Einführung in die Informatik II

III.4 Visualisierung von 3D-Daten

Prof. Dr.-Ing. Marcin Grzegorzek[1]
Juniorprofessur für Mustererkennung
Institut für Bildinformatik in der Fakultät IV
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

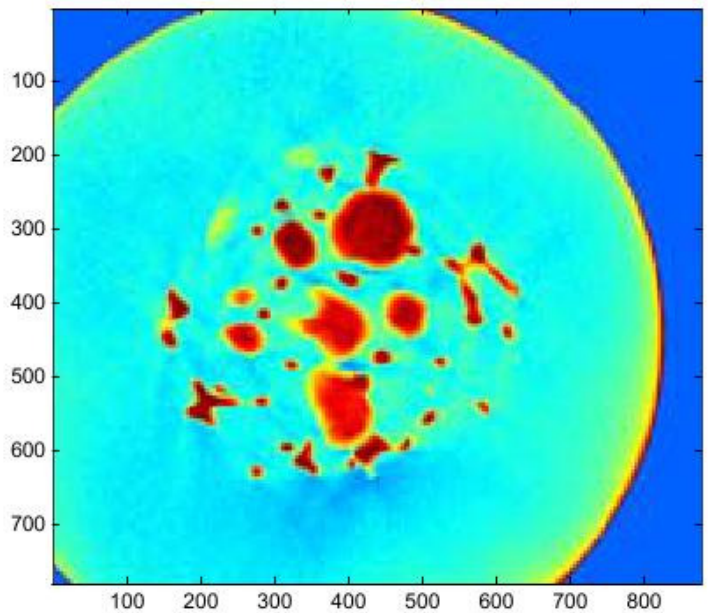
Was sind 3D-Daten?

- Typische 3D-Daten im Maschinenbau:
  - Konstruiertes Bauteil
  - Gemessene Werte (z.B. Qualitätssicherung)
  - Berechnete Werte (z.B. Computersimulationen)

- 3D-Daten
  - Wo:
    - Drei Koordinaten (x,y und z)
    - Typischerweise kartesisches Koordinatensystem.
  - Was:
    - Ein Wert an dieser Position (Skalar)
    - Ein Vektor an dieser Position

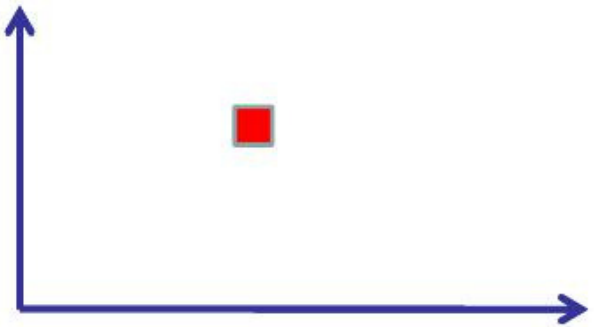
Beispiel Werkstofftechnik

- Computertomogramm (ct)von Metallschäumen
  - ct Daten werden analysiert und 3D-Struktur des Metallschaums zu berechnen
  - 3D-Daten → FEM Analyse

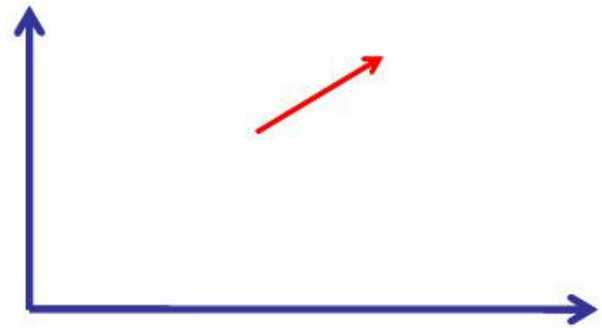


Beispiel

- Skalar:
  - Luftdruck in bestimmter Höhe
  - Festigkeit in Bauteil
  - Computertomographie
  - Also: P(x,y,z), Wert



- Vektor:
  - Windrichtung in bestimmter Höhe
  - Spannung im Bauteil
  - Also: P(x,y,z), W(x,y,z)



Beispieldaten in Matlab: “Wind”

- In Matlab werden Beispieldaten zu Verfügung gestellt:
  - Wind über Nordamerika
  - `load wind`
- Variablen:
  - Positionen:
    - x,y und z
  - Windgeschwindigkeitsvektoren an diesen Positionen:
    - u,v und w

Matrix in Vektor

- Eine Matrix in einen Vektor konvertieren:
  - `a=[1 4 7;2 5 8; 3 6 9];`

1	4	7
2	5	8
3	6	9

  - `b=a(:);`

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Spalten von links nach rechts werden untereinander gesetzt.

Maximum/Minimum einer Matrix

- `xmin = min(x(:));`
- `xmax = max(x(:));`
- `ymax = max(y(:));`
- `zmin = min(z(:));`

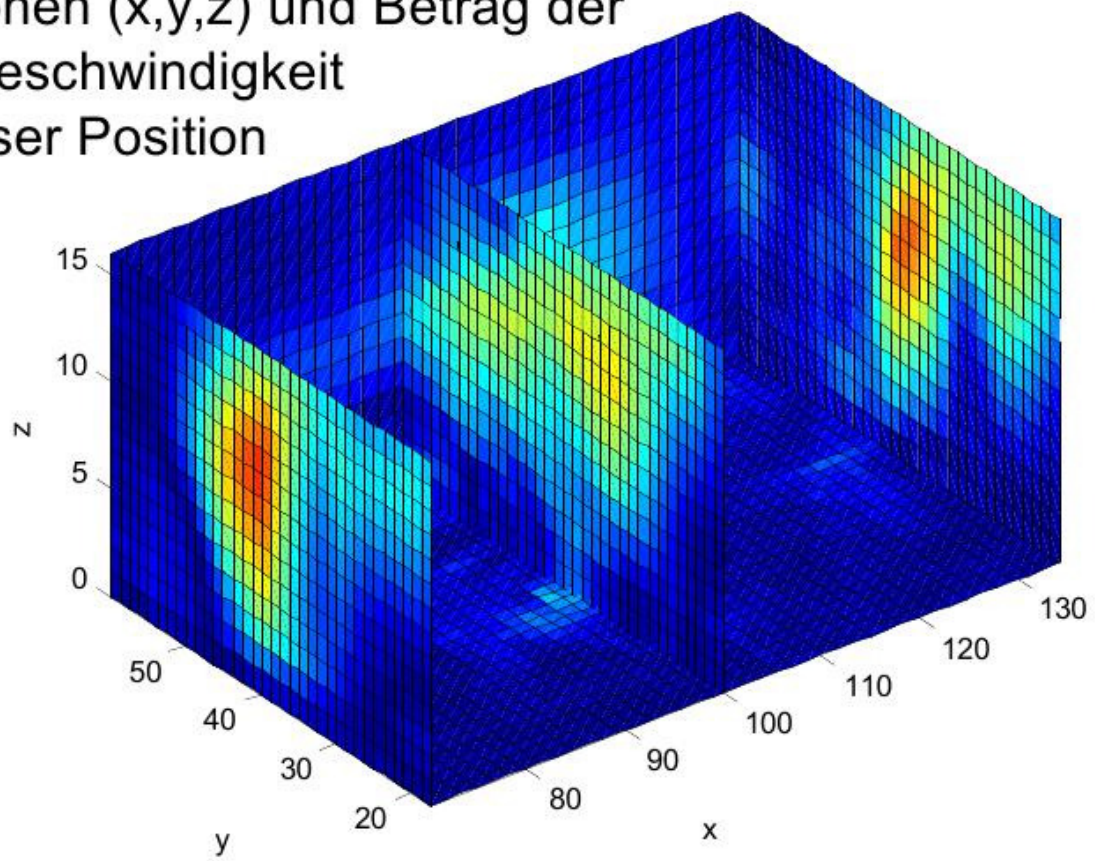
Windgeschwindigkeit

- In den ersten Beispielen wird die Windrichtung an den verschiedenen Positionen nicht benötigt.
- Betrag der Windgeschwindigkeit:
  - Euklidische Norm: Wurzel aus der Quadratsumme

- Achtung: Elementweise soll dies geschehen!
  - `wind_speed = sqrt(u.^2 + v.^2 + w.^2);`

Schnittbilder

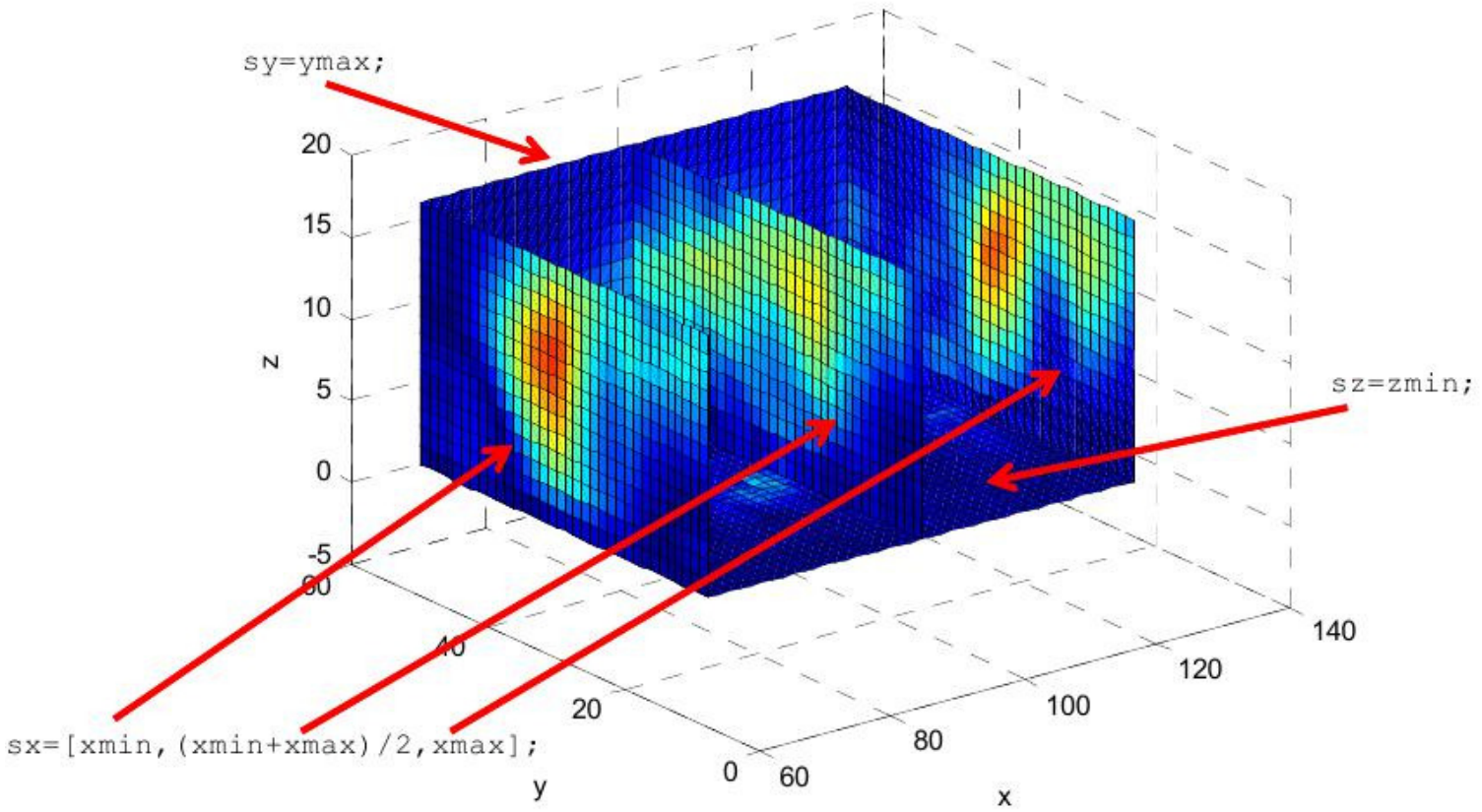
- Stand der Berechnungen:
  - Positionen (x,y,z) und Betrag der Windgeschwindigkeit an dieser Position
- Ziel:



slice-Befehl

- `slice(x,y,z,wind_speed,sx,sy,sz);`
- `x,y,z und wind_speed` stehen schon zu Verfügung
- `sx, sy und sz` Position der Schnittebene entlang der x,y und z-Achse
  - Kann auch Vektor sein!
- Beispiel
  - `sx=[xmin,(xmin+xmax)/2,xmax];`
  - `sy=ymax;`
  - `sz=zmin;`

Ergebnis


sy=ymax;
sz=zmin;
sx=[xmin,(xmin+xmax)/2,xmax];
z
20
15
10
5
0
-5
y
60
40
20
0
x
60
80
100
120
140

Eigenschaften ändern

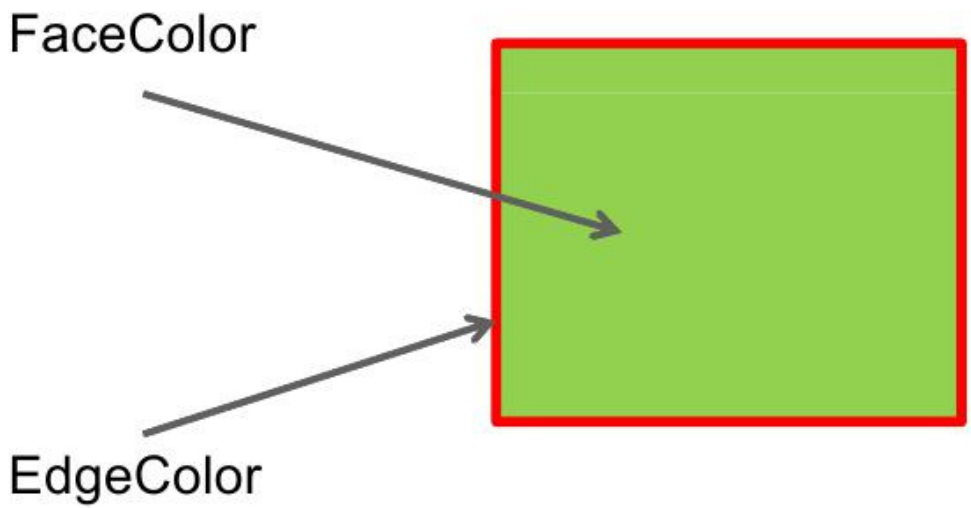
- Um das Aussehen von Grafikobjekten (nachträglich) zu ändern, muss man auf diese gezielt zugreifen können.
- Jedes Grafikobjekt gibt eine eindeutige Kennung (***handle***) als Funktionswert zurück.

- Beispiel:
  `hsurfaces=slice(x,y,z,wind_speed,sx,sy,sz)`

- Mit der `get(<handle>)`-Methode können Eigenschaften **abgerufen** werden.
- Mit der `set(<handle>)`-Methode können Eigenschaften **gesetzt** werden.

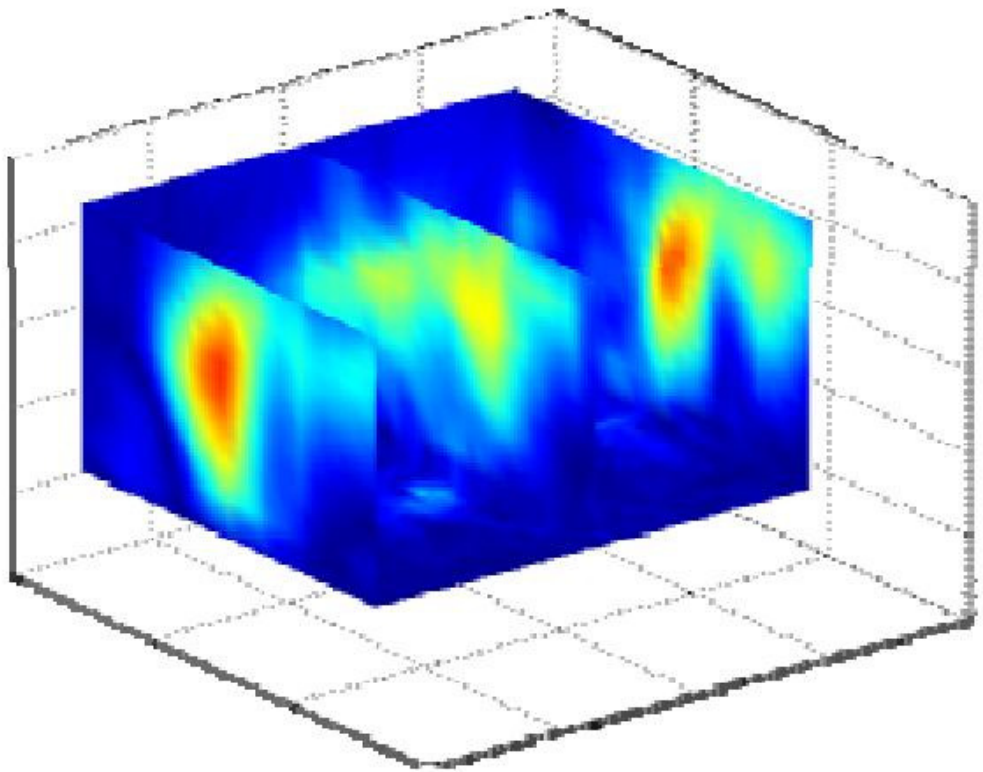
Farben ändern

- `set(hsurfaces,'FaceColor','interp,,`
  `'EdgeColor','none')`



Ergebnis

- Schwarzes Gitter ist weg.
- Farben auf den Oberflächen werden interpoliert.

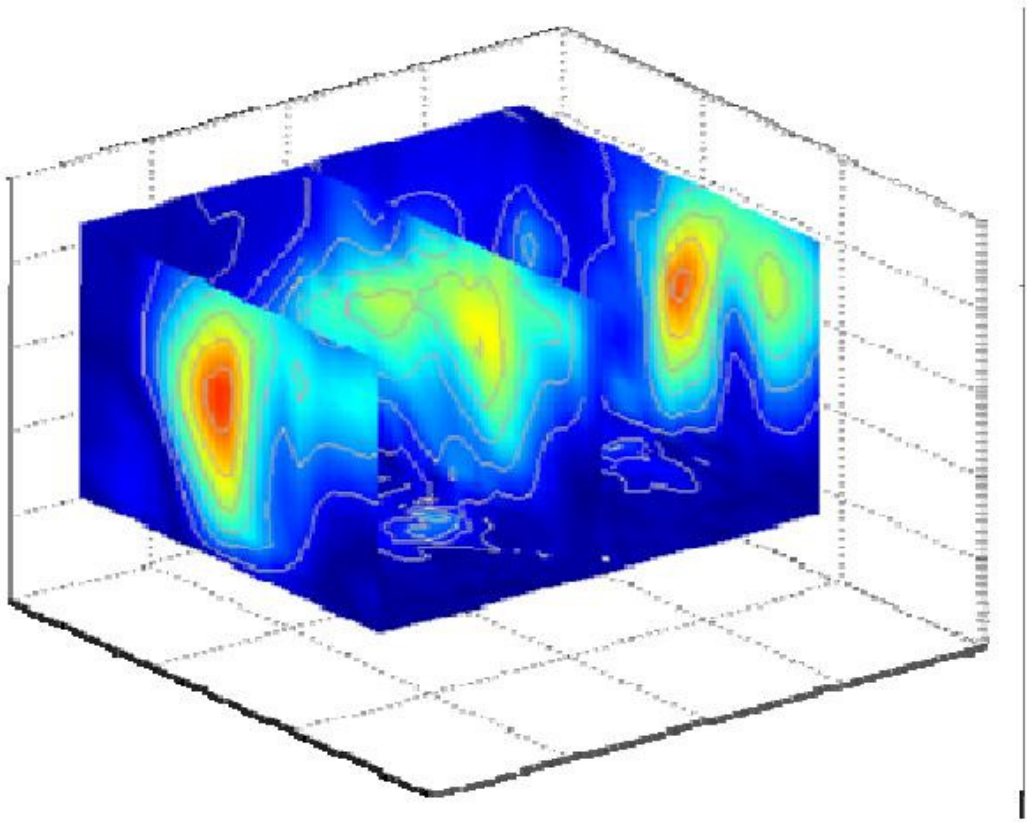


contourslice-Befehl

- Höhenringe auf die Schnitteben:
```
hcont =
contourslice(x,y,z,wind_speed,sx,sy,sz);
```
- Parameterfolge identisch mit dem slice-Befehl.
- Farbe und Strichdicke der Linien ändern
```
set(hcont,'EdgeColor',[.7,.7,.7],
'LineWidth',.5)
```
- `[.7,.7,.7]`: [rot, grün, blau]
  - Alle Werte identisch = Grauwert

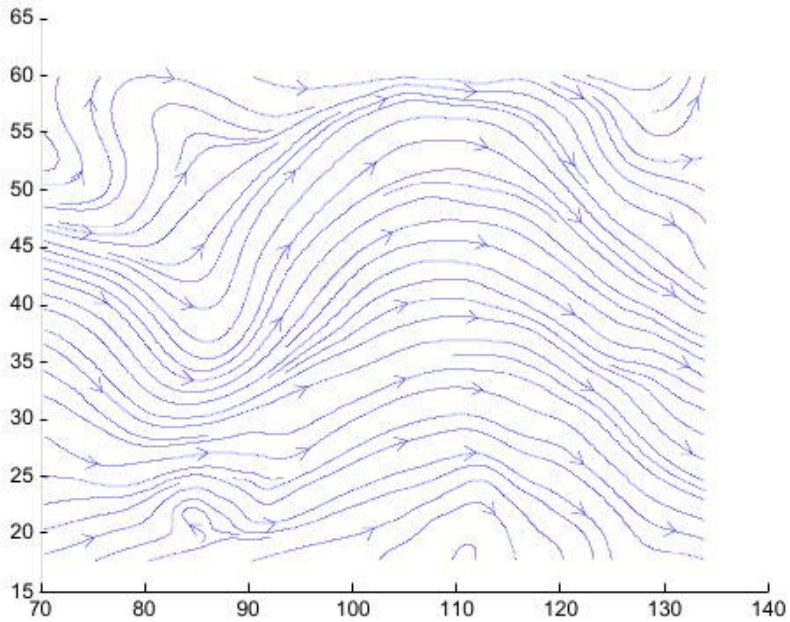
Ergebnis

- Graue Höhenlinien (gleiche Windstärke)



Vektorfelder

- In Matlab gibt es diverse Funktionen, um Vektorfelder zu visualisieren.
- Aus der Wettervorhersage bekannte Darstellung:



`streamslice`-Befehl

- Der `streamslice`-Befehl zeichnet auf Schnittebenen die Strömungsfelder.
- Parameterfolge identisch mit dem slice-Befehl.

- Beispiel:
  ```
  streamslice(x,y,z,u,v,w,[],[],
  (zmax+zmin)/2)
  ```

  - Keine Schnittebenen in x und y, aber eine in der Mitte von z.

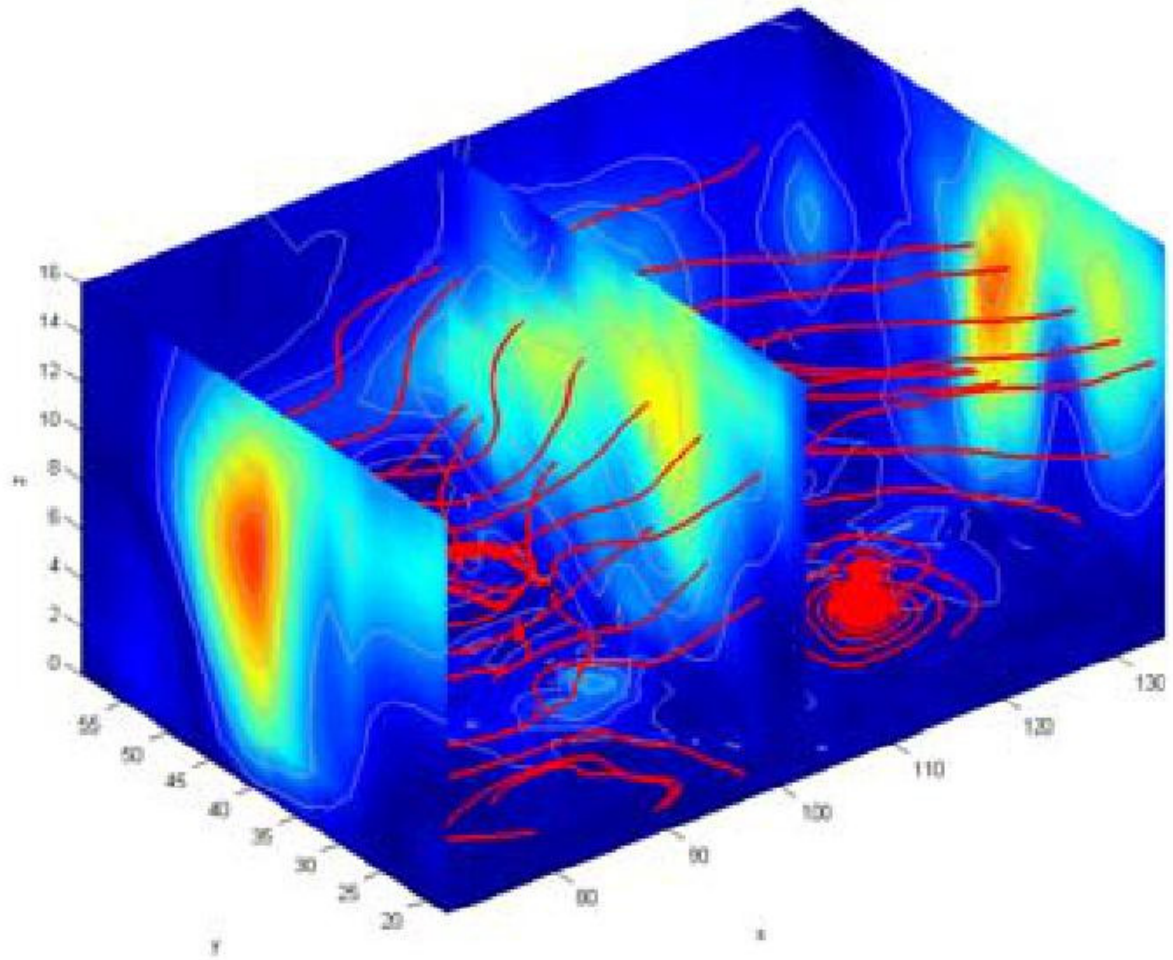
Datenmatrix

- Der Befehl `meshgrid` erzeugt Datenmatrizen für die Berechnung und Visualisierung von 3D-Feldern.
- Manchmal müssen die Daten mit diesem Befehl aufbereitet werden.
- Beispiel:
  - Man möchte innerhalb der Wind-Gebietes Datenpunkte bestimmen, an denen Berechnungen durchgeführt werden:
  - ```
    [sx,sy,sz] =
    meshgrid(80,20:5:50,1:5:15);
    ```
    - X-Position: 80
    - Y-Position: 20 bis 50 in 5er Schritten
    - Z-Position: 1 bis 15 in 5er Schritten
    ```

Stromlinien

- Die für die Visualisierung von 3D-Stromlinien werden 3D-Vektorfelder benötigt.
- Beispiel:
  ```
  hlines = streamline(x,y,z,u,v,w,sx,sy,sz);
  ```
  - `x,y,z:` Position
  - `u,v,w:` Geschwindigkeit
  - `sx,sy,sz:` Startpositionen der Stromlinien
- Farbe und Dicke der Stromlinien setzen:
  ```
  set(hlines,'LineWidth',2,'Color','r')
  ```

Ergebnis


16
14
12
10
8
6
4
2
0
z
55
50
45
40
35
30
25
20
y
60
80
90
100
110
120
130
x

Strombänder mit `streamribbon`

```
load wind
[sx sy sz] = meshgrid(80,20:10:50,0:5:15);
hribbon=streamribbon(x,y,z,u,v,w,sx,sy,sz);

set(hribbon,'FaceColor','interp','EdgeColor'
  ,'none')
```

Ansicht und Beleuchtung

```
axis tight
view(3);
daspect([2,2,1])
camlight; lighting gouraud
```

Strombänder mit `streamtube`

- ```
  htubes =
  streamtube(x,y,z,u,v,w,sx,sy,sz,[2.5 20]);
  ```
- `[2.5 20]`:
  - 20 = Anzahl der „Ecken“ der Röhre
  - 2.5 = Verstärkungsfaktor für den Durchmesser
- ```
  set(htubes,'EdgeColor','none','FaceColor',
  'r',
  'AmbientStrength',.5)
  ```

Ergebnis