

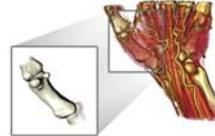
## Illustrative Visualisierung

Peter Rautek, Stefan Bruckner,  
Ivan Viola, Eduard Gröller

Institute of Computer Graphics and Algorithms  
Vienna University of Technology

## Überblick

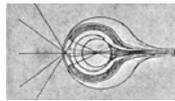
- Illustration und Abstraktion
- Low-level Abstraktionstechniken
- High-level Abstraktionstechniken
- Interaktive Illustrationen
- VolumeShop: Direkte Volumen Illustration
- Zusammenfassung und Ausblick



Stefan Bruckner

## Traditionelle Illustration (1)

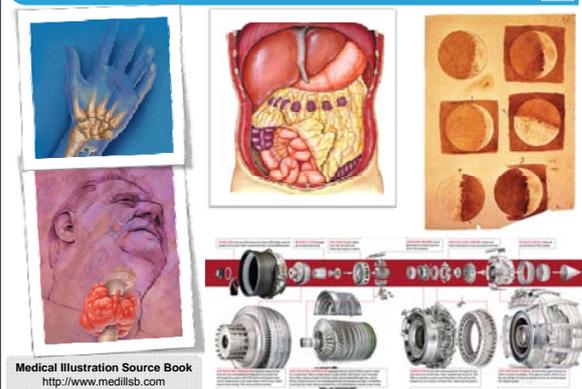
- Eine Illustration ist ein Bild mit der Intention Wissen zu vermitteln
- Vermittelt (komplexe) Zusammenhänge von Strukturen oder Abläufen
- Verwendet Abstraktion um visuelle Überladung zu verhindern
- Verschiedene Stilmittel um Abstraktion darzustellen
- Fokussiert auf das Thema



Stefan Bruckner

2

## Traditionelle Illustration (2)



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

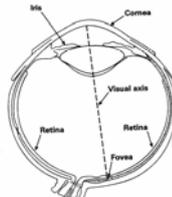
## Focus+Context

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)

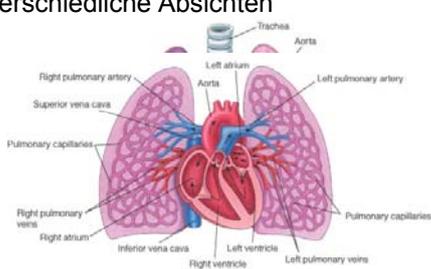
- Elementar für Illustrationen
- Visualisierung des zugrundeliegenden Phänomens
  - ◆ Verzerrung der Realität/des Modell
- Verschiedene Abstraktionsgrade auf verschiedenen Abstraktionsebenen
- Aufgabe des Illustrators
  - ◆ Auswahl der besten Abstraktionsmittel um das Beabsichtigte zu vermitteln

Stefan Bruckner

5

**Abstraktion (2)** 

- Unterschiedliche Abstraktionsgrade für unterschiedliche Absichten



**Schematische Darstellung der Abstraktion**

Stefan Bruckner 6 

**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 7 

**Low-Level Abstraktions Techniken (1)** 

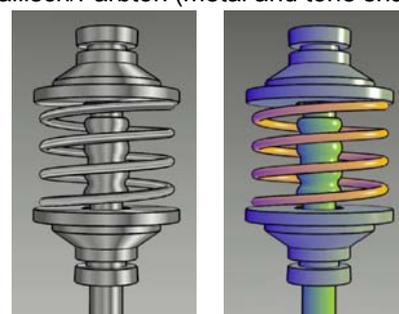
- **Wie** wird etwas dargestellt
- Stilisierung
  - ◆ Silhouetten/Konturen, Bleistift/Tusche, Punktiert (stippling), Strichliert (hatching), ...



Stefan Bruckner 8 

**Low-Level Abstraktions Techniken (2)** 

- Metallisch/Farbtön (metal and tone shading)

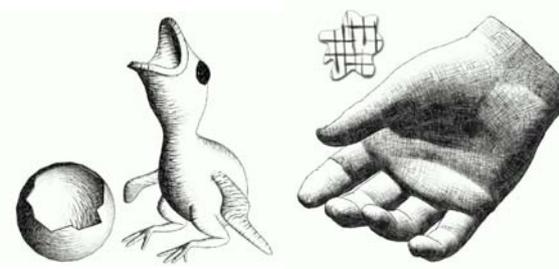


[Gooch et al. 1998]

Stefan Bruckner 9 

**Low-Level Abstraktions Techniken (3)** 

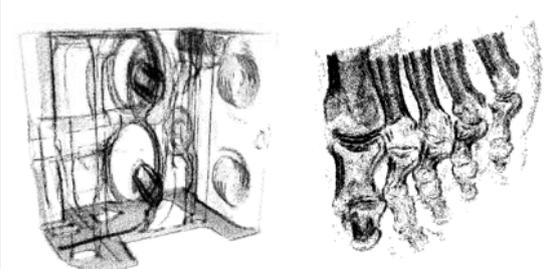
- Echtzeit Strichlierung [Hoppe et al. 2001]



Stefan Bruckner 10 

**Low-Level Abstraktions Techniken (4)** 

- Volumen Punktierung [Lu et al. 2002]



Stefan Bruckner 11 

### Low-Level Abstraktions Techniken (5)

- Suggestive contours [DeCarlo et al. 2003]

silhouette      contours      contours and suggestive contours

Stefan Bruckner 12

### Low-Level Abstraktions Techniken (6)

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

Stefan Bruckner 13

### Lit Sphere Maps

- Sphere map adressiert mittels Normale im Bildraum [Sloan et al. 1998]

Stefan Bruckner 14

### Lit Sphere Maps

- Sphere map adressiert mittels Normale im Bildraum [Sloan et al. 1998]

Stefan Bruckner 15

### Lit Sphere Maps

- Sphere map adressiert mittels Normale im Bildraum [Sloan et al. 1998]

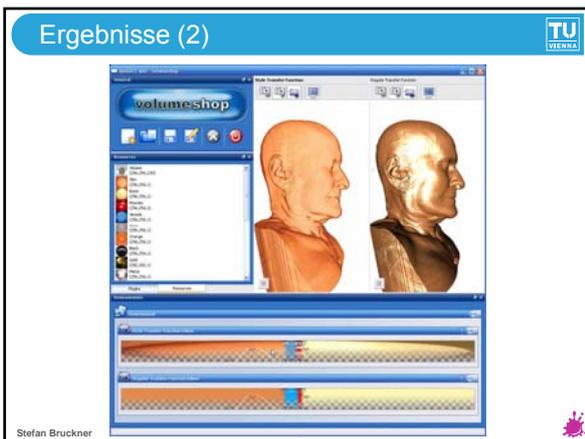
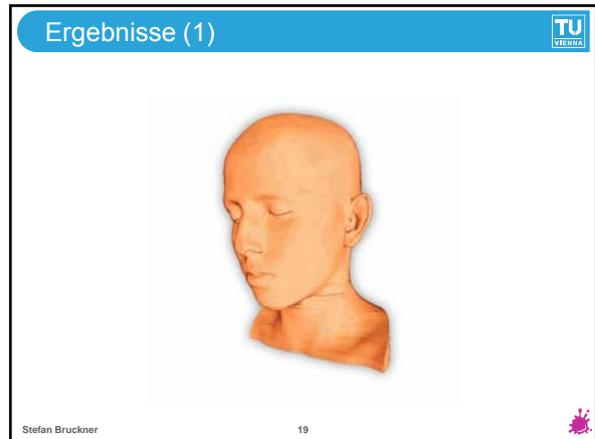
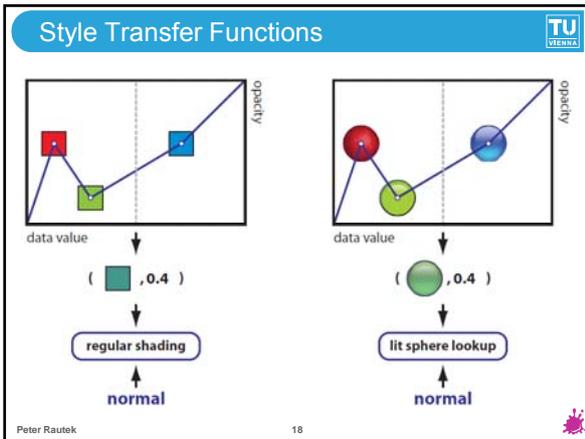
Stefan Bruckner 16

### Exkurs - Volumenrendering

- Geometrie
- Volumenrendering

Bildebene      Schnittpunkt  
Pixel  
Augpunkt      Blickstrahl      Sample (•)      Kartesisches Gitter (Volumen)      Voxel (•)

Peter Rautek 17

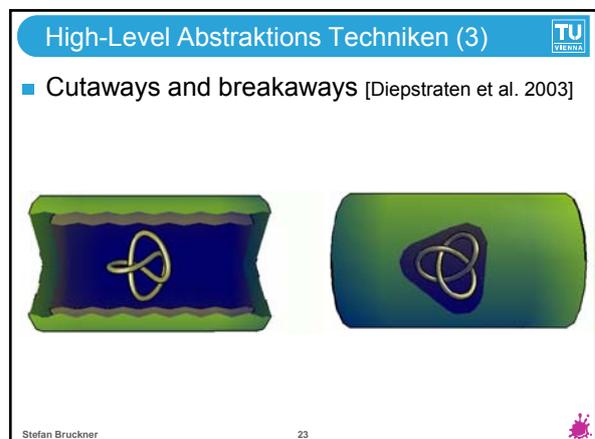
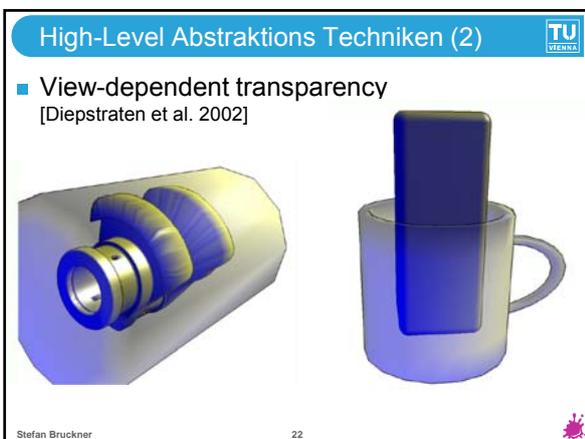


### High-Level Abstraktions Techniken (1)

- 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 (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

### Hybrid Visibility Compositing

[Bruckner et al. '09]

- Realismus
  - ◆ Implizite Sichtbarkeit von Oberflächen
- Ghosting / Cutouts
  - ◆ Explizite Sichtbarkeit von Oberflächen
- Illustration
  - ◆ Sichtbarkeit hybrid

Stefan Bruckner 26

### Videos

Stefan Bruckner 27

### Importance-Driven Feature Enhancement

[Viola et al. '04 '05]

Relevanzorientierte Feature Betonung

I. Viola and E. Gröller 28

### Importance-Driven Feature Enhancement

[Viola et al. '04 '05]

Relevanzorientierte Feature Betonung

I. Viola and E. Gröller 29

### Anwendungsbeispiele

I. Viola and E. Gröller 30

### Illustrative Context-Preserving Exploration of Volume Data

[Bruckner et al. '05]

- Relevanzorientierte Feature Betonung
  - ◆ Betonung **explizit** angegebener Features
- Illustrative Context-Preserving Exploration
  - ◆ **Implizite** Betonung von relevanten Features

E. Gröller 31

### Inspiration – „ghosting“

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

S. Bruckner and E. Gröller 32

### Context-Preserving Rendering Model

$$m(P_t) = \left\| \mathcal{G}_{P_t} \left[ (\kappa_t \cdot (P_t) \cdot (1 - |r_t - E|) \cdot (1 - \alpha_{t-1})) \right] \right\|^n$$

S. Bruckner and E. Gröller 33

### Benutzerdefinierte Parameter (1)

- Effekt von  $\kappa_t$

$\kappa_t = 1.5$

S. Bruckner and E. Gröller 34

### Benutzerdefinierte Parameter (1)

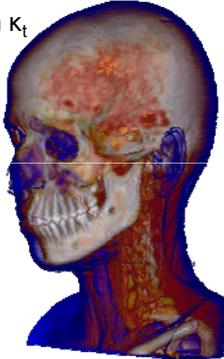
- Effekt von  $\kappa_t$

$\kappa_t = 3.0$

S. Bruckner and E. Gröller 35

Benutzerdefinierte Parameter (1)

■ Effekt von  $\kappa_t$



$\kappa_t = 4.5$

S. Bruckner and E. Gröller 36

Benutzerdefinierte Parameter (1)

■ Effekt von  $\kappa_t$



$\kappa_t = 6.0$

S. Bruckner and E. Gröller 37

Benutzerdefinierte Parameter (2)

■ Effekt von  $\kappa_s$



$\kappa_s = 0.4$

S. Bruckner and E. Gröller 38

Benutzerdefinierte Parameter (2)

■ Effekt von  $\kappa_s$



$\kappa_s = 0.6$

S. Bruckner and E. Gröller 39

Benutzerdefinierte Parameter (2)

■ Effekt von  $\kappa_s$



$\kappa_s = 0.8$

S. Bruckner and E. Gröller 40

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 41

### Ergebnisse (1)

Direct Volume Rendering

Gradient-Magnitude Opacity-Modulation

Direct Volume Rendering mit Clipping Planes

Context-Preserving Volume Rendering

S. Bruckner and E. Gröller 42

### Ergebnisse (2)

Medizinische Illustration

context-preserving volume rendering

S. Bruckner and E. Gröller 43

### Ergebnisse (3)

S. Bruckner and E. Gröller

### Explosionsdarstellung

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

Stefan Bruckner 45

### Ablauf

Focus Selektion

Definition von Teilstrukturen

Layout Generierung

Rendering

Stefan Bruckner 46

### Ergebnisse (1)

- Automated Generation of Interactive 3D Exploded View Diagrams

[Li et al. '08]

Peter Rautek 47

### Ergebnisse (2)

Explosion ohne Randbedingungen      Kontrollierte Explosion

Stefan Bruckner 48

### Ergebnisse (3)

Stefan Bruckner

### VolumeShop

Interaktive Applikation zur Erstellung von Illustrationen aus Volumendaten

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

S. Bruckner and E. Gröller 50

### Traditionelle Illustration

■ Anwendung von Abstraktionstechniken  
→ künstlerische Fähigkeiten

■ Auswahl von Abstraktionstechniken  
→ Expertenwissen

Stefan Bruckner 51

### Direkte Volumen Illustration (1)

■ Anwendung von Abstraktionstechniken

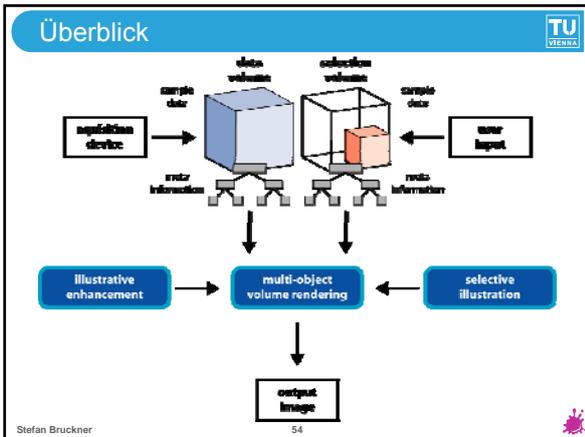
■ Auswahl von Abstraktionstechniken

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
- Patientengetreue Illustrationen
- Statische, animierte und interaktive Illustrationen möglich

Stefan Bruckner 53

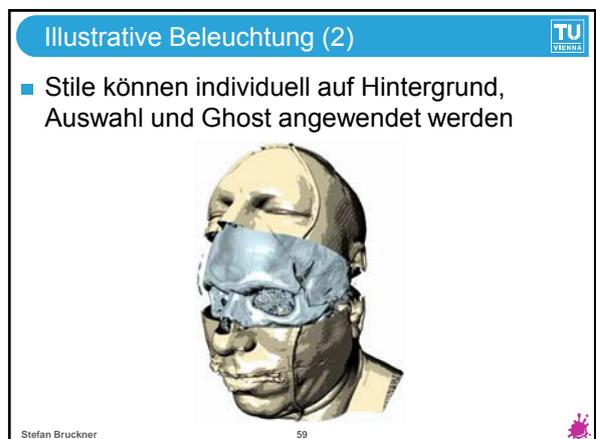
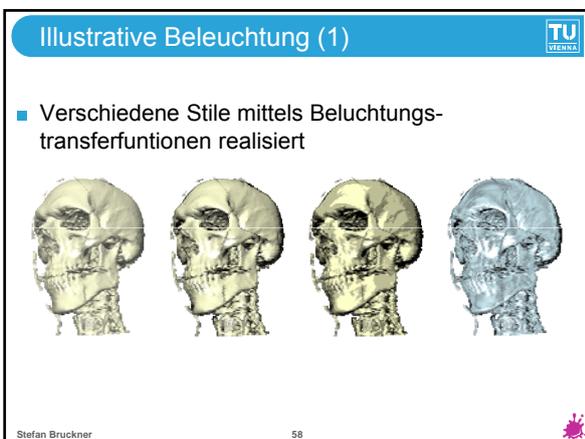
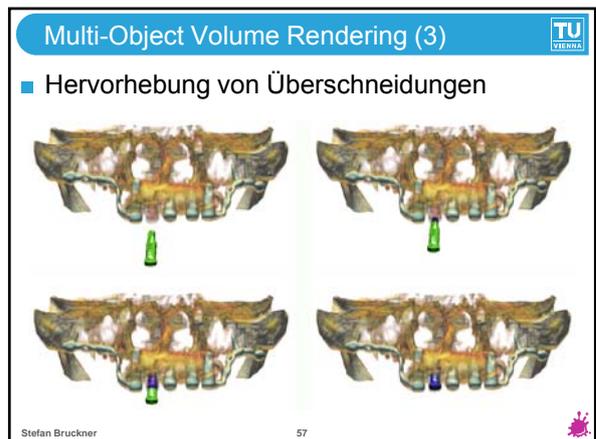


- ### Multi-Object Volume Rendering (1)
- Drei konzeptionelle Objekte
    - ◆ Auswahl: ausgewählte, eventuell transformierte Region
    - ◆ Ghost: Ausgewählte Region an der Originalposition
    - ◆ Hintergrund: das restliche Volumen
  - Darstellung von einzelnen Objekten und Überschneidungen wird mittels zwei-dimensionalen Transferfunktionen festgelegt
- Stefan Bruckner 55

### Multi-Object Volume Rendering (2)

	Hintergrund	Ghost	Auswahl
<b>Auswahlmengen:</b> definiert durch Selektionsvolumen			
<b>Volumenmengen:</b> definiert durch Transferfunktion			
<b>Objektmengen:</b> definiert durch Durchschnitt von Auswahl- und Volumenmengen			

Stefan Bruckner 56



### Selektive Illustration (1)



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



Stefan Bruckner

60



### Selektive Illustration (2)



- Ghosting: Opazität von verdeckenden Strukturen wird selektiv vermindert



Stefan Bruckner

61



### 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

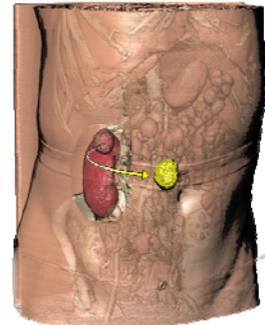
62



### Selektive Illustration (4)



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



Stefan Bruckner

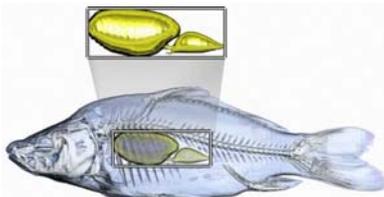
63



### Selektive Illustration (5)



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



Stefan Bruckner

64



### Selektive Illustration (6)



- Annotationen sind entlang der Silhouette angeordnet
- Überschneidungen werden vermieden



Stefan Bruckner



## volumeshop Interactive Direct Volume Illustration

Stefan Bruckner, Ivan Viola, M. Eduard Gröller

Institute of Computer Graphics and Algorithms  
Vienna University of Technology



## 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



## 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



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

