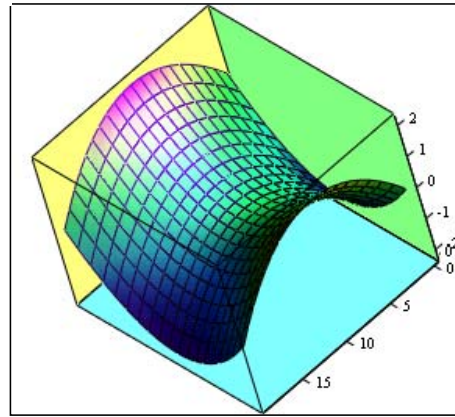


Mathcad 11

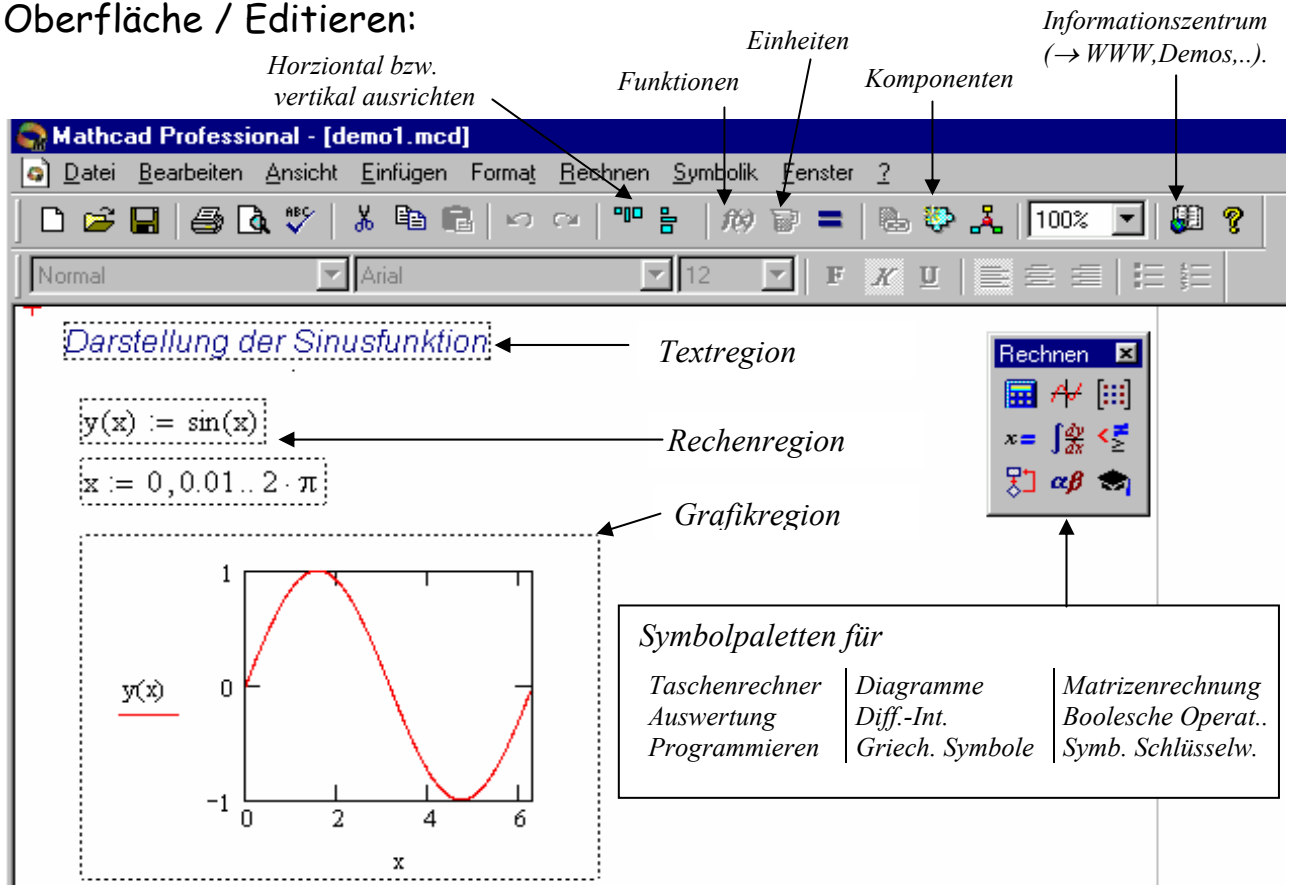


4

Oberfläche / Editieren	1
Bearbeiten des Grafikbereiches (x/y)	2
Kreisdiagramme / 3-D-Diagramme / Animationen	3
Ein- und Ausgabe: Tastenkombinationen und Menüpunkte	4
Einstellungen / Vordef. Variablen / Verweise und Links	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 (" -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. (Buchstabeneingabe + SPACE-Taste bewirkt eine automatische Umwandlung in einen Textbereich)

- **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]	Vergößerung des Auswahlbereiches <i>Schritt für Schritt</i>
Shift + ← / →	Markieren von Bereichen (oder mit ↵)
„Einfüg“	Senkrechten Strich der Einfügemarke nach vorne / hinten

↵-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 (→ 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 ↵-rechts kann diese **gesperrt** oder **ausgeblendet** (eingebledet durch "Erweitern") werden. Weitere Besonderheiten über ↵-rechts / **Eigenschaften / Region** definieren!

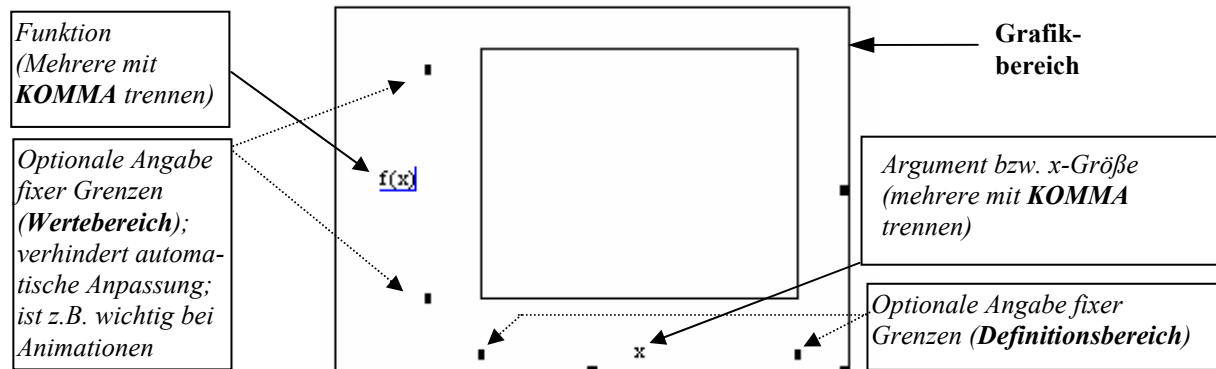
Bearbeiten des Grafikbereiches (X-Y-Diagramme)



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

z.B: $x := 0, 0.01 \dots 2\pi$ *x durchläuft den Bereich von $0-2\pi$, 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 \mathcal{R} -RECHTS

Formatieren ... (erhält man auch durch \mathcal{R} -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 Δx ab)
- * **Treppe** Treppenfunktion
- * **Stamm** Nadeldiagramm (z.B. für abgetastete Signale, diskrete Werte,...)
- * **Balken gefüllt** Balkendiagramm (farblich gefüllt ohne Zwischenraum)

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

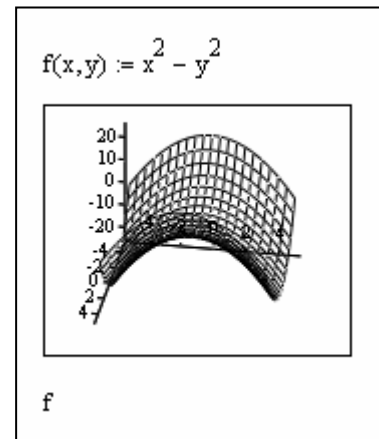
Kreisdiagramme

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



- Quickplot:**
- 1) Funktion oder Datenmatrix definieren
 - 2) Aus der Diagrammsymbolleiste das gewünschte 3-D-Diagramm wählen (z.B. Flächendiagramm)
 - 3) Den **Namen** der Funktion links unten im Platzhalter eintragen (!! keine Einheiten !!)
 - 4) Über Doppelklick nachträglich bearbeiten.



Das Erzeugen von 3-D-Diagrammen aus Daten erfolgt grundsätzlich über die Definition einer Datenmatrix (Gitternetzfläche). Über folgende Vorgangsweise kann man den Zeichenbereich bzw. die Datenpunkte selbst steuern:

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.

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



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

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







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) **EXTRAS / ANIMATION...**
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 Animation erfolgt über **EXTRAS / ANIMATION / 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:
→ **Einfügen / Objekt... / Medienclip oder Videoclip**
(entweder als stehendes Bild, das beim Anklicken die Animation startet oder als Symbol)

Ein- und Ausgabe: Tastenkombinationen und Menüpunkte

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_{Anfang}		x .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	$2+x = 7$ $Z = R+j \cdot \omega \cdot L$	Symbolleiste „Boolesch“ („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 ↑ .


DOKUMENT-Gestaltung

Bereiche ausrichten		Symbolleiste 	
Bereiche einsehen / trennen		→ Ansicht / Bereiche → Format / Bereiche / Trennen	
Regionen definieren / bearbeiten		→ Einfügen / Region Bearbeitung über die rechte Maustaste	
Verweise und Hyperlinks		siehe Seite 5	

KOMPLEXE ZAHLEN

Ein- und Ausgabe komplexer Zahlen	$3+j$	→Format / Ergebnis /Ergebnis-format/ Anzeigeoptionen: j oder i	3+1j (ohne Space)
-----------------------------------	-------	--	-----------------------------



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“ $\alpha\beta$	Buchstabe+ STRG G
Markierte Bereiche Kopieren / Ausschneiden / Einfügen		↻-rechts oder Menüleiste oder Symbolleiste	STRG-C STRG-X STRG-V
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,o,h) nachstellen (vor Buchstabe muß Zahl stehen!); zB: 111b (binär) , 312o (oktal) , 1Ah, 0FFh (hexadezimal)
Ausgabe	mit Format / Anzeige-Optionen / Basis einstellen

Einstellungen / Vordef. Variablen / Verweise und Links

Symbolleisten	→ <i>Ansicht / Symbolleisten.</i> <i>Standard, Formatierung</i> und <i>Rechnen</i> sollten immer aktiv sein.
Zeichenformatierung	Für Variablen und Konstante 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.
Ergebnisformatierung	→ <i>Format / Ergebnis</i> bzw. <i>Doppelklick auf Ergebnisbereich</i> Zahlenformat: Anzahl der Dezimalstellen (intern:15); Festlegung des Ausgabeformates Anzeige-Optionen Matrix-Anzeigeformat: Große Matrizen / Vektoren werden mit Rollbalken ausgegeben. „Matrix“ erzwingt Ausgabe als Matrix! Imaginärteil j oder i (für numerische Ausgaben) Radix: Zahlenbasis für die Ergebnisse (...) Einheiten Einheiten „formatieren“ bzw. „vereinfachen“ Toleranz Komplexe Schwelle: ab 10^{-n} rein imaginär/reell Nullschwelle: ab 10^{-n} erfolgt Ausgabe als „Null“
Berechnungsmodi	→ <i>Extras / Arbeitsblattoptionen / Berechnung/ Automatisch neu berechnen</i> Berechnung nach jeder Änderung im Dokument. Nach dem Ausschalten erfolgt Neuberechnung mit Rechnen / Berechnen (F9) → <i>Extras / Berechnen/ Arbeitsblatt berechnen:</i> Neuberechnung des gesamten Dokumentes; wichtig z.B. bei Simulationen. → <i>Extras / Optimieren:</i> Zwingt auch bei numerischen Berechnungen zu einer vorhergehenden symbolischen Vereinfachung
Seitenlayout	→ <i>Ansicht / Kopf- /Fußzeile</i> Gestaltung der Kopf- und Fußzeile → <i>Datei / Seite einrichten / Breite einer Seite drucken:</i> Bei Aktivierung erfolgt KEIN Druck über den rechten Rand der Seite hinaus
Eigene Fomatvorlagen	Empfehlung: Öffnen der Vorlagendatei NORMAL.MCT, Änderungen definieren und mit Speichern/unter mit neuem Namen speichern (... Template /*.MCT)
Vordef. Konstanten	Zahl π (=STRG \uparrow P), Zahl e, ∞ (auch STRG \uparrow Z), % = 0.01
Vordefinierte Variablen	→ <i>Extras / Arbeitsblattoptionen / Vordefinierte Variablen</i> TOL = 10^{-3} (Toleranz für numerische Berechnungen: Integral, Glg,...) CTOL = 10^{-3} (Toleranz für Lösungsblöcke, z.B: Vorgabe – Suchen) ORIGIN = 0 (Feldanfang = Index des 1. Feldelementes; Alle Matrizen und Vektoren werden standardmäßig von 0 weg indiziert; soll bei 1 begonnen werden: ORIGIN=1 setzen!)
Hyperlinks (zu anderen Mathcad-Dokumenten oder sonstigen Dateien)	<ul style="list-style-type: none"> • Textbereich/ Grafik... erstellen, markieren und Einfügen / Hyperlink aufrufen. Danach das Dialogfeld ausfüllen • Doppelklick auf Hyperlink öffnet Datei / Arbeitsblatt (wenn entsprechend angegebene auch als Popup-Dokument)
Verweise zwischen Bereichen eines Dokumentes	<ul style="list-style-type: none"> • Gewünschte Stelle anklicken, -rechts/ Eigenschaften /Anzeige: Tag festlegen und Datei speichern! • Hyperlinks wie beschrieben festlegen – als Pfad für den Zielbereich muß der Tag (beispielsweise) so angegeben werden: Dateiname#Tag
Verweise auf andere Dokumente	→ <i>Einfügen / Verweis ...</i> Das entsprechende Dokument wird „unsichtbar“ eingefügt (inkludiert)

BENUTZERDEFINIERT 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.*

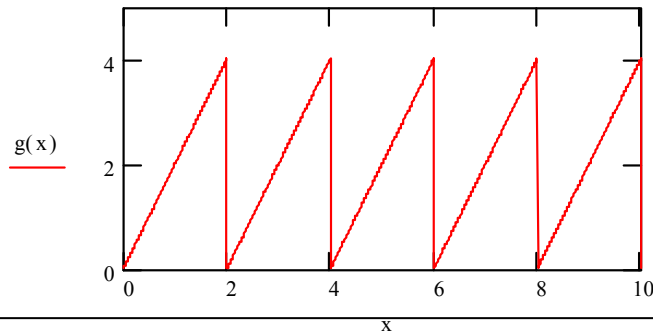
$l(T) := l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$ $l(T) =$

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.*

$g(x) := x - 3$

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


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

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

Rechnen mit Einheiten:

Einheiten werden wie bei Multiplikation mit vordefinierten Variablen verwendet.

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


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

Einheitensystem ändern: → **Extras/ Arbeitsblattoptionen/ Einheitensystem**

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

Trigonometrische Funktionen	sin(z), cos(z), tan(z) ; (<i>Argument in Radian</i> ; <i>in Grad</i> , z.B.: sin(45°Grad) oder sin(45°deg)) asin(z), acos(z), atan(z) : <i>Ergebnis in Radian</i> <i>in Grad: deg als Platzhalter eingeben</i> winkel(x,y) : <i>Winkel (in rad) zur positiven x-Achse [0-2π]</i>
Hyperbolische Funktionen	sinh(z), cosh(z), tanh(z), arsinh(z), arcosh(z), artanh(z)
Exponential- /Logarithmusfkt.	exp(z) oder e^z ; ln(z) , log(z)
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	Re(z) , Im(z) , z , arg(z) (<i>der Winkel im Bereich -π bis π</i>)
Rundungsfunktionen	floor(x) <i>Größte ganze Zahl ≤ x</i> ceil(x) <i>Kleinste ganze Zahl ≥ x</i> round(x,n) <i>Rundet x auf n Dezimalstellen</i> trunc(x) <i>Ganzzahliger Anteil von x („truncated“)</i>
Zahlentheorie / Kombinatorik	mod(x,y) <i>Rest bei Division von x durch y</i> gcd(A) <i>ggT von Vektorzahlen (oder Matrix) A</i> lcm(A) <i>kgV von Vektorzahlen (oder Matrix A)</i> n! <i>Fakultät von n</i> combin(n,k) <i>n über k (Kombination)</i>
Bedingung (<i>wenn</i>)	wenn(bedingung,true,false) Beispiel: sgn(x):=wenn(x>0, +1, wenn(x<0,-1,0)) und-Verknüpfung von Bedingungen: $(x<1) \wedge (x>0)$ oder-Verknüpfung von Bedingungen: $(x>1) \vee (x<0)$
Sprungfunktion / Impulse	Φ(x) [:= wenn(x<0,0,1)] <i>Heavesidefunktion</i> Anwendung: impuls(x,w):= Φ(x) - Φ(x-w) chi(a,x,b):= Φ(x-a) - Φ(x-b) sign(x) 0 für x=0; 1 für x>0 ; -1 für x<0 (<i>Vorzeichenfkt</i>)
Differential-/Integralrechnung Limes / Summen / Produkte	→ Symbolfeld „ <i>Differential- und Integraloperatoren</i> “

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

Eingabe von Vektoren / Matrizen	 <ol style="list-style-type: none"> 1) → Symbolleiste oder STRG M (maximal 10x10) 2) Def. über Formeln, z.B.: $i := 0..9$ $x_i := 2 \cdot i$ 3) Def. als Tabelle, z.B.: $i := 0..9$ $x_i := (,)$ 4) Über einzelne Elemente, z.B. $A_{2,2} := 2$ A= Indizierung beginnt bei 0 außer man setzt ORIGIN=1 5) Über Einfügen / Daten / Tabelle
Vektoroperationen	 v ... Betrag des Vektors v +/-/* - Tasten Add./ Subtr./ Mult./Skalarprodukt → Symbolleiste M^T Zeilenvektor durch Transponieren → Symbolleiste Σv Summe der Vektorelemente → Symbolleiste $\bar{x} \times \bar{y}$ Vektorprodukt
Matrizenoperationen	 M ... Determinante +/-/* - Tasten Addition, Subtraktion, Multiplikation M⁻¹ Inverse Matrix → Symbolleiste M^T Transponierte Matrix M<n> ... n-te Spalte der Matrix A

WAHRSCHEINLICHKEIT / STATISTIK

Diskrete Verteilungen (density functions and probability functions)

dbinom (x,n,p) pbinom (x,n,p)	Wahrscheinlichk.fkt. g(x) Verteilungsfkt. G(x) Binomialvtlg.
dpois (x,μ) ppois (x,μ)	Wahrscheinlichk.fkt.g(x) Verteilungsfkt. G(x) Poissonvtlg

Stetige Verteilungen (density functions and probability functions)

dnorm (x,μ,σ) pnorm (x,μ,σ)	Dichtefkt g(x) Verteilungsfkt G(x) der Normalverteilung
knorm (u)	G(u) der standardisierten Normalverteilung = pnorm(u,0,1)
dt (x,f) pt (x,f)	g(x) / G(x) der t-Verteilung mit f Freiheitsgraden
dchisq (x,f) pchisq (x,f)	g(x) / G(x) der χ^2 -Verteilung mit f Freiheitsgraden
dF (x,f1,f2) pF (x,f1,f2)	g(x) / G(x) der F-Verteilung mit Freiheitsgraden f1,f2
dlnorm (x,μ,σ) plnorm (x,μ,σ)	g(x) / G(x) der logarithmischen Normalverteilung
dunif (x,a,b) punif (x,a,b)	g(x) / G(x) der Gleichverteilung im Intervall [a,b]

Inverse Verteilungen

qbinom (G(x),n,p) qpois (G(x),μ) qnorm (G(x),μ,σ) qt (G(t),f) qF (G(F),f1,f2) qchisq (G(χ^2),f) lnorm (G(x),μ,σ)	Inverse Verteilungen: Liefern den x (t, χ^2 , F) - Wert zu dem gegebenen Wert G(x) [bzw. G(t),G(χ^2), G(F)] mit den entsprechenden Parametern.
---	--

Zufallszahlengeneratoren (random functions)

runif (n,a,b) rnd (x) rbinom (n,n,p), rpois (n,μ), rnorm (n,μ,σ), rlnorm (n,μ,σ), rchisq (n,f), rt (n,f), rF (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-, χ^2 -, t- bzw. F-Verteilung verteilte Zufallszahlen
---	--

Histogramm-Funktionen

hist (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> . Beachte: Die Dimension des resultierenden Histogrammvektors ist um 1 kleiner als die Dimension des Intervallvektors x.
hist (n , A)	Liefert Vektor mit absoluten Häufigkeiten bei einer Klasseneinteilung der Datenmatrix A in n Klassen . Ist identisch mit obiger Funktoin hist(x,A), wenn gesetzt wird: $x_i := \min(A) + \frac{\max(A) - \min(A)}{n} \text{ und } 0 \leq i \leq n$
H := Histogramm (x, A)	Das Ergebnis ist eine Matrix mit 2 Spalten: $H^{(0)}$... 1.Spalte ... liefert die Mittelpunkte des Intervallvektors x $H^{(1)}$... 2.Spalte ... liefert die absoluten Häufigkeiten wie hist(x,A)
H := Histogramm (n,A)	Das Ergebnis ist eine Matrix mit 2 Spalten: $H^{(0)}$... 1.Spalte ... Mittelpunkte einer Klasseneinteilung von n Klassen $H^{(1)}$... 2.Spalte ... absolute Häufigkeiten wie hist(n,A)

Statistische Kennwerte

mean (A) [dt: <i>mittelwert</i>], median (A), Var (A), Stdev (A)	Mittelwert, Median, Varianz und Standardabweichung der Datenfelder (Vektoren, Matrizen) A. „ Var “ und „ Stddev “ wurden durch (n-1) dividiert, „ var “ und „ stddev “ werden durch n dividiert.
---	---







INTERPOLATIONS- und Vorhersagefunktionen / REGRESSION / GLÄTTUNG

linterp(vx,vy,x)	Lineare Interpolation zwischen den Punkten (vx _i ,vy _i) an der Stelle x. (vx und vy sind also Vektoren)
<i>Splinefunktionen</i> lspline(vx,vy), pspline(vx,vy) oder kspline(vx,vy) in Zusammenarbeit mit interp(vs,vx,vy,x)	Kubische Splineinterpolation durch die Punkte (vx _i , vy _i) 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)
prognose(v,m,n)	Liefert n „Vorhersagewerte“ gemäß einem linearen Vorhersagealgorithmus aus m äquidistanten Werten aus dem Datenvektor v
<i>Lineare Regression</i> slope(vx,vy) intercept(vx,vy) korr(vx,vy) stdfehl(vx,vy)	$y = slope(vx,vy) \cdot x + intercept(vx,vy)$ liefert die lineare Ausgleichsfunktion zu den Datenpunkten (vx _i , vy _i); <i>korr</i> liefert den Korrelationskoeffizienten, <i>stdfehl</i> den Standardfehler bei der linearen Regression. <i>slope</i> = neigung ; <i>intercept</i> = achsenabschn
<i>Polynomische Regression</i> regress(vx,vy,n) [bzw. loess(vx,vy,spanne)] + interp(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 interp – Funktion. (ab vs ₃ stehen in dem Vektor die Koeffizienten des Polynoms) <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> expanp(vx,vy,startwerte) lgsanp(vx,vy,startwerte) loganp(vx,vy,startwerte) potanp(vx,vy,startwerte) sinanp(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;"><p>vx, vy sind die Datenvektoren. startwerte ist ein Vektor mit 3 Elementen, der Schätzwerte für die unbekannt Parameter a,b,c enthält. Ergebnis: Ein 3-elementiger Vektor mit den Parametern a,b,c</p></div>
<i>Verallgemeinerte Regression</i> linanp(vx,vy,Fkt) genanp(vx,vy,startwerte,Fkt)	Anpassung beliebiger Funktionen an Datenvektoren vx, vy. (<i>linanp</i> : Linearkombination beliebiger Funktionen, <i>genanp</i> im allgemeinen Fall). Fkt enthält Vektor von Funktionen (→ s.Hilfe oder Quicksheets)
<i>Glättungsfunktionen</i> medgltt(vy,n)	Glättung durch gleitende Mediane aus einem Datenfenster von n Elementen vy ... Datenvektor mit N Elementen; z.B: N=100 n ... 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: kgltt(vx,vy,b) ; strgltt(vx,vy)

DIFFERENTIALGLEICHUNGEN / TRANSFORMATIONEN

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

DATEITRANSFERS / KOMPONENTEN

<p>Arbeit mit strukturierten ASCII-Dateien (____.PRN)</p>	<p>A := PRNLESEN (datei) 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") (bzw. "werte.txt") PRNSCHREIBEN (datei) := A ; PRNANFÜGEN (datei) := A</p>
<p>Arbeit mit einzelnen Datensätzen (unstrukturierten Dateien) im ASCII-Format (.DAT)</p>	<p>v_i := LESEN (datei) SCHREIBEN (datei) := v_i ANFÜGEN (datei) := v_i</p>
<p>KOMPONENTEN  einfügen (→ <i>Einfügen/ Komponente...</i>)</p> <p>Statische Dateien (EXCEL-Datei holen oder in EXCEL-Datei speichern)</p> <p>Eingabetabelle</p> <p>Mathsoft-Slider</p> <p>EXCEL-Objekt</p> <p>Weitere Komponenten-Assistenten existieren für</p>	<p>Ermöglicht Lesen / Schreiben von Dateien in verschiedenen Formaten mit automatischer Aktualisierung. Aufruf des Komponentenassistenten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wertübergabe Mathcad → Komponente: Im Platzhalter unterhalb der jeweiligen Komponente • Wertübergabe Komponente → Mathcad: Im Platzhalter links neben der jeweiligen Komponente • Einfügen / Daten / Dateieingabe...(Dateiausgabe) Die Datei wird schließlich wie nebenstehend eingebunden. In Schritt 2 wird der übernommene Tabellenbereich festgelegt. <div data-bbox="1046 804 1362 931" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>A :=  excel_tab.xls</p> </div> • Einfügen / Daten / Tabelle Ermöglicht die Eingabe großer Tabellen oder Matrizen durch automatisches SCROLLING: • Einfügen / Steuerelement / Slider Ähnlich der Bildlaufleiste in EXCEL, Ermöglicht die ganzzahlige Festlegung von Werten über Schieberegler. Anfangs- und Endwert über -rechts / Steuerelement Slider-Objekt / Eigenschaften einstellen. <div data-bbox="1046 1167 1390 1301" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>wert := </p> </div> • Komponentenassistent – Excel <ol style="list-style-type: none"> 1) Auswahl, ob neue oder bestehende Excel- Datei. 2) „Als Symbol anzeigen“ (J/N) 3) Anzahl der Ein- und Ausgabevariablen und deren Tabellen-Bereiche angeben. (Kann später über -rechts noch verändert werden) <div data-bbox="1118 1397 1385 1644" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Out := </p> <p>(In_1 In_2)</p> </div> <p>AXUM, Smarts sketch, MATLAB,... / Checkbox , (→ Ansicht / Symboleisten / Steuerelemente)</p>
<p>Bilddateien</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Über die <i>Windows-Zwischenablage</i> 2) Aus einer Datei über Einfügen/Bild (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:→ BMPLESEN, RGBLESEN, BMPSCHREIBEN. RGBSCHREIBEN, BILD_LESEN, ROT_LESEN, GRÜN_LESEN, BLAU_LESEN,

Symbolische Berechnungen mit dem Symbolik-Menü

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

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

- → **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 π 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 (*coeff*)

- **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

	(STRG .) Symbolische Auswertung
	Dieser Operator ist das symbolische Gegenstück zum numerischen „=“. Vorteil: Aktualisierungen erfolgen automatisch („aktiver Operator“), vorherige Funktionsdefinitionen können verwendet werden. EINGABE: 1) Ausdruck eingeben 2) \rightarrow (symbolische Auswertung)
	(STRG ↑.) Auswertung symbolischer Schlüsselwörter
	Schlüsselwörter können angegeben werden, um gewisse Modifizierungen der symbolischen Berechnung vornehmen zu können. Die Schlüsselwörter können auch der Symbolleiste Symbolik 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 vereinfachen), gibt die Verwendung von Modifiers einen Sinn.	
	annehmen Einschränkungen für die Auswertung (z.B: p>0) reell Auswertung nur für reellwertige Ausdrücke RealRange Einschränkung auf reellen Bereich trig Anwendung von $\sin^2x+\cos^2x=1$ und $\cosh^2x-\sinh^2x=1$ zur Vereinf.

Schlüsselwort	Bedeutung	Beispiele
gleit, m (float)	zeigt Fließkommawert mit m Stellen Genauigkeit an (m ist voreingestellt auf 20)	$\ln(2) \cdot x^2$ gleit, 3 $\rightarrow .693 \cdot x^2$ π float $\rightarrow 3.141592653589793238$
komplex (complex)	Symbolische Berechnung im Komplexen; Ergebnis in Komponentenform a+j*b	$e^{j \cdot \phi}$ komplex $\rightarrow \cos(\phi) + i \cdot \sin(\phi)$
annehmen, bedingung (assume)	Legt Bedingungen für eine oder mehr Variablen fest	$\int_0^\infty e^{-a \cdot t} dt$ annehmen, a > 0 $\rightarrow \frac{1}{a}$
aauflösen, var (solve)	Auflösen einer Gleichung bzw. auch eines Gleichungssystems	2·b + c=d auflösen, c $\rightarrow -2 \cdot b + d$ $\begin{bmatrix} x + y = 2 \\ 2 \cdot x + y = 1 \end{bmatrix}$ auflösen, $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \rightarrow (-1 \ 3)$
vereinfachen (simplify)	Arithmetisch Vereinfachen (Kürzen, Einsatz grundlg. Funktionen.)	a + 2 a vereinfachen $\rightarrow 3 \cdot a$ 1 - sin(x) ² vereinfachen, trig $\rightarrow \cos(x)^2$
ersetzen, var1=var2 (substitute)	Ersetzt alle Vorkommen einer Variablen var1 durch einen Ausdruck oder eine Variable var2	$x + \frac{1}{x^2}$ ersetzen, x = a ² $\rightarrow a^2 + \frac{1}{a^4}$
faktor (factor)	Zerlegung in Produkt / Faktorisieren Herausheben	1235 faktor $\rightarrow 5 \cdot 13 \cdot 19$ $x^3 + x^2$ faktor $\rightarrow x^2 \cdot (x + 1)$

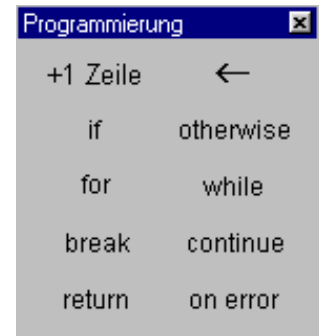
<i>Schlüsselwort</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Beispiele</i>
entwickeln (expand)	Ausmultiplizieren von Potenzen und Produkten	$(a + b)^2$ entwickeln $\rightarrow a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2$ $\frac{x^2 + 1}{x}$ entwickeln $\rightarrow x + \frac{1}{x}$
koeff, var	Bestimmung der Polynomkoeffizienten eines Ausdrucks. Das Ergebnis wird in einen Vektor geschrieben	$a \cdot x + b$ koeff, x $\rightarrow \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix}$
sammeln, var1,... (collect)	Ordnen nach gleichen (fallenden) Potenzen bzw. Herausheben gleicher Faktoren	$(1 + y + x^2)^2$ sammeln, x $\rightarrow x^4 + (2 + 2 \cdot y) \cdot x^2 + (1 + y)^2$
reihe, var=z,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 $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7$ $\sin(x^2 + y^2)$ 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 ω	$\text{Dirac}(t - t_0)$ 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, ω $\rightarrow \Phi(t + 1) - \Phi(t - 1)$ vereinfachen
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 $\rightarrow 1$
$M^T \rightarrow$ $M^{-1} \rightarrow$ $ 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: $\int_0^\infty e^{-s \cdot t} \cdot (1 - e^{-a \cdot t}) dt$ | annehmen, $s > 0$ $\rightarrow \frac{a}{(s + a) \cdot s}$
| annehmen, $a > 0$

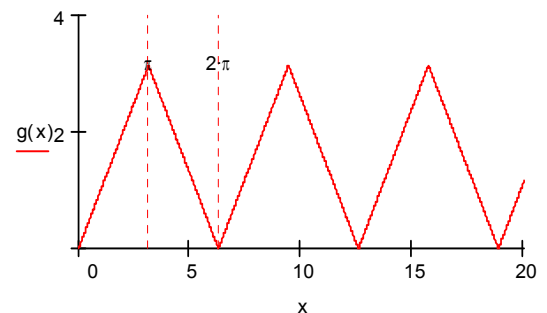
PROGRAMMIEREN (siehe *Palette Programmierung*)

+1 Zeile	Neue Programmzeile
←	Wertzuweisung an eine lokale Variable
if	Verzweigung (<i>Anweisung if Bedingung</i>)
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 <i>Ausdr2</i> wird <i>Ausdr1</i> ausgewertet (<i>Ausdr1 on error Ausdr2</i>)



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 „ $\uparrow +]$ “-Tastenkombination
 3) Programmierpalette: Symbole „ \leftarrow “, „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*