

Kapitel 9: Graphische Darstellung von Funktionen in mehreren Variablen

Zur graphischen Darstellung von Funktionen $f(x,y)$ in zwei Variablen verwendet man den **plot3d**-Befehl. Mit **plot3d** können auch mehrere Funktionen in ein Schaubild gezeichnet werden, wenn diese in Form einer Liste $[f_1, f_2, \dots]$ angegeben sind. Bis Maple8 müssen die Funktionen jedoch in Form einer Menge $\{f_1, f_2, \dots\}$ vorliegen.

Unter **?plot3d[options]** sind alle Optionen des **plot3d**-Befehls beschrieben. Die vielen anderen **plot3d**-Befehle sind im **plots**-Package enthalten, welches mit **with(plots)**; geladen werden. Beim Aufruf des **plots**-Package erscheint bei manchen Maple-Versionen „*Warning, the name changecoords has been redefined*“, die ignoriert werden kann.

Zur interaktiven Manipulation der Darstellung klickt man das Schaubild an und wählt dann Optionen der Menüleiste aus, die im Worksheet oben angezeigt werden. Zum Drehen der Graphik genügt es die rechte Maustaste gedrückt zu halten und dann zu drehen. Alternativ klickt man mit der rechten Maustaste auf die Graphik und spezifiziert eine der angegebenen Optionen. Insbesondere können Graphiken so in ein anderes Format exportiert werden.

Sehr umfangreich ist der interaktive **PlotBuilder**. Um ihn zu verwenden definiert man die zu zeichnende Funktion, z.B. mit **y:=sin(x)**; klickt mit der rechten Maustaste auf die Maple-Ausgabe und folgt der Menü-Führung

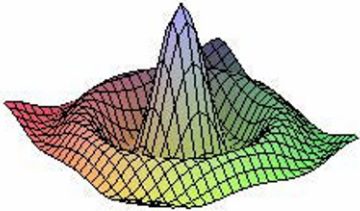
Plots → *Plot Builder* → *Options* → ... → *Plot*

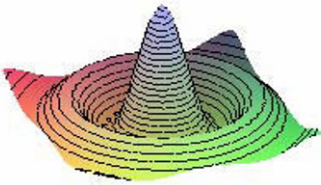
Sind mehrere 3D-Bilder p_1, p_2, \dots definiert, können diese analog zu 2D-Bildern mit dem **display3d**-Befehl in ein Schaubild gezeichnet werden. Die wichtigste Option von **display3d** ist *insequence*=<true, false>. Bei *insequence*=false werden alle Bilder in einem Schaubild übereinander gelegt; während bei *insequence*=true die Bilder als Einzelschaubilder in Form einer Animation ablaufen.

Funktionen $f(x, t)$ bzw. $f(x,y, t)$ werden bis Maple8 mit **animate** bzw. **animate3d** in Form einer Animation visualisiert. Ab Maple9 gibt es eine Variante des **animate**-Befehls: Die neue Version von **animate** bietet eine größere Vielfalt an Animationsmöglichkeiten an. Sie ersetzt die bisherigen Varianten **animate** und **animate3d**, wobei die alte Syntax nachwievor erlaubt und verwendet wird.

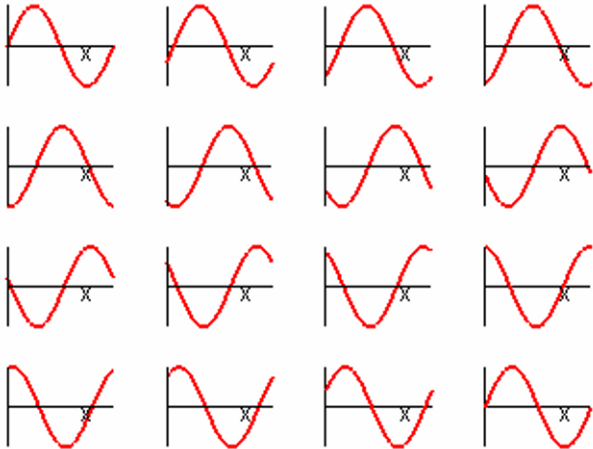
Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint im Worksheet oben eine Leiste, die dem eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.

9.1 Darstellung einer Funktion $f(x,y)$ in zwei Variablen

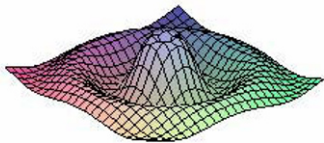
plot3d	
Problem	Gesucht sind die Graphen von Funktionen in zwei Variablen.
Befehl	plot3d (f, x=a..b, y=c..d, opt);
Parameter	<i>f</i> : Funktionsausdruck <i>x=a..b</i> : Bereich der Variablen <i>x</i> <i>y=c..d</i> : Bereich der Variablen <i>y</i> <i>opt</i> : Optionale Parameter
Beispiele	$f(x, y) = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ <pre>> f := sin(sqrt(x^2+y^2))/sqrt(x^2+y^2); > plot3d(f, x=-10..10, y=-10..10);</pre>  <p>Zusätzlich zum Graphen werden durch die Option style = patchcontour Höhenlinien berechnet und eingezeichnet</p> <pre>> plot3d(f, x=-10..10, y=-10..10, contours=20, style=patchcontour);</pre>

																											
Optionale Parameter	<table border="0"> <tr> <td>grid=[n,m]</td> <td>Dimension des Berechnungsgitters: $n \times m$</td> </tr> <tr> <td>title="t"</td> <td>Titel des Schaubildes</td> </tr> <tr> <td>labels=[x,y,z]</td> <td>Spezifiziert die Achsenbeschriftung</td> </tr> <tr> <td>tickmarks=[l,m,n]</td> <td>Anzahl der Markierungen auf Achsen bzw. Skalierung bei <i>spacing</i>(wert)</td> </tr> <tr> <td>contours=n</td> <td>Anzahl der Höhenlinien</td> </tr> <tr> <td>style=contour</td> <td>Nur Höhenlinien werden gezeichnet</td> </tr> <tr> <td>scaling=<constrained, unconstrained></td> <td>Maßstabsgetreue Skalierung</td> </tr> <tr> <td>view=zmin..zmax oder [xmin..xmax,ymin..ymax,zmin..zmax]</td> <td>Der darzustellende Bereich</td> </tr> <tr> <td>axes=boxed</td> <td>Achsen werden gezeichnet</td> </tr> <tr> <td>thickness=<0,1,2,3, ...></td> <td>Steuerung der Liniendicke</td> </tr> <tr> <td>orientation=[phi, theta]</td> <td>Blickrichtung der 3d Graphik</td> </tr> <tr> <td>style=patchnograd</td> <td>Das Gitter wird unterdrückt</td> </tr> <tr> <td>transparency=t</td> <td>„Durchsichtigkeit“ der Darstellung; t liegt zwischen 0.0 und 1.0</td> </tr> </table>	grid =[n,m]	Dimension des Berechnungsgitters: $n \times m$	title ="t"	Titel des Schaubildes	labels =[x,y,z]	Spezifiziert die Achsenbeschriftung	tickmarks =[l,m,n]	Anzahl der Markierungen auf Achsen bzw. Skalierung bei <i>spacing</i> (wert)	contours =n	Anzahl der Höhenlinien	style =contour	Nur Höhenlinien werden gezeichnet	scaling =<constrained, unconstrained>	Maßstabsgetreue Skalierung	view =zmin..zmax oder [xmin..xmax,ymin..ymax,zmin..zmax]	Der darzustellende Bereich	axes =boxed	Achsen werden gezeichnet	thickness =<0,1,2,3, ...>	Steuerung der Liniendicke	orientation =[phi, theta]	Blickrichtung der 3d Graphik	style =patchnograd	Das Gitter wird unterdrückt	transparency =t	„Durchsichtigkeit“ der Darstellung; t liegt zwischen 0.0 und 1.0
grid =[n,m]	Dimension des Berechnungsgitters: $n \times m$																										
title ="t"	Titel des Schaubildes																										
labels =[x,y,z]	Spezifiziert die Achsenbeschriftung																										
tickmarks =[l,m,n]	Anzahl der Markierungen auf Achsen bzw. Skalierung bei <i>spacing</i> (wert)																										
contours =n	Anzahl der Höhenlinien																										
style =contour	Nur Höhenlinien werden gezeichnet																										
scaling =<constrained, unconstrained>	Maßstabsgetreue Skalierung																										
view =zmin..zmax oder [xmin..xmax,ymin..ymax,zmin..zmax]	Der darzustellende Bereich																										
axes =boxed	Achsen werden gezeichnet																										
thickness =<0,1,2,3, ...>	Steuerung der Liniendicke																										
orientation =[phi, theta]	Blickrichtung der 3d Graphik																										
style =patchnograd	Das Gitter wird unterdrückt																										
transparency =t	„Durchsichtigkeit“ der Darstellung; t liegt zwischen 0.0 und 1.0																										
Hinweise	<p>Unter ?plot3d[options] sind alle Optionen des plot3d-Befehls beschrieben. Die vielen anderen plot3d-Befehle sind im plots-Package enthalten, das mit with(plots); gestartet wird. Mit dem plot3d-Befehl werden mehrere Funktionen in ein Schaubild gezeichnet, wenn diese in Form einer Liste [f1, f2, ...] angegeben werden.</p> <p>Zur graphischen Manipulation klickt man das Schaubild an und wählt dann Optionen der Menüleiste aus, die Worksheet oben angezeigt werden. Zum Drehen der Graphik genügt es, die rechte Maustaste gedrückt zu halten und dann zu drehen. Alternativ klickt man mit der rechten Maustaste auf die Graphik und spezifiziert eine der angegebenen Optionen.</p>																										
Siehe auch	<p>plot, densityplot, gradplot, fieldplot, display, animate, animate3d; → Mehrere Schaubilder → Darstellung von Funktionen in einer Variablen.</p>																										

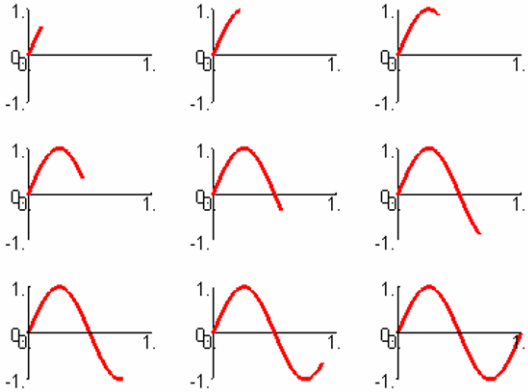
9.2 Animation einer Funktion $f(x,t)$

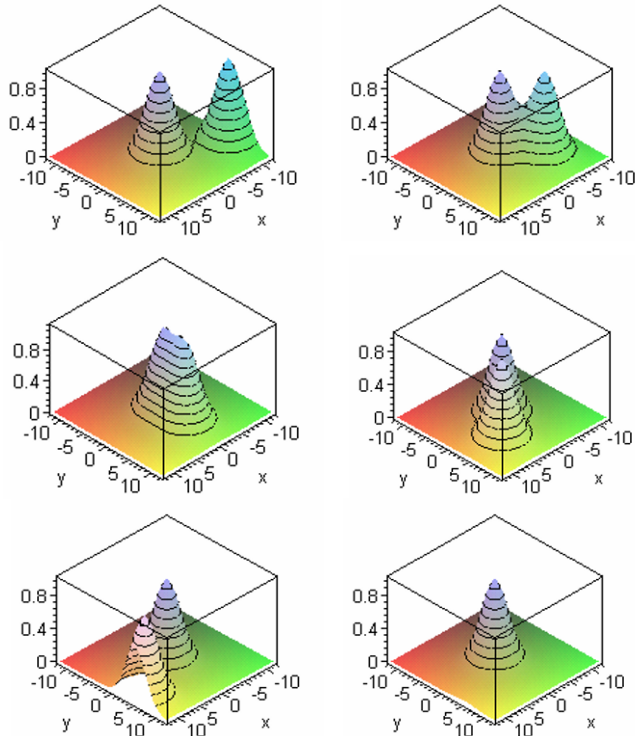
animate	
Problem	Gesucht ist die Animation einer Funktion $f(x,t)$ in einer Ortsvariablen x und der Zeitvariablen t .
Befehl	animate ($f(x,t)$, $x=a..b$, $t=t0..t1$, <i>opt</i>);
Parameter	$f(x, t)$: Funktionsausdruck $x=a..b$: Bereich der Ortsvariablen $t=t0..t1$: Bereich der Zeitvariablen t <i>opt</i> : Optionale plot-Parameter
Beispiel	$f(x, t) = \sin(x - t)$ <pre>> with(plots): > animate(sin(x-t), x=0..2*Pi, t=0..2*Pi);</pre> 
Hinweise	<p>Ein wichtiger optionaler Parameter ist $frames=n$, der die Anzahl der Bilder einer Sequenz angibt. Alle optionalen Parameter erhält man wie beim plot-Befehl über ?plot[options]. Der animate-Befehl ist im plots-Package enthalten, das mit with(plots) geladen wird. Mit anschließendem display(%) werden alle Einzelbilder in ein Schaubild gezeichnet.</p> <p>Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint eine zusätzliche Symbolleiste am Worksheet, die der eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.</p>
Siehe auch	display , animate3d ; → Der neue animate-Befehl.

9.3 Animation einer Funktion $f(x,y,t)$

animate3d	
Problem	Gesucht ist die Animation einer Funktion $f(x,y, t)$ in zwei Ortsvariablen x, y und der Zeitvariablen t .
Befehl	animate3d (f, x=a..b, y=c..d, t=t0..t1, opt);
Parameter	<p>f: Funktionsausdruck $x=a..b$: Bereich der Ortsvariablen x $y=c..d$: Bereich der Ortsvariablen y $t=t0..t1$: Bereich der Zeitvariablen t opt: Optionale plot3d-Parameter</p>
Beispiel	$f(x, y, t) = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2} - t)}{\sqrt{x^2 + y^2 + 1}}$ <pre>> with(plots) : > f:=1/sqrt(x^2+y^2+1)*sin(sqrt(x^2+y^2)-t) : > animate3d(f, x=-3*Pi..3*Pi, y=-3*Pi..3*Pi, t=0..2*Pi);</pre> 
Hinweise	<p>Ein wichtiger optionaler Parameter ist $frames=n$, der die Anzahl der Bilder einer Sequenz angibt. Alle optionalen Parameter erhält man wie beim plot3d-Befehl über ?plot3d[options]. Der animate3d-Befehl ist im plots-Package enthalten, das mit with(plots); geladen wird.</p> <p>Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint eine zusätzliche Symbolleiste am Worksheet, die der eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.</p>
Siehe auch	display, animate ; → Der neue animate-Befehl.

9.4 Der neue animate-Befehl

animate	
Problem	Gesucht ist die Animation einer Funktion bezüglich der Zeitvariablen t .
Befehl	animate(plot, [f(x, t), x=a..b], t=t0..t1, opt); animate(plot3d, [f(x,y, t), x=a..b,y=c..d], t=t0..t1, opt);
Parameter	$f(x, t)$ bzw. $f(x,y,t)$: Funktionsausdruck $x=a..b$: Bereich der Ortsvariablen x $y=c..d$: Bereich der Ortsvariablen y $t=t0..t1$: Bereich der Zeitvariablen t opt : Optionale plot-Parameter
Beispiele	<p>$f(x) = \sin(2\pi x)$ für $x=0..t$ und variablem $t=0.2..1$</p> <pre>> with(plots): > animate(plot, [sin(2*Pi*x), x=0..t], t=0.2..1, frames=16);</pre>  <p>Potential einer stehenden und einer zweiten, bewegten Punktladung</p> <pre>> f:=(x,y) -> 1/sqrt(x^2+y^2): > animate(plot3d, [f(x,y)+f(x-t,y-5), x=-12..12,y=-12..12], t=-18..18, frames=6, view=0..1, style=patchcontour, axes=boxed);</pre>



Hinweise

Statt dem ersten Argument **plot** bzw. **plot3d** kann auch ein anderer Plot-Befehl aus dem **plots**-Package verwendet werden. Der **animate**-Befehl ist im **plots**-Package enthalten, das mit **with(plots)**; geladen wird. Die neue Variante ersetzt sowohl **animate** als auch **animate3d**. Beide Befehle sind aber mit der alten Syntax erlaubt.

Ein wichtiger optionaler Parameter ist *frames*=*n*, der die Anzahl der Bilder einer Sequenz angibt (Standard ist 25).

Der optionale Parameter *background*=*P* spezifiziert ein Hintergrundbild, welches durch eine plot- oder plot3d-Struktur erstellt wurde. Ist *background* eine Zahl, wird das Bild der Animation für diesen Zeitparameter als Hintergrundbild gesetzt.

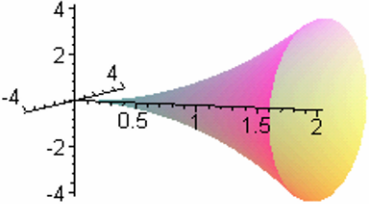
Alle optionalen Parameter erhält man wie beim **plot**-Befehl über **?plot[options]**.

Eine Animation kann erst gestartet werden, wenn man das Bild im Worksheet anklickt. Dann erscheint eine zusätzliche Symbolleiste am Worksheet, die der eines Media-Players entspricht. Durch Klicken des Start-Buttons beginnt die Animation.

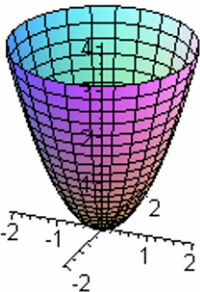
Siehe auch

plot, **plot3d**, **display**, **animate3d** → Animation einer Funktion $f(x,t)$ → Animation einer Funktion $f(x,y,t)$.

9.5 Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation um die x-Achse

plot3d	
Problem	Gesucht ist die graphische Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation eines Funktionsgraphen $f(x)$ um die x -Achse.
Befehl	<code>plot3d([x, f(x)*cos(t), f(x)*sin(t)], x=a..b, t=0..2*Pi, opt);</code>
Parameter	$f(x)$: Funktionsausdruck $x=a..b$: Bereich der Variablen x opt : Optionale Parameter des plot3d-Befehls
Beispiel	$f(x) = x^2$ <pre>> f(x) := x^2: > plot3d([x, f(x)*cos(t), f(x)*sin(t)], x=0..2, t=0..2*Pi, orientation=[-74,83], style=patchnograd);</pre> 
Hinweise	Wichtige optionale Parameter sind: $orientation=[\phi, \theta]$ gibt die Blickrichtung der 3d Graphik an, $style=patchnograd$ unterdrückt das Gitter.
Siehe auch	<code>plot3d[options];</code> → Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation um die y -Achse → Mantelfläche und Volumen von Rotationskörper bei x -Achsenrotation.

9.6 Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation um die y-Achse

plot3d	
Problem	Gesucht ist die graphische Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation eines Funktionsgraphen $f(x)$ um die y-Achse.
Befehl	<code>plot3d([x, f(x)*cos(t), f(x)*sin(t)], x=a..b, t=0..2*Pi, opt);</code>
Parameter	$f(x)$: Funktionsausdruck $x=a..b$: Bereich der Variablen x opt : Optionale Parameter des plot3d-Befehls
Beispiel	$f(x) = x^2$ <pre>> f(x) := x^2; > plot3d([x*cos(t), x*sin(t), f(x)], x=0..2, t=0..2*Pi, orientation=[-67,48], scaling=constrained);</pre> 
Hinweise	Wichtige optionale Parameter sind: $orientation=[\phi, \theta]$ gibt die Blickrichtung der 3d Graphik an, $style=patchnogrid$ unterdrückt das Gitter.
Siehe auch	<code>plot3d[options]</code> ; → Darstellung von Rotationskörpern bei Rotation um die x-Achse → Mantelfläche und Volumen von Rotationskörper bei y-Achsenrotation.