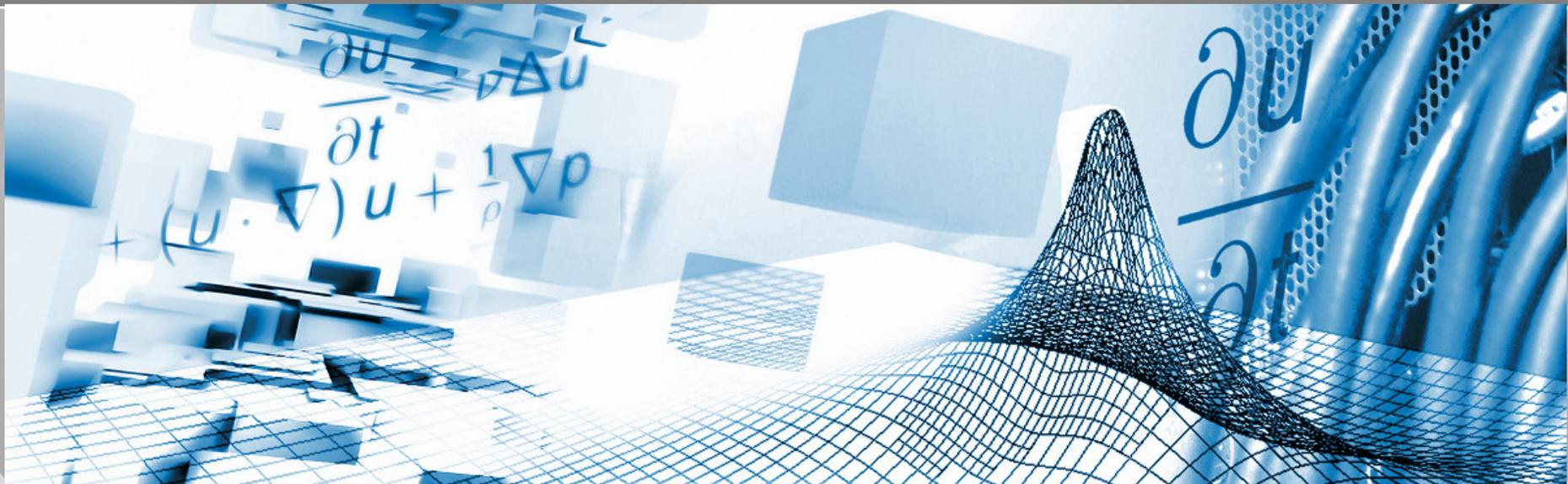


# *Von der visuellen Darstellung zum „Story Telling“*

Vincent Heuveline

Engineering Mathematics and Computing Lab (EMCL)



# “Hyperreality, Infrareality“

**Terminology:** Philosophier Jean Baudrillard (1929-2007)  
„Simulakrum and Simulation“

Simulation: von lat. simulare, imitate, mimic

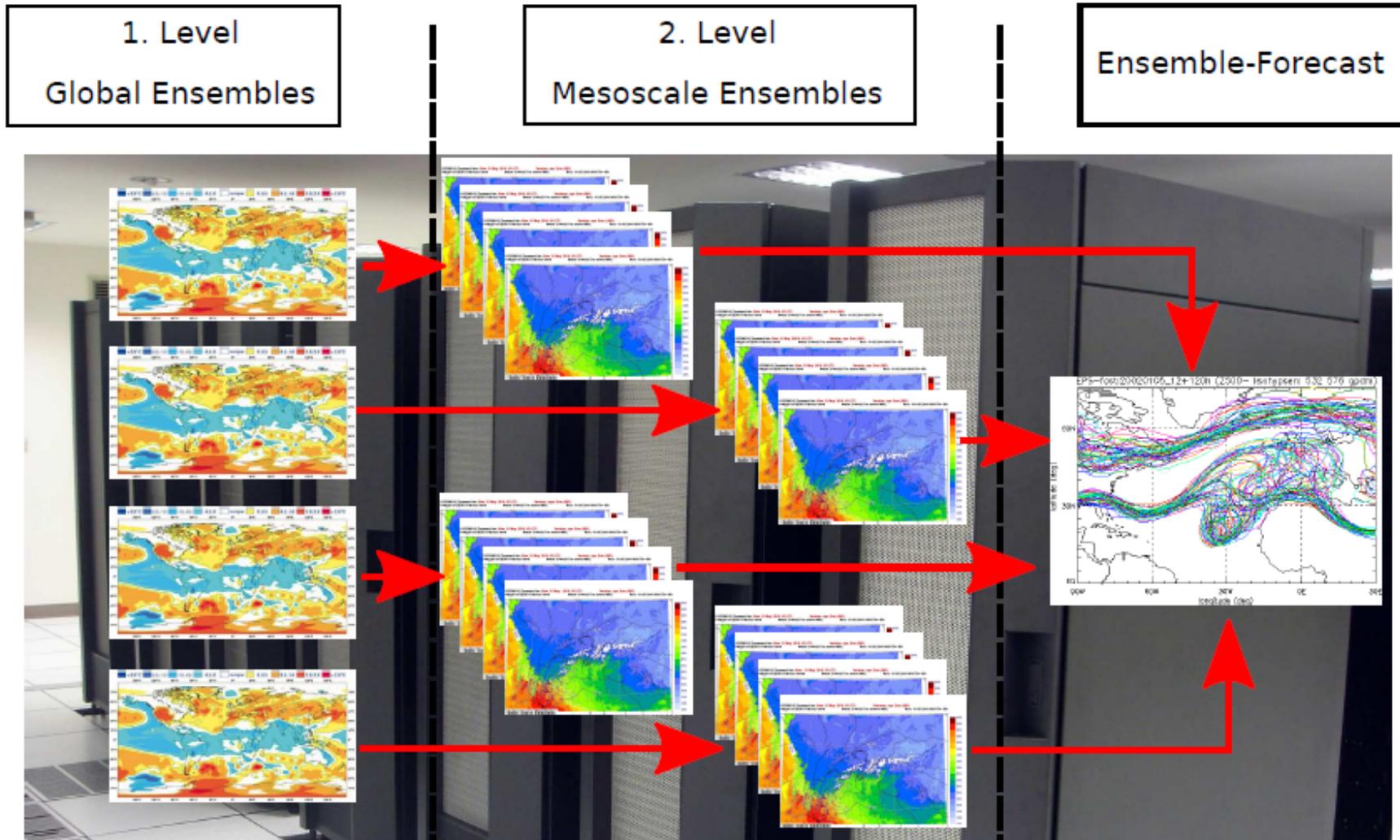
Simulakrum: von lat. Simulo: mirror, image, illusion, chimera



# Infrareality

- Need to define the reality ...
- Mathematical models (complexity not always better!)
- Lack of resources
  - Compute power
  - Time
  - Money
- Numerical methods (convergence, condition number)
- Hardware (rounding error, ...)
- Error in measurement (Modelcalibration, modelvalidation)
- ...

# Multiscale Ensemble-Computations on HPC-Systems

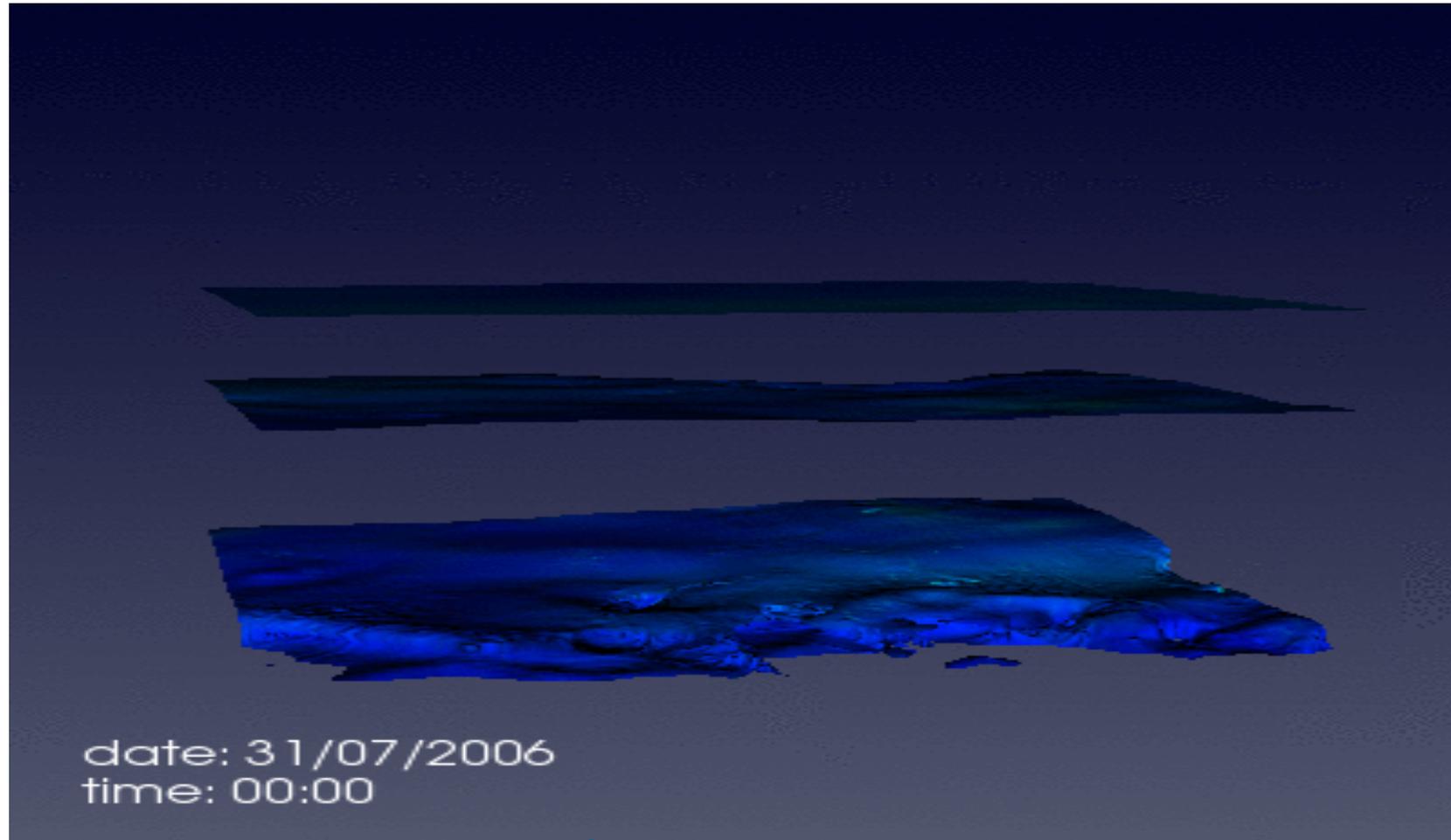


# Niederschlagssimulation in West-Afrika (Story 1)



Temperatur-Isoflächen, Farbe anhand der Vertikalgeschwindigkeit  
**Niederschlag** bei sprunghaften Anstiegen der Isoflächen (rot)

# Niederschlagssimulation in West-Afrika (Story 2)



Temperatur-Isoflächen, Farbe anhand der Vertikalgeschwindigkeit  
**Niederschlag** gefiltert anhand einem Luftfeuchtigkeitskriterium (weiß)

## Story Telling ...

- Es gibt keine neutrale Darstellung
  - Jeder Darstellung wird eine „Stimmung“ mitgegeben (z.B. durch Perspektive, Farbe, Helligkeit, Augenabstand, ...)
- Konflikt bei der wissenschaftliche Visualisierung
  - Verständlichkeit ohne Banalisierung
  - Wie sollen Daten sinnvoll gefiltert werden?
  - Welche Darstellungsmethode?
- Neutralität vs. Verständlichkeit der Darstellung

# Inhalt

- Welche Ebenen erfasst die Transformation?
- Wozu diese Transformation?
- Welche Varianten gibt es?
- Wie sieht die Praxis aus?
- Was muss ich wissen?
- Wie gehe ich vor?
- Was ist schwierig?
- Was ist einfach?
- Wie kontrolliere ich die Korrektheit?
- Wie bringt die Zukunft?

# Welche Ebenen erfasst die Transformation?

## Ausgangsebene:

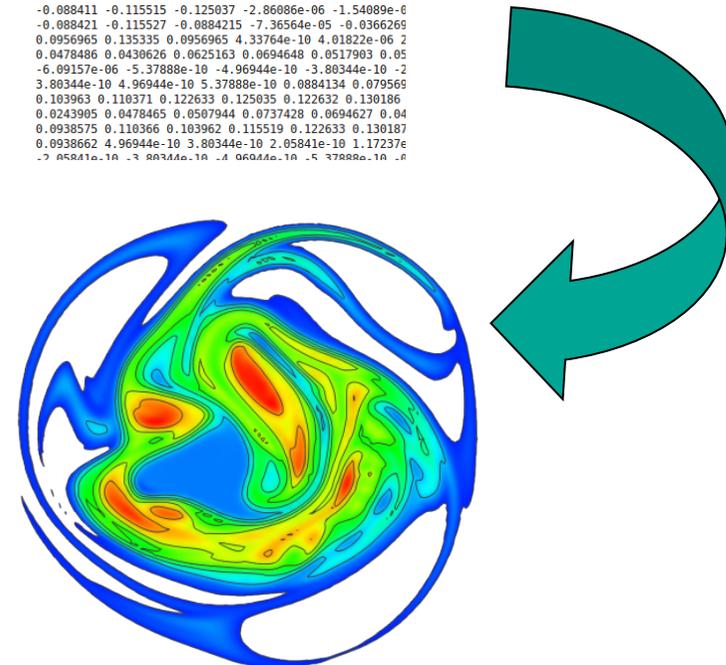
Daten für Geschwindigkeitsfeld  
 $1024^2$  Gitterpunkte,  
 100 Schichten, 1000 Zeitpunkte  
 => 781.25 GiB

```
<DataArray type="Float64" Name="var0" format="ascii">
4.33764e-10 0.0956965 0.0675649 3.06717e-10 5.20621e-1
8.11659e-05 0.0518226 0.0478562 -4.35497e-05 -4.33764e
-3.06717e-10 0.135335 0.125033 0.115505 0.125072 4.942
-0.0517114 -6.11696e-19 -0.000115236 -0.0678036 -3.067
-0.125037 1.44623e-06 1.32239e-08 0.0258956 0.026403 -
-7.0495e-07 0.135346 0.125044 0.115525 0.12504 6.80146
-0.0517935 -6.88376e-05 4.52597e-06 -0.0197972 -4.833e
-0.0957413 -8.07206e-07 0.000123608 0.0678037 0.095725
0.0675864 3.06717e-10 0.0958316 -0.0956965 -0.125033 -
-0.088421 -0.0478565 -0.0366322 -4.16221e-06 -0.036630
0.125042 0.115522 0.0884043 0.0676779 0.0884167 0.0478
0.0198612 -2.12959e-05 0.0956965 0.0517906 0.0478463 0
0.0198232 0.0366363 0.088413 0.0478694 0.0518735 2.044
-0.0366054 -0.0676459 -0.0366174 -0.0478499 -0.0883934
-0.125005 -0.0956965 -0.0517906 -0.0478453 -0.0884087
-0.036618 -0.0957009 -0.0884115 -0.0478469 -0.0517934
0.0366261 0.0676739 0.0366267 0.0478539 0.0884178 0.09
-1.77224e-05 2.14781e-06 0.0219521 0.0186647 0.0676665
-3.07834e-06 0.0366104 0.0478313 -5.79444e-06 0.095700
0.0676751 0.036626 0.0198237 0.0366281 0.0957026 0.088
3.8362e-06 -0.0198159 -0.0366171 -0.0676639 -0.0366182
-0.088411 -0.115515 -0.125037 -2.86086e-06 -1.54089e-6
-0.088421 -0.115527 -0.0884215 -7.36564e-05 -0.0366269
0.0956965 0.135335 0.0956965 4.33764e-10 4.01822e-06 2
0.0478486 0.0430626 0.0625163 0.0694648 0.0517903 0.05
-6.09157e-06 -5.37888e-10 -4.96944e-10 -3.80344e-10 -2
3.80344e-10 4.06944e-10 5.37888e-10 0.0884134 0.079566
0.103963 0.110371 0.122633 0.125035 0.122632 0.130186
0.0243905 0.0478465 0.0507944 0.0737428 0.0694627 0.04
0.0938575 0.110366 0.103962 0.115519 0.122633 0.130187
0.0938662 4.96944e-10 3.80344e-10 2.05841e-10 1.17237e
-2 05841e-10 -3 80344e-10 -4 96944e-10 -5 37888e-10 -6
```

## Zielebene:

Visualisierung der Lösung

Typischerweise nicht  
 semantikerhaltend?

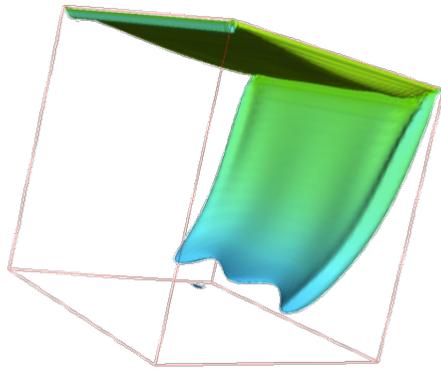


## Wozu diese Transformation?

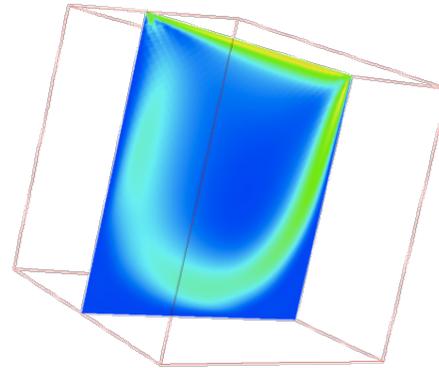
- Feststellung: unter den Zahlenwerten kann man sich nichts vorstellen
- Deshalb Darstellung der Bedeutung der Zahlen in visueller Form und Verbalisierung des Dargestellten

# Welche Varianten gibt es?

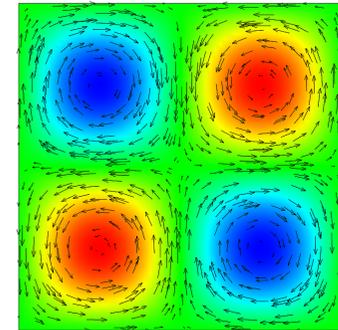
Direkte Darstellung der ggf. gefilterten Daten



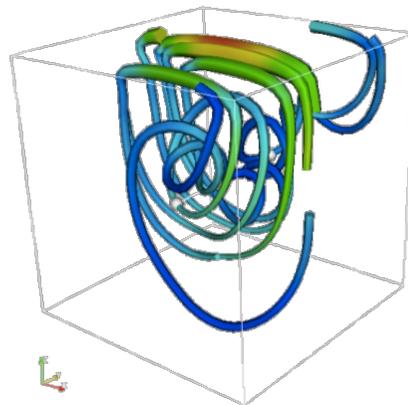
Iso-Fläche



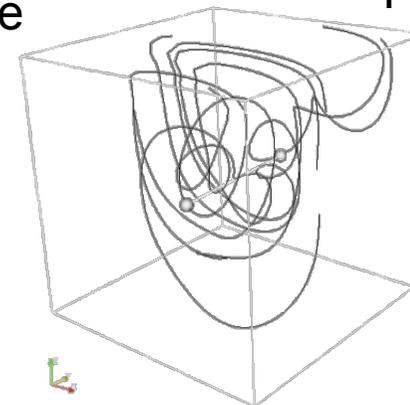
Schnittfläche



Pfeile



Stromlinien mit  
Röhrendarstellung

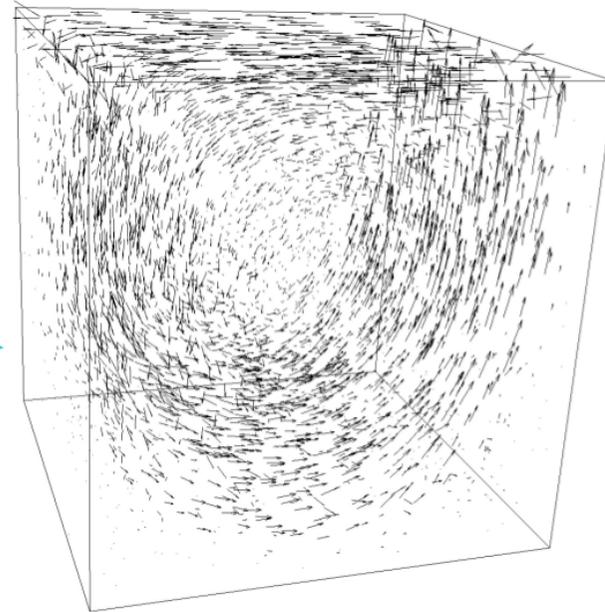


Stromlinien

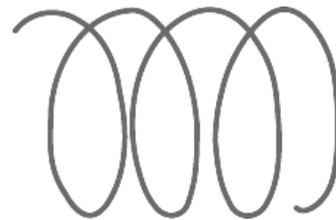
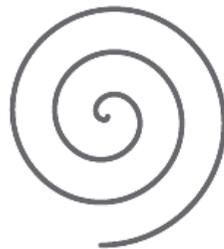
## Wie sieht die Praxis aus?

Beispiel: Wirbelstrukturen

- Direkte Visualisierung aller Daten ist nicht zielführend  
=> man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht

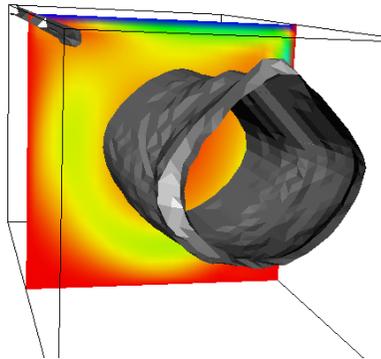


- Keine allgemein gültige Definition von Wirbeln existiert

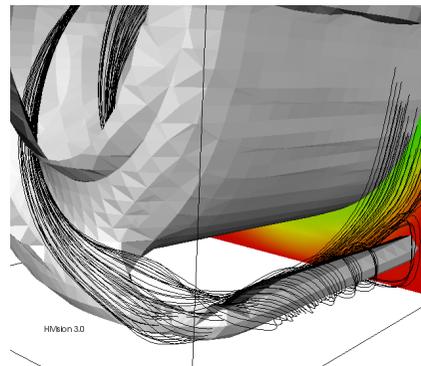


# Mustererkennung

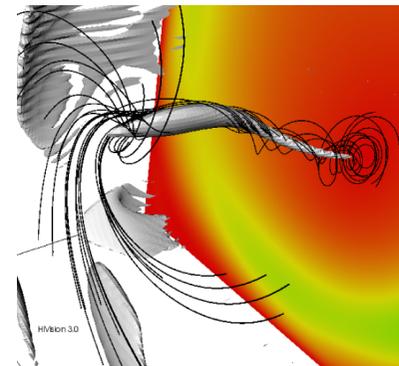
- Visualisierung von komplexen Mustern statt der Daten direkt
- Wirbelcharakterisierung anhand unterschiedlicher Kriterien



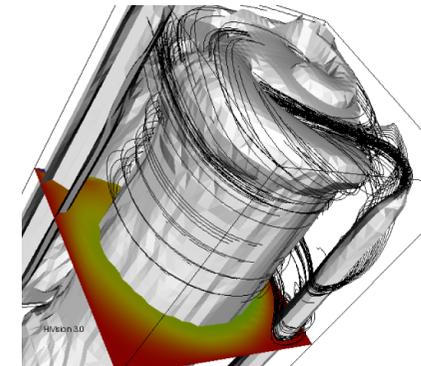
Druck



Lambda2



Helicity



Diskriminante des  
Geschw.-Gradienten

- Darstellen von Wirbelkern, Wirbelhülle

## Was muss ich wissen?

- Kenntnis der Datenformate
- Kenntnis der Visualisierungskonzepte
- Berücksichtigung psychologischer Effekte

## Wie gehe ich vor?

### **Exploration der Daten:** Was soll visualisiert werden?

- Welche Informationen sind in den Daten enthalten?
- Wie kann diese Information geeignet dargestellt werden?  
=> Interaktive Visualisierung ist sehr vorteilhaft

### **Darstellung:** Wie werden gefilterten Daten visualisiert?

- Welche Visualisierungstechnik ist geeignet?
- Direkte Darstellung der Daten vs. Darstellung von Merkmalen

## Was ist schwierig?

Eine Auswahl an Problembereichen

- Auswahl geeigneter Mittelwerte
- Farbliche Codierung von Werten
- Verknüpfung von Werten

## Was ist einfach? (1/2)

Auch für den Laien meist gut verständlich

## Was ist einfach? (2/2)

Sonst nichts

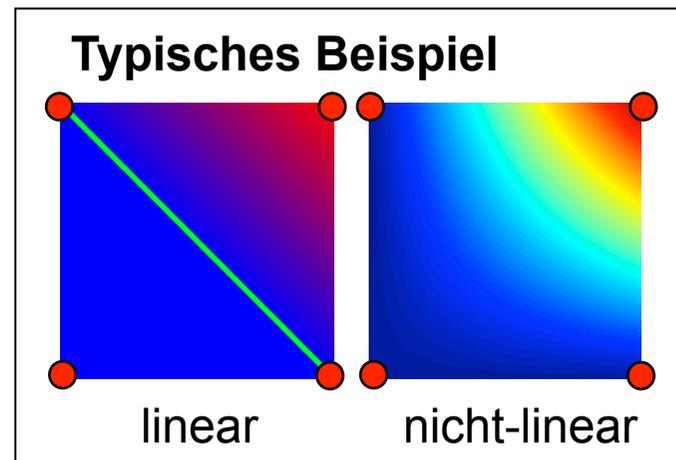
# Wie kontrolliere ich die Korrektheit?

## Fehler-Quellen

- Datenreduktion in Raum und Zeit (Datengröße!)

=> Darstellung von  
Interpolationen

- Meist nur lineare  
Approximationen  
(Performance!)

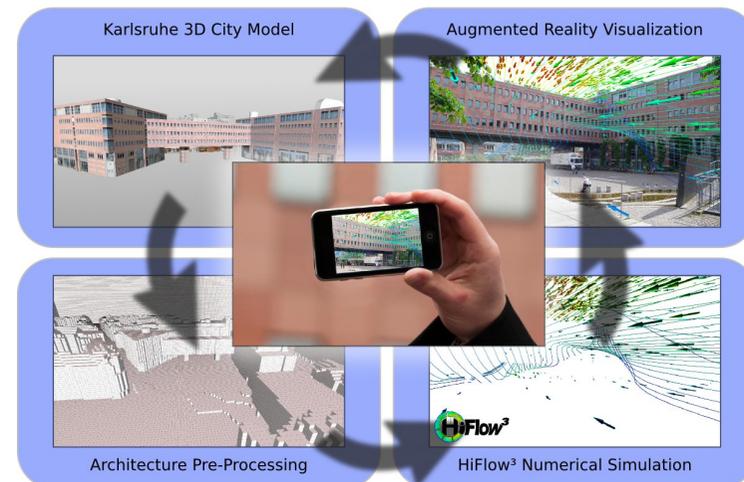
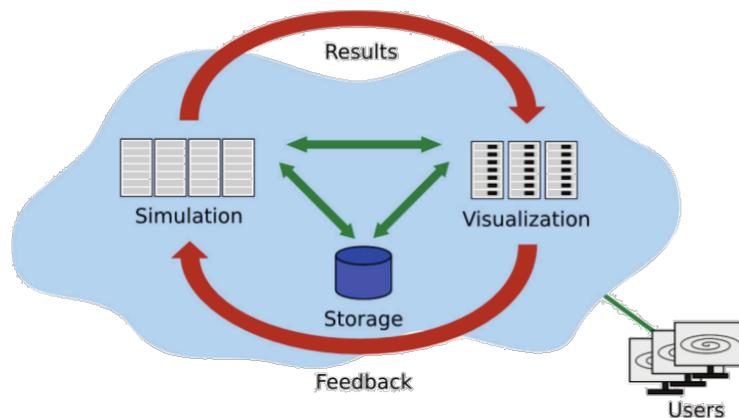


## Korrektheit

- Qualitative Überprüfung durch intuitives Visualisierung möglich
- Quantitative Überprüfung teilweise möglich  
=> weitere Möglichkeiten Visualisierung: Fehler-Diagramme

## Was bringt die Zukunft?

- Berücksichtigung von Unsicherheit in Daten
- Erleichterter Zugang: Stereoskopische 3D-Darstellung
- Fusion von Simulation und Visualisierung
- Visualisierung in Cloud-Umgebung
- Nähe zu Simulationsdaten im Alltag: Portable Endgeräte



## Contact

- More information at
  - <http://www.emcl.kit.edu>
  - Vincent.heuveline@kit.edu
- Thank you for your kind attention!

