

Einführung in Visual Computing

186.822

eine gemeinsame Lehrveranstaltung von

Werner Purgathofer – Computergraphik

Robert Sablatnig – Computer Vision



Für wen ist diese Lehrveranstaltung?



- **Pflicht** in den Bachelorstudien
 - ◆ **Medieninformatik & Visual Computing**
 - ◆ **Softwaretechnik**
 - ◆ **Medizinische Informatik**
- **Freifach** für alle anderen
- Vertiefende Übungen im Winter-Semester:
 - ◆ Einf.i.d.Computergraphik UE
 - ◆ Einf.i.d.digitale Bildverarbeitung UE**(Pflicht** nur für **Medieninf. & Visual Comp.**)

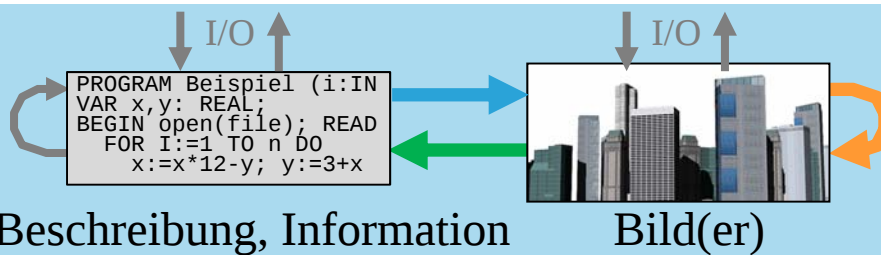


Was ist Visual Computing?



Datenverarbeitung mit Bildern

- Computergraphik: Beschreibung → Bilder
- Bildverarbeitung: "schlechtes" → "besseres" Bild
- Computer Vision: Bilder → Beschreibung



$$CG + BV + CV = \text{„Visual Computing“}$$

W. Purgathofer, R. Sablatnig

2



Informationen zu EVC



- www.cg.tuwien.ac.at/courses/EinfVisComp
- **zuständige Assistenten:**
 - ◆ Michael Hecher
 - ◆ Sebastian Zambanini
 - ◆ evc@cg.tuwien.ac.at
 - ◆ Favoritenstr. 9-11



und/oder

- TISS → 186.822



W. Purgathofer, R. Sablatnig

3

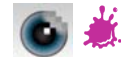


Organisatorische oder inhaltliche Fragen?



Zur Lösung bieten sich an (in dieser Reihenfolge!)

- **1. Web**
- **2. KollegInnen**
- **3. TutorInnen**
 - ◆ www.informatik-forum.at
 - ◆ Sprechstunden im Pac-Man-Labor
- **4. zuständige Assistenten:**
 - ◆ Michael Hecher, Sebastian Zambanini



Vorlesungsteil



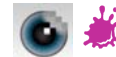
- leider AudiMax noch nicht benutzbar !
- Notlösung:
 - ◆ Kuppelsaal
 - ◆ + Übertragung in Prechtlsaal
- zusätzlicher Service:
 - ◆ Streaming (ohne Gewähr)
 - ◆ Aufzeichnung (ohne Gewähr)
- Fragen aus beiden Hörsälen möglich!



Unterlagen zu EVC



- Slides (Folien)
 - ◆ geringfügig veränderte Slides (Copyright!)
 - ◆ in Englisch
 - ◆ reichen zum Lernen alleine nicht aus!
- Wie, Wo, Wann?
 - ◆ als PDF online zum Herunterladen
 - ◆ spätestens zur jeweiligen Vorlesungseinheit



Unterlagen zu EVC



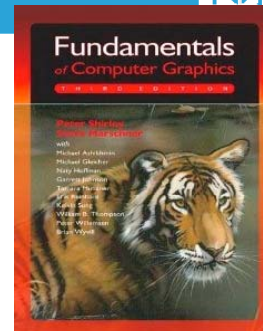
- Skriptum - Textblätter
 - ◆ Kurzfassung des Wesentlichen in Deutsch
 - ◆ ~4 Seiten / Doppelstunde
- Wie, Wo, Wann?
 - ◆ als PDF online zum Herunterladen
 - ◆ spätestens zur jeweiligen Vorlesungseinheit
- Angebot:
 - ◆ Ausdruck zu jeder Vorlesung
 - ◆ gegen Vorweis der Abo-Karte
 - ◆ 10 € für ganzes Semester (~100+ Seiten)



Weiterführende Unterlagen

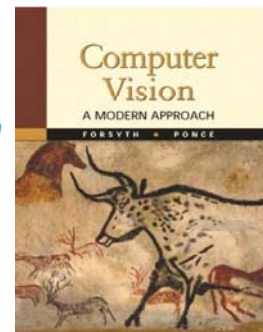
- Buch zu Computergraphik:

Shirley; Marschner:
Fundamentals of Computer Graphics
3rd Edition
(nur inoffizielle Kopien online...)



- Buch zu Computer Vision:

Richard Szeliski:
Computer Vision: A Modern Approach
<http://szeliski.org/Book/>



Übungsbeispiele

- Details werden heute präsentiert.

ANMELDUNG zur Lehrveranstaltung:

bis 11.3. in TISS

- + Eingangsbeispiel bis 20.3. abgeben.
- Ohne Anmeldung keine Teilnahme!



Leistungsbeurteilung der VU



- Übungserfordernisse:
 - ◆ 1+4 Beispiele abgeben (insgesamt 40 Punkte)
 - ◆ +10 Bonuspunkte erreichbar!
 - ◆ 15 Punkte (ohne Bonus) mind. erforderlich
- Tests:
 - ◆ 2 Tests mit je 30 Punkten:
 - ◆ 25 Punkte mind. erforderlich
 - ◆ Ersatztest am  ersetzt einen Test
- Note:
 - ◆ ab 50 Punkte (ohne Bonus) = positiv
 - ◆ ... 88 bis 110 Punkte = sehr gut



W. Purgathofer, R. Sablatnig

10



Aufbau



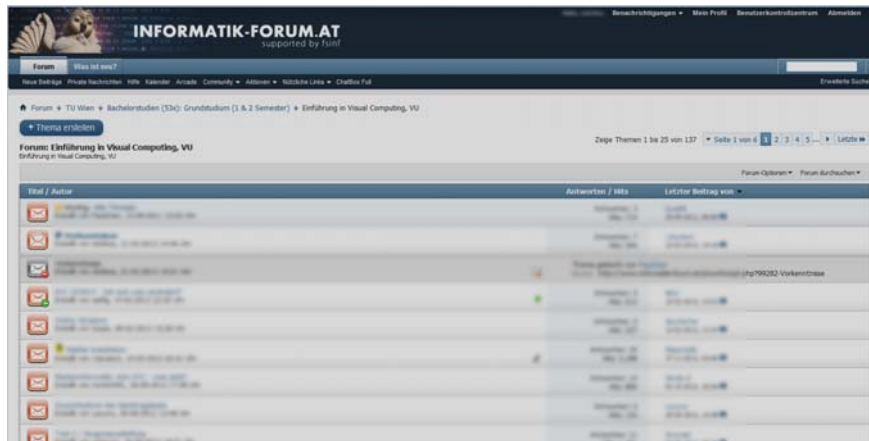
- 1 Eingangsbeispiel + 4 Beispiele + 2 **freiwillige** Bonusbeispiele
- | | | | |
|-------|-----------|---------|-----------|
| Ebsp. | 1 Punkt | | |
| Bsp.1 | 12 Punkte | | |
| Bsp.2 | 9 Punkte | | |
| Bsp.3 | 8 Punkte | Bonus 1 | 5 Punkte |
| Bsp.4 | 10 Punkte | Bonus 2 | 5 Punkte |
| | 40 Punkte | | 10 Punkte |
- max. 50 Punkte möglich



Kommunikation



- Kommunikation über das informatik-forum.at
 - ◆ TISS-Forum wird nicht betreut!



Betreuung durch TutorInnen



- Pac-Man-Raum
 - ◆ Betreuungszeiten sind im EVC-Kalender auf der LVA-Seite als „EVC Betreuung“ vermerkt: <https://www.cg.tuwien.ac.at/courses/EinfVisComp/>
 - ◆ Keine Anmeldung nötig
 - ◆ Betreuungszeiten:
 - Mo: 15:00 – 17:00
 - Di: 11:00 – 13:00
 - Mi: 11:00 – 13:00



Termine (nur Übungsteil)



- 06.03. **Eingangsbeispiel + Bonusbeispiel 1 online**
- 13.03. Matlab Einführung (statt VO)
- 13.03. **Beispiel 1 online**
- 18.03. Matlab Einführung (statt VO)
- 19.03. Blender Einführung (statt VO)
- 19.03. **Beispiel 2 + Bonusbeispiel 2 online**
- 20.03. **Abgabefrist Eingangsbeispiel**
- 17.04. **Beispiel 3 online**
- 27.04. **Abgabefrist Bsp.1+2, Bonus 1+2 (Nachfrist: 29.04.)**
- 02./03./06.05. **1. Abgabegespräch (Bsp.1+2, Bonus 1+2)**
- 14.05. **Beispiel 4 online**
- 05.06. Awards für Bonusbeispiele
- 11.06. **Abgabefrist Bsp.3+4 (Nachfrist: 13.06.)**
- 18./19./24.06. **2. Abgabegespräch (Bsp.3+4)**



Abgabefristen



Eingangsbeispiel	20.03.	23:59 Uhr
Beispiel 1, Beispiel 2, Bonusbeispiel 1, Bonusbeispiel 2	27.04. 29.04. (Nachfrist)	23:59 Uhr
Beispiel 3, Beispiel 4	11.06. 13.06. (Nachfrist)	23:59 Uhr

Nachfrist: Für jeden Tag wird 1 Punkt abgezogen!



Eingangsbeispiel



„Bildbearbeitung“ (verpflichtend)

- ◆ Bild mit einem Bildbearbeitungsprogramm bearbeiten
- ◆ z.B.:



Bonusbeispiel 1 (Computer Vision)



„Bildbearbeitung“ (freiwillig)

- ◆ 1-5 Fotos aufnehmen
- ◆ Foto(s) mit Bildbearbeitungsprogramm bearbeiten
- ◆ Awards am 05.06.



„Kamerasensoren“

- ◆ Firmware einer Kamera nachprogrammieren (Matlab)
- ◆ Wie funktioniert eine digitale Kamera?



„Computergraphik in der Praxis“

- ◆ Eine 3D-Szene in „Blender“ erstellen
- ◆ Die Grundlagen der Computergraphik kennenlernen



Bonusbeispiel 2 (Computergraphik)



„Rendering“ (freiwillig)

- ◆ Aufwändigere 3D-Szene in Blender erstellen
- ◆ Verschiedene Effekte einbauen
- ◆ Awards am 05.06.



Beispiel 3 (Computer Vision)



A) „Filter“

- ◆ Verschiedene Filter-Kernel berechnen und anwenden

B) „Filterparameter bestimmen“

- ◆ Gegeben sind Vorher-Nachher-Bilder
- ◆ Filtertyp und Filterparameter bestimmen



Beispiel 4 (Visual Computing)



A) „Computer Vision“

- ◆ Tiefenbild aus vorgegebenem Datensatz berechnen

B) „Vision + Graphik“

- ◆ Normal-Map aus Tiefenbild berechnen

C) „Computergraphik“

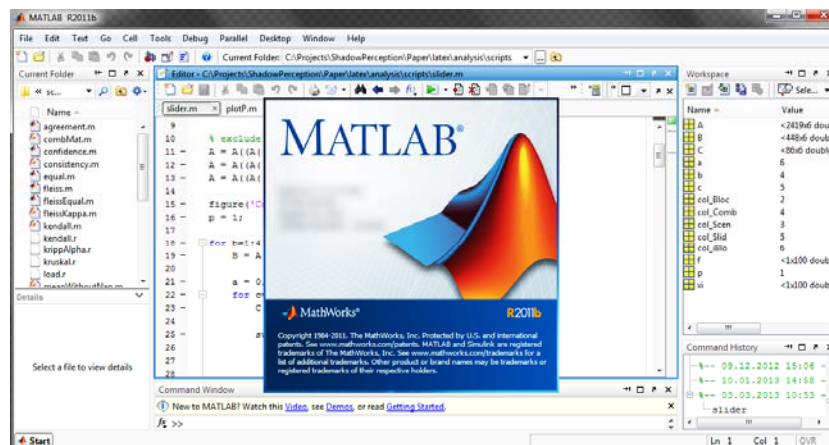
- ◆ Eine künstliche Lichtquelle einfügen



Matlab



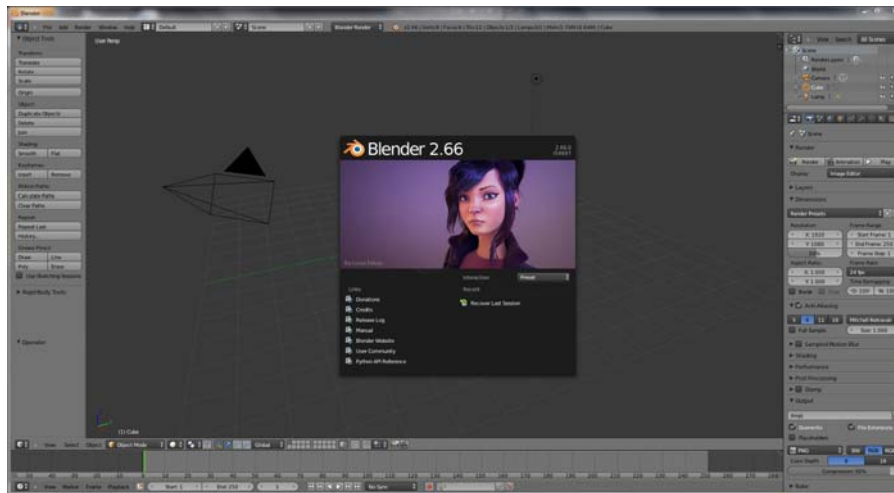
- <http://www.sss.tuwien.ac.at/sss/>
- Wird im Pac-Man-Raum verfügbar sein



Blender



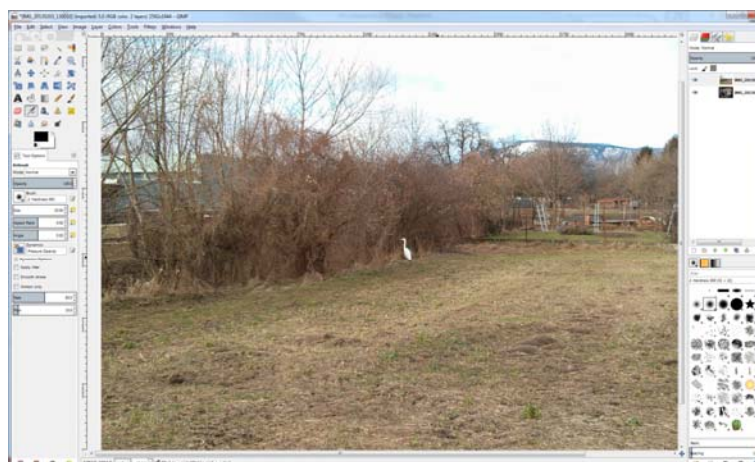
- <http://www.blender.org/download/get-blender/>



Gimp



- Photoshop-Alternative
- <http://www.gimp.org/downloads/>



Fragen zu Beispielen?



- Web: <https://www.cg.tuwien.ac.at/courses/EinfVisComp/>
- informatik-forum.at
- evc@cg.tuwien.ac.at (zur VU)
- evc-ue@cg.tuwien.ac.at (zum UE-Teil der VU)



Einführung in Visual Computing

186.822

Introduction to Computer Graphics

Werner Purgathofer

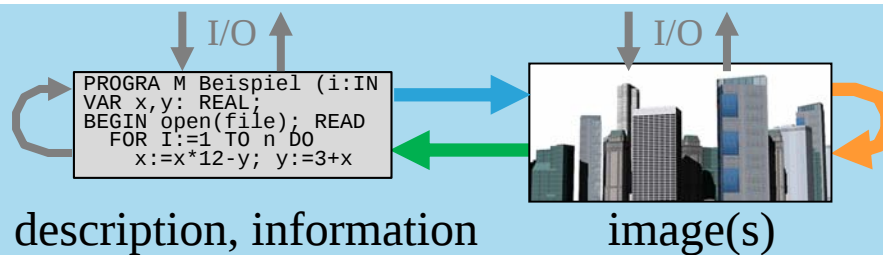


What is Visual Computing?



data processing with images

- Computer Graphics: description → image
- Image Processing: “bad” image → “better” image
- Computer Vision: image → description



$$CG + IP + CV = \text{„Visual Computing“}$$

Werner Purgathofer

28



Who needs Computer Graphics?



- entertainment: games, film, tv
- industrial design, architecture, landscape arch.
- marketing, advertisements
- simulators (training): cars, aircraft, spacecraft...
- perceptual rendering: security issues, design, ...
- cultural heritage, museums, learning
- science, medical visualisation
- ...

Werner Purgathofer

29



Contents of Computer Graphics Part



- color
- graphics primitives, rasterization
- graphics pipeline, projections, transformations
- camera definition, data structures and models
- clipping, anti-aliasing
- visibility testing, lighting + shading
- ray-tracing, global illumination
- texture maps, surface structure
- curves and surfaces

Werner Purgathofer

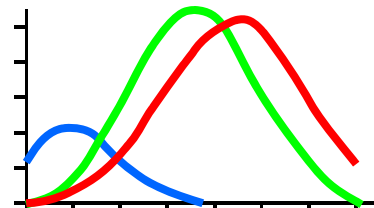
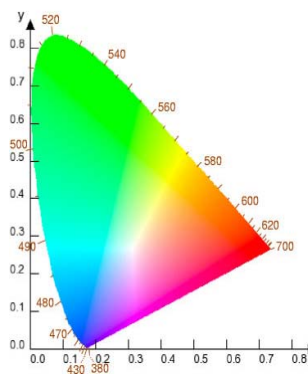
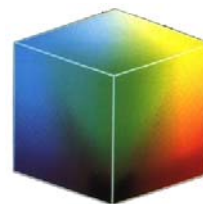
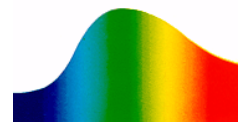
30



Color



- what is color?
- how can color be described?
- color on monitor/printer



Werner Purgathofer

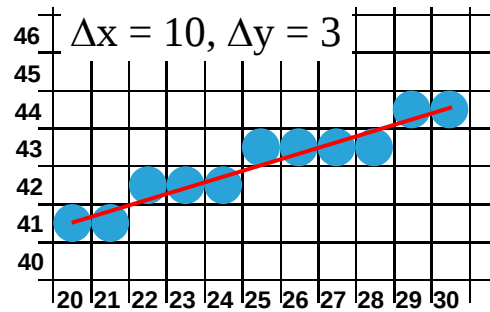
31



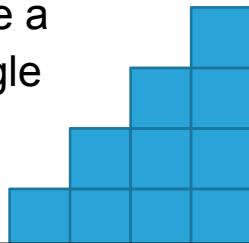
Graphics Primitives



- **rasterization:**
which pixels form
a line, a circle,
any primitive



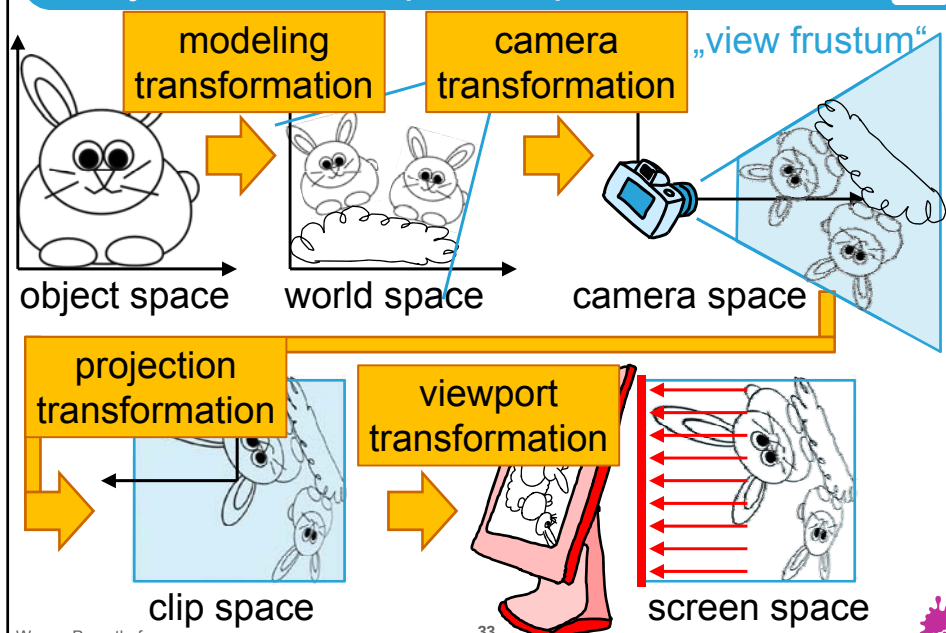
- **triangle filling:**
how to interpolate
inside a triangle



1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	-0.2
-1.4	-1.2	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0
1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	-0.2
-1.2	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	-0.2
-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	-0.2
-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6
0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	-0.2
-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Werner Purgathofer

Projections in Graphics Pipeline



Werner Purgathofer

33

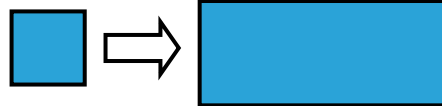
Transformations



- translation, rotation, scaling, ...
- simple formulas for simple transformations:
e.g. scaling

$$\blacklozenge x' = s_x \cdot x$$

$$\blacklozenge y' = s_y \cdot y$$



- general notation for
all transformations:
matrices

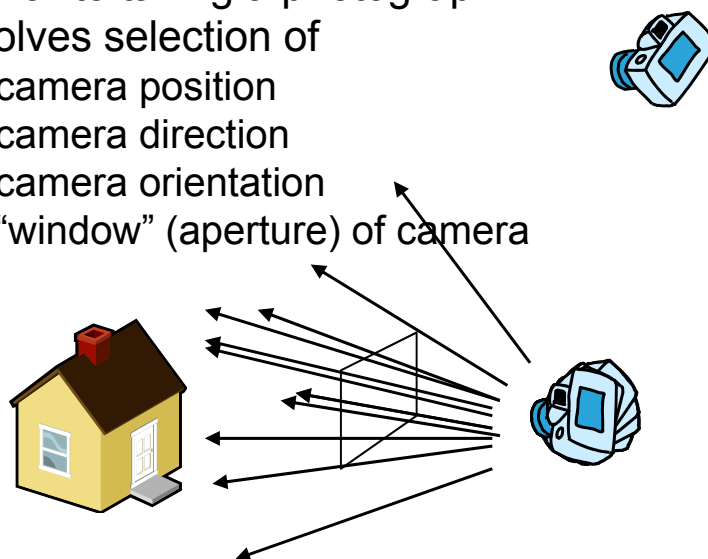
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



Camera Definition



- similar to taking a photograph
- involves selection of
 - ◆ camera position
 - ◆ camera direction
 - ◆ camera orientation
 - ◆ “window” (aperture) of camera

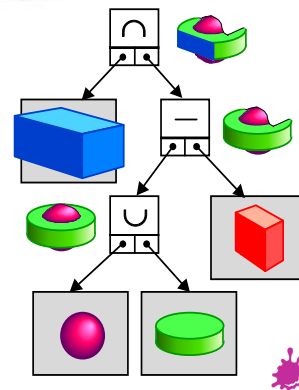
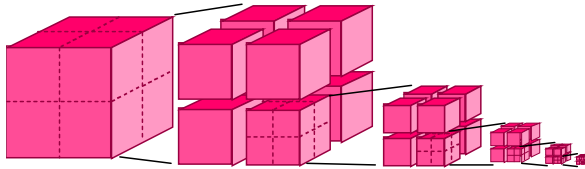
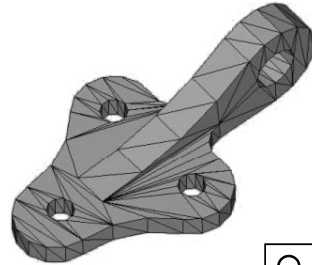


Data Structures and Models



- **polygon surfaces:**
general data structure

- **CSG-tree, octree, ...:**
special data structures



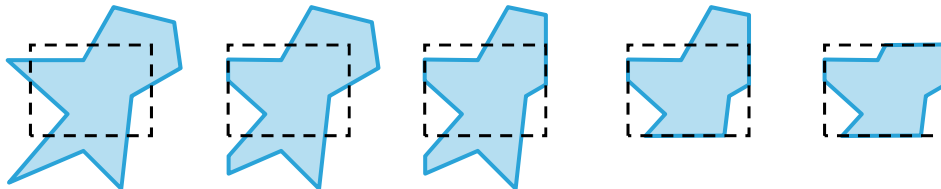
Werner Purgathofer

36

Clipping



- cutting off parts that are outside window
- clipping lines = easy
- clipping polygons:



- clipping in clip-space $[0..1, 0..1, 0..1]$

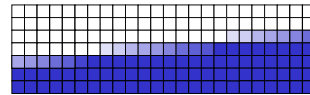
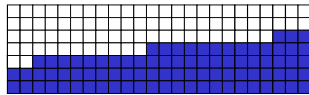
Werner Purgathofer

37

Anti-Aliasing



- reduce discretization artifacts



aliased



antialiased

Werner Purgathofer

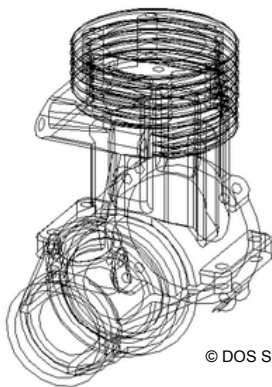
38



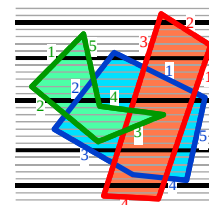
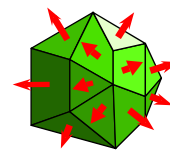
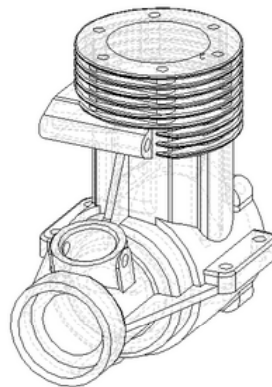
Visibility Testing



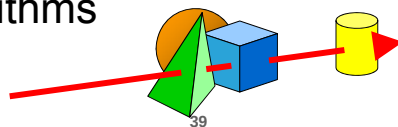
- remove hidden parts of a model



© DOS Spatial



- many algorithms



Werner Purgathofer

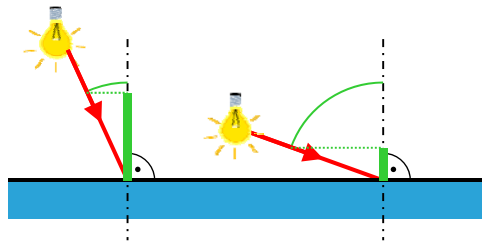
39



Lighting & Shading



- lightsource definition
- reflection properties
- smooth shading



Werner Purgathofer

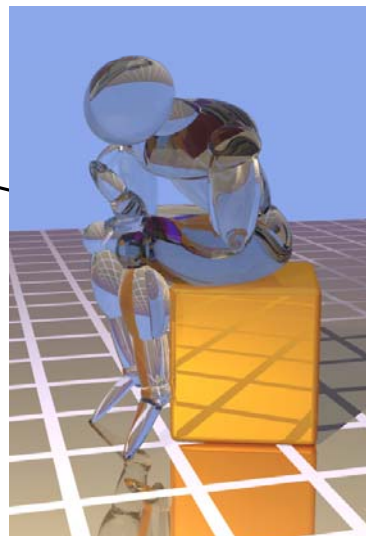
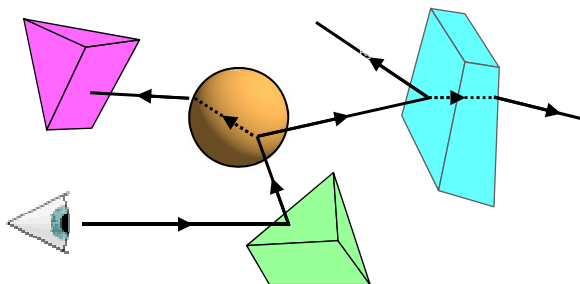
40



Ray Tracing



- generates realistic images by following viewing rays



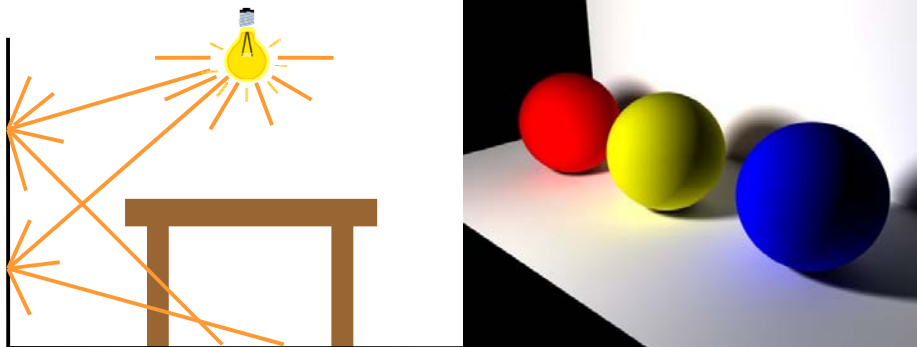
Werner Purgathofer

41

Global Illumination



- describes the physical process of light distribution in a diffuse reflecting environment



Werner Purgathofer

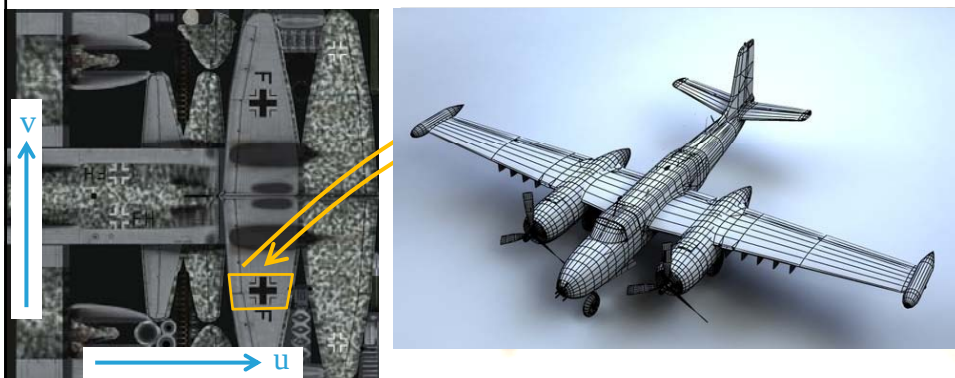
42



Texture Maps & Surface Structure



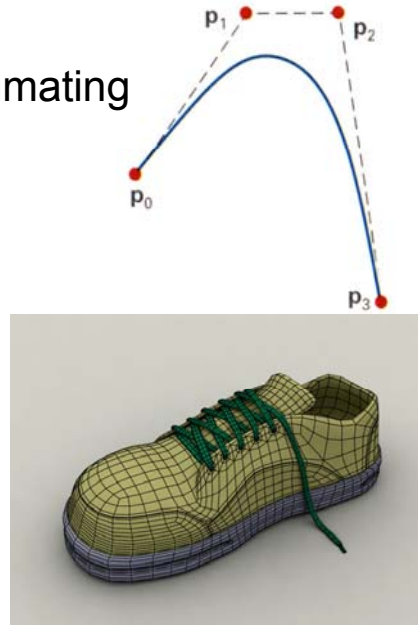
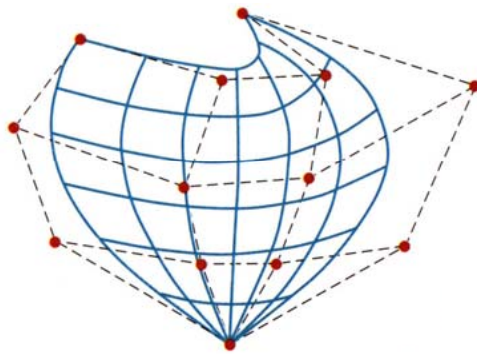
- adds surface details to simple models
- texture in (u,v)-space
- parametrization (mapping texture $\leftrightarrow$ object)
- render objects with texture information



Curves and Surfaces



- smooth modeling with interpolating and approximating curves and surfaces



Werner Purgathofer

44

Some Topics of Related Lectures



- visualization
- visual analysis
- computer animation
- virtual and augmented reality
- advanced modeling
- fractals, particle systems, ...
- realtime algorithms for graphics
- user interface design

Werner Purgathofer

45



Einführung in Visual Computing

186.822

Introduction to Computer Graphics

The End

