(z), cosh(z), tanh(z), arsinh(z), arcosh(z), artanh(z)</b>
Exponential- /Logarithmusfkt.	<b>exp(z) oder e<sup>z</sup> ; ln(z) , log(z)</b>
Sonderfunktionen	<i>Besselfunktionen und modifizierte Besselfunktionen</i> z.B. J0(z), J1(z), Y0(z), Y1(z), I0(z), I1(z), K0(z), K1(z), Γ(z) ( <i>Eulersche Gammafunktion</i> )
Komplexe Zahlen	<b>Re(z) , Im(z) ,  z , arg(z)</b> ( <i>der Winkel im Bereich -p bis p</i> )
Rundungsfunktionen	<b>floor(x)</b> <i>Größte ganze Zahl ⌊x</i> <b>ceil(x)</b> <i>Kleinste ganze Zahl ⌈x</i> <b>round(x,n)</b> <i>Rundet x auf n Dezimalstellen</i> <b>trunc(x)</b> <i>Ganzzahliger Anteil von x („truncated“)</i>
Zahlentheorie / Kombinatorik	<b>mod(x,y)</b> <i>Rest bei Division von x durch y</i> <b>gcd(A)</b> <i>ggT von Vektorzahlen (oder Matrix) A</i> <b>lcm(A)</b> <i>kgV von Vektorzahlen (oder Matrix A)</i> <b>n!</b> <i>Fakultät von n</i> <b>combin(n,k)</b> <i>n über k (Kombination)</i>
Bedingung ( <i>wenn</i> )	<b>wenn(bedingung,true,false)</b> Beispiel: <b>sgn(x):=wenn(x&gt;0, +1, wenn(x&lt;0,-1,0))</b> <b>und-Verknüpfung von Bedingungen:</b> (x<1) <b>*(x&gt;0)</b> <b>oder-Verknüpfung von Bedingungen:</b> (x>1) <b>+(x&lt;0)</b>
Sprungfunktion / Impulse	<b>F(x)</b> [ := wenn(x<0,0,1) ] <i>Heavesidefunktion</i> Anwendung: <b>impuls(x,w):= F(x) - F(x-w)</b> <b>chi(a,x,b):= F(x-a) - F(x-b)</b> <b>sign(x)</b> 0 für x=0; 1 für x>0 ; -1 für x<0 ( <i>Vorzeichenfkt</i> )
Differential-/Integralrechnung Limes / Summen / Produkte	<b>Ⓜ Symbolfeld</b> „ <i>Differential- und Integraloperatoren</i> “

**VEKTOREN UND MATRIZEN** (→ Symbolleiste „Vektor- und Matrizenoperationen“)

Eingabe von Vektoren / Matrizen 	1) → <b>Symbolleiste</b> oder <b>STRG M</b> (maximal 10x10) 2) Def. über Formeln, z.B.: <b>i := 0..9    xi = 2*xi</b> 3) Über einzelne Elemente, z.B. <b>A<sub>2,2</sub>=2    A=</b> Indizierung beginnt bei 0 außer man setzt <b>ORIGIN=1</b>
Vektoroperationen	<b> v </b> ... Betrag des Vektors v <b>+ / - / * -</b> Tasten .... Add./ Subtr./ Mult./Skalarprodukt → Symbolleiste <b>M<sup>T</sup></b> Zeilenvektor durch Transponieren → Symbolleiste <b>ā v</b> Summe der Vektorelemente → Symbolleiste <b>x̄ x ȳ</b> Vektorprodukt
Matrizenoperationen	<b> M </b> ... Determinante <b>+/-/* -</b> Tasten ..... Addition, Subtraktion, Multiplikation <b>M<sup>-1</sup></b> Inverse Matrix → Symbolleiste <b>M<sup>T</sup></b> Transponierte Matrix <b>M&lt;sup&gt;n&lt;/sup&gt;</b> ... n-te Spalte der Matrix A

Größe/ Umfang von Feldern	<b>rows(A)</b> Anzahl der Zeilen von A [dt: zeilen] <b>cols(A) ...</b> Anzahl der Spalten von A [dt: spalten] <b>length(v)</b> Anzahl der Elemente des Vektors v [länge] <b>last(v)</b> Index des letzten Elementes von v <b>max(A), min(A)</b> größtes / kleinstes Element von A
Zusammensetzung von Matrizen und Untermatrizen	<b>erweitern(A, B)</b> B an A anfügen (selbe Zeilenzahl!) <b>stapeln(A, B)</b> A und B übereinander (selbe Spaltenzahl!) <b>submatrix(A, z1, z2, sp1, sp2)</b> Submatrix von A Zeilen z1 bis z2 und Spalten sp1 bis sp2)
Sortieren von Feldern	<b>sort(v)</b> Vektor v aufsteigend sortieren auch: <b>spsort(A,n), zsort(A,n), umkehren(A), umkehren(v)</b>
Symbolische Berechnungen	1) Matrix markieren → <b>Symbolik / Matrix</b> 2) →-Operator + <b>Symbolik</b> -Symbolleiste

**GLEICHUNGEN / GLEICHUNGSSYSTEME**

Lösen einer einzelnen Gleichung	<u>symbolisch</u> : * Schlüsselwort <b>solve / auflösen</b> ® s.S. 10 / 11 *Variable anklicken, <b>® Symbolik / Variable / Auflösen</b>  <u>numerisch</u> : <b>z:= ...</b> (geschätzter 1.Suchwert) <b>root(f(z),z)</b> (Nullstelle der Funktion f(z)) [dt: <b>wurzel = root</b> ] (Genauigkeit wählen: <b>TOL:=...</b> )  <b>given – find – Lösungsblock</b> (siehe ↓) • <b>polyroots(v)</b> (dt.: polyroots = <b>nullstellen</b> ) Ermittelt <u>alle</u> Nullstellen eines Polynoms n-ten Grades mit den n+1 Koeffizienten des Vektors v (a <sub>0</sub> ... a <sub>n</sub> )
Lineare Gleichungssysteme	<u>numerisch</u> über die Matrizenrechnung: <b>X := A<sup>-1</sup>·b</b> <u>symbolisch</u> ebenfalls über die Matrizenrechnung oder mit <b>given – find</b> oder über das Schlüsselwort <b>auflösen</b>
Lösen eines allgemeinen Gleichungssystems mit „Lösungsblock“ <b>symbolisch</b> (keine Ungleichungen!)	Lösungsblock <b>given - find</b> (dt: <b>Vorgabe - Suchen</b> )  <b>given</b> <i>Angabe der Gleichung(en) [symbolisches = verwenden]</i> <b>find(Variablen) ® ...</b> z.B.: <b>find(x, y) ®</b>
Lösen eines allgemeinen Gleichungssystems <b>numerisch</b> mit „Lösungsblock“ (auch Ungleichungen möglich)	Lösungsblock <b>given - find</b> (dt: <b>Vorgabe – Suchen</b> )  <u>Zuerst Angabe von Schätzwerten</u> (z.B: <b>x:=2</b> <b>y:=1</b> )  <b>given</b> <i>Angabe der Gleichung(en) [Ungleichungen]</i> <b>find(Variablen) = ...</b> z.B.: <b>find(x, y) =</b>  Statt <b>find</b> bzw. <b>Suchen</b> können im Lösungsblock verwendet werden:  <b>minfehl(Variablen)</b> – Lösungswerte, die den Bedingungen „am besten“ entsprechen (ERR enthält die Größe des Fehlervektors)  <b>maximieren(f, Variablen), minimieren(f, Variablen)</b> <i>liefern jene Werte, für welche die Zielfunktion f maximal bzw. minimal wird.</i>

## WAHRSCHEINLICHKEIT / STATISTIK

<b>dbinom</b> (x,n,p)   <b>pbinom</b> (x,n,p)	Wahrscheinlichkft. g(x)   Verteilungsfkt. G(x) Binomialvtlg.
<b>dpois</b> (x,μ)   <b>ppois</b> (x,μ)	Wahrscheinlichk.fkt.g(x)   Verteilungsfkt. G(x) Poissonvtlg
<b>dnorm</b> (x,μ,σ)   <b>pnorm</b> (x,μ,σ)	Dichtefkt g(x)   Verteilungsfkt G(x) der Normalverteilung
<b>knorm</b> (u)	G(u) der standardisierten Normalverteilung = pnorm(u,0,1)
<b>dt</b> (x,f)   <b>pt</b> (x,f)	g(x) / G(x) der t-Verteilung mit f Freiheitsgraden
<b>dchisq</b> (x,f)   <b>pchisq</b> (x,f)	g(x) / G(x) der $\chi^2$ -Verteilung mit f Freiheitsgraden
<b>dF</b> (x,f1,f2)   <b>pF</b> (x,f1,f2)	g(x) / G(x) der F-Verteilung mit Freiheitsgraden f1,f2
<b>dlnorm</b> (x,μ,σ)   <b>plnorm</b> (x,μ,σ)	g(x) / G(x) der logarithmischen Normalverteilung
<b>qbinom</b> (G(x),n,p) <b>qpois</b> (G(x),μ) <b>qnorm</b> (G(x),μ,σ) <b>qt</b> (G(t),f) <b>qchisq</b> (G( $\chi^2$ ),f) <b>qF</b> (G(F),f1,f2) <b>qlnorm</b> (G(x),μ,σ)	Inverse Verteilungen: Liefern den x (t, $\chi^2$ , F) - Wert zu dem gegebenen Wert G(x) [bzw. G(t),G( $\chi^2$ ), G(F)] mit den entsprechenden Parametern.
<b>runif</b> (n,a,b) <b>rnd</b> (x) <b>rbinom</b> (n,n,p), <b>rpois</b> (n,μ), <b>rnorm</b> (n,μ,σ), <b>rlnorm</b> (n,μ,σ), <b>rchisq</b> (n,f), <b>rt</b> (n,f), <b>rF</b> (n,f1,f2)	n in [a,b] gleichverteilte Zufallszahlen eine in [0,x] gleichverteilte Zufallszahl (= runif(1,0,x)) n gemäß Biomial-, Poisson-, Normal-, log.Normal-, $\chi^2$ -, t- bzw. F-Verteilung verteilte Zufallszahlen
<b>hist</b> ( <i>intervallvektor x, daten A</i> )  <i>x ist aufsteigend sortiert !</i>	liefert Vektor mit absoluten Häufigkeiten der Datenmatrix A in den entsprechenden Intervallabschnitten ( $x_i \leq \text{Wert} < x_{i+1}$ ) $\Rightarrow$ <i>Histogramme</i> . <b>Beachte:</b> Die Dimension des resultierenden Histogrammvektors ist um 1 kleiner als die Dimension des Intervallvektors x.
<b>mean</b> (A) [dt: <i>mittelwert</i> ], <b>median</b> (A), <b>Var</b> (A), <b>Stdev</b> (A)	Mittelwert, Median, Varianz und Standardabweichung der Datenfelder (Vektoren, Matrizen) A. „ <b>Var</b> “ / „ <b>Stdev</b> “ mit (n-1) Gewichtung, „ <b>var</b> “ / „ <b>stddev</b> “ mit n-Gewichtung.

## INTERPOLATIONS- und Vorhersagefunktionen / Regression

<b>linterp</b> (vx,vy,x)	Lineare Interpolation zwischen den Punkten (vx,vy <sub>i</sub> ) an der Stelle x. (vx und vy sind also Vektoren)
<b>lspline</b> (vx,vy), <b>pspline</b> (vx,vy) oder <b>kspline</b> (vx,vy) in Zusammenarbeit mit <b>interp</b> (vs,vx,vy,x)	Kubische Splineinterpolation durch die Punkte (vx, vy <sub>i</sub> ) lspline: Annäherung an Gerade an den Endpunkten pspline: Annäherung an Parabel an den Endpunkten kspline: Annäherung an kubische Parabel an den Endpunkten Die Funktionen bestimmt Koeffizienten der 2.Ableitungen z.B. $vs := \text{lspline}(vx, vy)$ $y := \text{interp}(vs, vx, vy, x)$ (Hinweis: Spline-Interpolation ist auch zweidimensional möglich)
<b>prognose</b> (v,m,n)	Liefert n „Vorhersagewerte“ gemäß einem linearen Vorhersage-Algorithmus aus m äquidistanten Werten aus dem Datenvektor v
<i>Lineare Regression</i> <b>slope</b> (vx,vy) <b>intercept</b> (vx,vy) <b>korr</b> (vx,vy) <b>stdfehl</b> (vx,vy)	$y = \text{slope}(vx,vy)x + \text{intercept}(vx,vy)$ liefert die lineare Ausgleichsfunktion zu den Datenpunkten (vx <sub>i</sub> , vy <sub>i</sub> ); <i>korr</i> liefert den Korrelationskoeffizienten, <i>stdfehl</i> den Standardfehler bei der linearen Regression. <i>slope</i> = <b>neigung</b> ; <i>intercept</i> = <b>achsenabschn</b>
<i>Polynomische Regression</i> <b>regress</b> (vx,vy,n) [bzw. <b>loess</b> (vx,vy,spanne)] + <b>interp</b> (vs,vx,vy,x)	Anpassung einer Polynomfunktion n-ter Ordnung an Datenvektoren vx, vy. <i>regress</i> liefert den Wert vs für die <i>interp</i> – Funktion. <i>loess</i> statt <i>regress</i> liefert ein Polynom 2.Grades, das auf Umgebungen der Länge spanne angepasst ist. Die Funktionen <i>regress</i> und <i>loess</i> gibt es auch für 3-dimens. Werte!
<i>Verallgemeinerte Regression</i> <b>linfit</b> (vx,vy,F) <b>genfit</b> (vx,vy,vg,F)	Anpassung beliebiger Funktionen an Datenvektoren vx, vy. ( <i>linfit</i> : Linearkombination beliebiger Funktionen, <i>genfit</i> im allgemeinen Fall). F enthält Vektor von Funktionen

**DIFFERENTIALGLEICHUNGEN / TRANSFORMATIONEN**

Lösung einer Differentialgleichung	1) Symbolisch über Integration (→ Formelheft) 2) Symbolisch über die entsprechenden Transformationen 3) Numerisch über iterative Funktionen [→ <b>rkfest(...)</b> ] für Differentialgleichungen 1. oder höherer Ordnung und Differentialgl.-Systeme
Laplace-Transformation	Symbolische Berechnung s. Seiten 11-13
Fourier-Transformation	Symbolische Berechnung s. Seiten 11-13
z-Transformation	Symbolische Berechnung s. Seiten 11-13
Diskrete Fourier-Transformation (= <i>Fast Fourier Transform FFT</i> )	<p><b>Reelle Daten mit 2<sup>m</sup> Datenpunkten</b></p> <p><b>fft(v)</b> <i>v</i> enthält 2<sup>m</sup> Elemente (= die in regelmäßigen Intervallen ermittelten Meßwerte im Zeitbereich Ergebnis ist ein Vektor mit den Koeffizienten <math>c_j</math> der komplexen Fourierreihe (<math>j=0..2^{m-1}</math>)</p> <p><b>ifft(v)</b> <i>Inverse Transformation. Der Vektor v enthält <math>1+2^{m-1}</math> Elemente (= die Koeffizienten <math>c_j</math>) Ergebnis ist ein Vektor mit 2<sup>m</sup> Elementen im Zeitbereich. Es gilt: <math>ifft(fft(v))=v</math></i></p> <p><b>Komplexe Daten und 2-dim. Fouriertransformation</b></p> <p><b>cfft(A)</b> <i>..A ist Vektor oder Matrix komplexer Daten, die aus in regelmäßigen Abständen vorgenommenen Messungen im Zeitbereich stammen. Das Ergebnisfeld hat die gleiche Größe wie A ( @Frequenzbereich!)</i></p> <p><b>icfft(A)</b> <i>Inverse Transformation.</i></p> <p><b>Hinweis:</b>Die Funktionenpaare FFT(v),IFF(v), CFFT(A), ICFFT(A) entsprechen obigen Funktionen, außer daß ein anderer Normalisierungsfaktor verwendet wird.</p>
Diskrete Wavelet-Transformation	<b>wave(v)</b> <i>v hat 2<sup>m</sup>Elemente ∈ R; Ergebnisvektor ebenfalls</i> <b>iwave(v)</b> <i>inverse diskrete Wavelet-Transformation</i>

**DATEITRANSFERS**

Arbeit mit strukturierten ASCII-Dateien (____.PRN)	<p><b>A:=PRNLESEN(datei)</b> A ist ein Feld (Vektor oder Matrix), <i>datei</i> ist eine ASCII- Datei (____.PRN) mit Trennzeichen (Tabulatoren,....) z.B: <math>punkte:=PRNLESEN("C:\...\werte.prn")</math> (bzw. "werte.txt")</p> <p><b>PRNSCHREIBEN(datei):=A</b> <b>PRNANFÜGEN(datei):=A</b></p>
Arbeit mit einzelnen Datensätzen (unstrukturierten Dateien) im ASCII-Format (__.DAT)	<p><b>v<sub>i</sub>:=LESEN(datei)</b> <b>SCHREIBEN(datei):= v<sub>i</sub></b> <b>ANFÜGEN(datei):= v<sub>i</sub></b></p>
KOMPONENTEN einfügen (→ <i>Einfügen/ Komponente...</i> ) 	<p>Ermöglicht Lesen / Schreiben von Dateien mit automatischer Aktualisierung (→ <i>Dateien Lesen / Schreiben</i>) Außerdem können Verknüpfungen (u.a.) zu <b>Excel</b>-,<b>Matlab</b>-Dateien u. „<b>Eingabetabellen</b>“ eingerichtet werden.</p>
Bilddateien	<p>1) Über die <i>Windows-Zwischenablage</i> 2) Aus einer Datei über <b>Einfügen/Bild</b> (In Platzhalter Namen der Bild-Datei schreiben (z.B.: "C:\win95\ägypten.bmp") 3) Bilder können auch in Matrizen eingelesen und damit Bildverarbeitung simuliert werden: → <b>BMPLESEN, RGBLESEN, BMPSCHREIBEN, RGBSCHREIBEN, BILD_LESEN, ROT_LESEN, GRÜN_LESEN, BLAU_LESEN, ....</b></p>

## Symbolische Berechnungen mit dem Symbolik-Menü

Symbolische Berechnungen lassen sich prinzipiell auf 2 Arten durchführen (2.Art ab Seite 12)

<b>Symbolik</b> -Menü	<p>Hat den Vorteil der bequemen Menüsteuerung, jedoch den gravierenden Nachteil, dass keine Aktualisierung bei Veränderungen im Arbeitsblatt erfolgt (<i>keine aktive Symbolik</i>).</p> <p><b>Beachte:</b> Symbolische Ausdrücke müssen in dieser Rechenversion immer „ausführlich angeschrieben“ werden, vorherige Funktionsdefinitionen können nicht verwendet werden! (ein weiterer Nachteil!)</p> <p>Manchmal von Vorteil: Unabhängig von vordefinierten Werten werden die Ausdrücke rein symbolisch interpretiert. Außerdem können auch <b>Teilbereiche</b> markiert und z.B. vereinfacht werden</p>
-----------------------	--

- **Ⓜ Symbolisch / Auswertungsformat**

Ermöglicht die Angabe, dass **Kommentare** automatisch angezeigt werden sollen. Außerdem wird angegeben, WOHIN das symbolische Ergebnis geschrieben werden soll.

- **Symbolische Operationen, die sich auf ganze Ausdrücke beziehen:**

Der Ausdruck wird als Ganzes angesprochen und muß daher auch als solcher markiert sein bzw. selektiert werden (*blaue Selektion*):

Der obere Teil des SYMBOLIK-Menüs ist daraufhin aktiviert:

- \* **Auswerten / Symbolisch Auswerten** entspricht bis auf die Aktualisierung dem **Pfeiloperator**
- \* **Auswerten / Gleitkomma** Konstanten wie  $\pi$  werden numerisch verwendet (*gleit*)
- \* **Auswerten / Komplex** Ausw. komplexer Zahlen in Komponentenform (*komplex*)
- \* **Vereinfachen** Vereinfachen von Ausdrücken (*vereinfachen*)
- \* **Entwickeln** Ausmultiplizieren von Potenzen/Produkten (*entwickeln*)
- \* **Faktorisieren** Herausheben gemeinsamer Faktoren (*faktor*)
- \* **Zusammenfassen** Ordnen nach fallenden Potenzen (*sammeln*)
- \* **Polynom-Koeffizienten** Polynomkoeffizienten als Vektor (*koeff*)

- **Variablenbezogene Aktivitäten**

Im betreffenden Ausdruck wird die Variable markiert (blau selektiert). Nun sind im Symbolisch-Menü jene Bereiche aktiviert, die symbolische Berechnungen ermöglichen, die sich auf eine Variable beziehen:

- \* **Variable ► Auflösen** Auflösen einer Gleichung (Formelumformung; *auflösen*)
- \* **Variable ► Ersetzen** mark. Variable wird durch Zwischenablage *ersetzen*
- \* **Variable ► Differenzieren**
- \* **Variable ► Integrieren**
- \* **Variable ► Reihenentwicklung** Taylor- bzw. Laurentreihenentwicklung um  $x=0$  (*reihe*)
- \* **Variable ► Partialbruchzerlegung** Zerlegung einer rationalen Fkt in Partialbrüche (*teilbruch*)

\* **Transformation ► Fourier | Fourier invers ; Laplace | Laplace invers ; Z | Z invers**

- **Matrizenoperationen**

\* **Symbolik / Matrix ► Transponieren | Invertieren | Determinante**

## Aktive Symbolische Berechnung / Schlüsselwörter

→	<b>(STRG .)</b>	<b>Symbolische Auswertung</b> Dieser Operator ist das symbolische Gegenstück zum numerischen „=“. Vorteil: Aktualisierungen erfolgen automatisch („aktiver Operator“), Funktionsdefinitionen können verwendet werden. EINGABE: 1) Ausdruck eingeben 2) ® ( <i>symbolische Auswertung</i> )								
■ →	<b>(STRG Ý .)</b>	<b>Auswertung symbolischer Schlüsselwörter</b> <i>Schlüsselwörter</i> können angegeben werden, um gewisse Modifizierungen der symbolischen Berechnung vornehmen zu können. Die Schlüsselwörter werden der Symbolleiste <i>Symbolik</i> entnommen: EINGABE: 1) Ausdruck eingeben 2) ■ → 3) Schlüsselwort in den Platzhalter eingeben Alternative: 1) Ausdruck eingeben 2) Schlüsselwort aus der Symbolik-Palette anklicken 3) eventuelle restliche Platzhalter ausfüllen								
<p>In manchen Fällen (bei symbolischer Auswertung bzw. bei Verwendung von <i>vereinfachen</i>), gibt die Verwendung von <i>Modifiers</i> einen Sinn.</p> <table border="0"> <tr> <td><b>annehmen</b></td> <td>Einschränkungen für die Auswertung (z.B: p&gt;0)</td> </tr> <tr> <td><b>reell</b></td> <td>Auswertung nur für reellwertige Ausdrücke</td> </tr> <tr> <td><b>RealRange</b></td> <td>Einschränkung auf reellen Bereich</td> </tr> <tr> <td><b>trig</b></td> <td>Anwendung von <math>\sin^2x+\cos^2x=1</math> und <math>\cosh^2x-\sinh^2x=1</math> zur Vereinf.</td> </tr> </table>			<b>annehmen</b>	Einschränkungen für die Auswertung (z.B: p>0)	<b>reell</b>	Auswertung nur für reellwertige Ausdrücke	<b>RealRange</b>	Einschränkung auf reellen Bereich	<b>trig</b>	Anwendung von $\sin^2x+\cos^2x=1$ und $\cosh^2x-\sinh^2x=1$ zur Vereinf.
<b>annehmen</b>	Einschränkungen für die Auswertung (z.B: p>0)									
<b>reell</b>	Auswertung nur für reellwertige Ausdrücke									
<b>RealRange</b>	Einschränkung auf reellen Bereich									
<b>trig</b>	Anwendung von $\sin^2x+\cos^2x=1$ und $\cosh^2x-\sinh^2x=1$ zur Vereinf.									

<i>Schlüsselwort</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Beispiele</i>
gleit, m (float)	zeigt Fließkommawert mit m Stellen Genauigkeit an (m ist voreingestellt auf 20)	$\ln(2) \cdot x^2$ gleit, 3 → .693 · x <sup>2</sup> $\pi$ float → 3.1415926535897932385
komplex (complex)	Symbolische Berechnung im Komplexen; Ergebnis in Komponentenform a+j*b	$e^{j \cdot \phi}$ komplex → $\cos(\phi) + i \cdot \sin(\phi)$
annehmen, bedingung (assume)	Legt Bedingungen für eine oder mehr Variablen fest	$\int_0^\infty e^{-at} dt$ annehmen, a>0 → $\frac{1}{a}$
auflösen, var (solve)	Auflösen einer Gleichung bzw. auch eines Gleichungssystems	2·b + c=d auflösen, c → -2·b + d $\begin{bmatrix} x+y=2 \\ 2 \cdot x+y=1 \end{bmatrix}$ auflösen, $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ → (-1 3)
vereinfachen (simplify)	Arithmetisch Vereinfachen (Kürzen, Einsatz grundlg. Funktionen.)	a + 2 a vereinfachen → 3·a 1 - sin(x) <sup>2</sup> vereinfachen, trig → cos(x) <sup>2</sup>
ersetzen, var1=var2 (substitute)	Ersetzt alle Vorkommen einer Variablen var1 durch einen Ausdruck oder eine Variable var2	$x^2 + \frac{1}{x}$ ersetzen, x=√a → a + $\frac{1}{\sqrt{a}}$
faktor (factor)	Zerlegung in Produkt / Faktorisieren Herausheben	1235 faktor → 5·13·19 $x^3 + x^2$ faktor → x <sup>2</sup> · (x + 1)

<i>Schlüsselwort</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Beispiele</i>
entwickeln (expand)	Ausmultiplizieren von Potenzen und Produkten	$(a + b)^2$ entwickeln $\rightarrow a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2$ $\frac{x^2 + 1}{x}$ entwickeln $\rightarrow x + \frac{1}{x}$
koeff, var	Bestimmung der Polynomkoeffizienten eines Ausdrucks. Das Ergebnis wird in einen Vektor geschrieben	$a \cdot x + b$ koef, x $\rightarrow \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix}$
sammeln, var1,... (collect)	Ordnen nach gleichen (fallenden) Potenzen	$(1 + y + x^2)^2$ sammeln, x $\rightarrow x^4 + (2 + 2 \cdot y) \cdot x^2 + (1 + y)^2$
reihe, var= <u>z</u> ,m (series)	Entwickelt den folgenden Ausdruck in einer oder mehr Variablen in eine Taylorreihe < m.Grad (um 0 bzw. um den angegebenen Punkt z)  Fehlt die Angabe von m, wird m=6 gesetzt. Fehlt die Angabe des Entwicklungspunktes z, so wird z=0 gesetzt.	sin(x) reihe, x $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5$ sin(x) reihe, x= $\frac{\pi}{2}$ , 4 $\rightarrow 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(x - \frac{1}{2} \cdot \pi\right)^2$ sin(x) reihe, x, 8 $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7$ sin(x <sup>2</sup> + y <sup>2</sup> ) reihe, x, y $\rightarrow x^2 + y^2$
teilbruch, var	Zerlegt eine gebrochen-rationale Funktion in Partialbrüche. var ist die Variable im Nenner des Ausdrucks	$\frac{1}{x^2 + 3x}$ konvert, teilbruch, x $\rightarrow \frac{1}{(3 \cdot x)} - \frac{1}{(3 \cdot (x + 3))}$
fourier, var	Fouriertransformation eines Ausdrucks bezüglich Variable var. Das Ergebnis ist eine Fkt. von $\omega$	Dirac(t - t <sub>0</sub> ) fourier, t $\rightarrow \exp(-i \cdot t_0 \cdot \omega)$
invfourier, var	Inverse Fouriertransf. eines Ausdrucks bezüglich Variable var. Das Ergebnis ist eine Fkt. von t	$2 \cdot \frac{\sin(\omega)}{\omega}$   invfourier, $\omega$ vereinfachen $\rightarrow \Phi(t + 1) - \Phi(t - 1)$
laplace, var	Laplace-Transformation eines Ausdrucks bezüglich Variable var. Das Ergebnis ist eine Fkt. von s	$e^{-a \cdot t}$ laplace, t $\rightarrow \frac{1}{(s + a)}$
invlaplace, var	Inverse Laplace-Transf. eines Ausdrucks bezüglich Variable var. Das Ergebnis ist eine Fkt. von t.	$\frac{1}{s + a}$ invlaplace, _ $\rightarrow \exp(-a \cdot t)$
ztrans, var	z-Transformation eines Ausdrucks bezüglich Variable var. Das Ergebnis ist eine Funktion von z.	$\Phi(n)$ ztrans, n $\rightarrow \frac{z}{(z - 1)}$
invztrans, var	Inverse Z-Transformation eines Ausdrucks bezüglich variable var. Das Ergebnis ist eine Fkt. von n	$\frac{z}{z - 1}$ invztrans, z $\rightarrow 1$
M <sup>T</sup> $\rightarrow$ M <sup>-1</sup> $\rightarrow$  M  $\rightarrow$	Matrizenoperationen: Transponierte Matrix Inverse Matrix Determinante	$A := \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$ $A^T \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$  $A^{-1} \rightarrow \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$ $ A  \rightarrow -2$

Manchmal wird die Verwendung von mehreren Schlüsselwörtern zum Ziel. Diese werden einfach hintereinander angeklickt.

Beispiel:  $\int_0^\infty e^{-p \cdot t} \cdot (1 - e^{-a \cdot t}) dt$   $\left| \begin{array}{l} \text{annehmen, } p > 0 \\ \text{annehmen, } a > 0 \end{array} \right. \rightarrow \frac{a}{((p + a) \cdot p)}$

PROGRAMMIEREN (siehe *Palette Programmierung*)

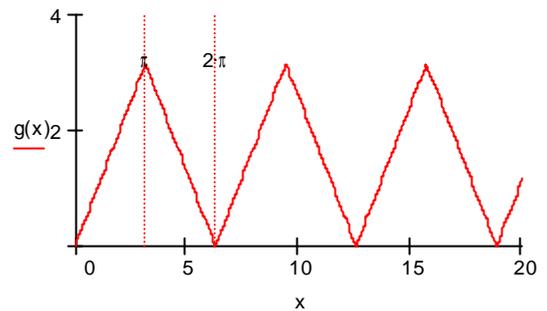
- +1 Zeile**      Neue Programmzeile
- Wertzuweisung an eine lokale Variable
- if**                Verzweigung (*Anweisung if Bedingung*)
- otherwise**      Nein-Zweig einer Verzweigung
- for**                Zählschleifen
- while**            Schleife mit while-Bedingung am Beginn
- break**            Abbruch einer Schleife
- continue**        Abbruch des aktuellen Schleifendurchlaufs
- return**            Abbruch und Rückgabe des Wertes (**return Wert**)
- on error** Bei Fehler in *Ausdr2* wird *Ausdr1* ausgewertet (*Ausdr1 on error Ausdr2*)



Beispiel 1: Definition einer periodischen Funktion

```

x := 0, 0.01 .. 20
g(x) := | z ← floor(x/π)
        | (x - z·π) if z = floor(z/2)
        | -(x - z·π) + π otherwise
    
```



- Schreibweise: 1)  $g(x) :=$   
 2) Programmierpalette: „*Neue Zeile*“ oder „**Y** + **J**“-Tastenkombination  
 3) Programmierpalette: Symbole „**→**“, „**if**“ und „**otherwise**“ anklicken  
 4) Platzhalter ausfüllen

Beispiel 2: Summe der Zahlen von 1 bis n

```

Sum(n) := | s ← 0
          | for i ∈ 1..n
          | s ← s + i
Sum(100) = 5050
    
```

*Verwendung der for-Schleife*

Beispiel 3: Newtonverfahren

```

newton(x, f, f_x) := | i ← 0
                    | while | f(x) | > 10-6
                    |   | i ← i + 1
                    |   | break if i ≥ 10
                    |   | return "Ableitung ist 0!" if | f_x(x) | < 10-6
                    |   | x ← x - f(x)/f_x(x) otherwise
                    | return "Zuviele Iterationen" if i ≥ 10
                    | return x otherwise

f(x) := sin(x) - 1 + x      f_x(x) := d/dx f(x)      x := 1
x_ns := newton(x, f, f_x)   x_ns = 0.511
    
```

*Solange der Funktionswert zu groß ist ...*

*i zählt die Anzahl der Iterationen  
 Abbruch, wenn zu viele Iterationen*

*Ableitung 0 im Nenner verhindern!!*

*Eigentliche Iterationsformel*

*Rückgabe von x als „Nullstelle“*

*Beispiel zur Anwendung der benutzerdefinierten Funktion*