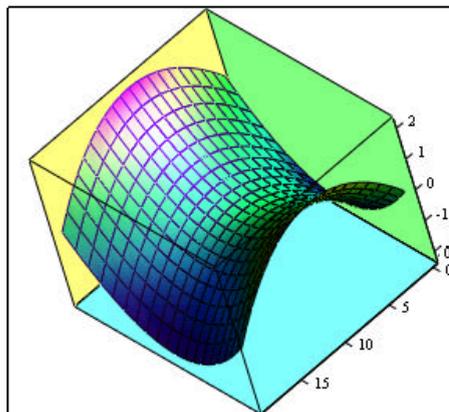


# Mathcad 2000

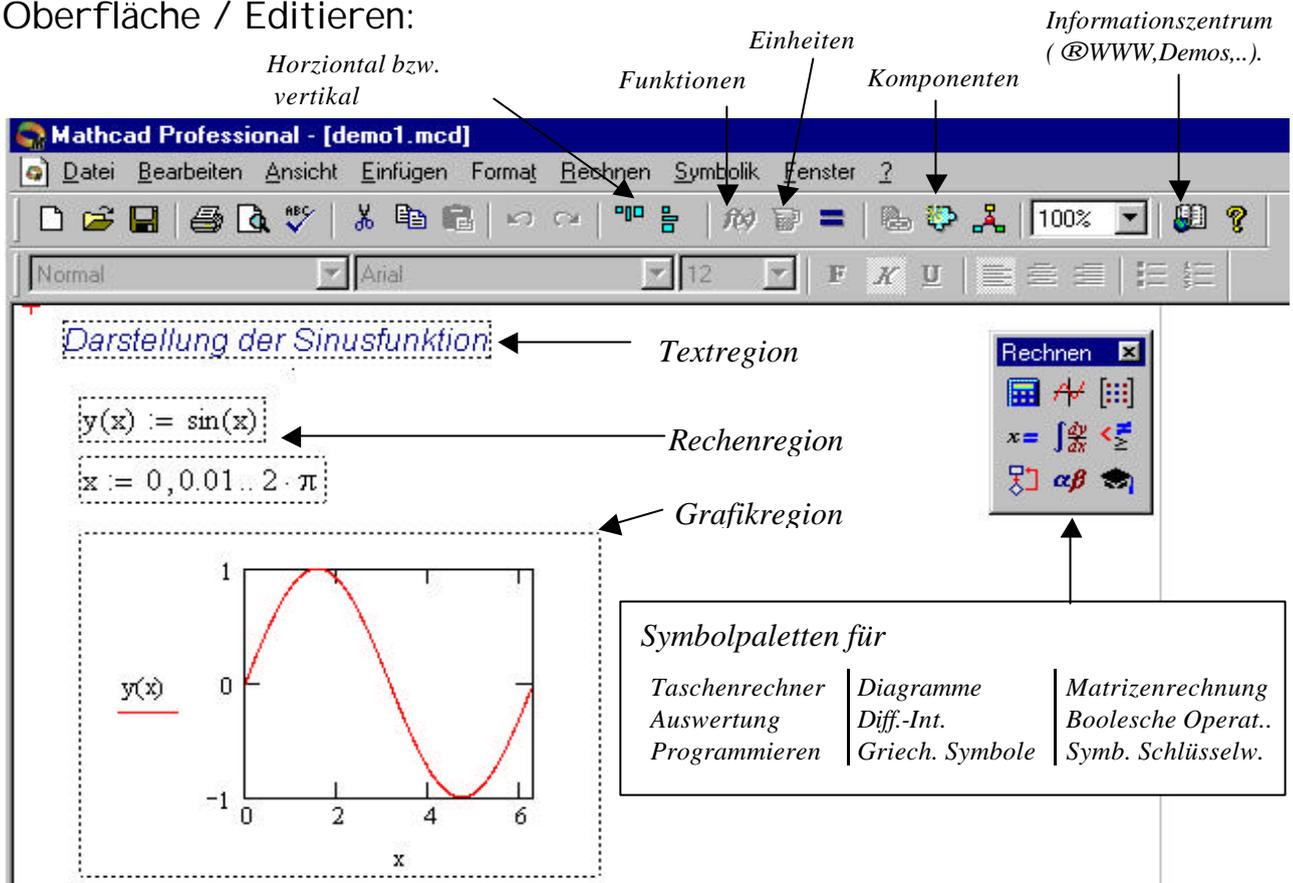


A

Oberfläche / Editieren	1
Bearbeiten des Grafikbereiches (x/y)	2
Kreisdiagramme / 3-D-Diagramme / Animationen	3
Ein- und Ausgabe: Tastenkombinationen und Menüpunkte	4
Einstellungen / Formate / Sonstiges	5
Benutzerdefinierte Funktionen, Einheiten	6
Standardfunktionen, Vektoren und Matrizen	7/8
Gleichungen und Gleichungssysteme	8
Wahrscheinlichkeit / Statistik	9
Interpolation / Regression / Glättung	10
Differentialglg. und Transformationen	11
Dateitransfers / Komponenten	12
Symbol. Berechnungen (Symbolik-Menü)	13
Aktive symbol. Berechnung / Schlüsselwörter	14/15
Programmierung	16



Oberfläche / Editieren:



- **Textregion:** mit Anführungszeichen ( $\text{F}_2$ -Taste) beginnen und mit STRG-SHIFT-ENTER, Pfeiltasten oder Mauscursor beenden. In die Textregion kann auch ein „Rechenbereich“ hineinkopiert werden. ( $\rightarrow$  **Einfügen / Rechenbereich**). Der eingefügte Rechenbereich wird als Kommentar betrachtet, wenn  $\text{Rechts} / \text{Auswertung deaktivieren}$  eingestellt wird. (Buchstabeneingabe + SPACE-Taste bewirkt eine automatische Umwandlung in einen Textbereich)

- **Hilfsmittel zum Editieren im Rechenbereich**

- + Fadenkreuz Einfügepunkt für nächste Operation ( $\text{Rechts}$ , Cursortasten)
- └ Einfügemarke Einfügen/Markieren einzelner Zeichen/Variablen ( $\text{Rechts}$ , Cursortasten)
- ┌ Steuerung der zweidimensionalen Einfügemarken:

$\rightarrow, \leftarrow$	Verschieben der Einfügemarke
[Leertaste]	Vergrößerung des Auswahlbereiches <i>Schritt für Schritt</i>
Shift + $\leftarrow$ / $\rightarrow$	Markieren von Bereichen (oder mit $\text{Rechts}$ )
„Einfüg“	Senkrechten Strich der Einfügemarke nach vorne / hinten

$\text{Rechts}$ : ermöglicht Deaktivierung eines einzelnen Ausdrucks bzw. das farbliche Hervorheben über die „Eigenschaften“

**Ansicht / Lineal:** Erlaubt die Definition eigener Tabulatoren etc.

- **Definition eigener Vorlagen**

Man definiere sich Formate für Variablen und Konstanten und Texte ( $\rightarrow$  Seite 5). Anschließend die Formatvorlage als **.mct-Datei** im **Template-**Verzeichnis ablegen.

**TIP:** Man wähle für “Text” ein deutlich anderes Aussehen als für den Rechenbereich.

- **Regionen:** Definition über **Einfügen / Region**. Durch Anklicken der Region mit  $\text{Rechts}$  kann diese **gesperrt** oder **ausgeblendet** (eingebledet durch “**Erweitern**”) werden. Weitere Besonderheiten über  $\text{Rechts} / \text{Eigenschaften} / \text{Region}$  definieren!

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



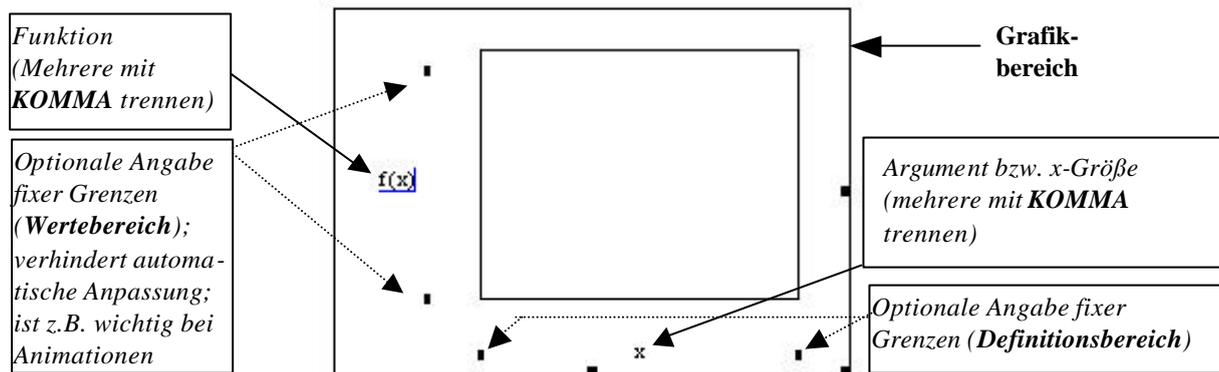
**ACHTUNG:** VOR dem Diagramm muß eine Bereichsvariable definiert werden, welche die Argumente („x-Werte“) festlegt:

z.B:  $x := 0, 0.01 \dots 2 \cdot p$   $x$  durchläuft den Bereich von  $0$  bis  $2 \cdot p$ , 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
- \* **Schilder** 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

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

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

$$f(x,y) := x^2 - y^2 \quad A_{i,j} := f(x_i, y_j)$$

Vorausgesetzt ist eine vorhandene Festlegung für  $N$ ,  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$ ,  $y_{\min}$  und  $y_{\max}$

**Die Matrix A wird in den Platzhalter des Diagramms (links unten) eingetragen.**

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

**Quickplot:**  $f(x,y) := \dots \Rightarrow$  Direkt den Funktionsnamen (hier: „f“) in den Platzhalter einfügen.

**3-D-Diagramm-Assistent:** Einfügen  $\rightarrow$  Diagramm  $\rightarrow$  3D-Diagrammassistent...

## 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. ( $\rightarrow$  **Animieren**)

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

3) Abspeichern der Animation als **\_.AVI** - Datei ( $\rightarrow$  **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:

$\Rightarrow$  **PACKAGER.EXE** aufrufen (*steht im WIN95/WIN98-Verzeichnis*)

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

$\Rightarrow$  BEARBEITEN / PAKET kopieren

$\Rightarrow$  Einfügen des Objektes in Mathcad: BEARBEITEN / INHALTE einfügen / Paket Object

## Ein- und Ausgabe: Tastenkombinationen und Menüpunkte

Thema	Beispiel	Menüpunkt / Symbol	Taste(n)
<b>INDIZES, Bereichsvariablen</b>			
Indizierte Größen	$i:=1..10$ $x_i$	Symbolleiste „Matrix“/„Arithm“ (INDEX) 	<b>x [i]</b>
Bereichsoperator	$i:=1 .. 100$	Symbolleiste „Matrix“ (BEREICHSVARIABLE) 	<b>;</b>
Niedrig schreiben	$x_{\text{Anfang}}$		<b>x .Anfang</b>

**ZUWEISEN/ AUSWERTEN**

Zuweisungsoperator	$a:=5$ $f(x):=-2+x$	Symbolleiste „Auswertung“ („Wert zuweisen“) 	<b>:</b>
Globale Zuweisung	$a \equiv 5$	Symbolleiste „Auswertung“ („Globale Zuweisung“) 	<b>~</b>
Gleichheitszeichen für Gleichungen	$2+x = 7$ $Z = R+j\omega\cdot L$	Symbolleiste „Boolesch“ („Gleich“) 	<b>STRG +</b>
Numerische Auswertung	$2+5 = 7$ ergebnis =	Symbolleiste „Auswertung“ („Ausdruck auswerten“) 	<b>=</b>
Symbolische Auswertung	$a+3\cdot a \rightarrow 4\cdot a$	Symbolleiste „Auswertung“ („Symbolisch auswerten“) 	<b>STRG .</b>
Auswertung symbolischer Schlüsselwörter		Symbolleiste „Auswerten“ („Ausw. symbol. Schlüsselwörter“) 	<b>STRG Ý .</b>

**DOKUMENT-Gestaltung**

Bereiche ausrichten		Symbolleiste 	
Bereiche einsehen / trennen		Ⓜ <b>Ansicht / Bereiche</b> Ⓜ <b>Format / Bereiche / Trennen</b>	
Regionen definieren / bearbeiten		Ⓜ <b>Einfügen / Region</b> <i>Bearbeitung über die rechte Maustaste</i>	

**KOMPLEXE ZAHLEN**

Ein- und Ausgabe komplexer Zahlen	$3+j$	Ⓜ <b>Format / Ergebnis /</b> <i>Anzeigeoptionen: j oder i</i>	<b>3+1j</b> (ohne Space)
--------------------------------------	-------	--	-----------------------------

**Spez. Operationen**

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

**Zahlenbasis**

Eingabe	Standard: Dezimal, ansonsten Kürzel ( <b>b,o,h</b> ) nachstellen (vor Buchstabe muß Zahl stehen!); zB: 111b ( <i>binär</i> ), 312o ( <i>oktal</i> ), 1Ah, 0FFh ( <i>hexadezimal</i> )		
Ausgabe	mit <b>Format / Anzeige-Optionen / Radix</b> einstellen		

## Einstellungen / Formate / Sonstiges

<b>Symbolleisten</b>	<b>@ Ansicht / Symbolleisten.</b> <i>Standard, Formatierung</i> und <i>Rechnen</i> sollten immer aktiv sein.
<b>Zeichenformatierung</b>	Für <b>Variablen</b> und <b>Konstante</b> am Besten über die Formatleiste Text über <i>Format / Formatvorlage</i> . <i>Format / Text</i> wirkt nur auf den aktuellen Textbereich. Weiters: <i>Format / Gleichung</i> und <i>Format / Absatz</i> bzw.  -rechts  Die Zeichensätze Benutzer1,...,Benutzer7 können über Format/Gleichung an die eigenen Bedürfnisse angepasst und umbenannt werden.
<b>Ergebnisformatierung</b>	<b>@ Format / Ergebnis</b>  <b>Zahlenformat:</b> Anzahl der Dezimalstellen (intern: 15); <b>Exponentialschwelle:</b> Bei Überschreitung erfolgt Ausgabe in Exponentialschreibweise  <b>Anzeige-Optionen</b> <b>Matrix-Anzeigeformat:</b> Große Matrizen / Vektoren werden mit Rollbalken ausgegeben. „Matrix“ erzwingt Ausgabe als Matrix! <b>Imaginärteil</b> j oder i (für numerische Ausgaben) <b>Radix:</b> Zahlenbasis für die Ergebnisse (...)  <b>Einheiten</b> Einheiten „formatieren“ bzw. „vereinfachen“  <b>Toleranz</b> <b>Komplexe Schwelle:</b> ab $10^{-n}$ rein imaginär/reell <b>Nullschwelle:</b> ab $10^{-n}$ erfolgt Ausgabe als „Null“
<b>Berechnungsmodi</b>	<b>@Rechnen / Automatische Berechnung (Voreinstellung):</b> Automatische Berechnung nach jeder Änderung im Dokument. Nach dem Aus- schalten erfolgt Neuberechnung mit <b>Rechnen / Berechnen (F9)</b> <b>@Rechnen / Arbeitsblatt berechnen:</b> Neuberechnung des gesamten Dokumentes; wichtig z.B. bei Simulationen. <b>@Rechnen / Optimierung:</b> Zwingt auch bei numerischen Berechnungen zu einer vorhergehenden symbolischen Vereinfachung
<b>Vordef. Konstanten</b>	Zahl <b>p</b> (=STRG ↑ P), Zahl <b>e</b> , <b>¥</b> (auch STRG ↑ Z), % = 0.01
<b>Vordefinierte Variablen</b>	<b>@ Rechnen / Optionen / Vordefinierte Variablen</b>  <b>TOL</b> = $10^{-3}$ (Toleranz für numerische Berechnungen: Integral, Glg,...) <b>CTOL</b> = $10^{-3}$ (Toleranz für Lösungsblöcke, z.B: Vorgabe – Suchen) <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! )
<b>Seitenlayout</b>	<b>@Format / Kopf-/Fußzeile</b> Gestaltung der Kopf- und Fußzeile  <b>@Datei / Seite einrichten / Breite einer Seite drucken:</b> Bei Aktivierung erfolgt KEIN Druck über den rechten Rand der Seite hinaus
<b>Eigene Fomatvorlagen</b>	Empfehlung: Öffnen der Vorlagendatei NORMAL.MCT, Änderungen definieren und mit <b>Speichern/unter</b> mit neuem Namen speichern (*.MCT)
<b>Hyperlinks</b> (zu anderen Mathcad- Dokumenten oder sonstigen Dateien)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textbereich erstellen, markieren und <b>Einfügen / Hyperlink</b> aufrufen. (auch eine eingebettete Grafik u. dgl. kann verwendet werden)</li> <li>• Dialogfeld ausfüllen</li> <li>• Doppelklick auf Hyperlink öffnet Datei / Arbeitsblatt (wenn entsprechend angegebene auch als Popup-Dokument)</li> </ul>
<b>Internetanbindung</b>	<b>Ansicht / Einstellungen / Internet</b> ; Zugang über das Informationszentrum !
<b>Fehlersuche</b>	Bei Ausgabe eines Fehlers:  -rechts / <b>Fehler rückverfolgen</b>

## BENUTZERDEFINIERTE 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*

$T := 0, 10..30$        $l_0 := 50$        $\alpha := 0.0012$       *Das Beispiel zeigt, dass auch Vektoren oder Matrizen Argumente benutzerdefinierter Funktionen sein können.*

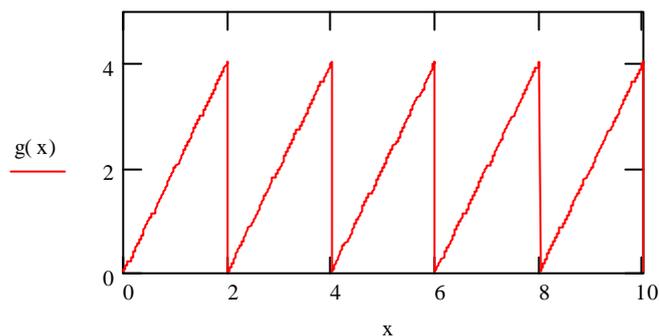
$l(T) := l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$        $l(T) =$

50.00
50.60
51.20
51.80

$f(x) := 2 \cdot x$       periode := 2      *Beispiel für eine rekursive Definition einer periodischen Funktion*

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

$x := 0, 0.01..10$



$f(x) := 2 \cdot x + 1$       *Das nebenstehende Beispiel zeigt, wie Funktionen als Parameter anderer Funktionen verwendet werden können.*

$g(x) := x - 3$

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

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

$\text{abstand}(1, f, g) = 5$       *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> oder <b>sin(45 deg)</b> <b>asin(z), acos(z), atan(z)</b> : <i>Ergebnis in Radian</i> <i>in Grad: deg als Platzhalter 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, Oz.B. J0(z), J1(z), Y0(z), Y1(z), I0(z), I1(z), K0(z), K1(z), Γ(z) (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) ∧ (x>0) <b>oder-Verknüpfung von Bedingungen:</b> (x>1) ∨ (x<0)
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) <b>Def. über Formeln</b> , z.B.: <b>i := 0..9</b> <b>x<sub>i</sub> := 2x<sub>i</sub></b> 3) <b>Def. als Tabelle</b> , z.B.: <b>i := 0..9</b> <b>x<sub>i</sub> := ( , )</b> 4) <b>Über einzelne Elemente</b> , z.B. <b>A<sub>2,2</sub> := 2</b> <b>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>∑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;cn&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 (dt: Vorgabe - Suchen)</b>  <b>given</b> Angabe der Gleichung(en) [symbolisches = verwenden] <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 (dt: Vorgabe – Suchen)</b>  <u>Zuerst Angabe von Schätzwerten</u> (z.B: <b>x:=2</b> <b>y:=1</b> )  <b>given</b> Angabe der Gleichung(en) [Ungleichungen] <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> liefern jene Werte, für welche die Zielfunktion f maximal bzw. minimal wird.

**WAHRSCHEINLICHKEIT / STATISTIK**

*Diskrete Verteilungen (density functions and probability functions)*

<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

*Stetige Verteilungen (density functions and probability functions)*

<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>dunif</b> (x,a,b)   <b>punif</b> (x,a,b)	g(x) / G(x) der Gleichverteilung im Intervall [a,b]

*Inverse Verteilungen*

<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>qF</b> (G(F),f1,f2) <b>qchisq</b> (G( $\chi^2$ ),f)   <b>lnorm</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.
---	--

*Zufallszahlengeneratoren (random functions)*

<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
---	---

*Histogramm-Funktion*

<b>hist</b> (intervallvektor x, daten A)	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.
Beispiel zur Verwendung der hist-Funktion	
messw := rnorm(N, μ, σ)	N normalverteilte Meßwerte
t <sub>min</sub> := min(messw)	Minimalwert
t <sub>max</sub> := max(messw)	Maximumwert
n := wenn(N ≤ 400, floor( $\sqrt{N}$ ), 20)	Übliche Bestimmung der Klassenzahl
$\Delta t := \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n - 1}$	Berechnung der Klassenbreite
j := 0.. n      trp j := t <sub>min</sub> + j · Δt	Intervallrandpunkte
h := $\frac{\text{hist}(\text{trp}, \text{messw})}{N}$	Bestimmung der relativen Häufigkeiten der einzelnen Klassen: h <sub>k</sub> mit k von 0 - (n-1)

*Statistische Kennwerte*

<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> “ und „ <b>Stdev</b> “ wurden durch (n-1) dividiert, „ <b>var</b> “ und „ <b>stddev</b> “ werden durch n dividiert.
---	--

**INTERPOLATIONS- und Vorhersagefunktionen / REGRESSION / GLÄTTUNG**

<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)
<i>Splinefunktionen</i> <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. $vs := lspline(vx, vy)$ $y := interp(vs, vx, vy, x)$ (Hinweis: Spline-Interpolation ist auch zweidimensional möglich)
<b>prognose</b> (v,m,n)	Liefert n „Vorhersagewerte“ gemäß einem linearen Vorhersagealgorithmus 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)	$y = slope(vx,vy)x + intercept(vx,vy)$ 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 <i>vs</i> für die <b>interp</b> – 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>Spez. Regressionsfunktionen</i> <b>expanp</b> (vx,vy,startwerte) <b>lgsanp</b> (vx,vy,startwerte) <b>loganp</b> (vx,vy,startwerte) <b>potanp</b> (vx,vy,startwerte) <b>sinanp</b> (vx,vy,startwerte)	Anpassung an folgende spezielle Funktionen → $a \cdot e^{b \cdot x} + c$ → $a / (1 + b \cdot e^{-c \cdot x})$ → $a \cdot \ln(x)^b + c$ → $a \cdot x^b + c$ → $a \cdot \sin(x + b) + c$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: 20px;"><b>vx, vy</b> sind die Datenvektoren. <b>startwerte</b> ist ein Vektor mit 3 Elementen, der Schätzwerte für die unbekannt Parameter a,b,c enthält. <b>Ergebnis:</b> Ein 3-elementiger Vektor mit den Parametern a,b,c</div>
<i>Verallgemeinerte Regression</i> <b>linanp</b> (vx,vy,Fkt) <b>genanp</b> (vx,vy,startwerte,Fkt)	Anpassung beliebiger Funktionen an Datenvektoren vx, vy. ( <i>linanp</i> : Linearkombination beliebiger Funktionen, <i>genanp</i> im allgemeinen Fall). <b>Fkt</b> enthält Vektor von Funktionen (→ s.Hilfe oder Quicksheets)

<i>Glättungsfunktionen</i> <b>medgltt</b> (vy,n)	Glättung durch gleitende Mediane aus einem Datenfenster von n Elementen <b>vy</b> ... Datenvektor mit N Elementen; z.B: N=100 <b>n</b> ... Breite des Datenfensters; n muß kleiner N sein; zB: n =3 n muß eine ungerade Zahl sein. Ergebnis ist ein Vektor mit N Elementen, der die geglätteten Datenwerte enthält.  Weitere Glättungsfunktionen sind: <b>kgltt</b> (vx,vy,b); <b>strgltt</b> (vx,vy)
---	---

**DIFFERENTIALGLEICHUNGEN / TRANSFORMATIONEN**

<p>Lösung einer Differentialgleichung</p> <p><b>given</b></p> <p><b>- Odesolve(x,b,[step])</b> (gewöhnliche Differentialgleichungen)</p>	<p>1) Symbolisch: Integration (→ Formelheft) oder Transformationen 2) Numerisch mit Lösungsblock Given – Odesolve (Beispiel)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Vorgabe</p> <math display="block">x^2 \cdot \frac{d^2}{dx^2}y(x) - x \cdot \frac{d}{dx}y(x) + 10 \cdot y(x) = 0</math> <math display="block">y(1) = 0 \quad y'(1) = 3</math> <math display="block">y := \text{Odesolve}(x, 20)</math> </div> <p>Man beachte zur Anwendung von Odesolve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der 1.Parameter ist die Unbekannte (z.B: x oder t)</li> <li>• Der 2.Paramter gibt den Endpunkt des Integrationsintervalles an (dieser muß größer als der Anfangswert (hier 1) sein)</li> <li>• Der 3.Parameter kann meist weggelassen werden.</li> <li>• Die Diffgl. muß linear sein in der höchsten auftretenden Ableitung</li> <li>• Die Anfangsbedingung wird mit Hilfe des Primsymbols ( ' = <b>STRG – F7</b>) eingegeben!</li> <li>• Das Verfahren „odesolve“ verwendet die allgemeinere Funktion <b>rkfest</b> und legt durch die berechneten Punkte eine Spline-Funktion Diese Funktion [→ <b>rkfest(...)</b>] kann auch in allgemeineren Fällen und bei Differentialgleichungssystemen verwendet werden.</li> </ul>
<p>Laplace-Transformation</p>	<p>Variable (z.B. „t“ bzw. „s“) in einem Ausdruck anklicken und <b>Symbolik / Transformation / Laplace</b> bzw. <b>Symbolik/ Transformation / Laplace invers</b> aufrufen</p> <p>Aktive symbolische Berechnung s. Seite 15</p>
<p>Fourier-Transformation</p>	<p>Variable (z.B. „t“ bzw. „ω“ in einem Ausdruck anklicken und <b>Symbolik / Transformation / Fourier</b> (bzw. <b>Fourier invers</b>) aufrufen.</p> <p>Aktive symbolische Berechnung s. Seite 15</p>
<p>z-Transformation</p>	<p>Variable (z.B. „n“ bzw. „z“ in einem Ausdruck anklicken und <b>Symbolik / Transformation / Z</b> (bzw. <b>Z invers</b>) aufrufen</p> <p>Aktive symbolische Berechnung s. Seite 15</p>
<p>Diskrete Fourier-Transformation (= <i>Fast Fourier Transform FFT</i>)</p>	<p><b>Reelle Daten mit 2<sup>m</sup> Datenpunkten</b></p> <p><b>fft(v)</b> v enthält 2<sup>m</sup> Elemente (= die in regelmäßigen Intervallen ermittelten Meßwerte im Zeitbereich Ergebnis ist ein Vektor mit den Koeffizienten c<sub>j</sub> der komplexen Fourierreihe (j=0..2<sup>m-1</sup>)</p> <p><b>ifft(v)</b> Inverse Transformation. Der Vektor v enthält 1+2<sup>m-1</sup> Elemente (= die Koeffizienten c<sub>j</sub>) Ergebnis ist ein Vektor mit 2<sup>m</sup> Elementen im Zeitbereich. Es gilt: <i>ifft(fft(v))=v</i></p> <p><b>Komplexe Daten und 2-dim. Fouriertransformation</b></p> <p><b>cfft(A)</b> ..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!)</p> <p><b>icfft(A)</b> Inverse Transformation.</p> <p><b>Hinweis:</b>Die Funktionenpaare FFT(v),IFF(v), CFFT(A), ICFFT(A) entsprechen obigen Funktionen (anderer Normalisierungsfaktor!)</p>
<p>Diskrete Wavelet-Transf.</p>	<p><b>wave(v) / iwave(v)</b> [(inverse) diskrete Wavelet-Transformation]</p>

**DATEITRANSFERS / KOMPONENTEN**

<p>Arbeit mit strukturierten ASCII-Dateien (____.PRN)</p>	<p><b>A:=PRNLESEN(<i>datei</i>)</b>                  A ist ein Feld (Vektor oder Matrix), <i>datei</i> ist eine ASCII- Datei (____.PRN) mit Trennzeichen (Tabulatoren,...)                  z.B: punkte:=PRNLESEN("C:\...\werte.prn") (bzww. "werte.txt")  <b>PRNSCHREIBEN(<i>datei</i>):=A ; PRNANFÜGEN(<i>datei</i>):=A</b></p>
<p>Arbeit mit einzelnen Datensätzen (unstrukturierten Dateien) im ASCII-Format (__.DAT)</p>	<p><b>v<sub>i</sub>:=LESEN(<i>datei</i>)</b>  <b>SCHREIBEN(<i>datei</i>):= v<sub>i</sub></b>  <b>ANFÜGEN(<i>datei</i>):= v<sub>i</sub></b></p>
<p><b>KOMPONENTEN</b>                   einfügen                  (→ <i>Einfügen/ Komponente...</i>)</p> <p>Statische Dateien                  (z.B. eine gespeicherte EXCEL-Datei)</p> <p>Eingabetabelle</p> <p>EXCEL-Objekt</p> <p>AXUM-Objekt</p> <p>SmartSketch – Objekt</p>	<p>Ermöglicht Lesen / Schreiben von Dateien in verschiedenen Formaten mit automatischer Aktualisierung.                  Aufruf des Komponentenassistenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wertübergabe Mathcad ® Komponente:</b>                      Im Platzhalter <b>unterhalb</b> der jeweiligen Komponente</li> <li>• <b>Wertübergabe Komponente ® Mathcad:</b>                      Im Platzhalter <b>links neben</b> der jeweiligen Komponente</li> <li>• <b>Komponentenassistent – Dateien Lesen / Schreiben</b>                      Die Datei wird schließlich wie nebenstehend eingebunden. Über -rechts können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden. (z.B. der übernommene Tabellenbereich über die <i>Eigenschaften</i>)</li> <li>• <b>Komponentenassistent – Eingabetabelle</b>                      Ermöglicht die Eingabe großer Tabellen oder Matrizen durch automatisches SCROLLING:</li> <li>• <b>Komponentenassistent – Excel</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Auswahl, ob neue oder bestehende Excel- Datei.</li> <li>2) „Als Symbol anzeigen“ (J/N)</li> <li>3) Anzahl der Ein- und Ausgabevariablen und deren Tabellen-Bereiche angeben. (Kann später über -rechts noch verändert werden)</li> </ol> </li> <li>• <b>Komponentenassistent – AXUM</b>                      Technische 2D / 3D – Diagramme und Datenanalyse</li> <li>• <b>Komponentenassistent – SmartsSketch</b>                      Tool für 2D-Zeichnungen, die mit Mathcad verbunden sein können; z.B. können Mathcad-Berechnungen die Größe bestimmter Objekte in einer Zeichnung steuern. Es können auch Daten aus der Zeichnung herausgelesen und an Mathcad zur weiteren Verwendung übergeben werden. (® <b>Informations-zentrum / Erweiterungsmöglichkeiten für Mathcad</b>)</li> </ul> <div data-bbox="1059 831 1378 965" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>A :=  D:\.\demo1.xls</p> </div> <div data-bbox="1110 1223 1378 1469" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Out :=                   (In_1 In_2)</p> </div>
<p>Bilddateien</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Über die <i>Windows-Zwischenablage</i></li> <li>2) Aus einer Datei über <b>Einfügen/Bild</b> (In Platzhalter Namen der Bild-Datei schreiben (z.B.: "C:\win95\ägypten.bmp")</li> <li>3) Bilder können auch in Matrizen eingelesen und damit Bildverarbeitung simuliert werden:→ BMPLESEN, RGBLESEN, BMPSCHREIBEN, RGBSCHREIBEN, BILD_LESEN, ROT_LESEN, GRÜN_LESEN, BLAU_LESEN, ....</li> </ol>

## Symbolische Berechnungen mit dem Symbolik-Menü

Symbolische Berechnungen lassen sich prinzipiell auf 2 Arten durchführen (2.Art ab Seite 13)

<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. (sehr empfohlen!!) 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 .) 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.) Auswertung symbolischer Schlüsselwörter</b>
	<i>Schlüsselwörter</i> können angegeben werden, um gewisse Modifizierungen der symbolischen Berechnung vornehmen zu können. Die Schlüsselwörter können auch der Symbolleiste <i>Symbolik</i> entnommen werden. 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
In manchen Fällen (bei symbolischer Auswertung bzw. bei Verwendung von <i>vereinfachen</i> ), gibt die Verwendung von <i>Modifiers</i> einen Sinn.	
<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= $\infty$ , 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, s $\rightarrow \exp(-a \cdot t)$
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:  $\int_0^{\infty} e^{-p \cdot t} \cdot (1 - e^{-a \cdot t}) dt$   $\left| \begin{array}{l} \text{annehmen, } p > 0 \\ \text{annehmen, } a > 0 \end{array} \right. \rightarrow \frac{a}{((p + a) \cdot p)}$

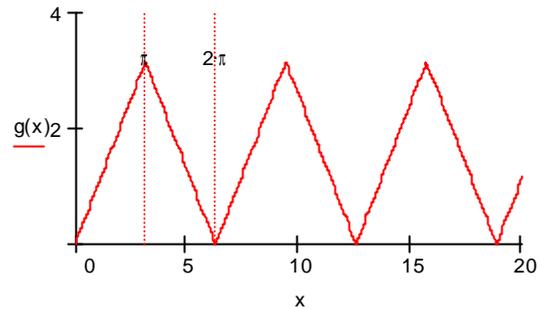
PROGRAMMIEREN (siehe *Palette Programmierung*)

- +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