

## Kapitel 8: Graphische Darstellung von Funktionen in einer Variablen

Die graphische Darstellung von Funktionen in einer Variablen erfolgt durch den **plot**-Befehl. Mit **plot** können auch mehrere Funktionen in ein Schaubild gezeichnet werden, wenn diese in Form einer Liste [f1, f2, ...] angegeben werden. Besitzt eine darzustellende Funktion eine Polstelle, ist es wichtig den y-Bereich des Schaubildes einzuschränken, da sonst der Funktionsverlauf nicht erkennbar wird.

Eine Veränderung der graphischen Darstellung kann direkt über die vielfältigen Optionen des **plot**-Befehls vorgenommen werden. Unter **?plot[options]** sind alle Optionen des **plot**-Befehls beschrieben. Zur interaktiven Manipulation klickt man das Schaubild an und wählt dann Optionen der Menueleiste aus, die im Worksheet oben angezeigt werden. Alternativ klickt man mit der rechten Mauseleiste auf die Graphik und spezifiziert einen der angegebenen Optionen. Insbesondere werden Graphiken so in ein anderes Format wie z.B. *eps*, *gif*, *jpg* usw. exportiert oder die Legende aktiviert.

Sind mehrere Maple-Bilder p1, p2, ... definiert, so können diese mit dem **display**-Befehl in ein Schaubild gezeichnet werden. Die wichtigste Option von **display** ist *insequence*=<true, false>. Bei *insequence=false* werden alle Bilder in einem Schaubild übereinander gelegt; während bei *insequence=true* die Bilder als Einzelschaubilder in Form einer Animation ablaufen.

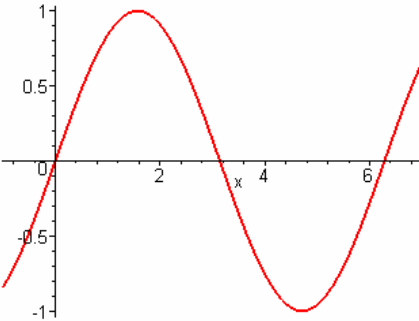
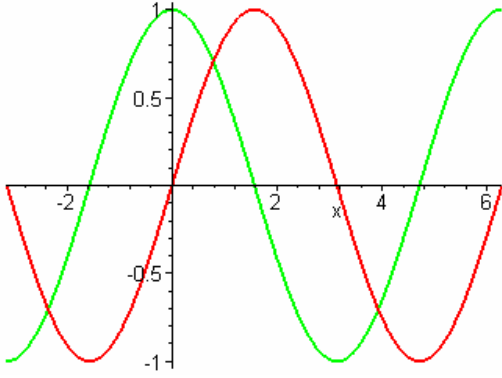
Eine Animation wird gestartet, indem man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint im Worksheet oben eine Leiste, die der eines Media-Players entspricht. Von dort aus lässt sich die Animation starten.

Für eine logarithmische Skalierung der Achsen wie z.B. für das Bode-Diagramm verwendet man die Befehle **logplot**, **semilogplot** oder **loglogplot**. Die vielfältigen anderen Befehle zur graphischen Darstellung sind im **plots**-Package enthalten, das mit **with(plots)** aktiviert wird. Beim Aufruf des **plots**-Package erscheint die Warnung

**Warning, the name changecoords has been redefined**

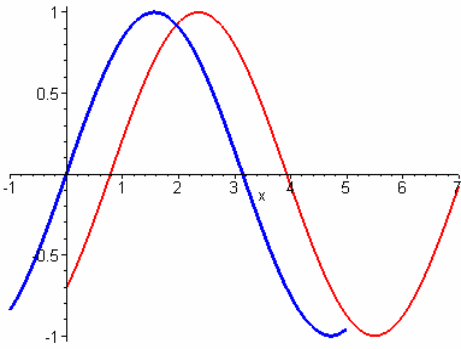
die ignoriert werden kann, da sie sich auf eine Neudefinition des Befehls *changecoords* bezieht. Sie kann mit **interface(warnlevel=0)** unterdrückt werden. Für die CD-ROM-Version wurde dieser Befehl in die Datei *maple.ini* geschrieben, die sich im Verzeichnis der Worksheets befindet und beim Start der Worksheets über den Link im Buch eingelesen wird.

## 8.1 Darstellung von Funktionen in einer Variablen

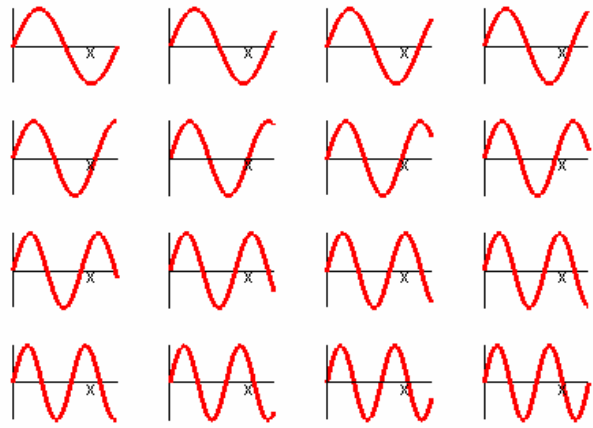
<code>plot</code>	<a href="#">worksheet</a>
Problem	Gesucht sind die Graphen elementarer Funktionen $f(x)$ .
Befehl	<code>plot(f(x), x=a..b, opt);</code>
Parameter	$f(x)$ : Funktionsausdruck $x=a..b$ : Bereich der Variablen $opt$ : Optionale Parameter
Beispiele	<p style="text-align: center;"><math>f(x) = \sin(x)</math></p> <pre>&gt; plot(sin(x), x=-1..7);</pre>  <p>Mehrere Graphen in ein Schaubild</p> <pre>&gt; plot([sin(x), cos(x)], x=-Pi..2*Pi,        color=[red,green]);</pre> 

Optionale Parameter	<p><b>style</b> = &lt;point ... line &gt;: Verbindung der Punkte  <b>color</b> = &lt; black blue .. gold green gray grey .. red .. white yellow &gt;  <b>coords</b>= polar Darstellung in Polarkoordinaten  <b>legend</b>= `text` Text für die Legende  <b>scaling</b>=&lt; constrained &gt;: Maßstabsgetreue Darstellung  <b>numpoints</b>=n Anzahl der Berechnungspunkten  <b>title</b>= `text` Titel des Schaubildes  <b>thickness</b>=n Linienstärke; n=0, 1, 2, 3, ...  <b>symbols</b>=s Punktsymbole. (Standard s=point)  <b>view</b>=[xmin..xmax, ymin..ymax] x-, y-Bereich für das Schaubild  <b>view</b>=ymin..ymax Skalierung nur der y-Achse  <b>tickmarks</b>=[n,m] Anzahl der Zwischenwerte auf der x-, y-Achse</p>
Hinweise	<p>Unter <b>?plot[options]</b> sind alle Optionen des <b>plot</b>-Befehls beschrieben. Die vielen anderen <b>plot</b>-Befehle sind im <b>plots</b>-Package enthalten und werden mit <b>with(plots)</b>; aufgelistet.</p> <p>Um mehrere Graphen in einem Bild darzustellen, werden die Funktionen in Form einer Liste [f1,f2,...] als erstes Argument dem <b>plot</b>-Befehl übergeben. Entsprechend können dann die Parameter der plot-Optionen wie <i>color</i>, <i>thickness</i>, <i>legend</i> usw. ebenfalls als Liste unterschiedlich gewählt werden.</p> <p>Zur interaktiven Manipulation klickt man das Schaubild an und wählt dann Optionen der Menueleiste aus, die oben im Worksheet angezeigt werden. Alternativ klickt man mit der rechten Mause Taste auf die Graphik und spezifiziert einen der angegebenen Optionen. Insbesondere werden Graphiken so in ein anderes Format exportiert oder die Legende aktiviert.</p>
Siehe auch	<p><b>plot3d</b>, <b>display</b>, <b>animate</b>, <b>animate3d</b>;  → Definition von Funktionen  → Darstellung einer Funktion <math>f(x,y)</math> in zwei Variablen  → Animation einer Funktion <math>f(x,t)</math>  → Der neue animate-Befehl.</p>

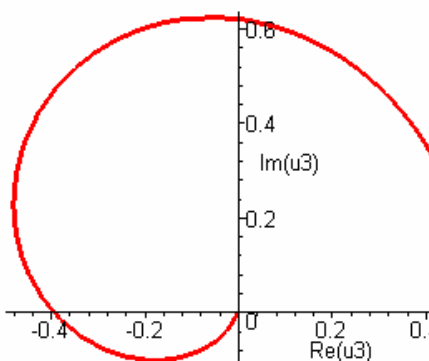
## 8.2 Mehrere Schaubilder

<code>display</code>	<a href="#">worksheet</a>
Problem	Wiedergabe von mehreren Maple-Bildern in einem Schaubild.
Befehl	<code>display([p1, p2, ..., pn], insequence=true, opt);</code>
Parameter	<p><math>p1, p2, \dots, pn</math>: Maple-Plots</p> <p><math>insequence=&lt;true, false&gt;</math>: Animation ja/nein</p> <p><math>opt</math>: Optionale plot-Parameter</p>
Beispiel	<p style="text-align: center;"><math>\sin(x)</math> und <math>\sin(x - \frac{\pi}{4})</math></p> <pre>&gt; with(plots): &gt; p1:=plot(sin(x),x=-1..5, color=blue): &gt; p2:=plot(sin(x-Pi/4),x=0..7, color=red): &gt; display([p1,p2], insequence=false);</pre> 
Hinweise	<p>Das <b>plots</b>-Package muss vorher geladen werden.</p> <p>Die wichtigste Option von <b>display</b> ist <math>insequence=&lt;true, false&gt;</math>. Bei <math>insequence=false</math> werden alle Bilder in einem Schaubild übereinander gelegt; während bei <math>insequence=true</math> die Bilder als Einzelschaubilder in Form einer Animation ablaufen.</p> <p>Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Schaubild im Worksheet anklickt. Dann erscheint im Worksheet oben eine Leiste, die der eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.</p>
Siehe auch	<p><b>plot, animate, animate3d</b>; → Der neue animate-Befehl</p> <p>→ Darstellung von Funktionen in einer Variablen</p> <p>→ Animation einer Funktion <math>f(x,t)</math>.</p>

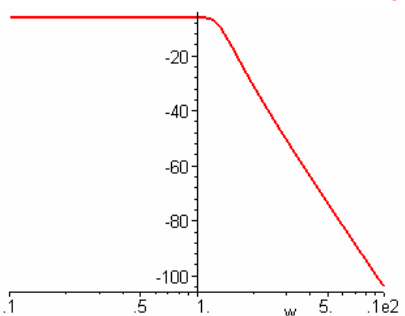
## 8.3 Darstellen von Kurven mit Parametern

<b>animate</b>	<a href="#">worksheet</a>
Problem	Gesucht ist eine Darstellung der Funktion $f_k(x)$ in der Ortsvariablen $x$ in Abhängigkeit des Parameters $k$ .
Befehl	<b>animate</b> (y, x=a..b, k=k0..k1, opt);
Parameter	y: Funktionsausdruck in der Variablen $x$ mit Parameter $k$ $x=a..b$ : Bereich der Ortsvariablen $k=k0..k1$ : Bereich des Parameters opt: Optionale plot-Parameter
Beispiel	$f_k(x) := \sin(kx)$ <pre>&gt; with(plots): &gt; animate(sin(k*x), x=0..2*Pi, k=1..2);</pre> 
Hinweise	Ein wichtiger optionaler Parameter ist $frames=n$ , der die Anzahl der Bilder einer Sequenz angibt. Alle anderen optionalen Parameter erhält man wie beim <b>plot</b> -Befehl über <b>?plot[options]</b> . Der <b>animate</b> -Befehl ist im <b>plots</b> -Package enthalten, das mit <b>with(plots)</b> ; geladen wird. Mit anschließendem <b>display(%)</b> werden alle Einzelbilder in ein Schaubild gezeichnet. Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint im Worksheet oben eine zusätzliche Symbolleiste, die der eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.
Siehe auch	<b>display, animate3d</b> ; → Animation einer Funktion $f(x,y,t)$ .

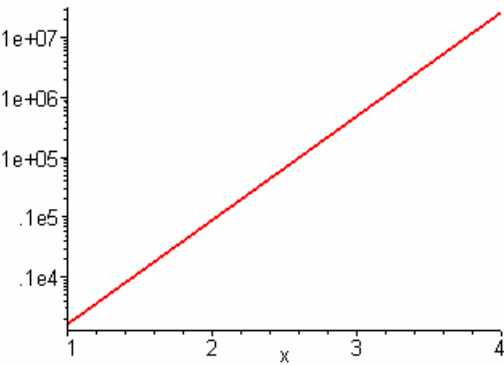
## 8.4 Ortskurven

plot	<a href="#">worksheet</a>
Problem	Gesucht ist der Graph einer komplexwertigen Funktion $f(t) = u(t) + i v(t)$ in einer reellen Variablen $t$ .
Befehl	<b>plot</b> ([Re(f(t)), Im(f(t)), t=a..b], opt);
Parameter	$f(t)$ : Funktionsausdruck $t=a..b$ : Bereich der Variablen $opt$ : Optionale plot-Parameter
Beispiel	$f(w) = -\frac{w^5}{-2w^5 + 5Iw^4 + 8w^3 - 7Iw^2 - 4w + 2.}$ <pre>&gt; f(w) := -w^5 / (-2*w^5 + 5*I*w^4 +                 8*w^3 - 7*I*w^2 - 4*w + 2.); &gt; plot([Re(f(w)), Im(f(w)), w=0..4]);</pre> 
Hinweise	Die imaginäre Einheit wird in Maple mit <b>I</b> bezeichnet!
Siehe auch	<b>plot3d, display, animate, animate3d;</b> → Darstellung von Funktionen in einer Variablen → Bode-Diagramm.

## 8.5 Bode-Diagramm

semi-logplot	<a href="#">worksheet</a>
Problem	<p>Gesucht ist der Graph einer komplexwertigen Funktion <math>f(\omega)</math> in einer reellen Variablen <math>\omega</math> in Form eines Bode-Diagramms</p> $20 \text{ dB } \log( f(\omega) )$ <p>bei logarithmischer Skalierung der <math>\omega</math>-Achse und linearer Skalierung der y-Achse.</p>
Befehl	<b>semilogplot</b> (20*log[10](abs(f(w)), w=a..b, opt);
Parameter	<p><math>f(w)</math>: Funktionsausdruck in der Variablen <math>w</math>  <math>w=a..b</math>: Bereich der Variablen  <math>opt</math>: Optionale plot-Parameter</p>
Beispiel	$f(w) = -\frac{.4 I}{-.8 I + 3.2 I w^2 + 2.28 w - 1.6 I w^4 - 2.92 w^3 + .64 w^5}$ <pre>&gt; f(w) := -.4*I / (-.8*I + 3.2*I*w^2 + 2.28*w - 1.6*I*w^4 - 2.92*w^3 + .64*w^5); &gt; with(plots): &gt; semilogplot(20*log[10](abs(f(w))), w=0.1..100);</pre> 
Hinweise	Das <b>plots</b> -Package muss vorher geladen werden. Die imaginäre Einheit wird in Maple mit <b>I</b> bezeichnet! Da beim <b>semilogplot</b> -Befehl die x-Achse logarithmisch skaliert wird, muss die x-Achse im positiven Bereich gewählt werden. Die Funktion darf keine Nullstelle im darzustellenden Bereich besitzen.
Siehe auch	<b>plot</b> ; → Ortskurven → Logarithmische Darstellung von Funktionen.

## 8.6 Logarithmische Darstellung von Funktionen

<p>logplot semilog-plot loglogplot</p>	<a href="#">worksheet</a>
Problem	Graphische Darstellung von Funktionen bei logarithmischer Skalierung der Achsen.
Befehle	<b>logplot</b> ( f, x=a..b); logarithmische Skalierung der y-Achse <b>semilogplot</b> ( f, x=a..b); logarithmische Skalierung von x <b>loglogplot</b> ( f, x=a..b); logarithm. Skalierung von x und y
Parameter	f: Funktionsausdruck x=a..b: Bereich der x-Achse
Beispiel	$3 e^{(4x)}$ <pre>&gt; with(plots): &gt; logplot(3*exp(4*x), x=1..4);</pre> 
Hinweise	Das <b>plots</b> -Package muss vorher geladen werden. Man beachte, dass bei logarithmischer Skalierung der x-Achse die x-Werte größer Null bzw. bei logarithmischer Skalierung der y-Achse die Funktionswerte größer Null sein müssen.
Siehe auch	<b>writedata</b> , <b>readdata</b> ; → Einlesen und Darstellen von Messdaten → Logarithmische Darstellung von Wertepaaren.