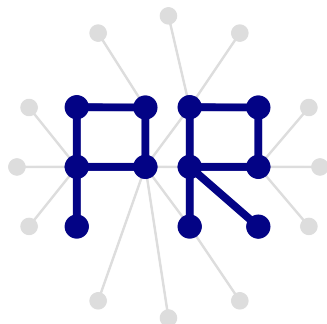
Einführung in die Informatik II

III.3 Visualisierung

Prof. Dr.-Ing. Marcin Grzegorzek[1]

Forschungsgruppe für Mustererkennung
www.pr.informatik.uni-siegen.de

Institut für Bildinformatik
Universität Siegen

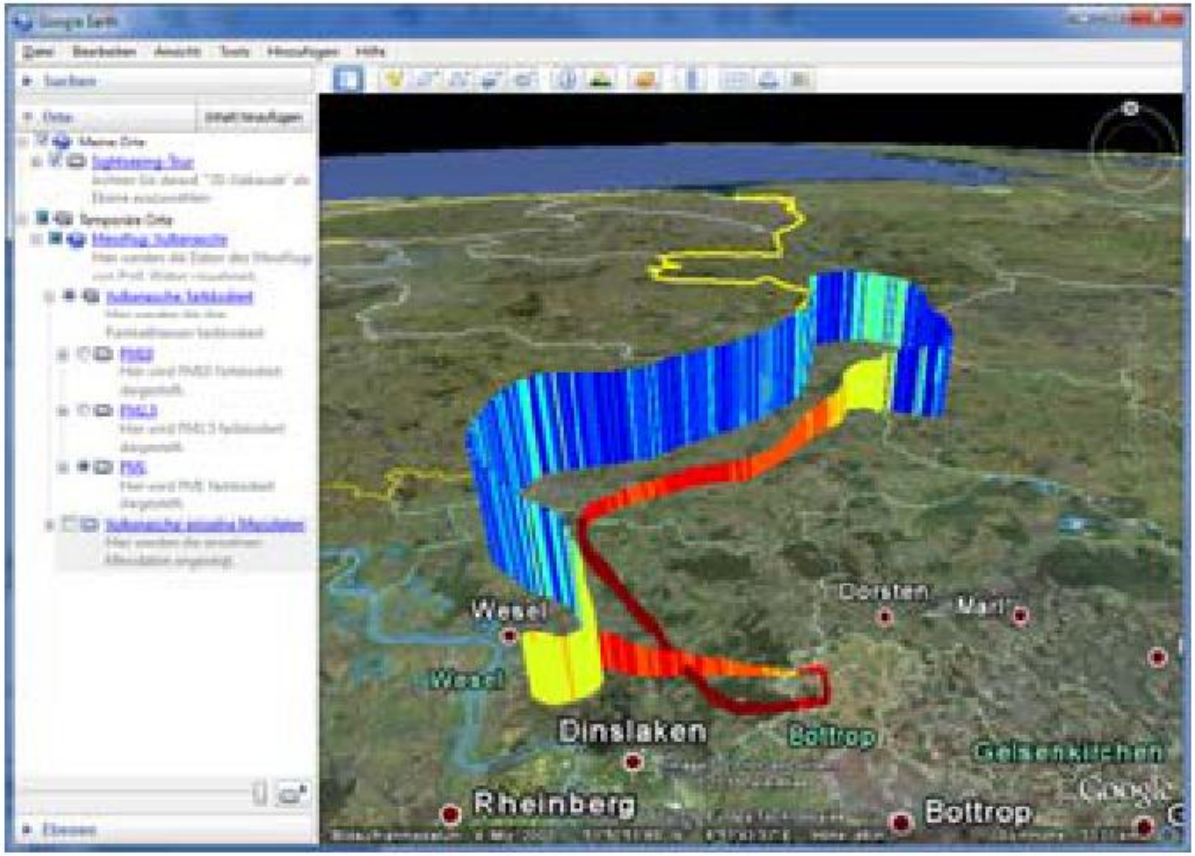


[1] Die im Rahmen dieser Lehrveranstaltung verwendeten Lernmaterialien wurden uns zum Großteil von Herrn Prof. Dr. Wolfgang Wiechert und Herrn Prof. Dr. Roland Reichardt zur Verfügung gestellt.

Inhaltsverzeichnis

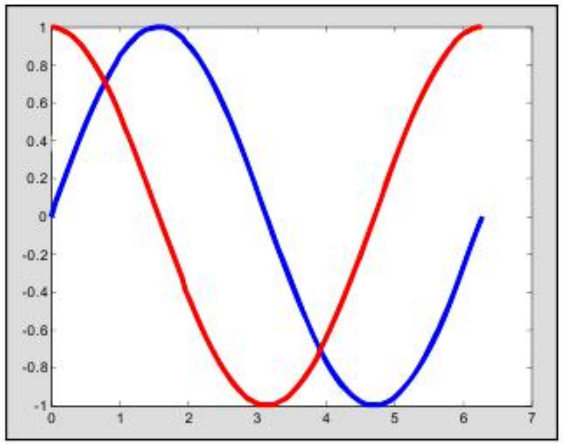
Beispiel: Vulkanaschemessung

- Visualisierung mit google earth
- Datenbasis von Prof. Dr. rer. nat. Konradin Weber, FH-D



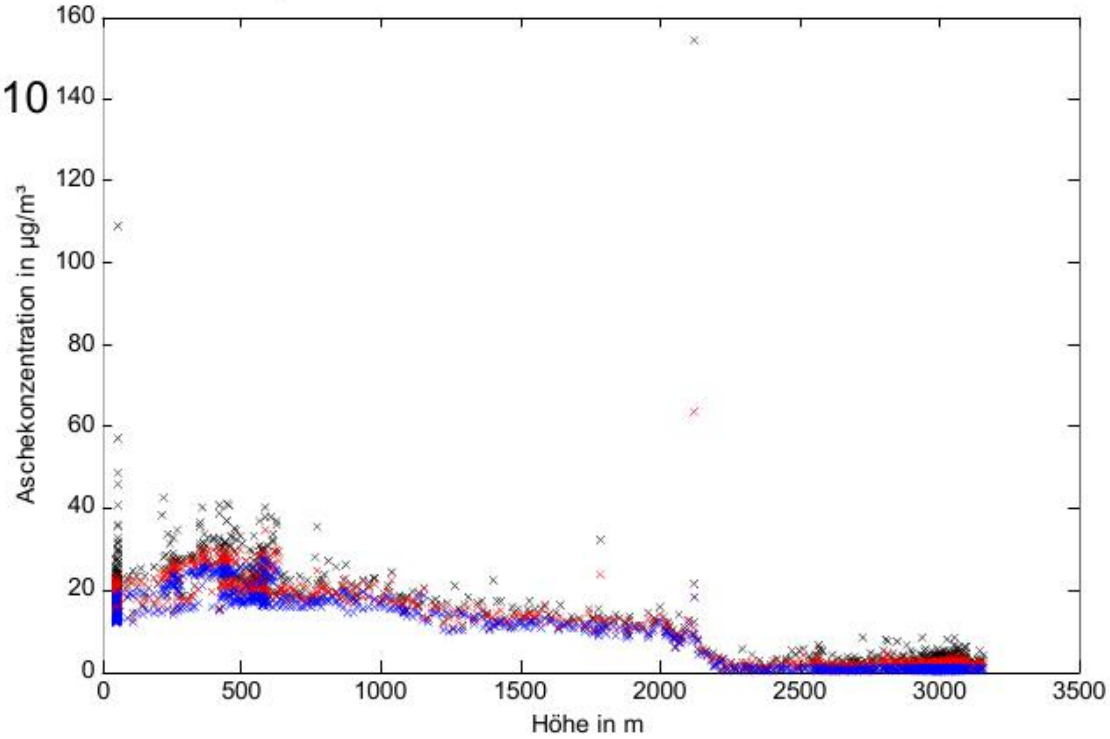
Mehrere Kurven in einem Bild

- Jeder neue **plot**-Befehl löscht den alten Plot:
  - `x=linspace(0,2*pi,100);`
  - `plot(x,sin(x)); % Sinuskurve erscheint`
  - `plot(x,cos(x)); % Sinuskurve verschwindet,`
    `% Cosinuskurve erscheint`
- Der Befehl **hold on** sorgt dafür, dass alle bestehenden Plots erhalten bleiben:
  - `plot(x,sin(x));`
  - `hold on;`
  - `plot(x,cos(x));`
    `% Beide Kurven sichtbar`
- Löschen aller Plots mit
  - `clf % clear figure`



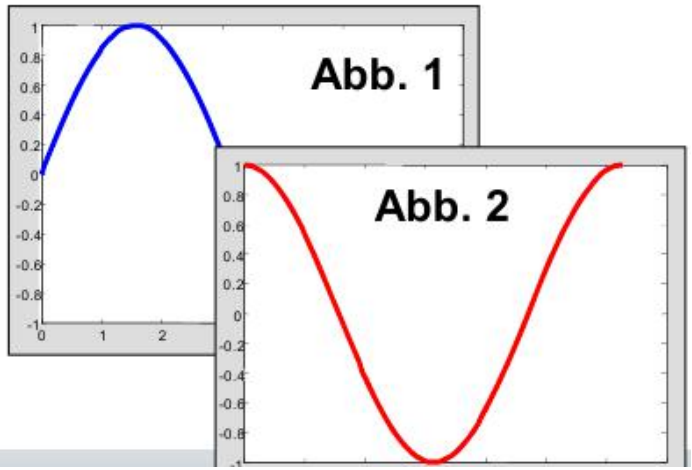
Beispiel: Vulkanaschekonzentration

- Datenbasis: Zusammengeführte Sensordaten in CSV-Datei.
- PM10: Konzentration der Partikel in ppm (µg Asche pro m³ Luft) von Partikeln <10µm
  - Schwarz: PM10
  - Rot: PM2,5
  - Blau: PM1,0



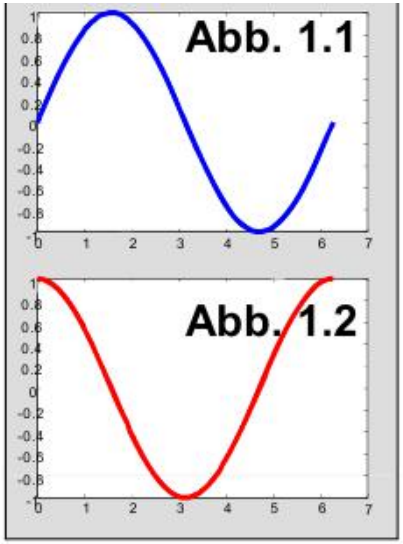
Erstellen mehrerer Bilder

- Kurven können in verschiedene Abbildungen (figures) gezeichnet werden.
- Die Figur wird mit dem **`figure`**-Befehl angewählt:
  - `x=linspace(0,2*pi,100);`
  - `figure(1);  % Abbildung 1 ist aktiv`
  - `plot(x,sin(x));`
  - `figure(2);  % Abbildung 2 ist aktiv`
  - `plot(x,cos(x));`
- Die jeweils **aktive** Abbildung ist die zuletzt gewählte.
- Plotbefehle (**`plot`**, **`hold on`**, **`clf`**, usw.) beziehen sich immer auf die gerade aktive Abbildung.



Unterplots in einem Bild

- Innerhalb einer Abbildung können mehrere Unterabbildungen gezeichnet werden.
- Der **`subplot`**-Befehl wählt die Zahl der Unterabbildungen und zugleich die aktive Unterabbildung:



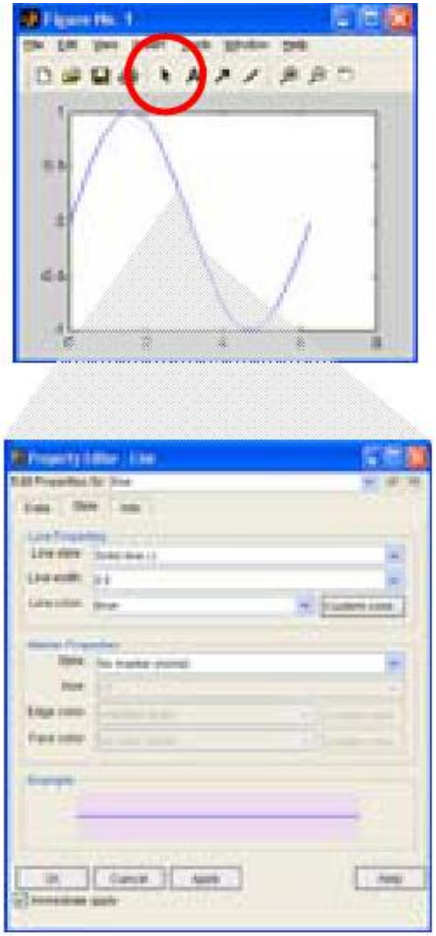

```
x=linspace(0,2*pi,100);
figure(1);          % Abbildung 1 ist aktiv
subplot(2,1,1);     % 2 Unterplots in 2 Zeilen
                    % und 1 Spalte.
                    % Anwahl des 1. Unterplots
plot(x,sin(x));
subplot(2,1,2);     % Anwahl des 2. Unterplots
plot(x,cos(x));
```

Achsen, Gitter und Beschriftungen

- Die Gestaltung von Abbildungen kann mit folgenden Befehlen beeinflusst werden:
  - `axis equal` `% gleiche Achsenskalierung`
  - `axis off` `% keine Achsen zeichnen`
  - `grid on` `% Koordinatengitter zeichnen`
  - `title ('Titel')` `% Titel der Grafik`
  - `xlabel ('X')` `% X-Achsen-Beschriftung`
  - `ylabel ('Y')` `% Y-Achsen-Beschriftung`
- Griechische Buchstaben und Indizes sind mit _^ möglich
  - `xlabel ('\phi')` `% kleines phi`
  - `ylabel ('\Phi')` `% großes phi`
  - `title ('a^2+x_1+x_2^2')`

Editieren von Plots

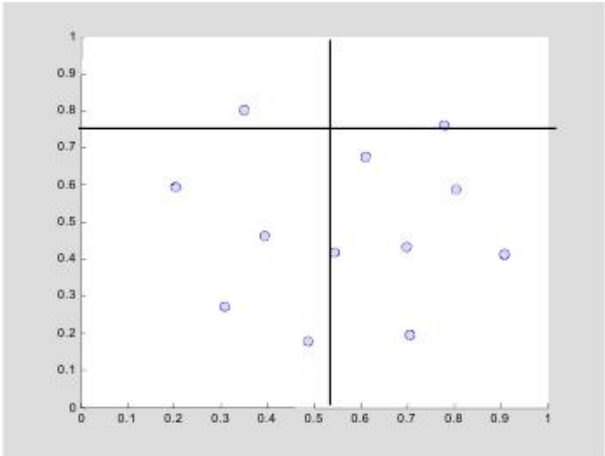
- Ploteditor einschalten über das Pfeilsymbol
- Veränderbare Attribute
  - Linien
    - Farbe
    - Strichstärke
    - Art
  - Marker
    - Farbe
    - Größe
    - Art
  - Achsenbeschriftung
    - Farbe
    - Font
    - Größe
  - Achsenunterteilung
    - Anzahl
    - Skala (lin/log)
    - Gitter
- Alle Attribute können auch per Programm eingestellt werden (fortgeschrittener Stoff)
- Grafiken können zur Weiterverarbeitung gespeichert werden



ginput

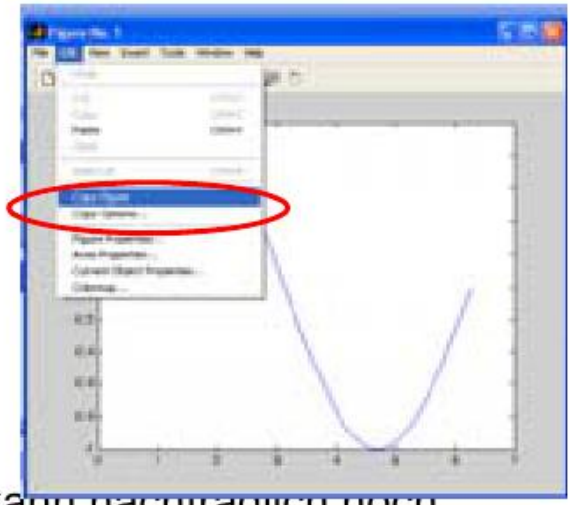
- In Abbildungen können Punkte interaktiv mit der Maus angeklickt und die Koordinaten abgefragt werden:
  - **`[x,y,b]=ginput(n)`**
    liefert n Punkte mit (x,y)-Koordinaten
    und gedrückter Maustaste 1 (Links), 2 (Mitte), 3 (Rechts)
- Beispiel: Zeichnen von Punkten mit der linken Maustaste, solange bis eine andere Maustaste gedrückt wird:

```
figure(1);
hold on;
[x,y,b]=ginput(1);
while b==1
    plot(x,y,'o');
    [x,y,b]=ginput(1);
end;
```



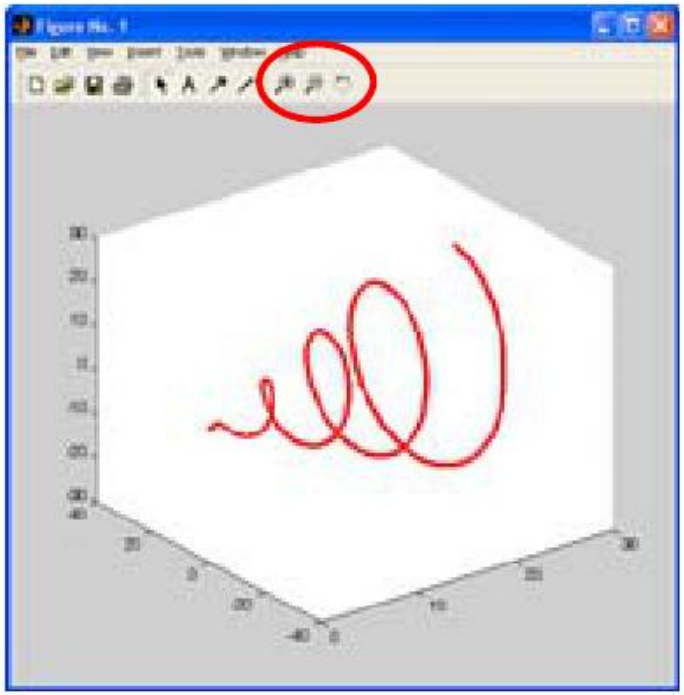
Ausspulen von MATLAB-Grafiken

- Edit/Copy Figure im Abbildungsmenü kopiert die aktuelle Figur in das Clipboard
- Weiterverwendung in Word, PowerPoint, CorelDraw etc. per Bearbeiten/Einfügen
- Datenformat über Edit/Copy Options einstellbar
  - Windows Metafile: Vektorgrafik-Format kann nachträglich noch verändert werden (Farben, Strichstärken, Fonts etc.)
  - Bitmap: Pixelgrafik enthält nur einen Bildschirmabzug
  - 3D-Grafiken sind oft nur als Bitmap speicherbar



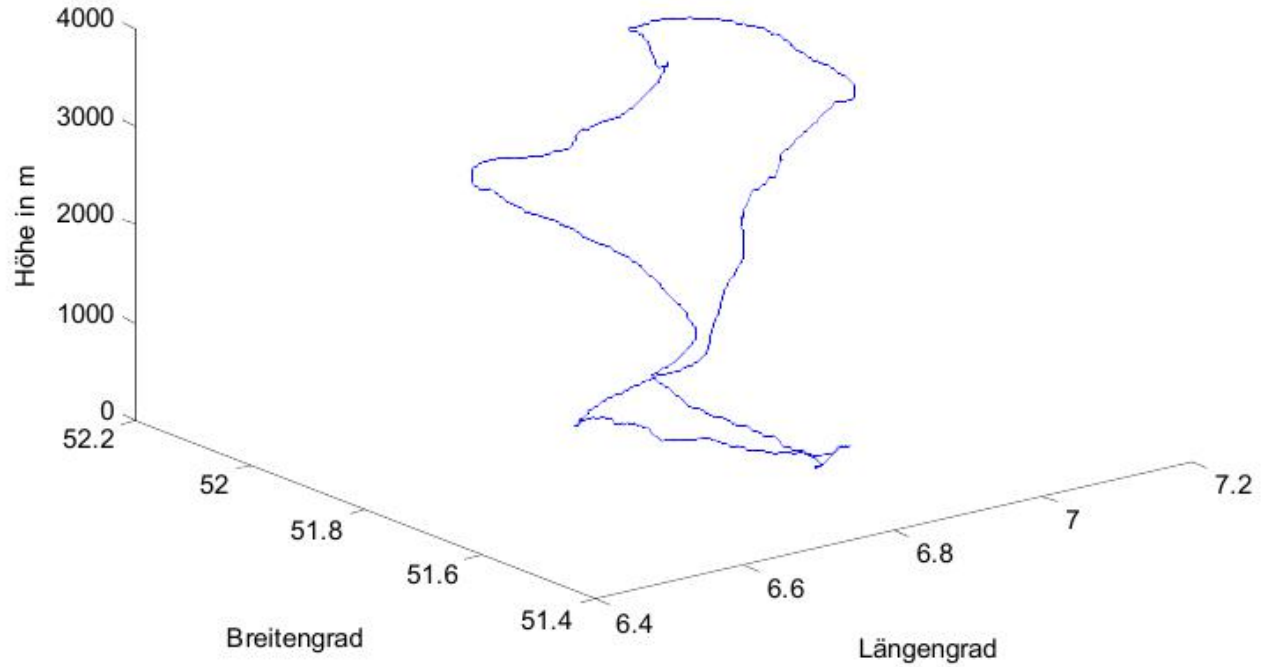
3-dimensionale Kurven

- **`plot3`** zeichnet eine Kurve in (x,y,z)-Koordinaten
  - `x=linspace(0,8*pi,400);`
  - `plot3(x,x.*sin(x),x.*cos(x),'r');`
- **`view`** verändert den Blickwinkel
  - `view(LG,BG);`
    `% Längen-`
    `% und Breitengrad`
- Mit dem Rotier-Tool auf der Menüleiste kann der Blickwinkel interaktiv verändert werden
- Mit den Zoom-in und Zoom-out-Tools kann man vergrößern oder verkleinern



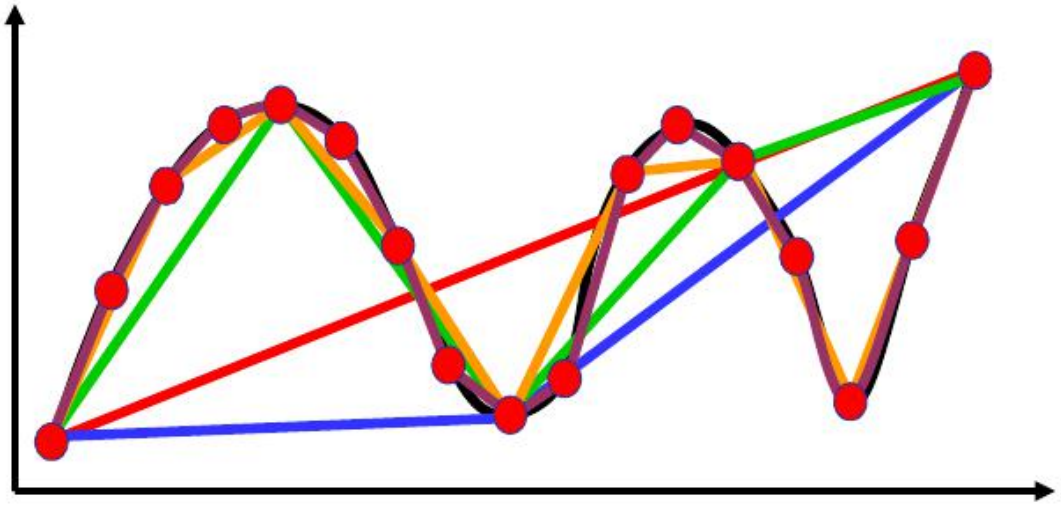
Beispiel: Messflug Vulkanasche

- plot3(l,b,h)
- comet3(l,b,h)



Abtastproblem beim Plotten

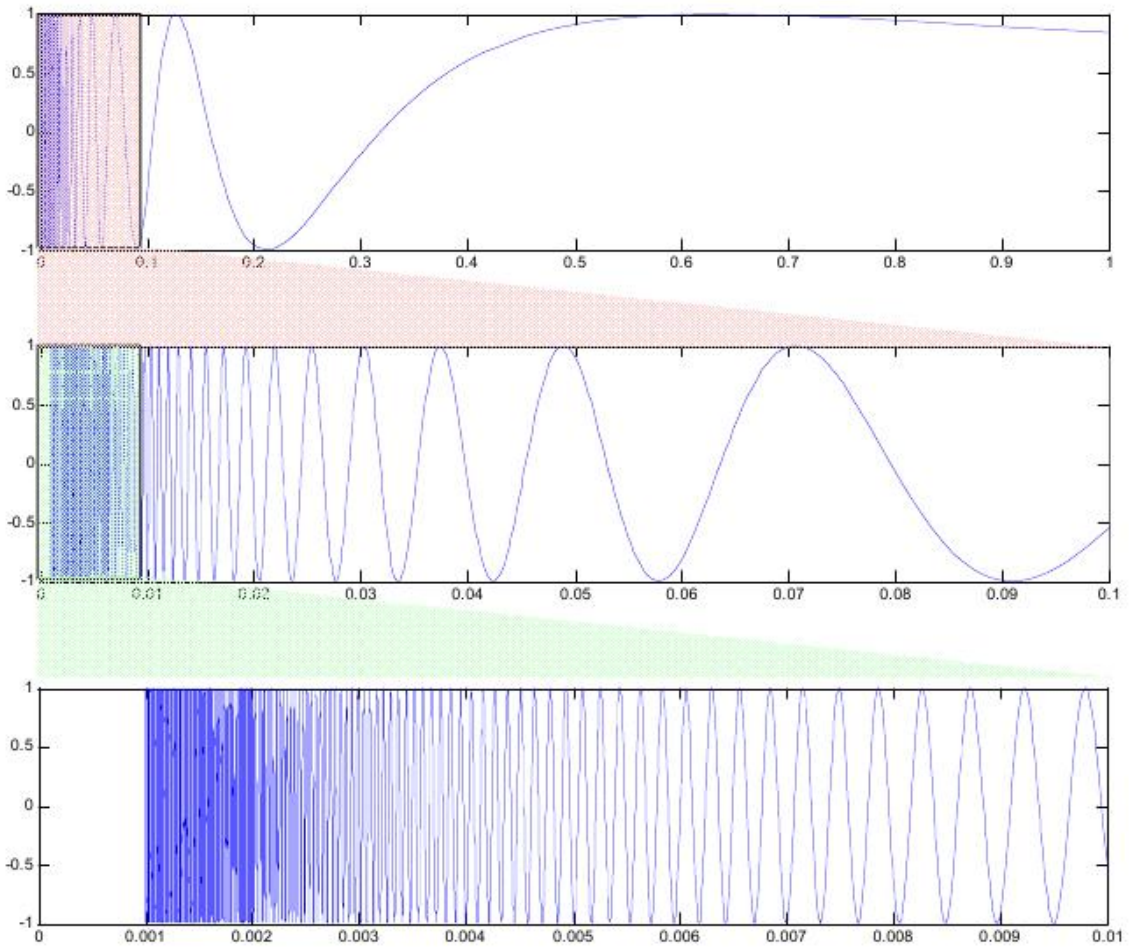
- Bei zu grober Abtastung der Funktionswerte wird die Funktion falsch dargestellt



- Moderne Zeichenenalgorithmen steuern ihre Abtastschrittweite selbst (adaptiv)
- Einen 100 % zuverlässigen Zeichenalgorithmus gibt es nicht !

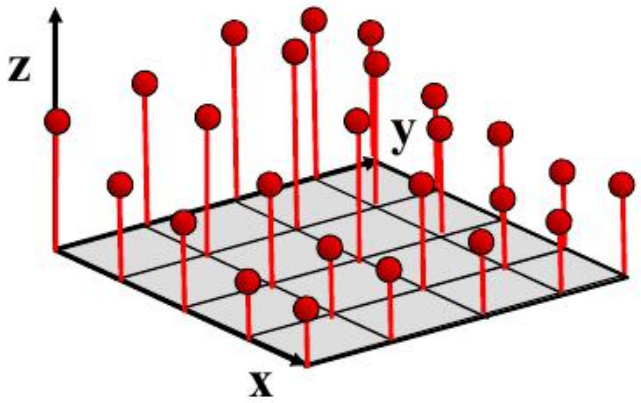
Beispiel: `sin(1/x)`

- Die Funktion schwingt bei Annäherung an 0 unendlich oft hin und her

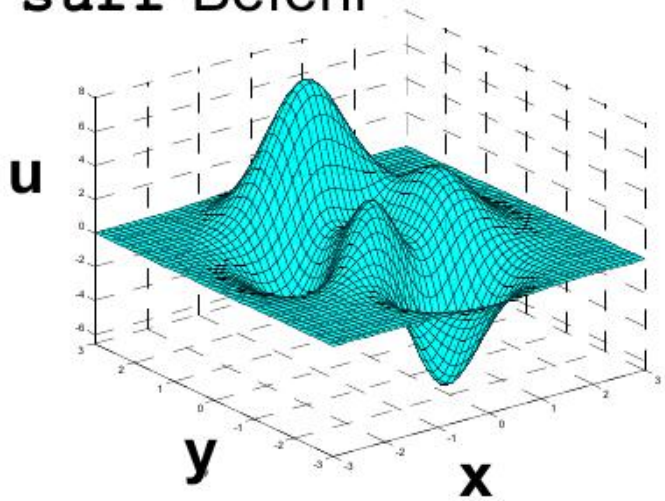


Flächenplots

- Flächen werden mit dem **`surf`**-Befehl gezeichnet. Dazu benötigt man:
  - Zwei Vektoren mit x- und y-Koordinaten für die Achsenbeschriftung
  - Eine Matrix mit Werten für jeden (x,y)-Punkt des davon aufgespannten Gitters



`surf`-Befehl

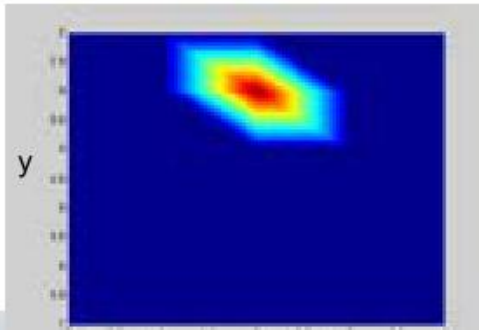


Beispiel für den `surf`-Befehl

- Der **`surf`**-Befehl benötigt 3 Argumente:
  - Vektor der x-Koordinaten des Gitters
  - Vektor der y-Koordinaten des Gitters
  - Matrix der entsprechenden z-Werte
- Beispiel:
  - `xScale=[0 1 2 3 4 ];`
  - `yScale=[2 3 4 5 6 7];`
  - `zData=zeros(6,5);`
  - `zData(2,3)=1;`
  - `surf (xScale,yScale,zData);`
  - `shading interp;`
    `% Flächen mit Farbverlauf`

yScale \ xScale	0	1	2	3	4
2	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0

zData

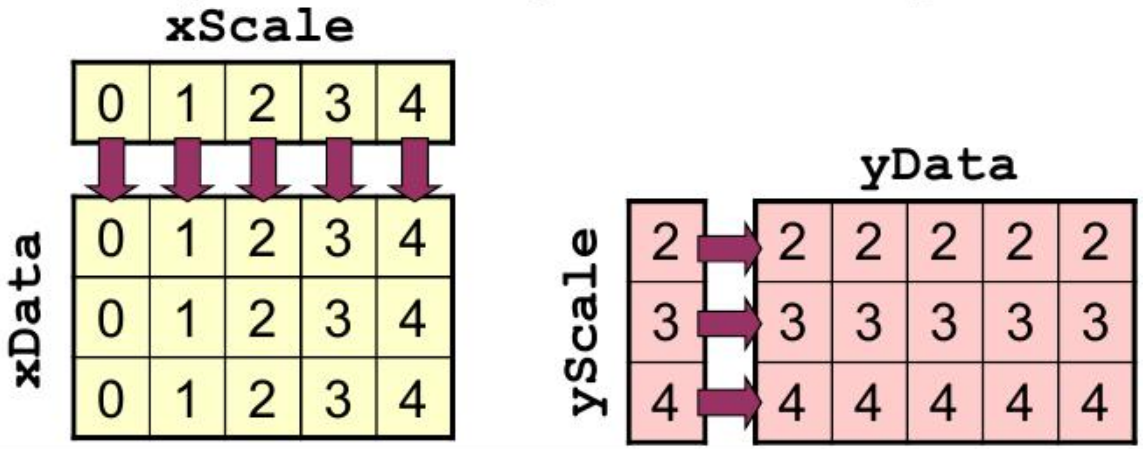


Berechnen von x,y-Wertematrizen

- Im eindimensionalen Fall funktioniert
  - `plot(xScale,sin(xScale));`
- Im zweidimensionalen Fall funktioniert das nicht
  - `surf(xScale,yScale,xScale.*yScale);`

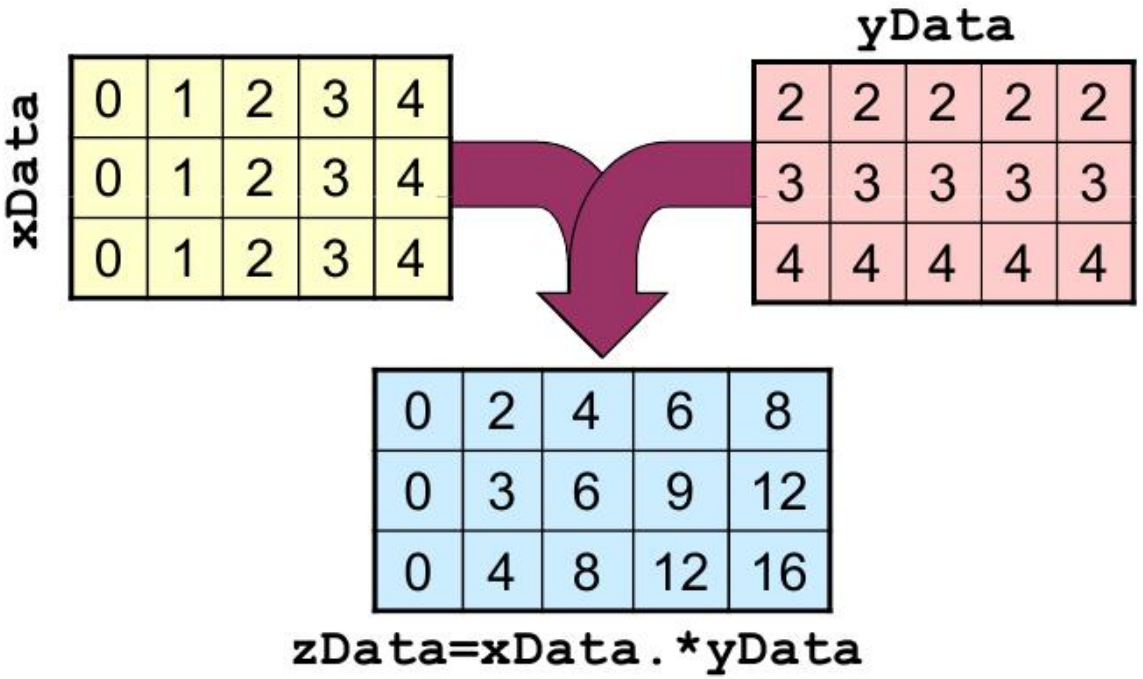
ist keine Matrix !

- Der **meshgrid**-Befehl erzeugt Matrizen aus x- und y-Werten:
  - `[xData,yData]=meshgrid(xScale,yScale);`



Elementweise Operation auf x,y-Wertematrizen

- Mit x,y-Wertematrizen kann man elementweise rechnen

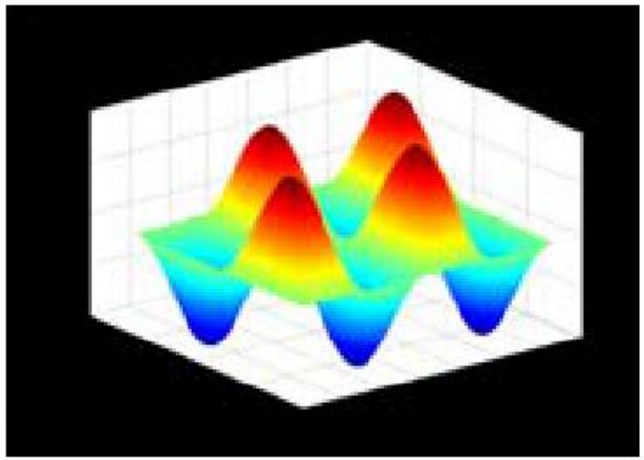


Beispiel für den `surf`-Befehl

- Beispiel: Zeichne den Graphen der Funktion

$$z = \sin(x) \cdot \sin(y)$$

über $0 \le x \le 4\pi$, $0 \le y \le 2\pi$

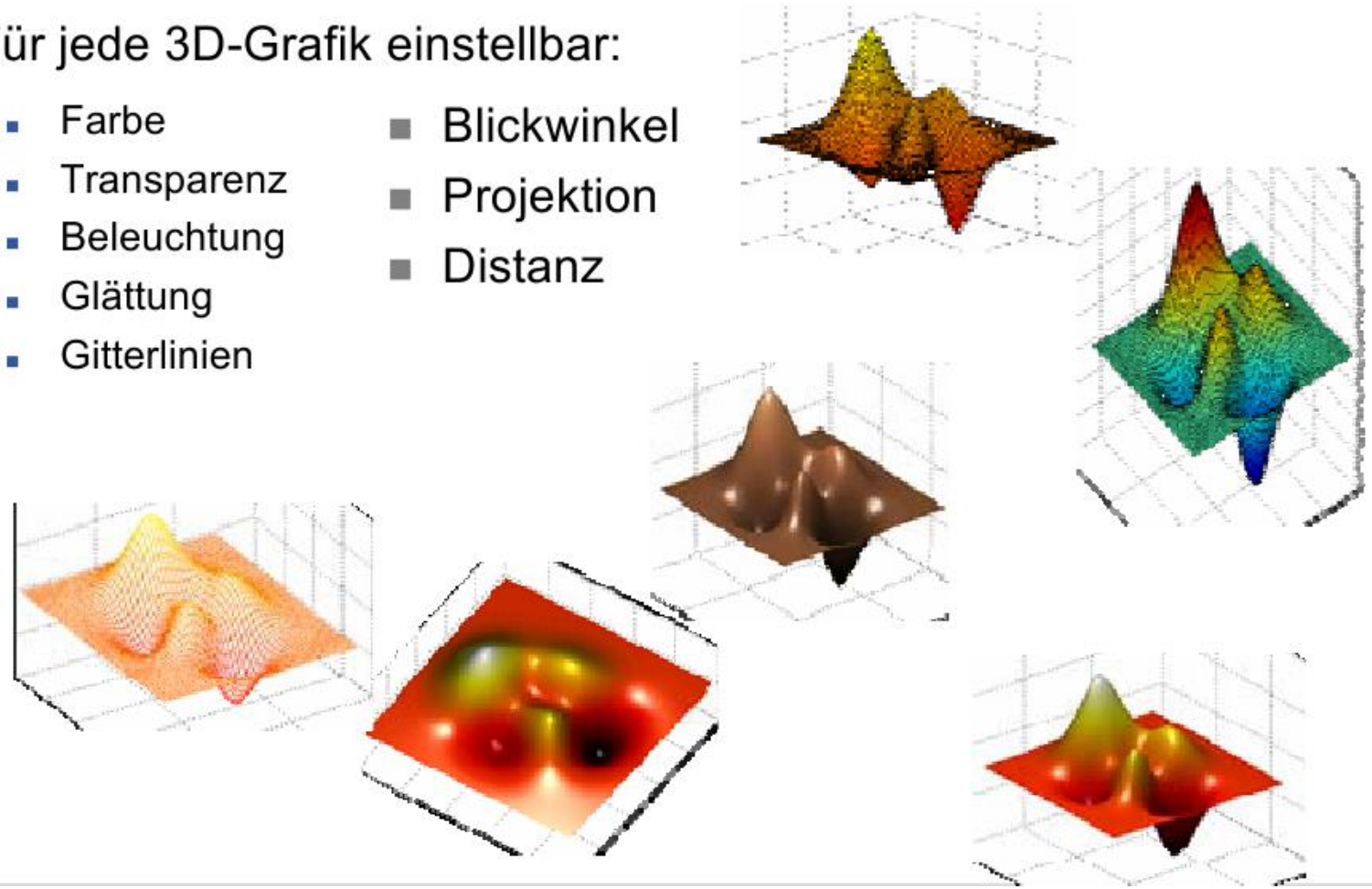


```
xScale=linspace(0,4*pi,200);
yScale=linspace(0,2*pi,200);
[xData,yData]=meshgrid(xScale,yScale);
zData=sin(xData).*sin(yData);
surf(xScale,yScale,zData);
shading interp
```

Computergraphische Attribute

Für jede 3D-Grafik einstellbar:

- Farbe
- Transparenz
- Beleuchtung
- Glättung
- Gitterlinien
- Blickwinkel
- Projektion
- Distanz



Daten des Motors

```
% Kennlinienfeld eines VW-Motors (1.6l, 75
  PS)
VW_Data=...
[...
800.00    0.00    0.00    ;...
800.00    5.00    0.00    ;...
800.00   10.00   15.76    ;...
800.00   85.00   83.77    ;...
800.00   90.00   89.14    ;...
1000.00   0.00    0.00    ;...
1000.00  15.00    0.00    ;...
1000.00  20.00   13.70    ;...
```

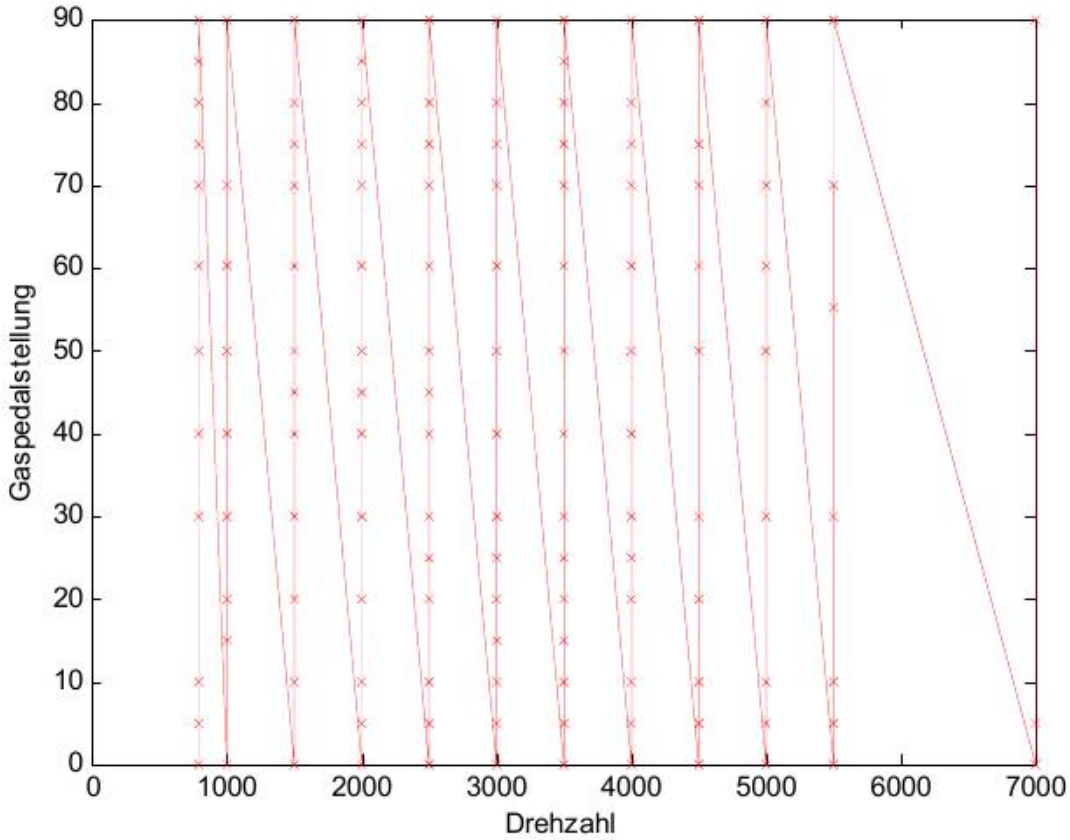
Drehzahl

Gaspedal in %

Drehmoment

```
0.00    ;...
0.00    ;...
600.00  ;...
290.00  ;...
300.00  ;...
0.00    ;...
0.00    ;...
600.01  ;...
```

Problem: nicht vollständige Daten

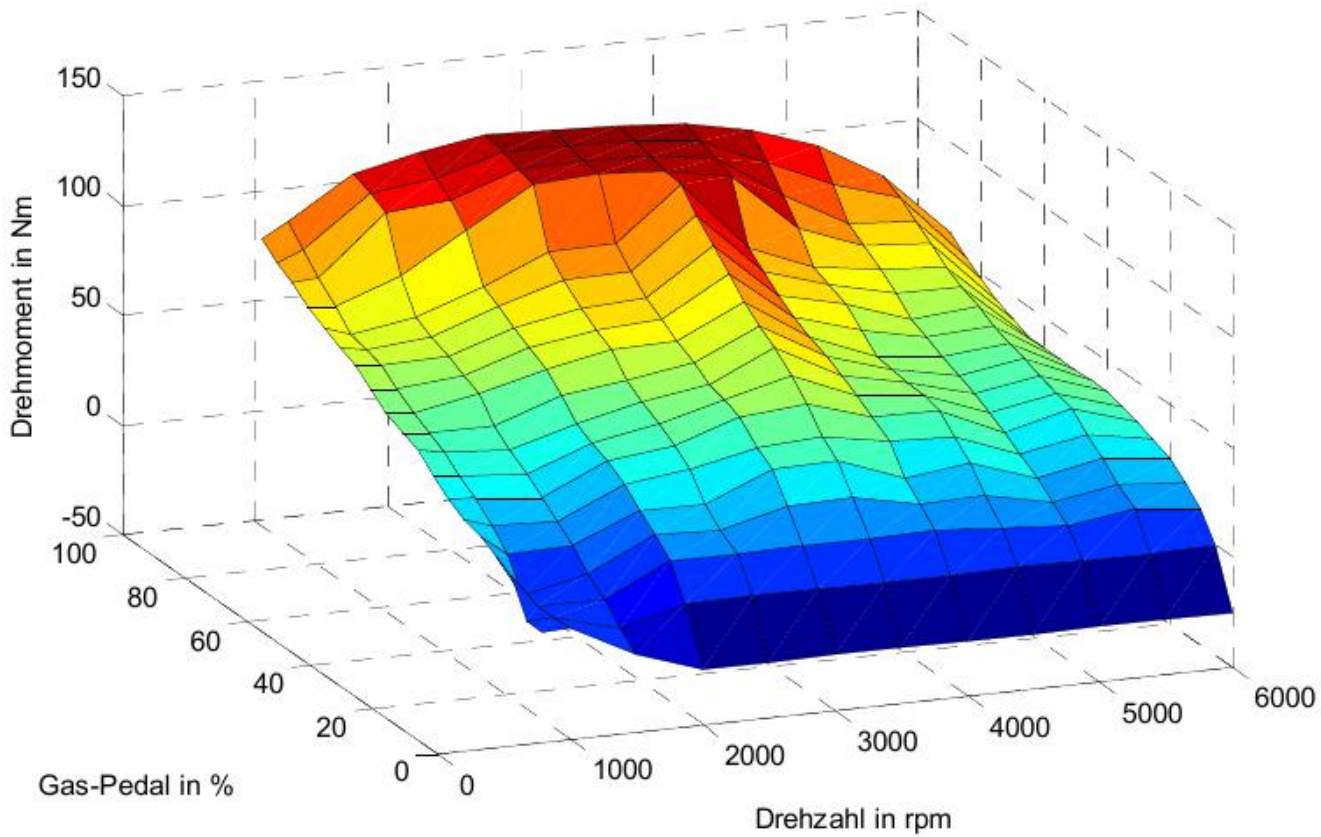


Lösung: Interpolation fehlender Daten

- `XGrid=[800; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000; 5500; 6000];`
- `YGrid=0:5:90;`
- `Drehmoment=griddata(VW_Data(:,1),VW_Data(:,2),VW_Data(:,3),XGrid,YGrid);`
- `surf(XGrid,YGrid,Drehmoment)`

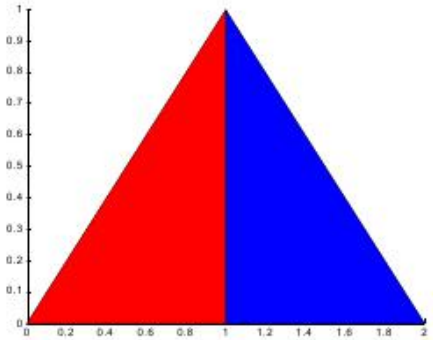
- Der griddata()-Befehl
- X,Y,Z sind die Vektoren mit den Messdaten
- x,y sind Vektoren mit den Positionen zum Interpolieren
- `M=griddata(X,Y,Z,x,y);`
- `surf(x,y,M)`

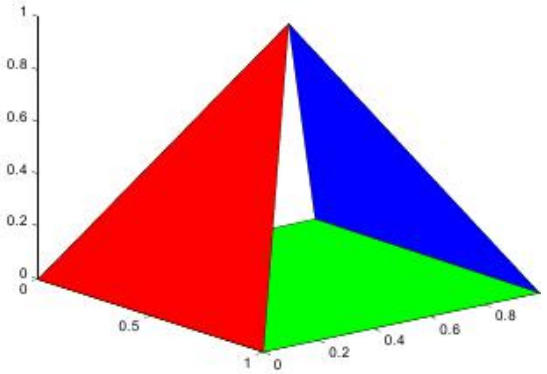
Beispiel: Motorkennfeld



Manueller Aufbau einer 3D-Grafik

- **patch**-Befehl zeichnet farbig gefüllte Polygone in 2D und 3D
- 2D-Beispiel (**hold on**):
  - `patch([0,1,1],[0,0,1],'r');`
  - `patch([1,2,1],[0,0,1],'b');`
- 3D-Beispiel (**hold on**):
  - `patch([0,1,0.5],[0,0,0.5], [0,0,1],'r');`
  - `patch([0,1,0.5],[1,1,0.5], [0,0,1],'b');`
  - `patch([0,0,1,1],[0,1,1,0], [0,0,0,0],'g');`

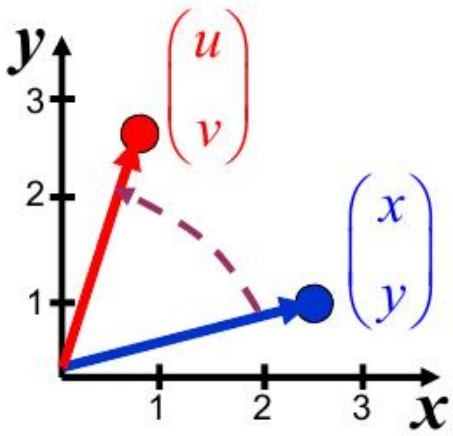




Beispiel: Geometrie in der Ebene

- Die meisten geometrischen Abbildungen der Ebene können mit Hilfe von Matrizen dargestellt werden:

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



- Beispiele :
  - Streckung entlang der x-Achse $\begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
  - Spiegelung an der y-Achse $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$
  - Drehung um den Winkel α $\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$
  - Scherung parallel zur x-Achse $\begin{pmatrix} 0 & a \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$

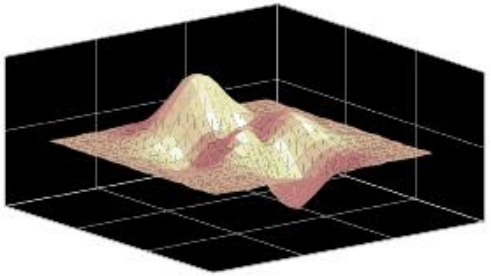
Vereinfachte Zeichenbefehle

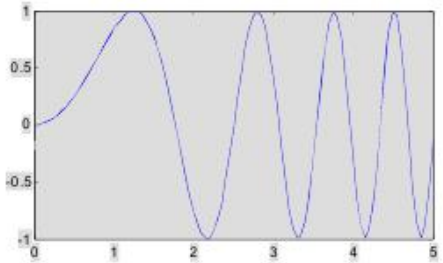
- Einige MATLAB-Funktionen dienen dem schnellen Zeichnen von Funktionsgraphen
  - **`ezplot`** zeichnet 2D-Funktionsgraphen
  - **`ezsurf`** zeichnet 3D-Funktionsgraphen (Flächen)
  - **`ezplot3`** zeichnet 3D-Kurven
- Beispiele (Beachte: kein `.*`, `./`, `.^` erforderlich):
  - `>> ezplot('cos(x)*sin(x)',[0,2*pi]);`
  - `>> ezsurf('cos(x)*sin(y)',[0,2*pi],[0,2*pi]);`
  - `>> ezplot3('x','x*sin(x)','x*cos(x)',[0,10*pi]);`
- Weitere Befehle (vgl. nachfolgende Folien):

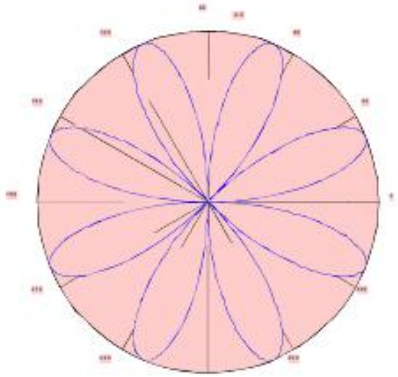
`ezpolar`	**`ezcontour`**	**`ezmesh`**
`ezsurfc`	**`ezcontourf`**	**`ezmeshc`**

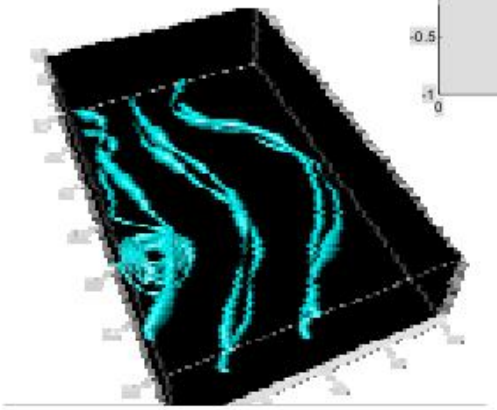
Wissenschaftliche Visualisierung

- Veranschaulichung großer Datenmengen
- Gezielte Darstellung wichtiger Informationen
- Nutzung der Fähigkeiten des menschlichen Auges
- Visuelle Präsentation von Ergebnissen



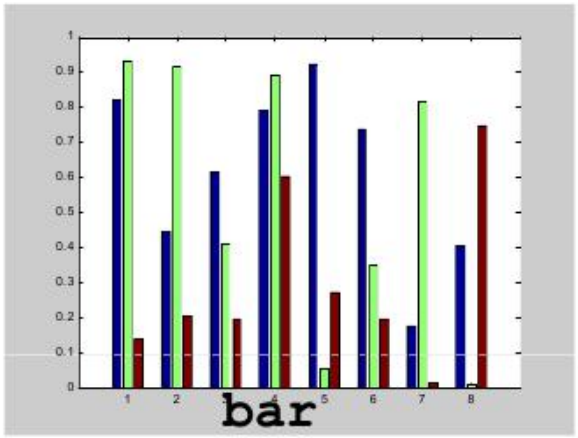


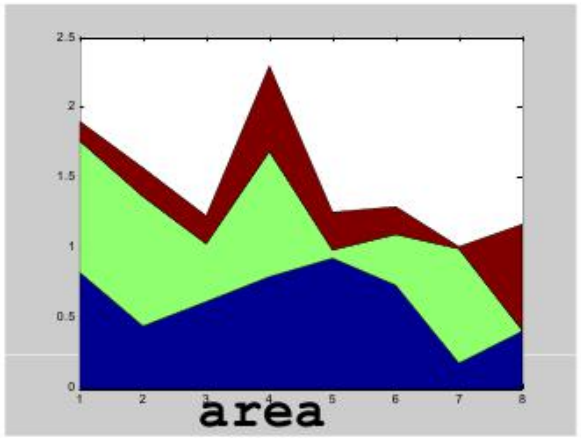


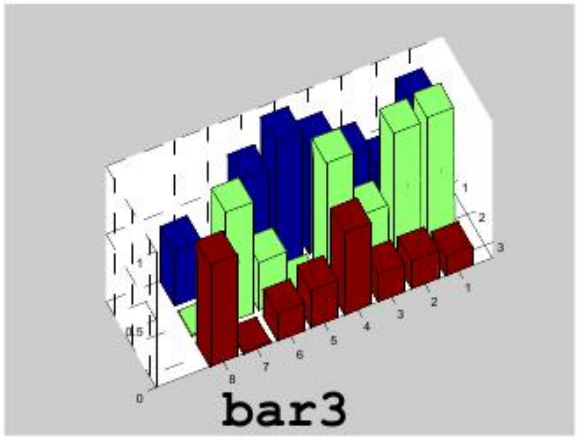


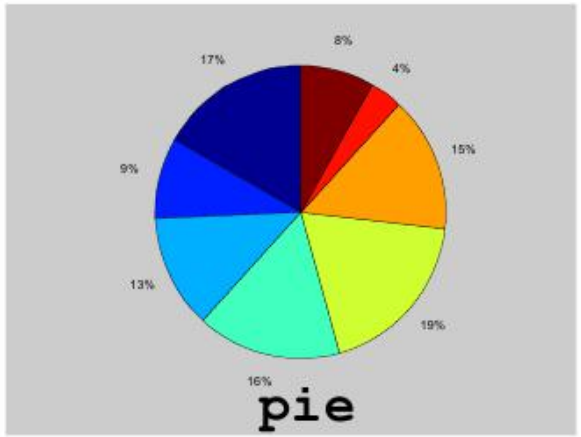
Einfache Vektoren und Matrizen

- Darzustellende Daten: $x_1,\ldots,x_n$
  $y_1,\ldots,y_n$
  $z_1,\ldots,z_n$



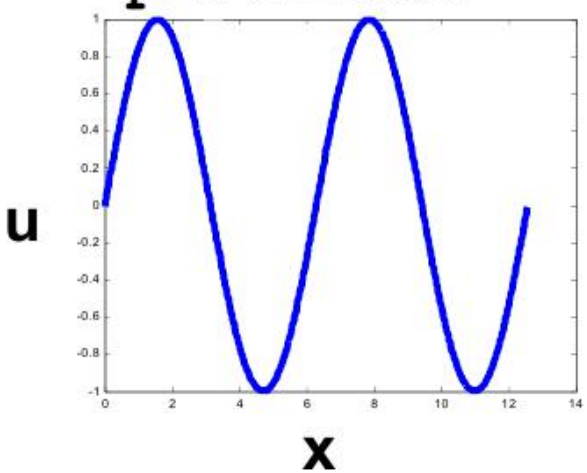




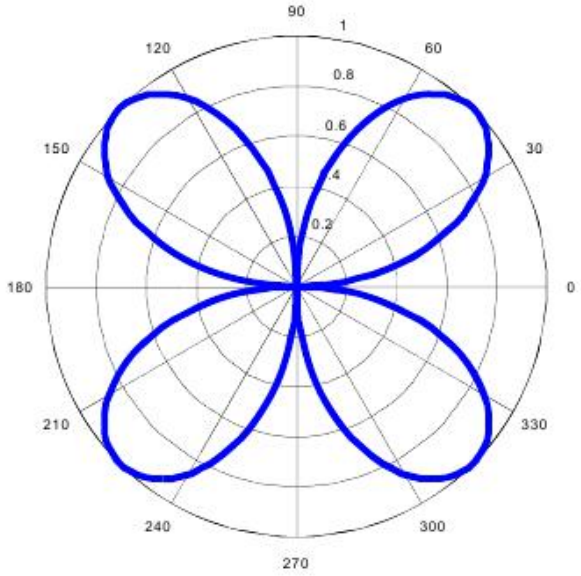


Funktionsgraphen

`plot`-Befehl



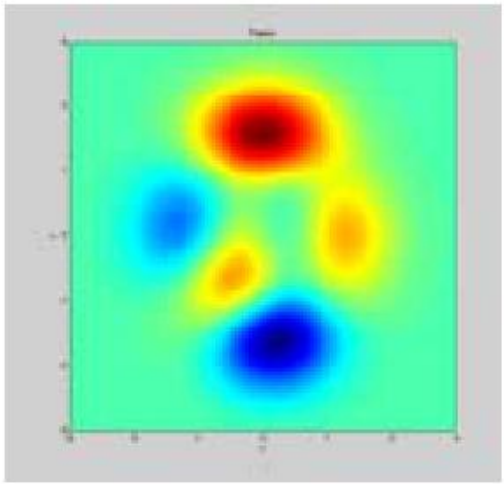
`polar`-Befehl



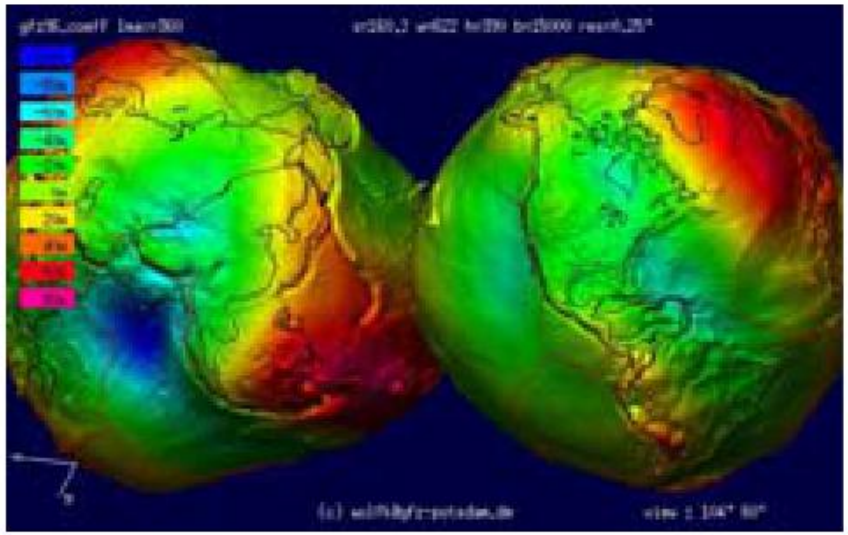
Weitere Befehle: **`semilogx, semilogy, loglog`**

Farbfelder

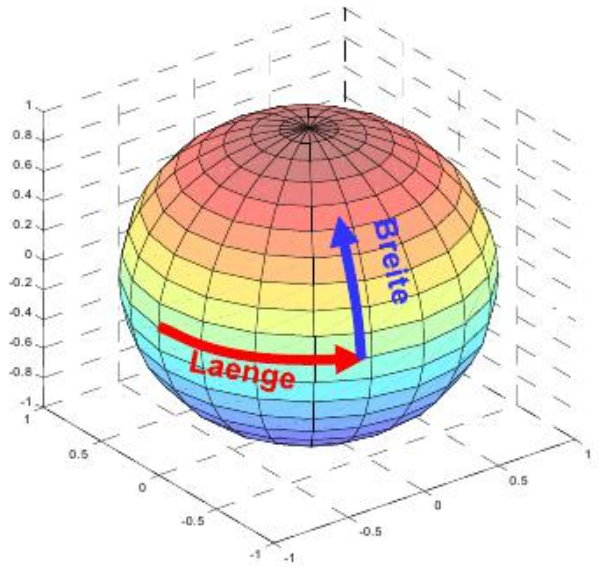
`surfc`-Befehl

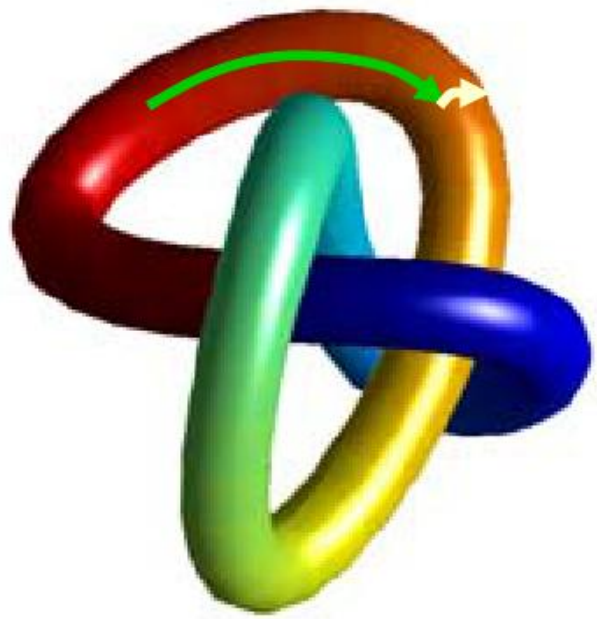


„Kartoffelplot“ des Erdgravitationsfeldes



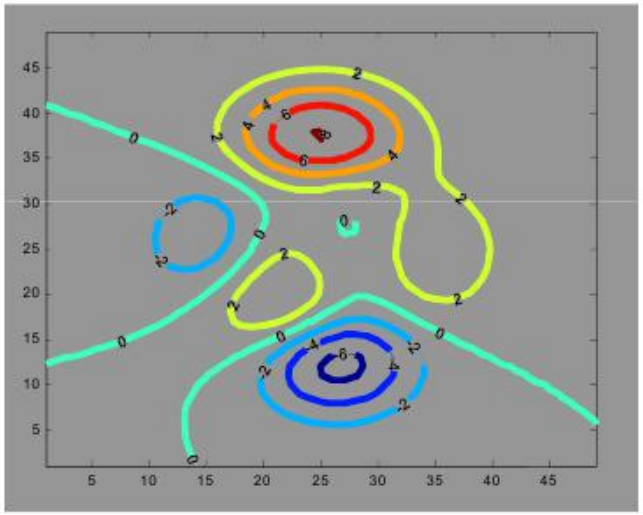
Mehrdimensional parametrierte Flächen



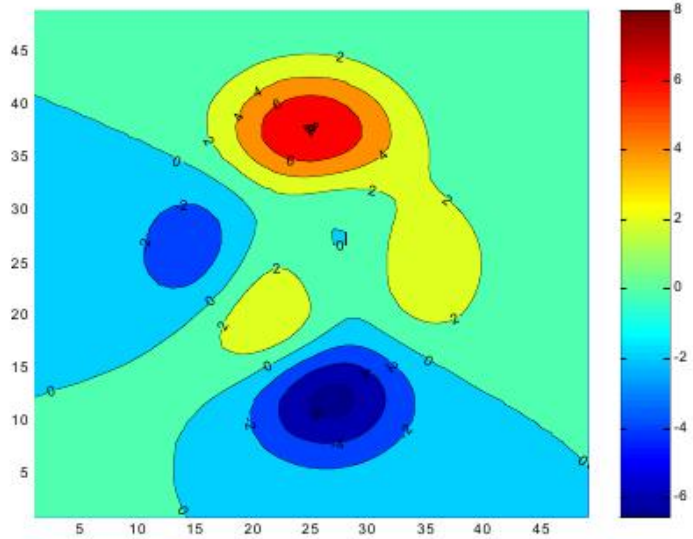


Niveaulinienplots

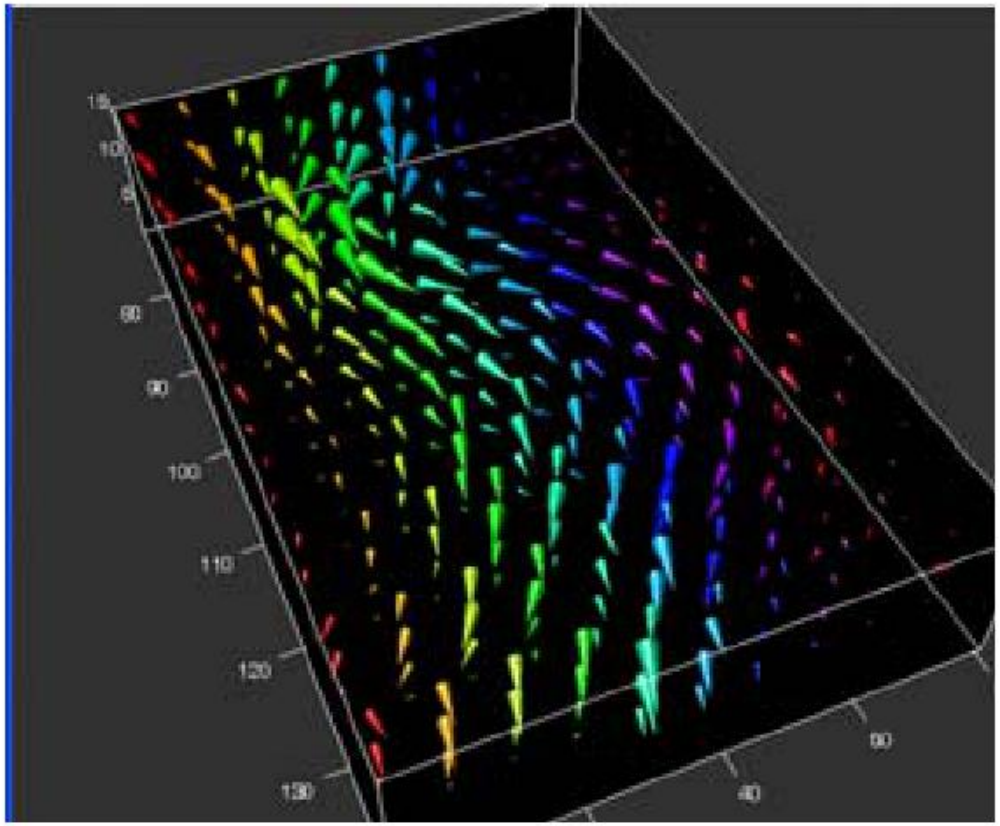
`contour`-Befehl



`contourf`-Befehl



Ausblick: 3D-Vektorfelder



Ausblick: Strömungsdarstellung