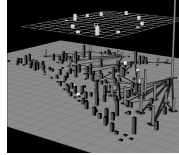
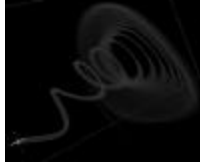


# Visualisierung

Dr. Helwig Hauser

VO 186.004 + LU 186.703,  
Wintersemester 2000/2001,  
Sem186, Fav.-str. 9, 5. Stock,  
<http://www.cg.tuwien.ac.at/courses/Visualisierung/>



Helwig Hauser

v r l vis

---

---

---

---

---

---

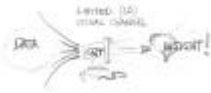
---

---

## Visualisierung – Definition

**The purpose of computing  
is insight, not numbers**

[R. Hamming, 1962]



### Visualisierung:

- ◆ Tool, um User Einblick in Daten zu ermögl.
- ◆ to form a mental vision, image, or picture of (something not visible or present to the sight, or of an abstraction); to make visible to the mind or imagination [Oxford Engl. Dict., 1989]
- ◆ Computer Graphik, aber nicht photo-realistisches Rendern

Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

v r l vis

---

---

---

---

---

---

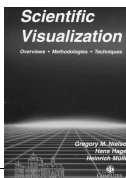
---

---

## Visualisierung – Hintergrund

### Hintergrund:

- ◆ Visualisierung = sehr alt
- ◆ Oft intuitiver Schritt: graph. Verdeutlichen
- ◆ Daten immer öfter in sehr großer Menge gegeben ⇒ graphischer Ansatz notwendig
- ◆ Einfache Ansätze bekannt von business graphics (Excel, etc.)
- ◆ Visualisierung = eigene Wissenschaft seit gut 10 Jahren
- ◆ Erste eigene Konfs.: 1990



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

1997:

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visualisierung – Teilbereiche

### Visualisierung von ...

- ◆ medizinischer Daten ⇒ VolViz!
- ◆ Strömungsdaten ⇒ FlowViz!
- ◆ abstrakten Daten ⇒ InfoViz!
- ◆ GIS-Daten
- ◆ historische Daten (Archäologie)
- ◆ mikroskopischer Daten (Molekularphysik), makroskopischer Daten (Astronomie)
- ◆ extrem großer Datenmengen
- usw. ...



---

---

---

---

---

---

---

---

## Visualisierung – Beispiele

### Medizinische Daten



---

---

---

---

---

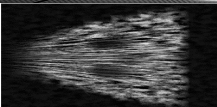
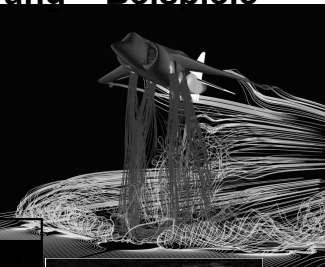
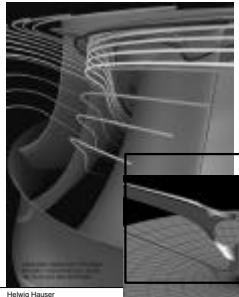
---

---

---

## Visualisierung – Beispiele

### Strömungsdaten



---

---

---

---

---

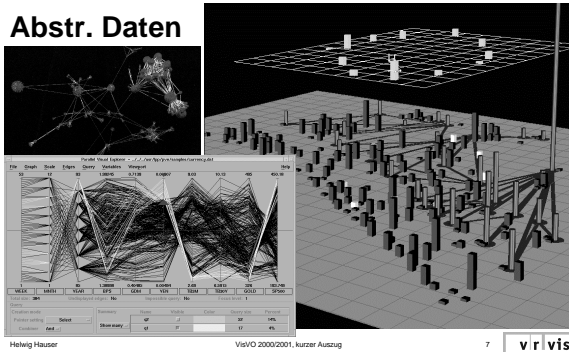
---

---

---

## Visualisierung – Beispiele

### Abstr. Daten




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visualisierung – drei Ansätze

### Visualisierung, um ...

- ◆ ... zu erforschen
  - ◆ nichts ist bekannt, Vis. dient zur neuen Erforschung der Daten
- ◆ ... zu analysieren
  - ◆ es gibt Hypothesen, **?!?** Vis. dient zur Bestätigung bzw. Widerlegung
- ◆ ... zu präsentieren
  - ◆ "alles" über die Daten bekannt, **?!?** Vis. dient zur Kommunikation v. Ergebnissen

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visualisierung – 3 Schwerpunkte

### Drei Hauptbereiche:

- ◆ Volume Visualization
  - ◆ Flow Visualization
  - ◆ Information Visualization
- } Scientific Visualization  
 } Inherenter Raumbezug  
 } 3D  
 } nD

meist kein Raumbezug

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Volumensvisualisierung

## Visualisierung von skalaren Daten im 3D

---

---

---

---

---

---

---

---

# Volumensvisualisierung

## Einleitung:

- ◆ VolViz = Visualisierung v. Volumensdaten
  - ◆ Abbildung 3D→2D
  - ◆ Projektion (MIP), Schnitt, vol. Rend., etc.
- ◆ VolData =
  - ◆ 3D×1D Daten
  - ◆ Skalare Daten, 3D Datenraum, raumfüllend
- ◆ User goals:
  - ◆ Einblick in 3D Daten gewinnen
  - ◆ Strukturen von spez. Interesse + Kontext

---

---

---

---

---

---

---

---

# Volumensdaten

## Woher kommen die Daten?

- ◆ Medizinische Anwendung
  - ◆ Computertomographie (CT)
  - ◆ Magnetresonanzmessung (MR)
- ◆ Materialprüfung
  - ◆ Industrie-CT
- ◆ Simulation
  - ◆ Finite element methods (FEM)
  - ◆ Computational fluid dynamics (CFD)
- ◆ etc.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 3D Datenraum

### Wie sind Volumsdaten organisiert?

- ◆ Kartesisches bzw. reguläres Gitter:
  - ◆ CT/MR: oft  $dx=dy<dz$ , z.B. 35 Schichten (z) á 256<sup>2</sup> Werten (Pixel)
  - ◆ Data enhancement: iso-stack-Berechnung = Interpolation von zusätzl. Schichten, sodaß  $dx=dy=dz$ , 256<sup>3</sup> Voxel
  - ◆ Daten: Zellen (Quader), Ecken: Voxel
- ◆ Curvi-linear grid bzw. unstrukturiert:
  - ◆ Daten als Tetraeder bzw. Hexaeder org.
  - ◆ Oft: Umrechnung auf Tetraeder

---

---

---

---

---

---

---

---

## VolViz – Herausforderungen

### Challenges:

- ◆ rendering projection, so viel Information und so wenig Pixel!
- ◆ große Datenmengen, z.B. 512×512×512 Voxel á 16 Bit = 256 Mbytes
- ◆ Geschwindigkeit, Interaktion ist sehr wichtig, aber >10 fps!

---

---

---

---

---

---

---

---

## Surfaces vs. Volume Rendering

### Surface rendering:

- ◆ indirekte Volumensvisualisierung
- ◆ Zwischenrepräsentation: Iso-fläche, "3D"
- ◆ Pros: Shading→Shape!, HW-rendering

### Volume rendering:

- ◆ direkte Volumensvisualisierung
- ◆ Verwendung von Transferfunktionen
- ◆ Pros: Blick in's Innere, Semi-Transparenz

---

---

---

---

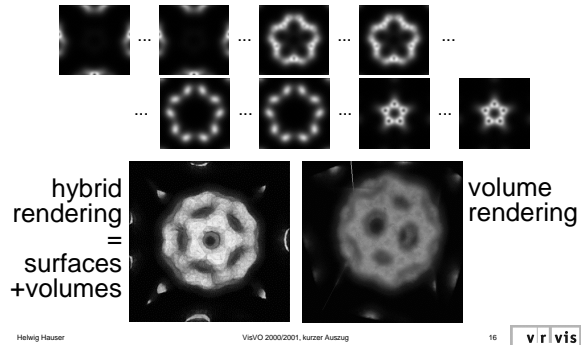
---

---

---

---

## Surfaces vs. Volume Rendering



---

---

---

---

---

---

---

---

## VolViz-Techniken – Überblick

### Einfache Methoden:

- ◆ slicing, MPR (multi-planar reco.)

### Direkte Volumensvisualisierung:

- ◆ ray casting
- ◆ shear-warp factorization
- ◆ splatting
- ◆ 3D-texture mapping

### Surface-fitting methods:

- ◆ marching cubes (tetrahedra)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Einfache Methoden

Slicing, etc.

---

---

---

---

---

---

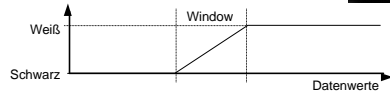
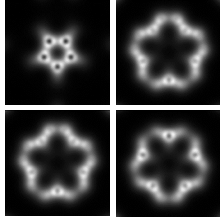
---

---

## Slicing

### Slicing:

- ◆ Axen-parallele Schnitte
- ◆ Reguläre Gitter: einfach
- ◆ ohne Transferfunkt. keine Farbe
- ◆ Windowing: Kontrast einstellen



---

---

---

---

---

---

---

---

## Slicing

### Nicht so einfach:

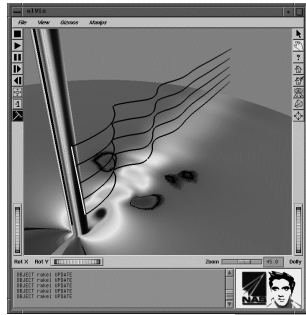
- ◆ Slicing durch allgem. Gitter
- ◆ Interpolation notwendig

### Slicing:

- ◆ gut kombinierbar mit 3D-Vis.

### MPR:

- ◆ versch. Axen, 3D



---

---

---

---

---

---

---

---

## Direkte Volumsvisualisierung, Einführung

### Klassifikation – Transferfunktionen,

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direkte Volumensvisualisierung

### Überblick:

- ◆ keine Zwischenrepräsentation
- ◆ "real 3D"
- ◆ Integration von so viel Information: schwierig
- ◆ object-order vs. image-order rendering
- ◆ versch. Techniken (ray casting, splatting, shear-warp, texture mapping, etc.)
- ◆ versch. Kombinationsformen (compositing, MIP, first-hit, average, etc.)

---

---

---

---

---

---

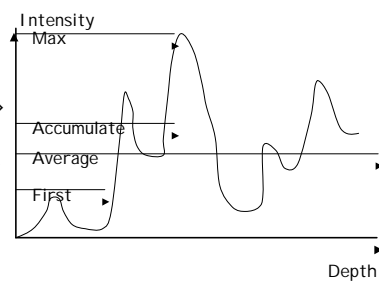
---

---

## Kombinationsformen

### Überblick:

- ◆ MIP ⇒
- ◆ Compositing ⇒
- ◆ X-Ray ⇒
- ◆ First hit ⇒



---

---

---

---

---

---

---

---

## Klassifikation

### Zuordnung Daten ⇒ Semantik:

- ◆ Zuordnung zu Objekten, z.B. Knochen, Haut, Muskel, etc.
- ◆ Verwendung von Datenwerten, Gradienteninformation
- ◆ Ziel: Segmentierung
- ◆ Oft: semi-automatisch bzw. manuell
- ◆ Automatische Approximation: Transferfunktionen

Beispiel

---

---

---

---

---

---

---

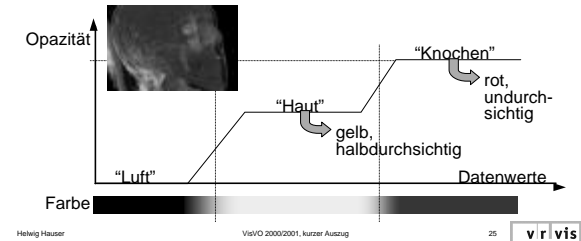
---



## Transferfunktionen

### Abbildung Daten → "Darstellbares":

- ◆ 1.) Daten → Farbe
- ◆ 2.) Daten → Opazität (Nichtdurchsichtigkeit)




---

---

---

---

---

---

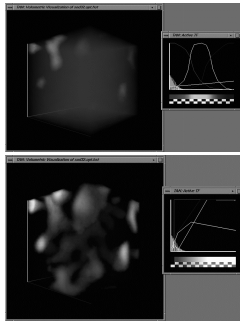
---

---

## Versch. Transferfunktionen

### Ergebnisse:

- ◆ starke Abh. von Transferfunktionen
- ◆ nicht-triviale Einstellung
- ◆ Segmentierung nur bedingt möglich




---

---

---

---

---

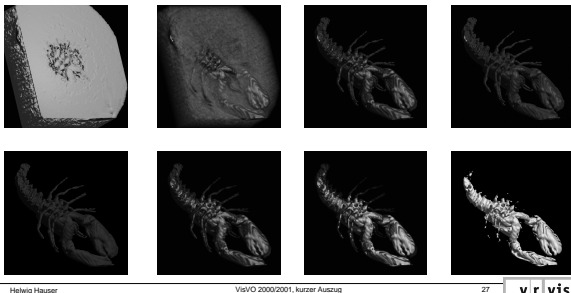
---

---

---

## Lobster – unterschiedl. TF

### Drei Objekte: Medium, Schale, Fleisch




---

---

---

---

---

---

---

---

## Fußdaten – ein bzw. zwei TF



---

---

---

---

---

---

---

---

## Ray casting / compositing

**Klassische  
image-order Methode**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ray Tracing vs. Ray Casting

**Ray Tracing: Methode der Bildgenerierung  
In Vol. Rend.: nur Primärstrahlen  
⇒ deswegen Ray Casting  
Klassische image-order Methode  
Ray Tracing: Strahl-Objekt Schnitte  
Ray Casting: keine Objekte, Dichtewerte!  
Theorie: alle Dichtewerte berücksichtigen!  
Praxis: Volumen Schritt für Schritt travers.  
Interpolation pro Schritt notwendig!**

---

---

---

---

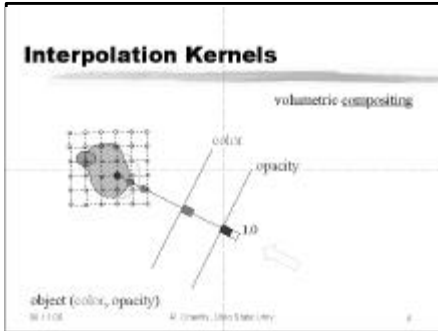
---

---

---

---

# Front-to-back Compositing



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

31

vrvis

---

---

---

---

---

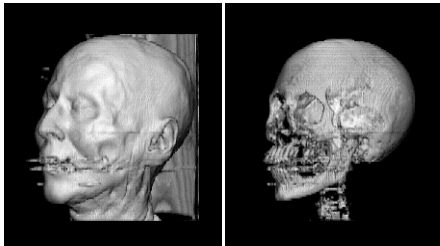
---

---

---

# Ray Casting – Beispiele

Unterschiedliche TF (quasi-surf. rend.),  
256<sup>2</sup>×113 CT-Daten



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

32

vrvis

---

---

---

---

---

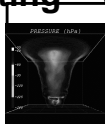
---

---

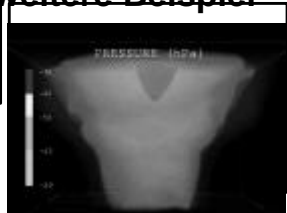
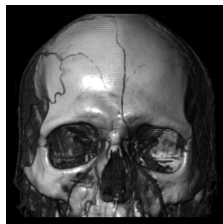
---

# Ray Casting – weitere Beispiel

Tornado Viz:



Kopf Data:



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

33

vrvis

---

---

---

---

---

---

---

---

## Shear-warp factorization

### Fast object-order rendering

---

---

---

---

---

---

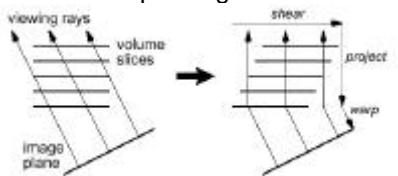
---

---

## Shear-warp Factorization

### Faktorisierung der viewing transformation:

- ◆  $M_{\text{view}} = P \cdot S \cdot M_{\text{warp}}$  (perm. shear, proj., warp)
- ◆ Ziel: parallele Strahlen, voxel:pixel=1:1, einfaches compositing



---

---

---

---

---

---

---

---

## Shear, project, warp

### 1.: shear-step

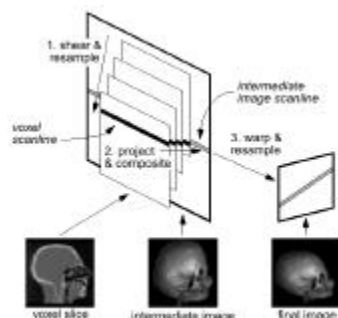
- ◆ 2 shears
- ◆ bi-linear reco.

### 2.: project-step

- ◆ compositing
- ◆ 1 voxel/pixel
- ◆ Erg.: Zw.-Bild

### 3.: warp-step

- ◆ Zw.-Bild auf Bild abbilden



---

---

---

---

---

---

---

---

## Shear-Warp – Abschluß

### Pros:

- ◆ schnell!
- ◆ einfach!
- ◆ perspektivische Projektion möglich

### Cons:

- ◆ reco. nur bi-linear (innerhalb Schichten)
- ◆ voxel/pixel(Zw.-Bild!!) = 1  $\Rightarrow$  Probleme beim Vergrößern!

---

---

---

---

---

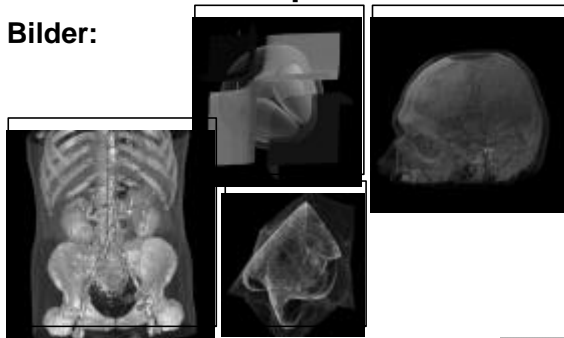
---

---

---

## Shear-warp – Bilder

### Bilder:



---

---

---

---

---

---

---

---

## Marching Cubes

### Iso-Flächen-Darstellung

---

---

---

---

---

---

---

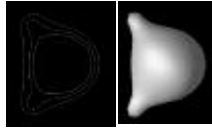
---

## Iso-Flächen

### Zwischenrepräsentation

#### Aspekte:

- ◆ Voraussetzungen:
  - ◆ aussagekräftiger Iso-Wert, Iso-Wert trennt Materialien
  - ◆ Interesse: in Übergängen
- ◆ sehr selektiv (binäres Auswählen/Weglassen)
- ◆ nützt traditionelle HW
- ◆ shading  $\Rightarrow$  3D-Eindruck!



---

---

---

---

---

---

---

---

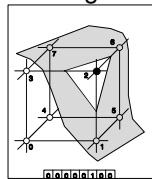
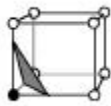
## Annäherung der Iso-Fläche

#### Ansatz:

- ◆ Iso-Fläche schneidet Volumen = Menge aller Zellen

#### Idee:

- ◆ Teile der Iso-Fläche pro geschnittener Zelle repräsentieren
- ◆ Möglichst einfach: Verwendung von Dreiecken



---

---

---

---

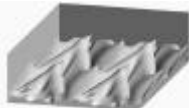
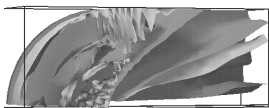
---

---

---

---

## Beispiele



---

---

---

---

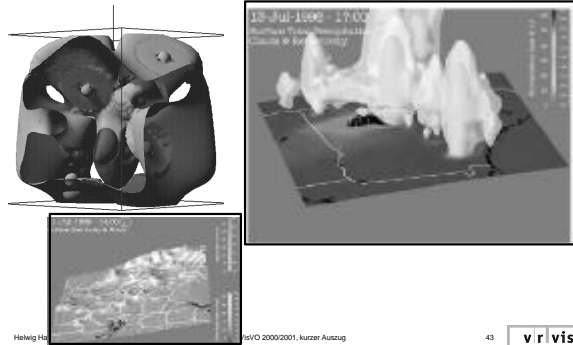
---

---

---

---

## Mehr Beispiele



---

---

---

---

---

---

---

---

## Strömungsvisualisierung

### Einleitung, Überblick

---

---

---

---

---

---

---

---

## Strömungsvisualisierung

### Einleitung:

- ◆ FlowViz = Visualisierung von Strömungen
  - ◆ Visualisierung von Änderungsinformation
  - ◆ Normal: mehr als 3 Daten-Dimensionen
  - ◆ Allgemeiner Überblick: noch schwieriger
- ◆ Strömungsdaten:
  - ◆  $nD \times nD$  Daten,  $1D^2/2D^2/nD^2$  (Modelle),  $2D^2/3D^2$  (Simulationen, Messungen)
  - ◆ Vektorielle Daten ( $nD$ ) im  $nD$  Datenraum
- ◆ User goals:
  - ◆ Überblick vs. Details (mit Kontext)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Strömungsdaten

### Woher kommen die Daten:

- ◆ Strömungssimulation:
  - ◆ Flugzeug- / Schiff- / Auto-Design
  - ◆ Wettersimulation (Luft-, Meeresströmungen)
  - ◆ Medizin (Blutströmungen, etc.)
- ◆ Strömungsmessung:
  - ◆ Windkanal, Wasserkanal
  - ◆ Schlieren-, Schatten-Technik
- ◆ Strömungsmodelle:
  - ◆ Differenzialgleichungssysteme (dynamische Systeme)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Strömungsdatendefinition

### Simulation:

- ◆ flow: set of samples, z.B. auf curvi-linear grid gegeben
- ◆ wichtigstes Primitiv: Tetraeder

### Messung:

- ◆ flow: Rekonstruktion aus Korrelationsdaten, oft auf regulären Gittern berechnet

### Modellierung:

- ◆ flow: analytische Formel, "überall" auszuwerten

---

---

---

---

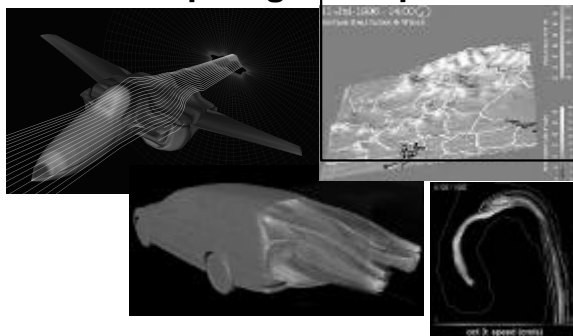
---

---

---

---

## Datenursprung – Beispiele 1/2



---

---

---

---

---

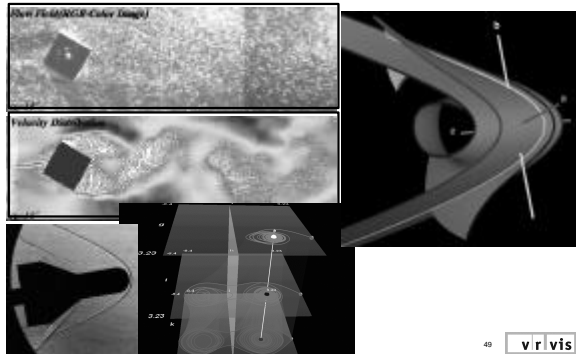
---

---

---



## Datenursprung – Beispiele 2/2




---

---

---

---

---

---

---

---

## Sim. vs. Messung vs. Modell

### Simulation:

- ◆ Raum der Strömung mit Gitter modellieren
- ◆ FEM (Finite Elemente Methode),  
CfD (computational fluid dynamics)

### Messungen:

- ◆ Optische Methoden + Bilderkennung,  
z.B.: PIV (Particle Image Velocimetry)

### Modelle:

- ◆ Differenzialgleichungssysteme  $dx/dt$

---

---

---

---

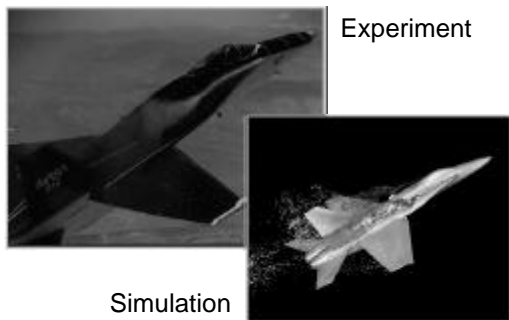
---

---

---

---

## Vergleich mit Wirklichkeit




---

---

---

---

---

---

---

---

## 2D vs. Flächen vs. 3D

### 2D-Strömungsvisualisierung

- ◆ 2D×2D-Strömungen
- ◆ Modelle, Schichtströmungen (2D aus 3D)

### Visualisierung von Oberflächenströmungen

- ◆ 3D-Strömungen rund um "Hindernisse"
- ◆ Randströmungen auf Oberflächen (2D)

### 3D-Strömungsvisualisierung

- ◆ 3D×3D-Strömungen
- ◆ Simulationen, 3D-Modelle

---

---

---

---

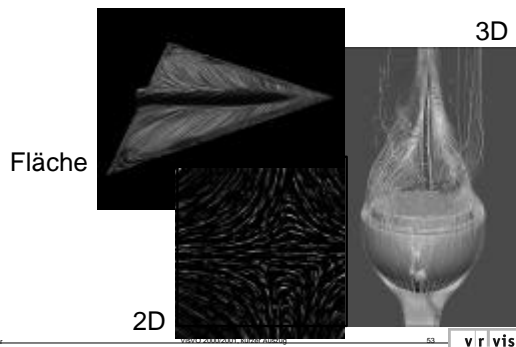
---

---

---

---

## 2D/Flächen/3D – Beispiele



---

---

---

---

---

---

---

---

## Steady vs. Time-dependent

### Steady (time-independent) flows:

- ◆ Strömung über Zeit unveränderlich
- ◆  $\mathbf{v}(\mathbf{x})$ :  $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ , z.B. laminare Strömungen
- ◆ einfacherer Zusammenhang

### Time-dependent (unsteady) flows:

- ◆ Strömung ändert sich über Zeit selbst
- ◆  $\mathbf{v}(\mathbf{x}, t)$ :  $\mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^1 \rightarrow \mathbb{R}^n$ , z.B. turbulente Str.
- ◆ komplexerer Zusammenhang

---

---

---

---

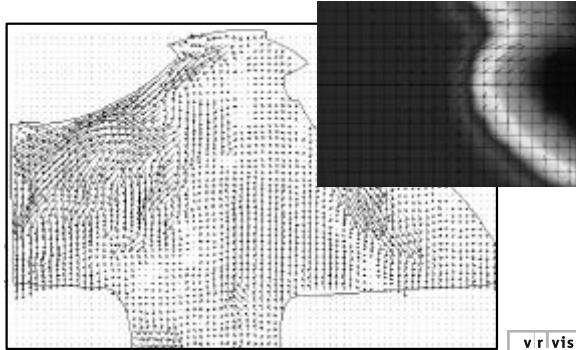
---

---

---

---

## Time-dependent vs. steady



---

---

---

---

---

---

---

---

## Direkte vs. indirekte FlowViz

### Direkte Strömungsvisualisierung:

- ◆ Überblick über Jetztzustand der Strömung
- ◆ Visualisierung der Vektoren
- ◆ Pfeildarstellungen, Verwischtechniken

### Indirekte Strömungsvisualisierung:

- ◆ Verwendung einer Zwischenrepräsentation: Vektorfeldintegration über Zeit
- ◆ Visualisierung der Zeitentwicklung
- ◆ Strömungslinien, Strömungsflächen

---

---

---

---

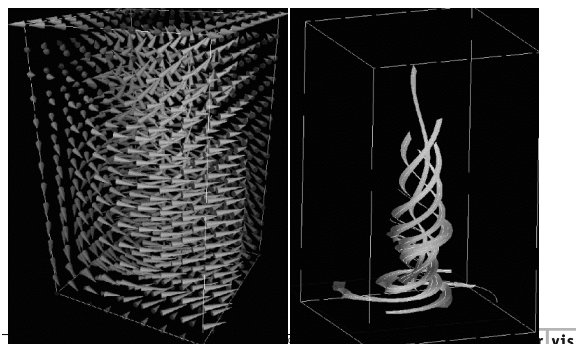
---

---

---

---

## Direkt vs. indirekt – Beispiel



---

---

---

---

---

---

---

---

# Strömungsvisualisierung mit Pfeilen

Hedgehog plots, etc.

---

---

---

---

---

---

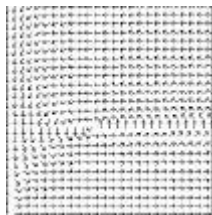
---

---

## FlowViz mit Pfeilen

### Aspekte:

- ◆ Direkte FlowViz
- ◆ normierte Pfeile vs. Skalierung mit Geschwindigkeit
- ◆ 2D: ganz gut brauchbar, 3D: meist problematisch
- ◆ oft nur bedingt verständlich (zeitliche Komponente fehlt)
- ◆ oft in Verwendung!



---

---

---

---

---

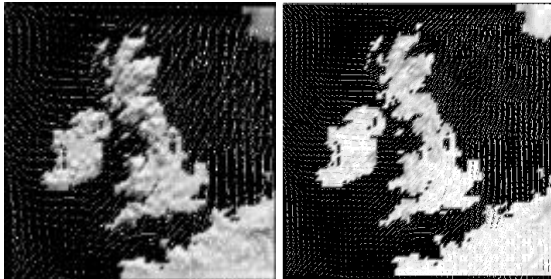
---

---

---

## Pfeile im 2D

Skalierte Pfeile vs. farb-codierte Pfeile



---

---

---

---

---

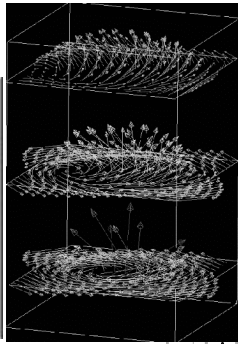
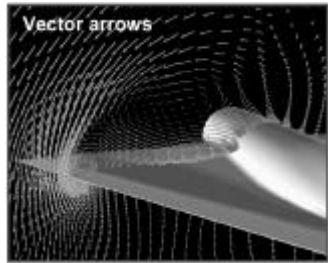
---

---

---

## Pfeile im 3D

Kompromiß:  
Pfeile nur in Schichten



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

61

vrvis

---

---

---

---

---

---

---

---

## Strömungsvisualisierung mit Strömungslinien

Strömungslinien,  
Partikelbahnen, etc.

Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

62

vrvis

---

---

---

---

---

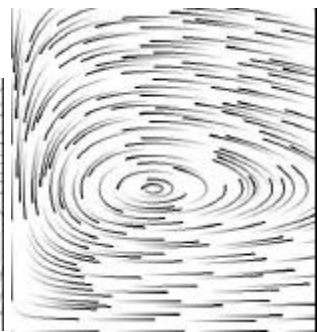
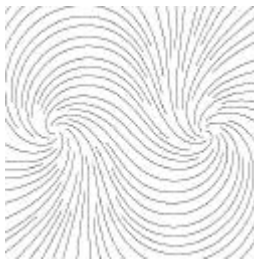
---

---

---

## Strömungslinien im 2D

Gut geeignet, um  
Überblick zu geben



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

63

vrvis

---

---

---

---

---

---

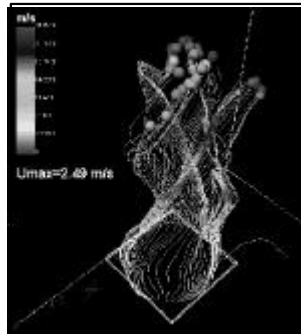
---

---

## Visualisierung mit Partikel

**Partikelbahnen =  
Strömungslinien**  
**Varianten (time-  
dependent data):**

- ◆ streak lines:  
immer neue  
Partikel los-  
lassen
- ◆ path lines:  
Langzeitweg  
eines Partikels



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

64

v r | vis

---

---

---

---

---

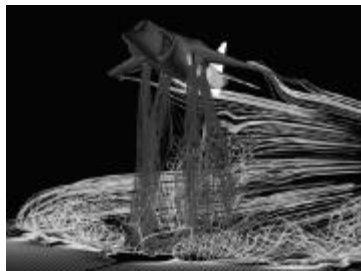
---

---

---

## Strömungslinien im 3D

**Farbcodierung:  
Geschwindigkeit**  
**Selektive  
Platzierung**



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

65

v r | vis

---

---

---

---

---

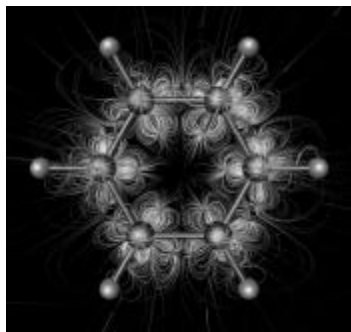
---

---

---

## Illuminated Stream Lines

**Beleuchtung  
von 3D Kurven**  
⇒  
**bessere Wahr-  
nehmung!**



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

66

v r | vis

---

---

---

---

---

---

---

---

# Line Integral Convolution

## Strömungsvisualisierung im 2D oder auf Flächen

---

---

---

---

---

---

---

---

## LIC – Einleitung

### Aspekte:

- ◆ Ziel: Gesamtüberblick über Strömung
- ◆ Ansatz: Verwendung von Texturen
- ◆ Idee: Strömung  $\leftrightarrow$  visuelle Korrelation
- ◆ Beispiel:



---

---

---

---

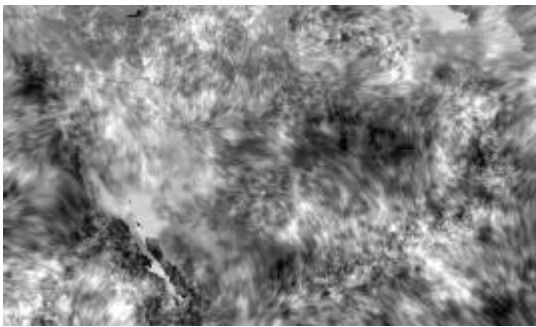
---

---

---

---

## LIC im 2D – Beispiel



---

---

---

---

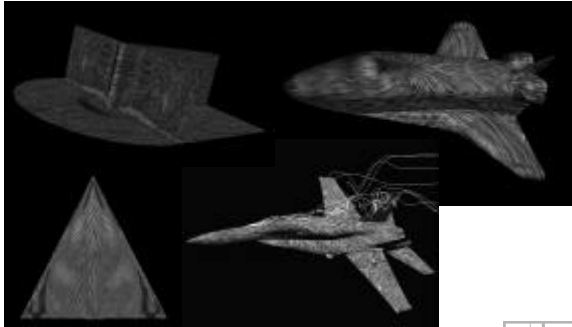
---

---

---

---

## LIC – Beispiele auf Flächen



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

70

v r l v i s

---

---

---

---

---

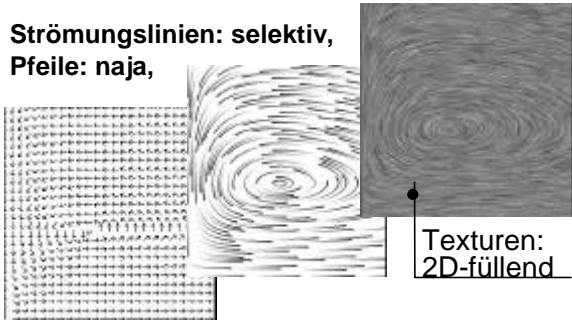
---

---

---

## Pfeile vs. Str.-Linien vs. Texturen

Strömungslinien: selektiv,  
Pfeile: naja,



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

71

v r l v i s

---

---

---

---

---

---

---

---

## Information Visualization

InfoViz-Kontext, Allgemeines

Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

72

v r l v i s

---

---

---

---

---

---

---

---



## Information Visualization

Rather new branch of viz, next to:

- ◆ volume visualization
  - ◆ flow visualization
- } scientific viz

Deals with:

- ◆ abstract data
- ◆ multi-dimensional data
- ◆ very large data-sets

---

---

---

---

---

---

---

---

## InfoViz vs. SciViz

usually no inherent spatial arrangement in general n-dimensional data

prime goals:

- ◆ useful visual metaphors
- ◆ flexible interaction mechanisms
- ◆ useful tools for exploration

inherent spatial arrangement (2D, 3D) often 2- or 3-dimensional data

prime goals:

- ◆ fast visualization and rendering
- ◆ interactive applications
- ◆ useful tools for analysis

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visual metaphors & interaction

Requ. 1: useful visual metaphors

- ◆ how to represent abstract data, n-dimensional data, very large data-sets?
- ◆ how to locate data items?
- ◆ 2D or 3D representation?

Requ. 2: flexible interaction techniques

- ◆ changing between different views
- ◆ changing the focus
- ◆ zooming, panning, sub-setting, ...

---

---

---

---

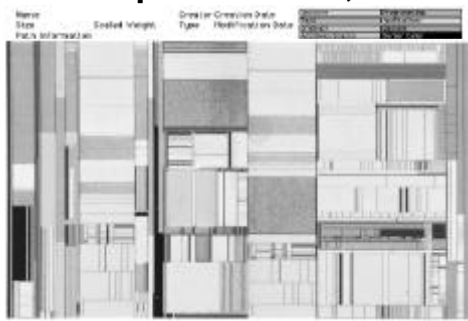
---

---

---

---

## Tree map: 1500 files, 190 dirs.



Helwig H

Figure 6: Slice-and-Dice Treemap  
Macintosh HD hierarchy with 1500 files and 190 directories.  
Notice the duplicate directory at the top level which contains a copy of the system file.

vrvis

---

---

---

---

---

---

---

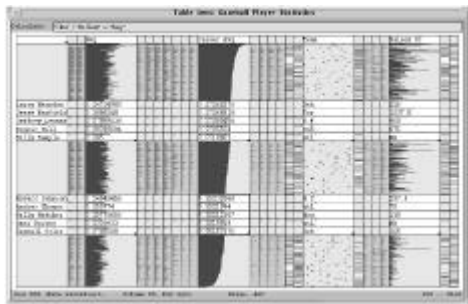
---

---

---

## Table lens

Demo



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

77

vrvis

---

---

---

---

---

---

---

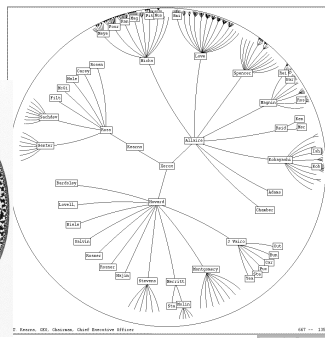
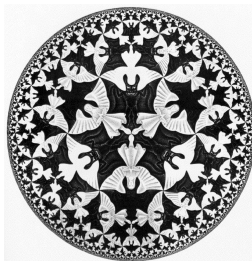
---

---

---

## Hyperbolic trees – idea

Art vs. InfoViz



Helwig Hauser

VisVO 2000/2001, kurzer Auszug

78

vrvis

---

---

---

---

---

---

---

---

---

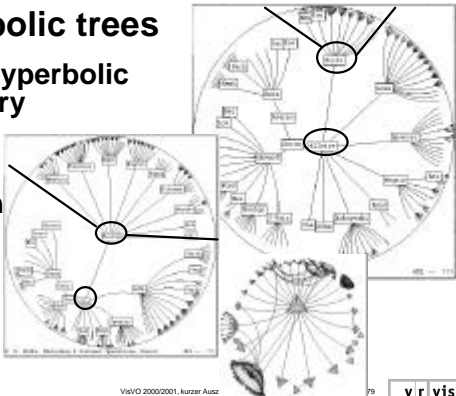
---

## Hyperbolic trees

Using hyperbolic geometry

Focus change through pan

Works in 3D also



---

---

---

---

---

---

---

---

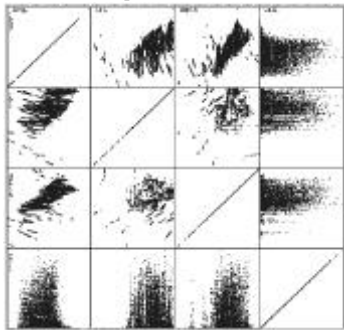
## Scatterplots, Scatterplot-matrices

**Scatterplot:**

- ◆ 2 variables
- ◆ data records: single points

**Scatterplot-matrices:**

- ◆ all variables vs. all others



---

---

---

---

---

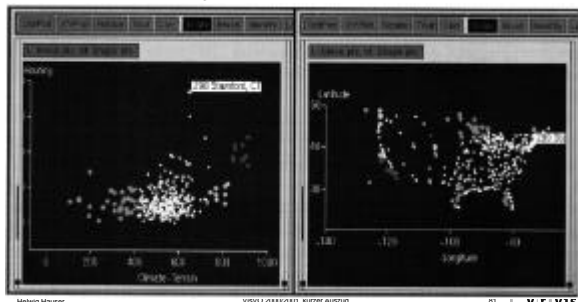
---

---

---

## Linking & Brushing (XGobi)

Linked displays:



---

---

---

---

---

---

---

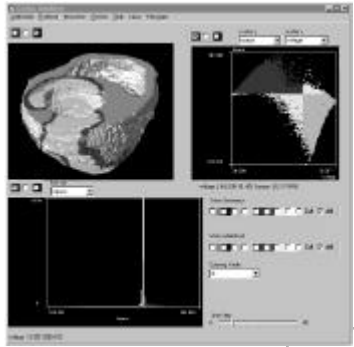
---

## WEAVE – SciViz+InfoViz

### Linking of SciViz- and InfoViz-views:

- ◆ 3D view  
(SciViz)
- ◆ scatterplot
- ◆ histogram

### Brushing!



Helwig Hauser

---

---

---

---

---

---

---

---