

# Grundlagen der Computergrafik

– für Bachelor-Studierende –  
(CS2306)

Prof. Dr. Aris Christidis  
SS 2019

- **Übungen 1, 3, 5: Voraussetzung für Prüfung (Note)!**
- Übungen: Vervollständigung von Programmen in C  
angeboten: Projekt in MS Visual Studio Community 2017)
- Vorführung, evtl. Abgabe: Dateien \*.h, \*.c, \*.exe, \*.vcxproj –  
vorzugsw. in Verzeichnis-Struktur. Bitte nicht zumüllen!  
[ Per Email gezippt (z.B. CGB-Uebg3.zip) ]
- Keine (positiven) Benachrichtigungen vorgesehen!

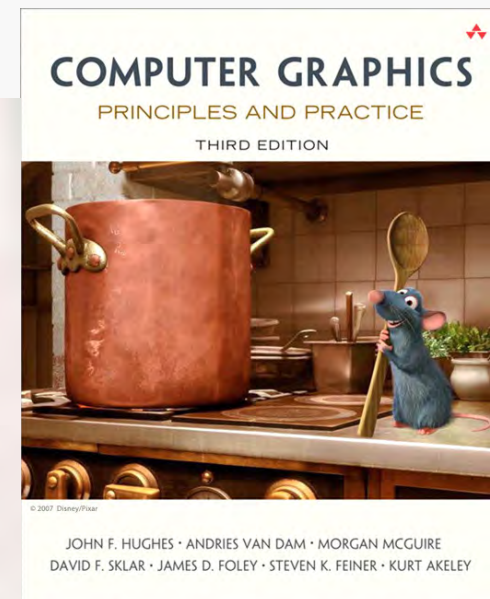
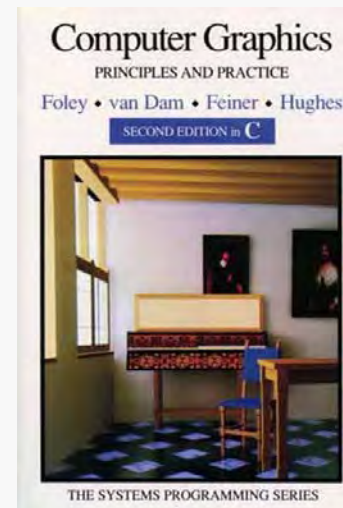
- Präsentationsfolien (Vorlesung), Übungsblätter, frühere Klausuren (inkl. Lösungshilfe) sonstige Materialien, Programme (KEIN Skript):

<http://homepages.thm.de/christ/>

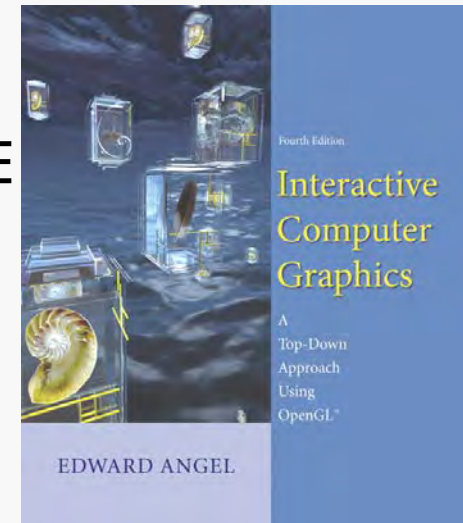
- J. F. Hughes, A. van Dam, M. McGuire, D. F. Sklar, J. D. Foley, St. K. Feiner, K. Akeley:

**„Computer Graphics: Principles and Practice“, 3/E,**  
Addison-Wesley 2013, \$ 99.99  
(ISBN-13: 978-0321399526  
ISBN-10: 0321399528)

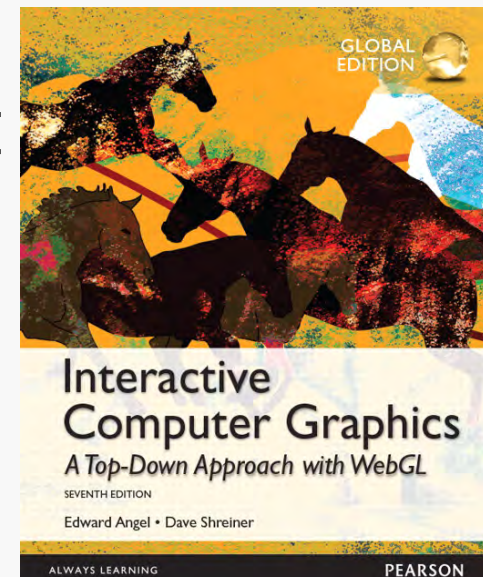
- David F. Rogers, J. Alan Adams:  
**„Mathematical Elements  
for Computer Graphics“**  
McGraw-Hill 1976



- Edward Angel:  
**„Interactive Computer Graphics  
A Top-Down Approach Using OpenGL“, 4/E**  
Addison-Wesley 2006, \$104.80  
(ISBN: 0-321-32137-5)



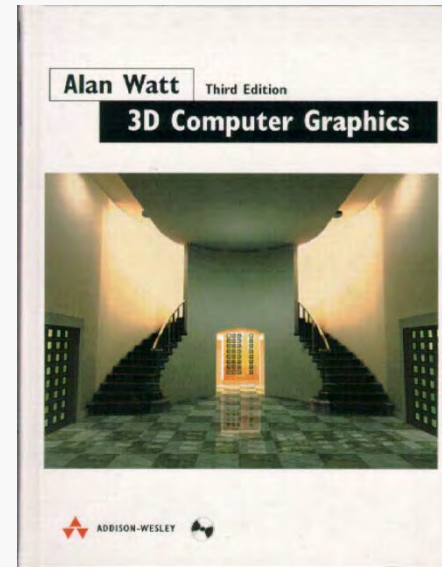
- Edward Angel, Dave Shreiner:  
**„Interactive Computer Graphics  
A Top-Down Approach with WebGL“, 7/E**  
Pearson 2015  
(ISBN-10: 1292019344  
ISBN-13: 9781292019345)



# Organisatorisches: Literatur

- Alan Watt:  
„**3D Computer Graphics**“, 3/E  
Addison-Wesley 2000, £50.99  
(ISBN-10: 0201398559  
ISBN-13: 9780201398557)

Alan Watt:  
„**3D-Computergrafik**“, 3. Auflage  
Pearson-Studium 2002, € 49,95  
(ISBN: 978-3-8273-7014-3  
- nicht mehr lieferbar)

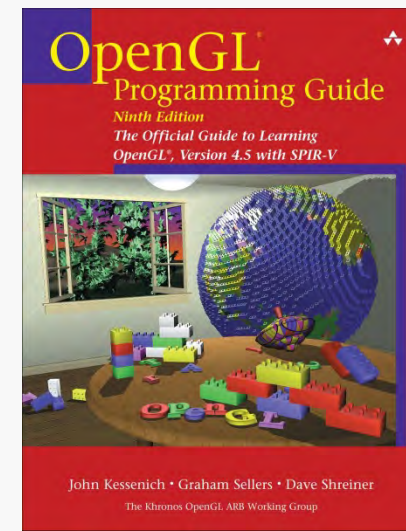
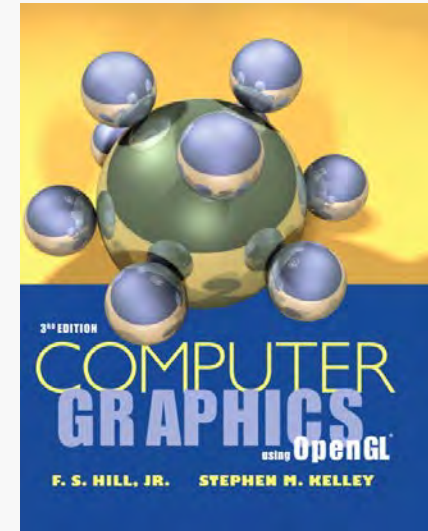


- A. Nischwitz, M. Fischer, P. Haberäcker, G. Socher:  
**„Computergrafik und Bildverarbeitung“**  
3. Aufl., Vieweg+Teubner 2013, 1000 S., € 99,99  
(ISBN-10: 365800777X  
ISBN-13: 978-3658007775)
- Michael Bender, Manfred Brill:  
**„Computergrafik  
Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch“**, 2. Aufl.  
Hanser 2006, € 39,90  
(ISBN-10: 3-446-40434-1  
ISBN-13: 978-3-446-40434-2)





- Francis S Hill, Jr., Stephen M Kelley:  
**„Computer Graphics Using OpenGL“**, 3/E  
Prentice Hall 2007, £45.99  
(ISBN-10: 0131496700  
ISBN-13: 9780131496705)
- John M. Kessenich, Graham Sellers,  
Dave Shreiner, ARM, Inc. :  
**„OpenGL® Programming Guide:  
The Official Guide to Learning OpenGL ®“**  
Version 4.5 („The Red Book“)  
9/E Addison Wesley Professional 2016, € 50,99  
(ISBN-10: 0-13-449549-7  
ISBN-13: 978-0-13-449549-1)



Red Book 7/E (2010), Glossary (S. 833) – Zitat:

**C**

God's programming language

(Die Programmiersprache Gottes)

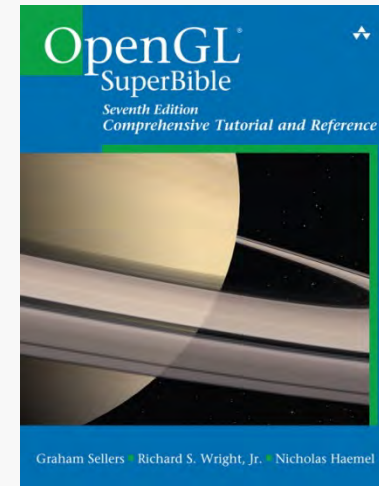
**C++**

The object-oriented programming language  
of a pagan deity

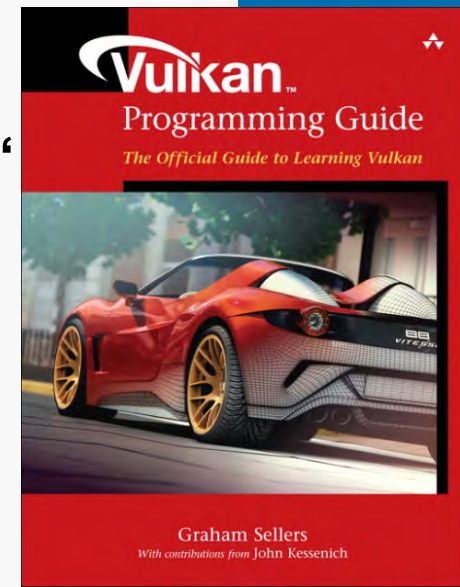
(Die objektorientierte Programmiersprache einer  
heidnischen Gottheit)



- Graham Sellers, Richard S. Wright Jr., Nicholas Haemel:  
**“OpenGL SuperBible:  
Comprehensive Tutorial and Reference”**  
7th Edition, Addison-Wesley 2015  
880 Seiten, € 55,59  
(ISBN: 978-0-6723-3747-5)



- Graham Sellers, John Kessenich:  
**„Vulkan Programming Guide:  
The Official Guide to Learning Vulkan“**  
Addison-Wesley 2017, £36.99  
(ISBN-10: 0134464540  
ISBN-13: 9780134464541)

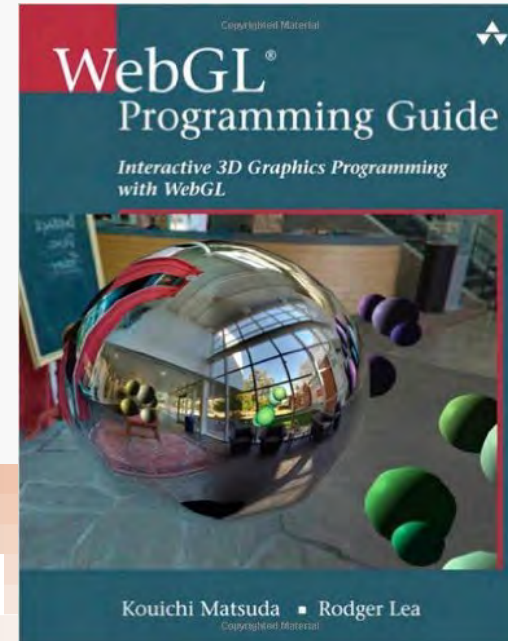


- Kouichi Matsuda, Rodger Lea:  
**„WebGL Programming Guide:  
Interactive 3D Graphics Programming  
with WebGL“**

Addison-Wesley, 1st Ed. 2013

ISBN-13: 978-0321902924

<https://sites.google.com/site/webglbook/>  
[www.informit.com/title/9780321902924](http://www.informit.com/title/9780321902924)



- Joey de Vries:  
**„Learn OpenGL“**  
Joey de Vries 2017

[https://learnopengl.com/book/learnopengl\\_book.pdf](https://learnopengl.com/book/learnopengl_book.pdf)

Learn OpenGL

An offline transcript of learnopengl.com

Joey de Vries

# Organisatorisches: Literatur

- B.W. Kernighan, D.M. Ritchie:  
**„Programmieren in C“**  
(2. Ausgabe, ANSI-C), Carl Hanser 1990  
€ 32,90



- H.Schildt:  
**„C-The Complete Reference“, 4th Ed.**  
McGraw-Hill 2000, \$39,99

- „C Ent-Packt“, mitp, 2001, €39,95

[www.mitp.de/imperia/md/content/vmi/0732/0732\\_listings.zip](http://www.mitp.de/imperia/md/content/vmi/0732/0732_listings.zip)

- Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen (RRZN) /  
Softwareberatung Herdt:

**„Die Programmiersprache C. Ein Nachschlagewerk“**,  
RRZN, 18. Auflage 2010, €3,50

([http://www.rrzn.uni-hannover.de/buecher.html?&no\\_cache=1](http://www.rrzn.uni-hannover.de/buecher.html?&no_cache=1))

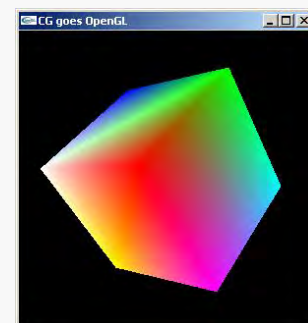
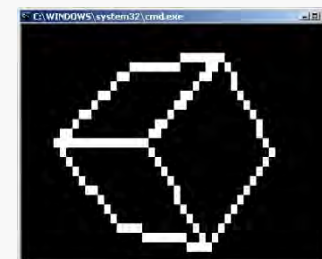
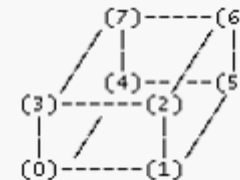
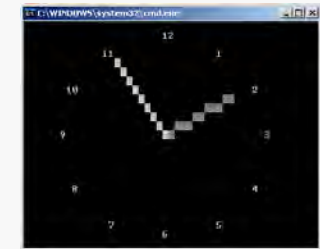
**Bezug:** Hochschulrechenzentrum der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Heinrich-Buff-Ring 44, 35392 Gießen, Tel. 0641/99-13600

Wegbeschreibung: <http://www.uni-giessen.de/hrz/organisation/weg.html>



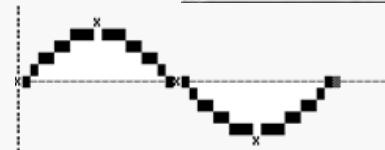
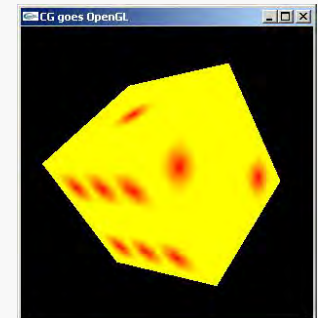
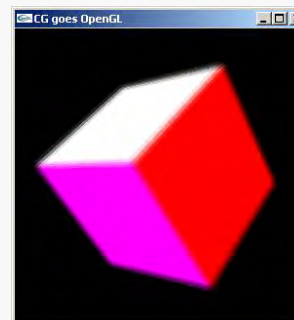
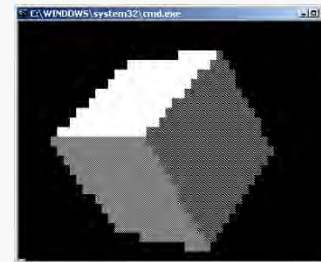
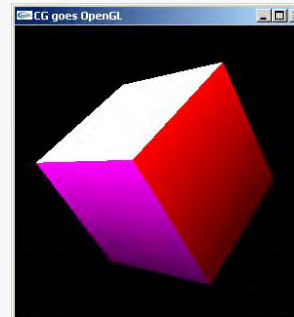
Inhalt der BSc-Vorlesung:

- Vom Pixel zur Linie
- Von der Linie in die Ebene: Transformationen
- Von der (Linien-)Kante zum 3D-Objekt
- Vom 3D-Objekt zum projizierten Drahtmodell
- Vom Drahtmodell zum Flächenmodell
- Design, Notation und Einsatz von OpenGL



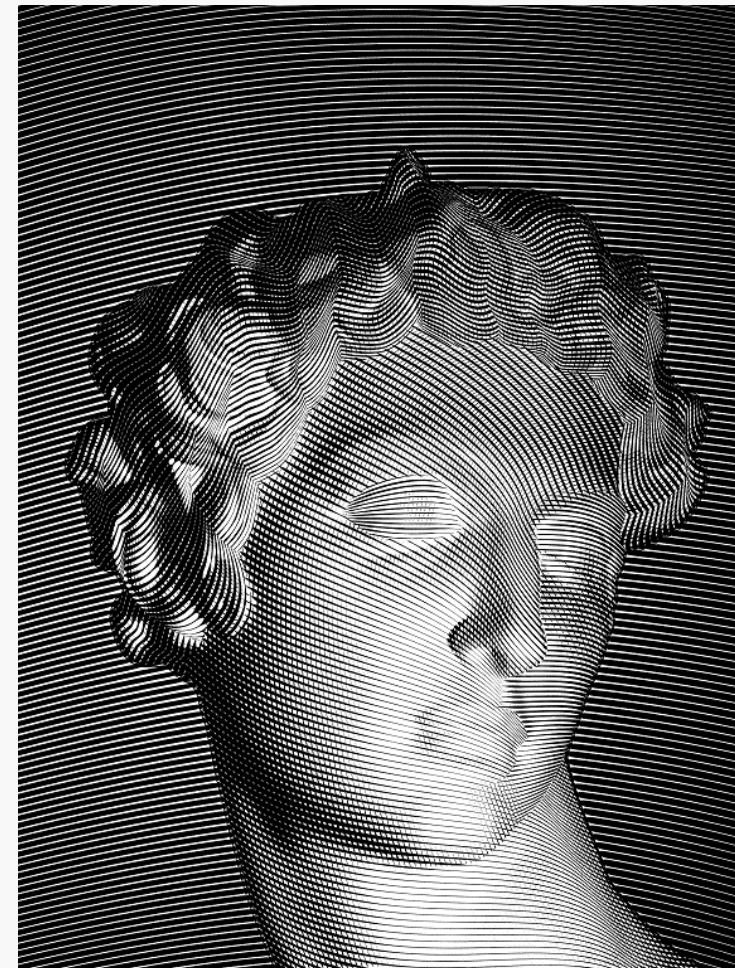
## Inhalt der MSc-Vorlesung:

- Kurzes Repetitorium
- Füllen / Färben von Objektflächen
- Schattierung und Beleuchtung
- Antialiasing
- Texturierung
- Weiche Kurven / Splines





- Nicht Bestandteil dieser Vorlesung  
– zur Kenntnis:  
Verfahren zur gezielten nicht-  
fotorealistischen grafischen  
Bildwiedergabe (Rendering)



# Zur Motivation:

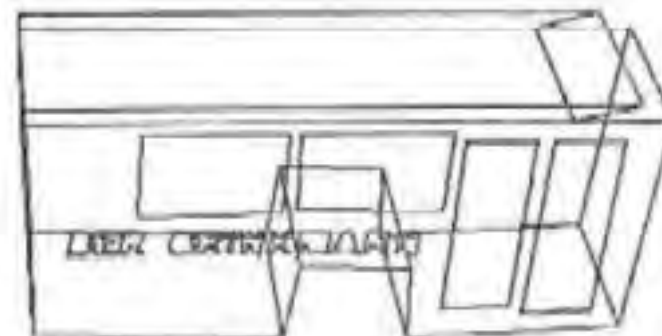
## Fotografische Grafik-Generierung (Universität Wuppertal, 1984-90)





# Zur Motivation:

## Fotografische Grafik-Generierung (Universität Wuppertal, 1984-90)



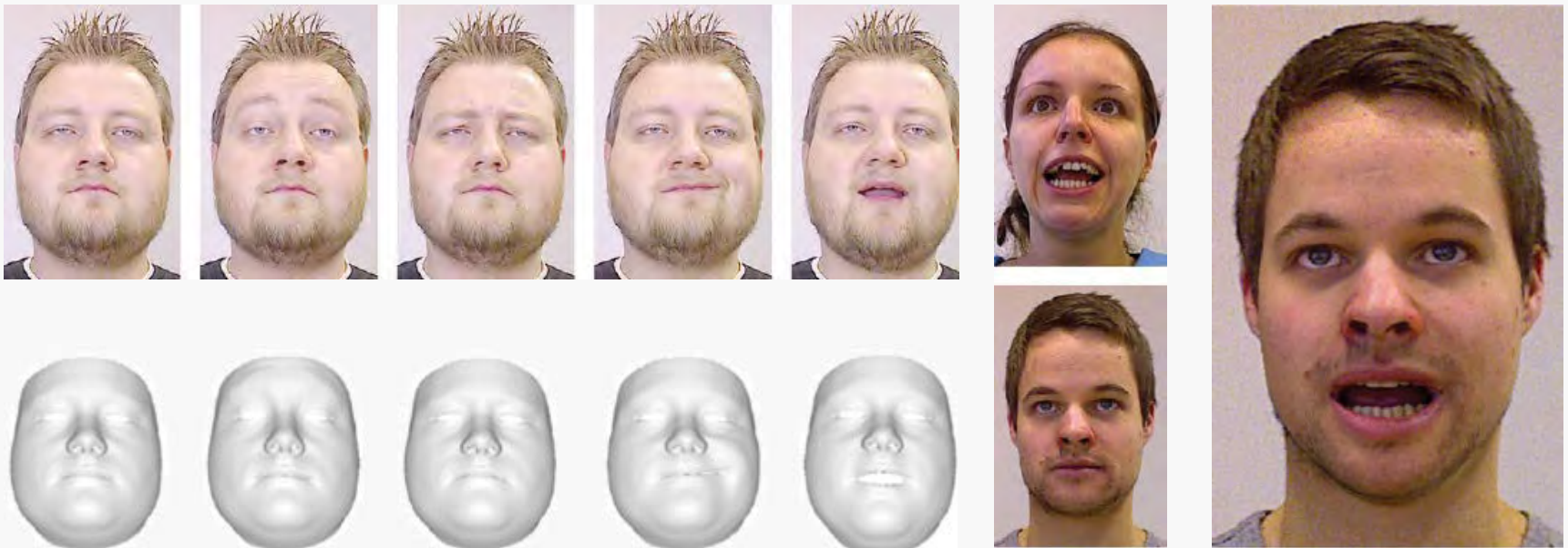
# Zur Motivation:

## Forschungsfreisemester SS 2016 (Ergebnisse):



# Zur Motivation:

## Communications of the ACM (01/2019):



Autoren aus:

TU München, Uni Erlangen, Max-Planck-Inst. Saarbrücken, Stanford Univ.



1921: Erste Übertragung eines gerasterten Bildes in ca.3 h  
N.York ⇨ London (Fernschreiber mit Typen-Aufsätzen)



Hierzu später (Rechner-Kontext): **das** (seltener: der) **Pixel**  
– aus „picture element“, eher: „pic cell“, dt.: Bildpunkt

Pixel-Grafiken als (Hilfs-)Mittel, zunehmend als Ergebnis  
techn.-wiss. Tätigkeit: Bild-Markierung ⇨ ... ⇨ Kartographie

Bild-Retusche ⇨ ... ⇨ Zeichentrick ⇨ ... ⇨ Simulation / VR

Allen Anwendungen gemeinsam: Abb. in Rastern (Matrizen)

Begriff aus TV-Technik: Scan Conversion („Abtastumwandlg“)

- Inhalt der Computergrafik (Grafikverarbeitung, GDV):  
**Bildsynthese:** Generierung visueller Darstellungen unter Verwendung logisch-mathematischer Methoden
  - z.B. Kuchen-Diagramm mit Wahl-Ergebnissen
  - z.B. fotorealistische Filmtricks

Gegenstück: **Bildanalyse** (Behandlung bestehender Bilder)  
– Bildverarbeitung

- Fragestellungen und Verfahren der Bildanalyse und -synthese großteils gleich, Grenzen unscharf  
(vgl. autom. Skizzen-Erstellung zu archäologischen Funden)

- Eingangs-/ Ausgangsgröße als Unterscheidungskriterium:

Grafik: Beschreibung  $\Rightarrow$  Bild

Bildverarbeitung: Bild  $\Rightarrow$  Beschreibg., Folgerg., ..

Bildbearbeitung: Bild  $\Rightarrow$  „besser geeignetes“ Bild

Top-Down-  
Prozeß

Bottom-Up-  
Prozeß