

## Illustrative Visualisierung

Peter Rautek, Stefan Bruckner,  
Ivan Viola, Eduard Gröller

Institute of Computer Graphics and Algorithms  
Vienna University of Technology

## Überblick

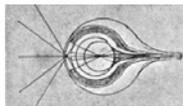
- Illustration und Abstraktion
- Low-level Abstraktionstechniken
- High-level Abstraktionstechniken
- Interaktive Illustrationen
- VolumeShop: Direkte Volumen Illustration
- Zusammenfassung und Ausblick



Stefan Bruckner

## Traditionelle Illustration (1)

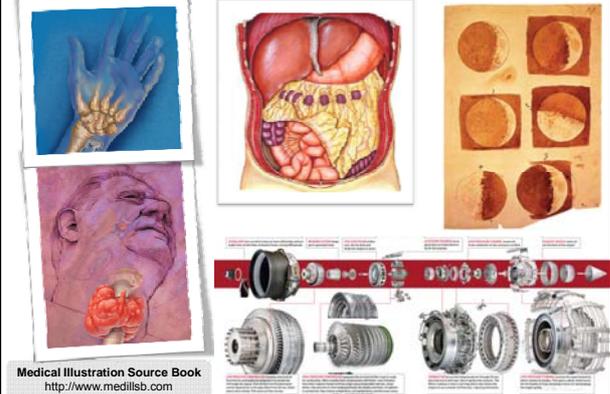
- Eine Illustration ist ein Bild mit der Intention Wissen zu vermitteln
- Vermittelt (komplexe) Zusammenhänge von Strukturen oder Abläufen
- Verwendet Abstraktion um visuelle Überladung zu verhindern
- Verschiedene Stilmittel um Abstraktion darzustellen
- Fokussiert auf das Thema



Stefan Bruckner

2

## Traditionelle Illustration (2)



Medical Illustration Source Book  
<http://www.medillsb.com>

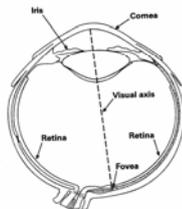
## Focus+Context

Focus+Context in der Visualisierung:

- Wichtige Regionen detailgetreu darstellen (focus)
- Übersichtsregionen weniger detailliert (context)
- Dynamische Integration möglich

Prinzip:

- Zoomen
  - ◆ Überblick geht verloren
- Zwei Anzeigen
  - ◆ Verminderte Aufmerksamkeit
- Menschliches Sehen: Fovea und Retina



E. Gröller

4

## Abstraktion (1)

- Elementar für Illustrationen
- Visualisierung des zugrundeliegenden Phänomens
  - ◆ Verzerrung der Realität/des Modell
- Verschiedene Abstraktionsgrade auf verschiedenen Abstraktionsebenen
- Aufgabe des Illustrators
  - ◆ Auswahl der besten Abstraktionsmittel um das Thema der Illustration zu vermitteln

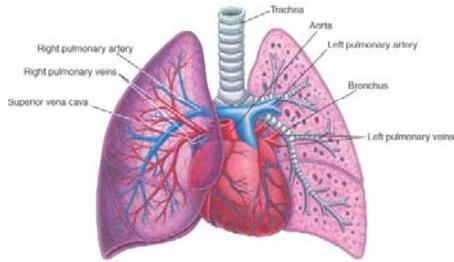
Stefan Bruckner

5

## Abstraktion (2)



- Unterschiedliche Abstraktionsgrade für unterschiedliche Absichten



Cut-away Darstellung der Anatomie

Stefan Bruckner

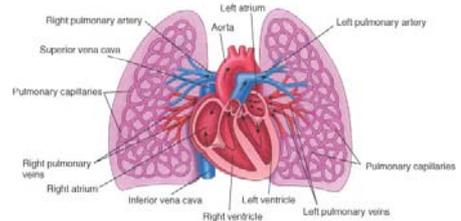
6



## Abstraktion (2)



- Unterschiedliche Abstraktionsgrade für unterschiedliche Absichten



Schematische Darstellung der Blutzirkulation

Stefan Bruckner

7



## Abstraktion (3)



- Ziele von Abstraktionstechniken
  - ◆ Darstellen von Form und Struktur
  - ◆ Hervorstreichung/Verminderung von Objekten
  - ◆ Vereinfachung um visuelle Überlastung zu vermeiden
  - ◆ Künstlichkeit darstellen
  - ◆ Sichtbarkeit von Objekten sicherstellen
  - ◆ Räumlichen Überblick

**So detailliert wie nötig –  
so einfach wie möglich**

Stefan Bruckner

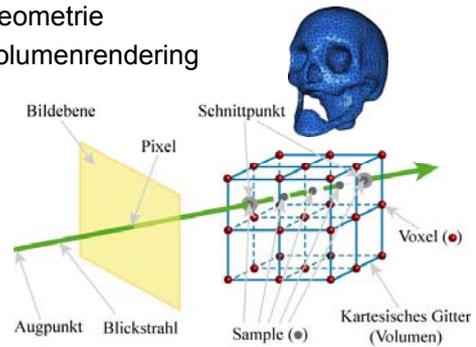
8



## Rendering



- Geometrie
- Volumenrendering



Peter Rautek

9



## Low-Level Abstraktions Techniken (1)



- **Wie** wird etwas dargestellt
- Stilisierung
  - ◆ Silhouetten/Konturen, Bleistift/Tusche, Punktiert (stippling), Strichliert (hatching), ...



Stefan Bruckner

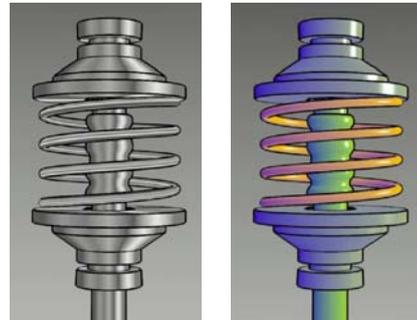
10



## Low-Level Abstraktions Techniken (2)



- Metallisch/Farnton (metal and tone shading)



[Gooch et al. 1998]

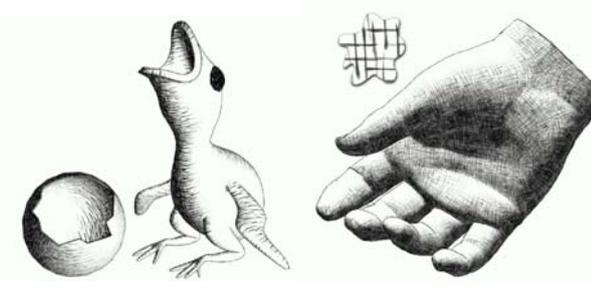
Stefan Bruckner

11



Low-Level Abstraktions Techniken (3) 

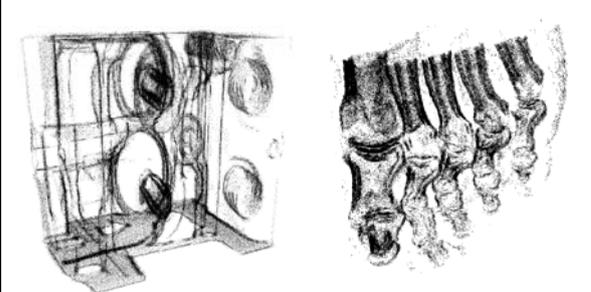
- Echtzeit Strichlierung [Hoppe et al. 2001]



Stefan Bruckner 12 

Low-Level Abstraktions Techniken (4) 

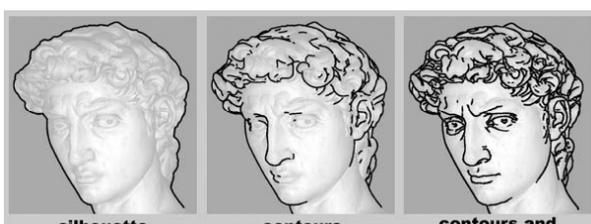
- Volumen Punktierung [Lu et al. 2002]



Stefan Bruckner 13 

Low-Level Abstraktions Techniken (5) 

- Suggestive contours [DeCarlo et al. 2003]

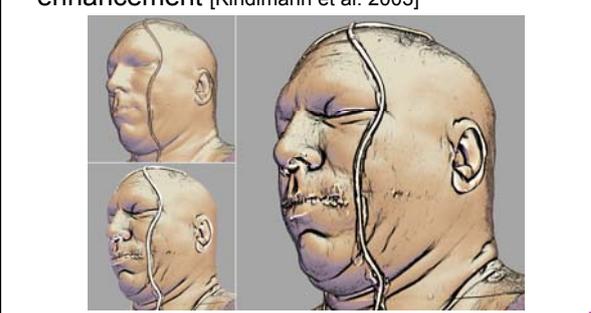


silhouette contours contours and suggestive contours

Stefan Bruckner 14 

Low-Level Abstraktions Techniken (6) 

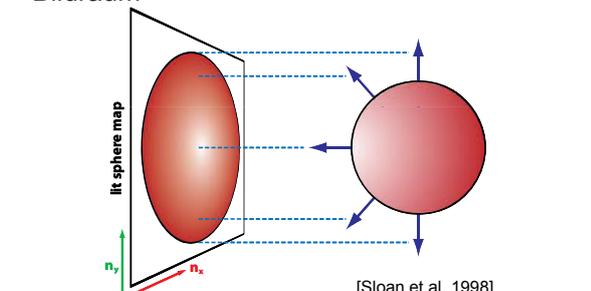
- Curvature-based ridge and valley enhancement [Kindlmann et al. 2003]



Stefan Bruckner 15 

Lit Sphere Maps 

- Sphere map adressiert mittels Normale im Bildraum

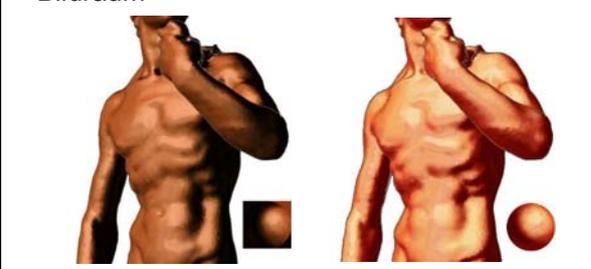


[Sloan et al. 1998]

Stefan Bruckner 16 

Lit Sphere Maps 

- Sphere map adressiert mittels Normale im Bildraum



[Sloan et al. 1998]

Stefan Bruckner 17 

### Style Transfer Functions

Peter Rautek 18

### Ergebnisse (1)

Stefan Bruckner 19

### Ergebnisse (2)

Stefan Bruckner

### High-Level Abstraktions Techniken (1)

- Was soll dargestellt werden
- "Smart visibility"
  - ◆ Cutaways, breakaways, ghosting, exploded views, ...

- Sichtbarkeit durch Relevanz beeinflusst
- Benutzer hat adäquates mentales Modell

Stefan Bruckner 21

### High-Level Abstraktions Techniken (2)

- View-dependent transparency [Diepstraten et al. 2002]

Stefan Bruckner 22

### High-Level Abstraktions Techniken (3)

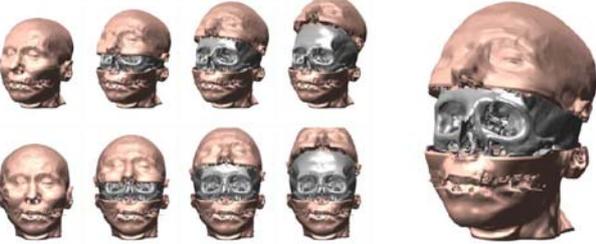
- Cutaways and breakaways [Diepstraten et al. 2003]

Stefan Bruckner 23

## High-Level Abstraktions Techniken (4)



- Volume splitting [Islam et al. 2004]



Stefan Bruckner

24

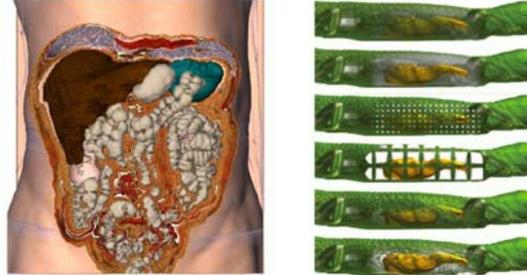


## High-Level Abstraktions Techniken (5)



- Importance-driven feature enhancement

[Viola et al. 2004, 2005]



Stefan Bruckner

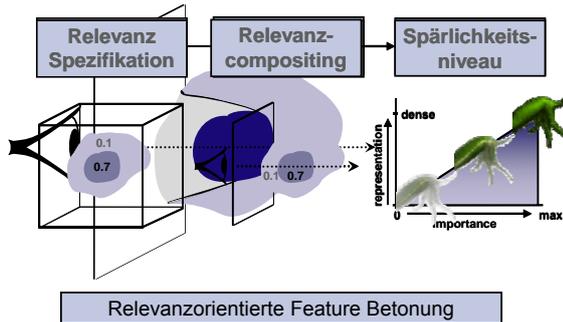
25



## Importance-Driven Feature Enhancement



[Viola et al. '04 '05]

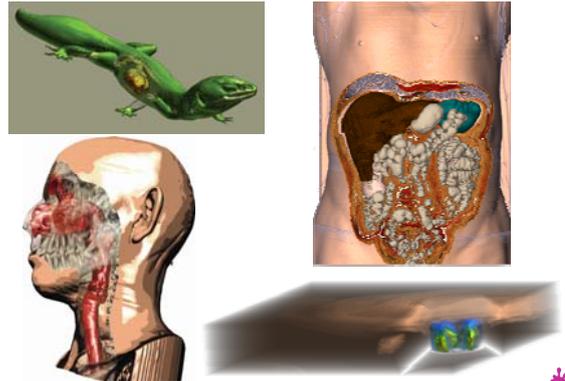


I. Viola and E. Gröller

26



## Anwendungsbeispiele



I. Viola and E. Gröller

27

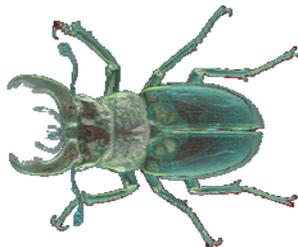


## Illustrative Context-Preserving Exploration of Volume Data



[Bruckner et al. '05]

- Importance Driven
  - ◆ Betonung **explizit** angegebener Features
- Illustrative Context-Preserving Exploration
  - ◆ **Implizite** Betonung von relevanten Features



E. Gröller

28



## Ghosting



- **Ghosting** wird von Illustratoren verwendet um gleichzeitig das Innere und Äußere von Objekten darzustellen
- „Magic lamp“ Metapher



S. Bruckner and E. Gröller

29



### Context-Preserving Rendering Model

$m(P_i) = \left\| \mathcal{E}_{P_i} \right\| \left( \kappa_s \cdot (P_i) \cdot (1 - |P_i - E|) \cdot (1 - \alpha_{s,i}) \right)^{\kappa_t}$

gradient magnitude  $|\kappa_s|$   
 starting intensity  $\kappa_t$   
 eye distance  $|P_i - E|$

previously accumulated opacity  $\alpha_{s,i}$

S. Bruckner and E. Gröller 30

### Benutzerdefinierte Parameter (1)

■ Effekt von  $\kappa_t$

$\kappa_t = 8.0$

S. Bruckner and E. Gröller 31

### Benutzerdefinierte Parameter (2)

■ Effekt von  $\kappa_s$

$\kappa_s = 0.8$

S. Bruckner and E. Gröller 32

### Benutzerdefinierte Parameter (3)

$\kappa_t = 1.5$     $\kappa_t = 3.0$     $\kappa_t = 4.5$     $\kappa_t = 6.0$   
 $\kappa_s = 0.4$     $\kappa_s = 0.8$

S. Bruckner and E. Gröller 33

### Ergebnisse (1)

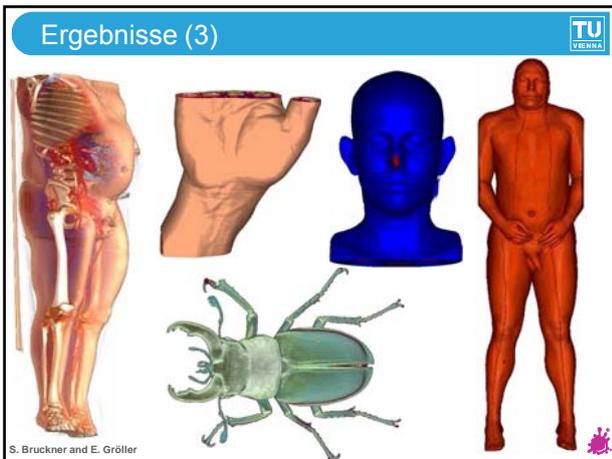
Direct Volume Rendering   Gradient-Magnitude Opacity-Modulation  
 Direct Volume Rendering mit Clipping Planes   Context-Preserving Volume Rendering

S. Bruckner and E. Gröller 34

### Ergebnisse (2)

Medizinische Illustration   context-preserving volume rendering

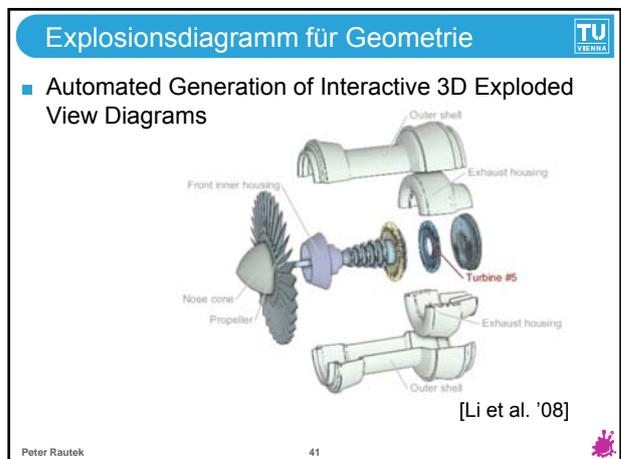
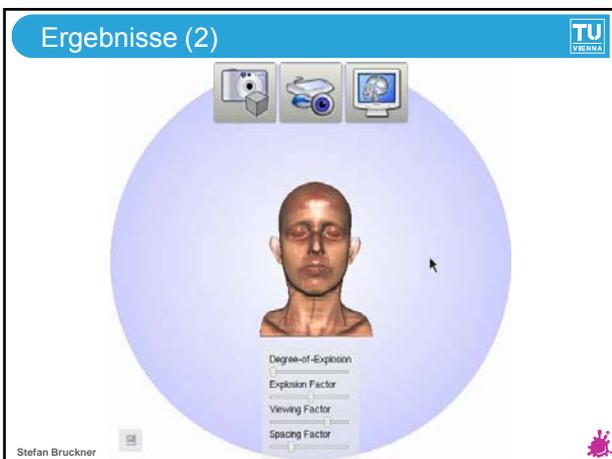
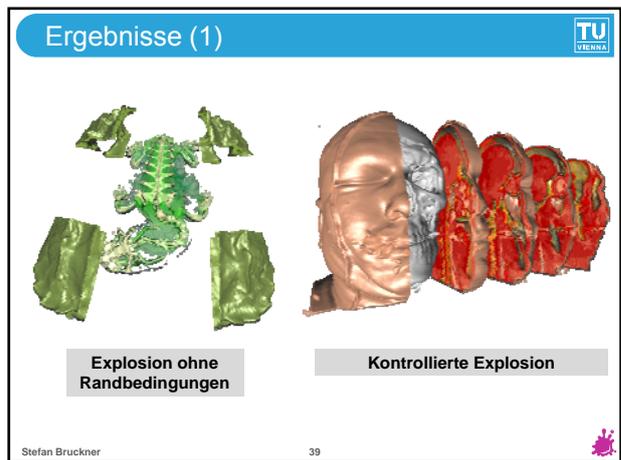
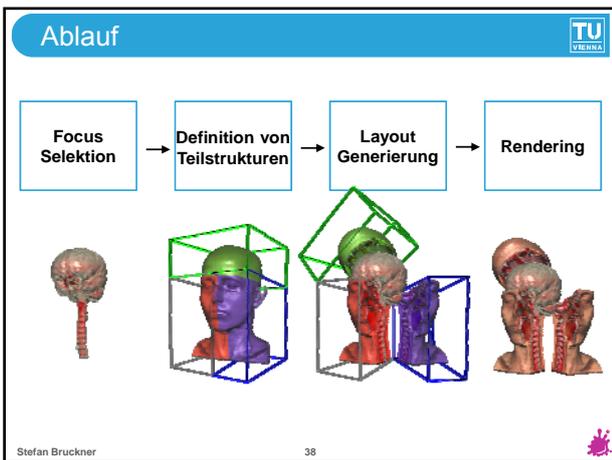
S. Bruckner and E. Gröller 35



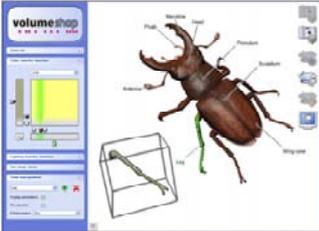
### Explosionsdarstellung

- Technische Illustration (z.B. Bauanleitung)
- Transformieren von verdeckenden Strukturen
- Menschliche Wahrnehmung kann Objekte korrekt interpretieren

Stefan Bruckner



### VolumeShop



Interaktive Applikation zur Erstellung von Illustrationen aus Volumendaten

■ <http://www.cg.tuwien.ac.at/volumeshop/>

S. Bruckner and E. Gröller 42

### Traditionelle Illustration

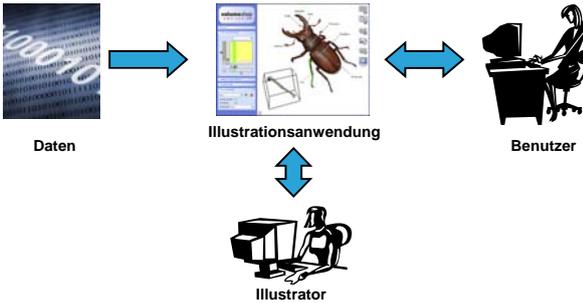


■ Anwendung von Abstraktionstechniken  
→ künstlerische Fähigkeiten

■ Auswahl von Abstraktionstechniken  
→ Expertenwissen

Stefan Bruckner 43

### Direkte Volumen Illustration (1)



■ Anwendung von Abstraktionstechniken

■ Auswahl von Abstraktionstechniken

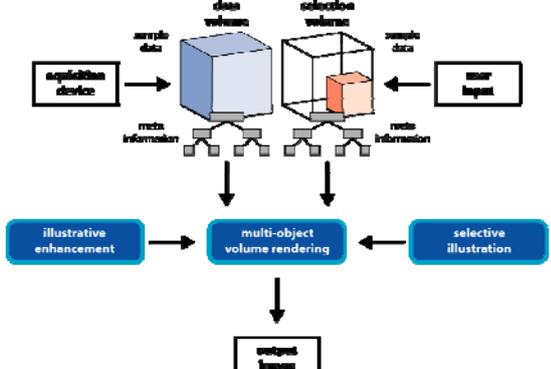
Stefan Bruckner

### Direkte Volumen Illustration (2)

- Genaue Volumendaten sind verfügbar (Medizin, Biology, etc.)
- Der Illustrator muss weniger über die zu illustrierende Objekte wissen
- Möglichkeit viele Illustrationsalternativen auszuprobieren
- Patientengenetreue Illustrationen
- Statische, animierte und interaktive Illustrationen möglich

Stefan Bruckner 45

### Überblick



Stefan Bruckner 46

### Multi-Object Volume Rendering (1)

- Drei konzeptionelle Objekte
  - ◆ Auswahl: ausgewählte, eventuell transformierte Region
  - ◆ Ghost: Ausgewählte Region an der Originalposition
  - ◆ Hintergrund: das restliche Volumen
- Darstellung von einzelnen Objekten und Überschneidungen wird mittels zwei-dimensionalen Transferfunktionen festgelegt

Stefan Bruckner 47

### Multi-Object Volume Rendering (2)

**Auswahlmengen:** definiert durch Selektionsvolumen

**Volumenmengen:** definiert durch Transferfunktion

**Objektmengen:** definiert durch Durchschnitt von Auswahl- und Volumenmengen

Stefan Bruckner 48

### Multi-Object Volume Rendering (3)

- Hervorhebung von Überschneidungen

Stefan Bruckner 49

### Illustrative Beleuchtung (1)

- Verschiedene Stile mittels Belichtungs-transferfunktionen realisiert

Stefan Bruckner 50

### Illustrative Beleuchtung (2)

- Stile können individuell auf Hintergrund, Auswahl und Ghost angewendet werden

Stefan Bruckner 51

### Selektive Illustration (1)

- Smart visibility: view-dependent cutaways und Ghosting
- Interactive importance-driven volume rendering

Stefan Bruckner 52

### Selektive Illustration (2)

- Ghosting: Opazität von verdeckenden Strukturen wird selektiv vermindert

Stefan Bruckner 53

### Selektive Illustration (3)



- Anwendung visueller Konventionen die an traditionelle Illustrationen erinnern
  - ◆ Pfeile: Einfügen oder entfernen eines Objekts
  - ◆ Fächer: Alternative (z.B. vergrößerte) Darstellung eines Objekts
  - ◆ Annotationen: Beschriftung von Objekten

Stefan Bruckner

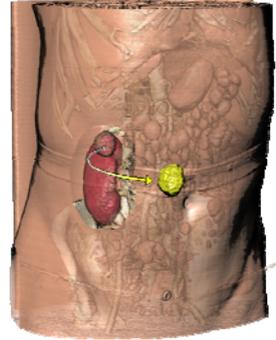
54



### Selektive Illustration (4)



- Pfeil zeigt die Entfernung eines Tumors an
- Tiefenunterschied in Bildschirmkoordinaten beeinflusst die Krümmung des Pfeils



Stefan Bruckner

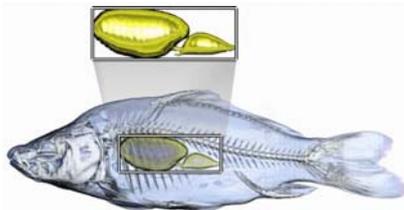
55



### Selektive Illustration (5)



- Fächer: Alternative Darstellung eines Objekts
- Viewingtransformation des vergrößerten Objekts ist abhängig von der allgemeinen Viewingtransformation



Stefan Bruckner

56



### Selektive Illustration (6)



- Annotationen sind entlang der Silhouette angeordnet
- Überschneidungen werden vermieden



Stefan Bruckner

57



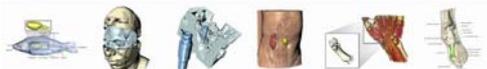
Demonstration: [www.cg.tuwien.ac.at/volumeshop/](http://www.cg.tuwien.ac.at/volumeshop/)



## volumeshop Interactive Direct Volume Illustration

Stefan Bruckner, Ivan Viola, M. Eduard Gröller

Institute of Computer Graphics and Algorithms  
Vienna University of Technology



Stefan Bruckner

58



### Zusammenfassung (1)



- Illustration verwendet unterschiedliche Abstraktionsgrade und unterschiedliche Abstraktionsebenen
  - ◆ Low-level Techniken: Stilisierte Darstellung
  - ◆ High-level Techniken: „Smart Visibility“
- VolumeShop: Prototyp für die automatische Generierung von Illustrationen
- Selektion der Abstraktionstechnik: manuell
- Anwendung der Abstraktionstechnik: automatisiert

Stefan Bruckner

59



## Zusammenfassung (2)



- Visuelle Kunst ist gut als Vorlage geeignet
- Illustrationen werden oft als ästhetischer empfunden
- Visualisierung ist interaktiv
- **Smart visibility:** Verleiht der Visualisierung höhere Ausdrucksstärke
  - ◆ Lokale Modifikation von visuellen Eigenschaften
  - ◆ Modifikation der räumlichen Anordnung
- **Illustrative Visualisierung:** Computer unterstützte Visualisierung mittels Abstraktionstechniken
  - interaktiv, datenorientiert
  - inspiriert durch Techniken der traditionellen Illustration

Stefan Bruckner

60



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

