

Computergrafik

Prof. Dr.-Ing. Kerstin Müller



Einführung

Was ist Computergrafik?

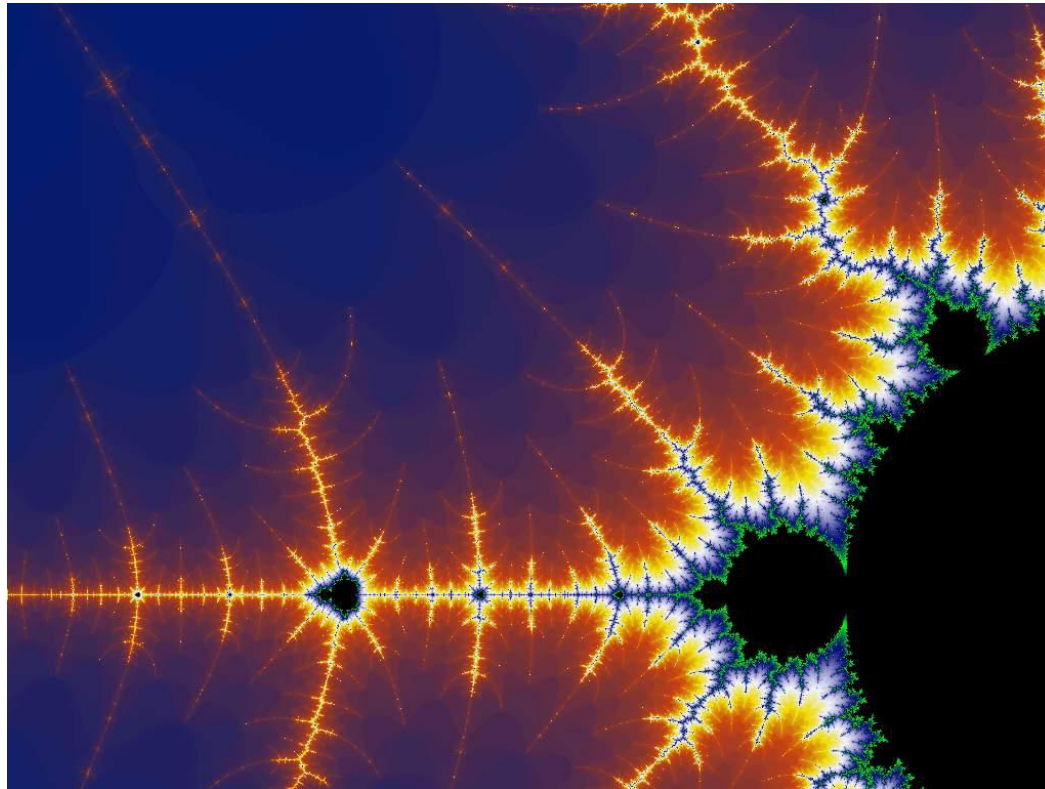
- Computergrafik beschäftigt sich mit mathematischen und algorithmischen Ansätzen, die der Erzeugung von Bildern am Rechner dienen.



Photorealistische Darstellung von Modellen

Was ist Computergrafik?

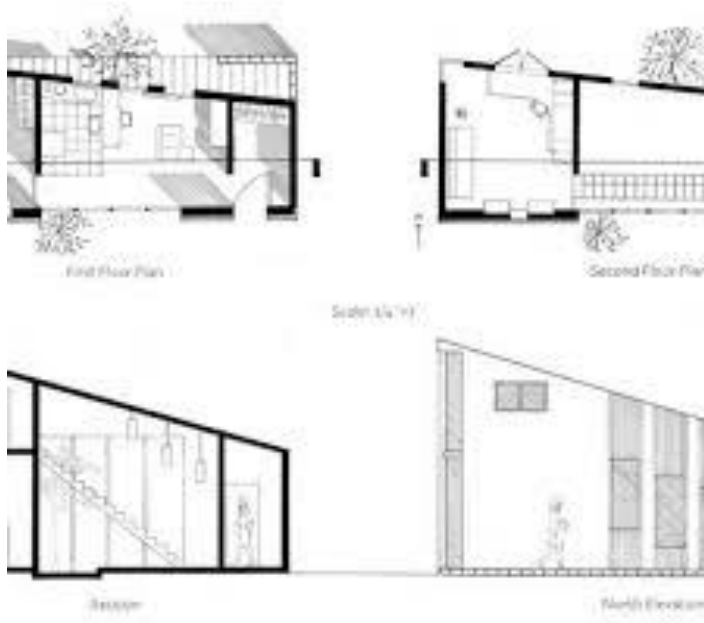
- Computergrafik beschäftigt sich mit mathematischen und algorithmischen Ansätzen, die der Erzeugung von Bildern am Rechner dienen.



Darstellung von Fraktalen

Was ist Computergrafik?

- Computergrafik beschäftigt sich mit mathematischen und algorithmischen Ansätzen, die der Erzeugung von Bildern am Rechner dienen.



Vektorgrafik

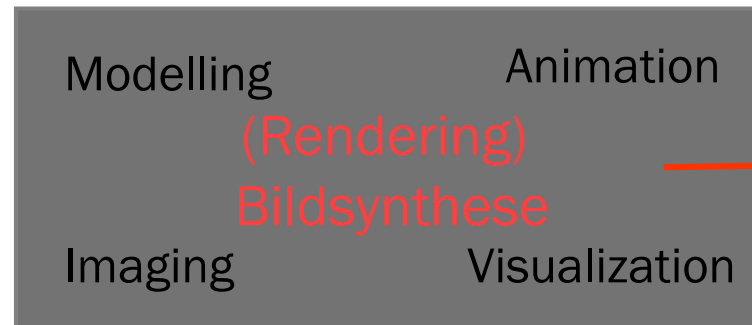
Computergrafik: Methodischer Kern

Geometric Modelling

Datenstrukturen zur Repräsentation und effiziente algorithmische Verarbeitung von geometrischen Formen.

Simulation & Animation

The generation and representation of dynamic imagery on a computer



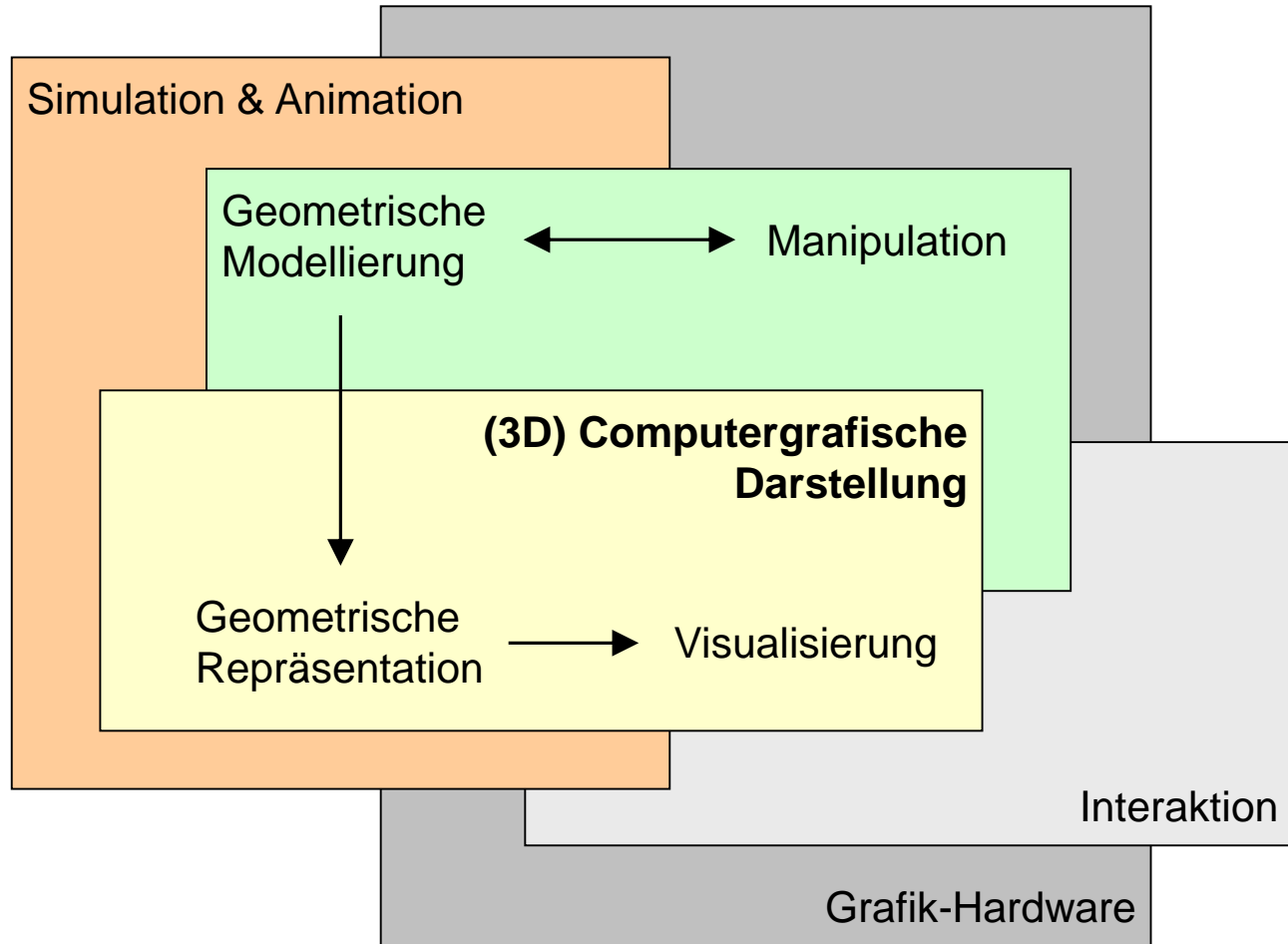
Bildaufnahme, -verarbeitung und Computer Vision

Manipulation von Bildern und Extraktion von Objekten aus Bildern

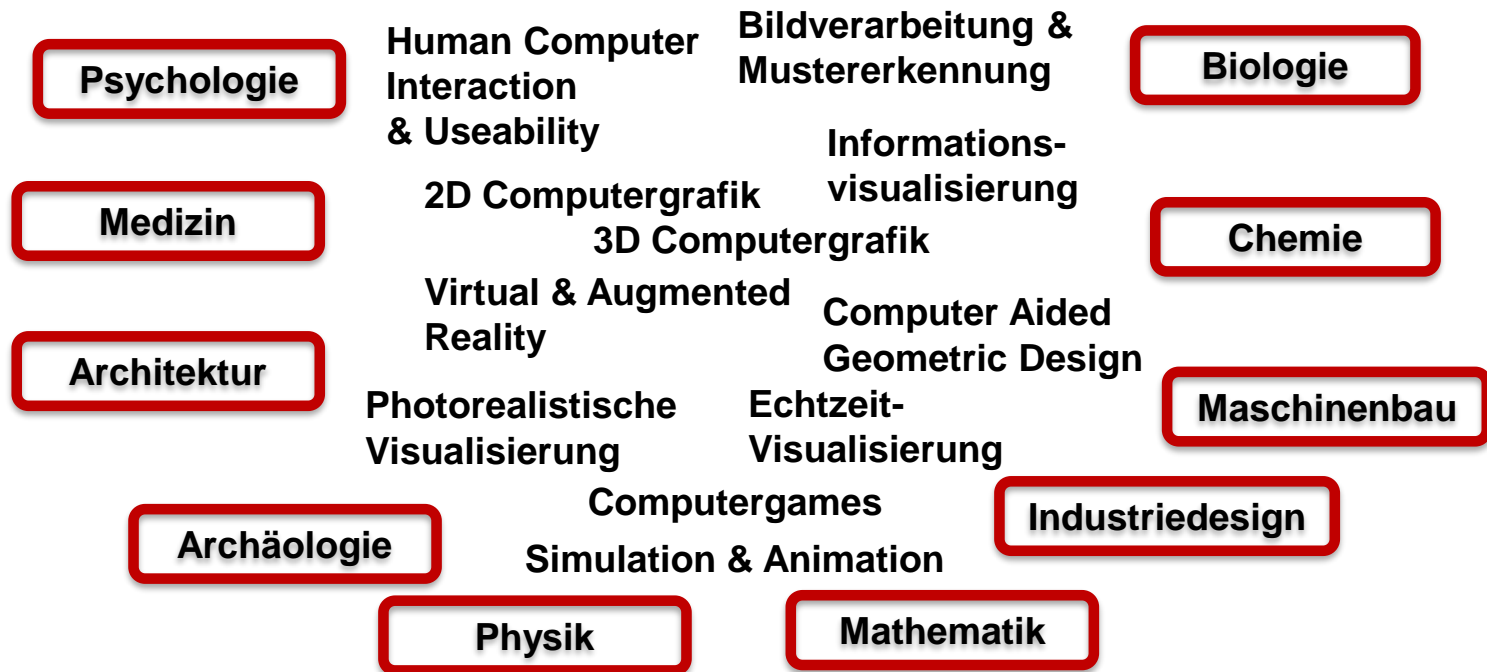
Visualisierung

Visuelle Repräsentation von Informationen und oft großen, mehrdimensionalen und/oder multi-modalen Daten.

Computergrafik: Zusammenspiel von Teilgebieten



Inhalte Computergraphik & Friends:



■ Bildverarbeitung

- „Verbesserung“ gegebener Bilder
- Erkennen von Mustern (pattern) in digitalen Bildern (bitmap)
- Anwendungen: automatische Qualitätskontrolle, Sicherheitstechnik, etc.

■ Computer Vision

- „Verstehen“ von Bildern mit Hilfe des Rechners
- Wahrnehmungs- und Interpretationsprozess des Gehirns wird in Software ab- und nachgebildet
- Teilgebiet der KI
- Anwendung: z.B. Suche in Mediendatenbanken

- Mensch-Maschine-Interaktion / Human-Computer Interaction (MMI / HCI)
 - Aufgaben- und benutzerorientierte Software
 - Interaktionskonzepte
- Visualisierung
 - Nutzung der Methoden der Computergrafik
 - Wahrnehmungs- und aufgabenorientierte Darstellung von abstrakten, gemessenen oder simulierten Daten
- Computer Aided Geometric Design
 - Repräsentation (Datenstrukturen) und Verarbeitung (Algorithmen) beliebig geformter Objekte beliebiger Topologie (Freiformgeometrie)

■ Algorithmen zur Bildsynthese (*rendering algorithms*):

Welche Operationen müssen vorgenommen werden um ein photorealistisches Bild eines gegebenen Modells zu erzeugen?

- Ein photorealistisches Bild ist eines das nicht von einer Fotografie des **echten Objekts** unterschieden werden kann.



Real oder Computergrafik?

- <http://area.autodesk.com/fakeorfoto>

Echtzeit-Bildsynthese

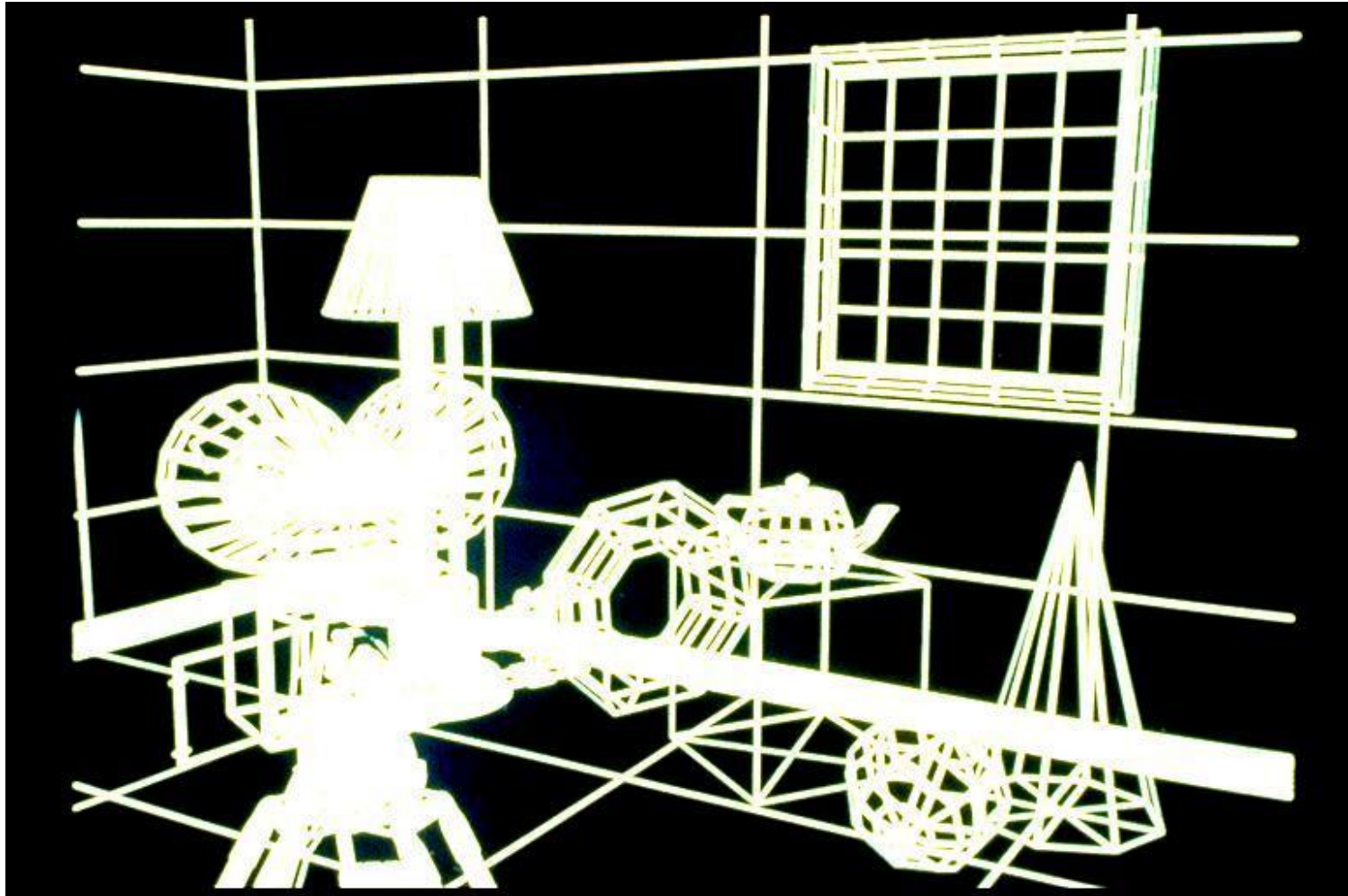
- https://www.youtube.com/watch?v=DRqMbHgBly_Y

Photorealistische Bildsynthese

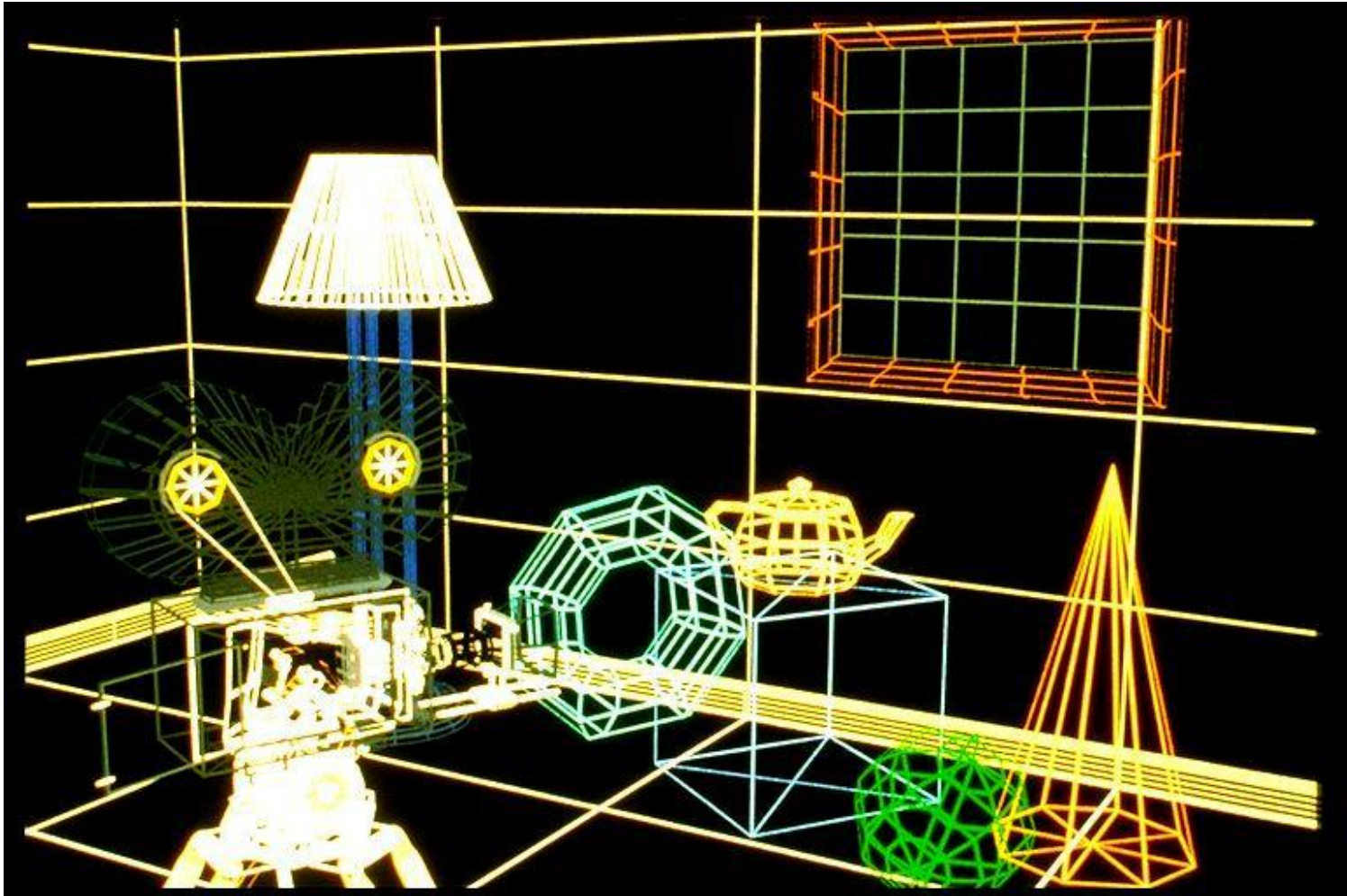
- Voraussetzungen und Bestandteile der Bildsynthese:
 - Szenenbeschreibung
 - Objektform
 - Erscheinungsbild
 - Farbe und Textur
 - Reflektions-eigenschaften
 - Lichtquellen
 - Intensität
 - Farbe
 - Richtung
 - Physik der Lichtausbreitung



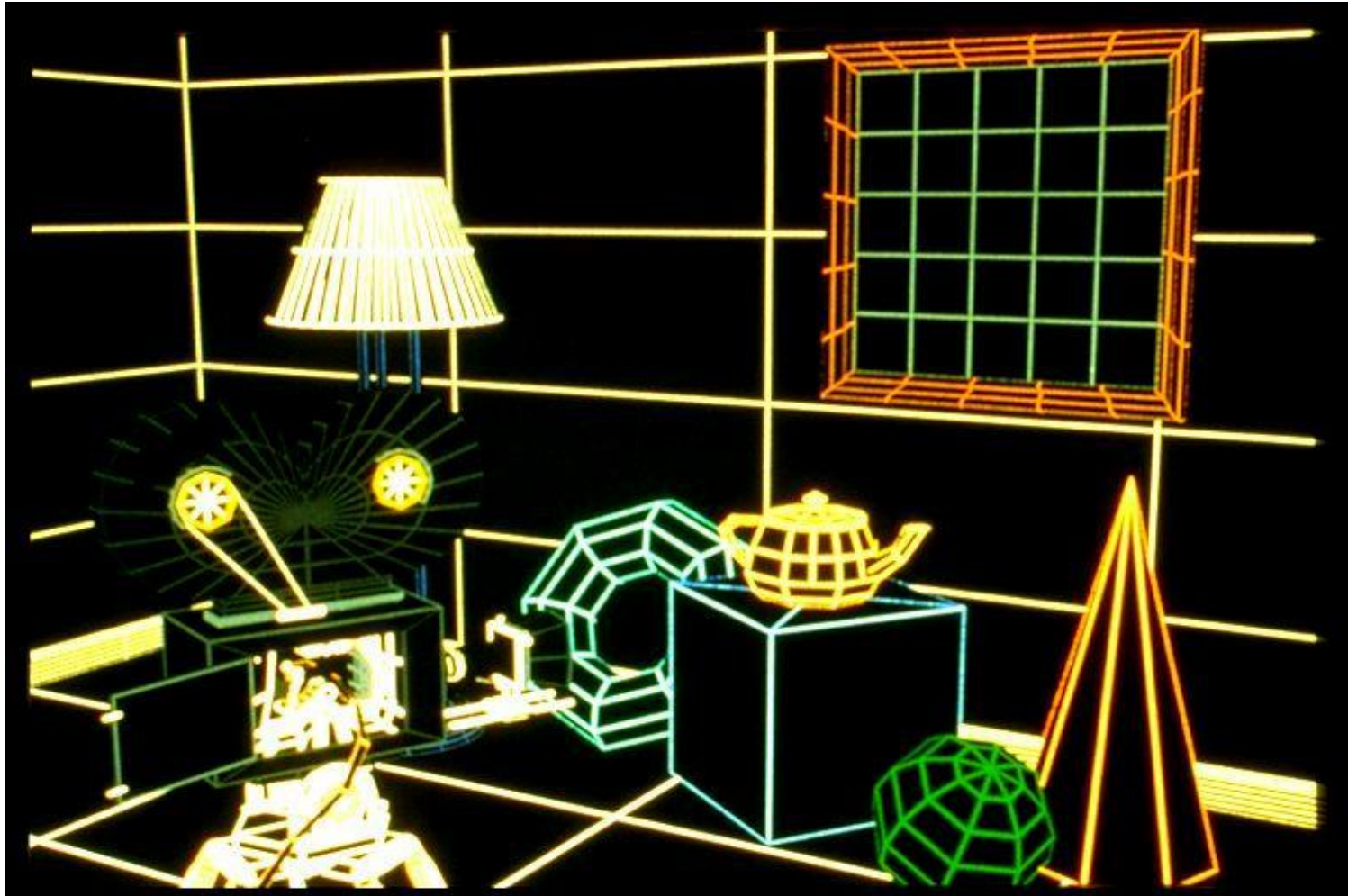
Bildsynthese – wireframe



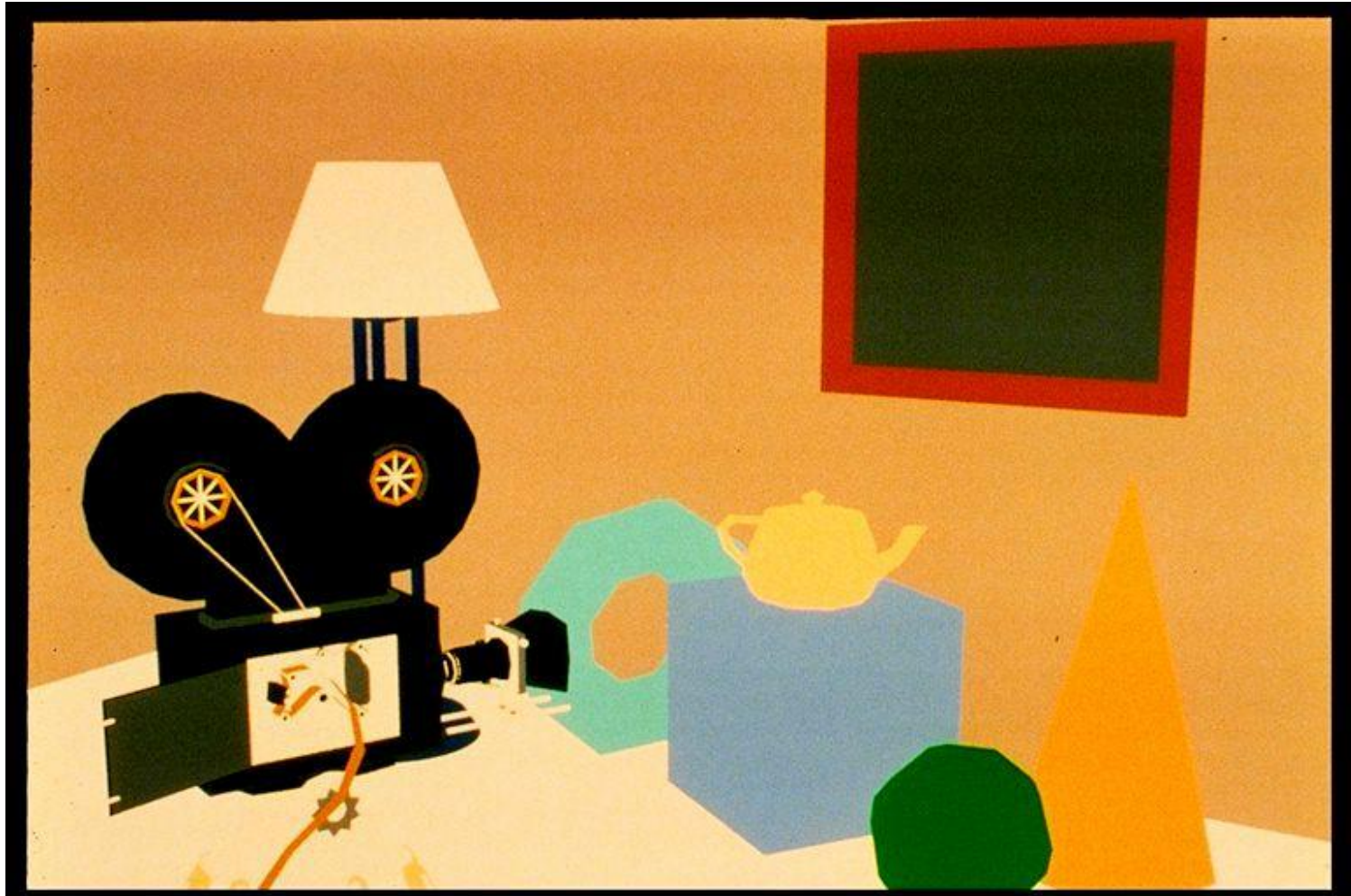
Bildsynthese – color



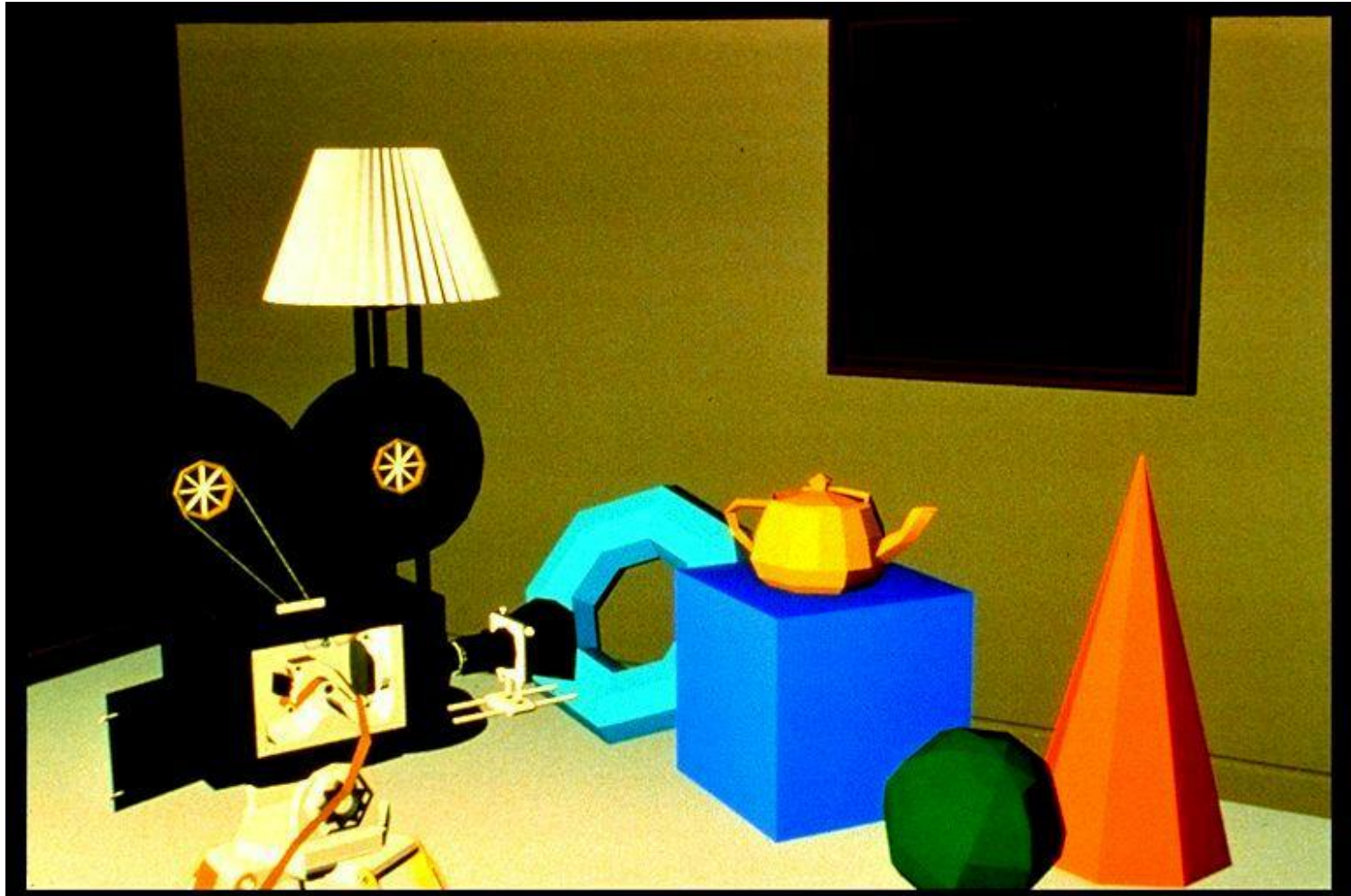
Bildsynthese – hidden line removal



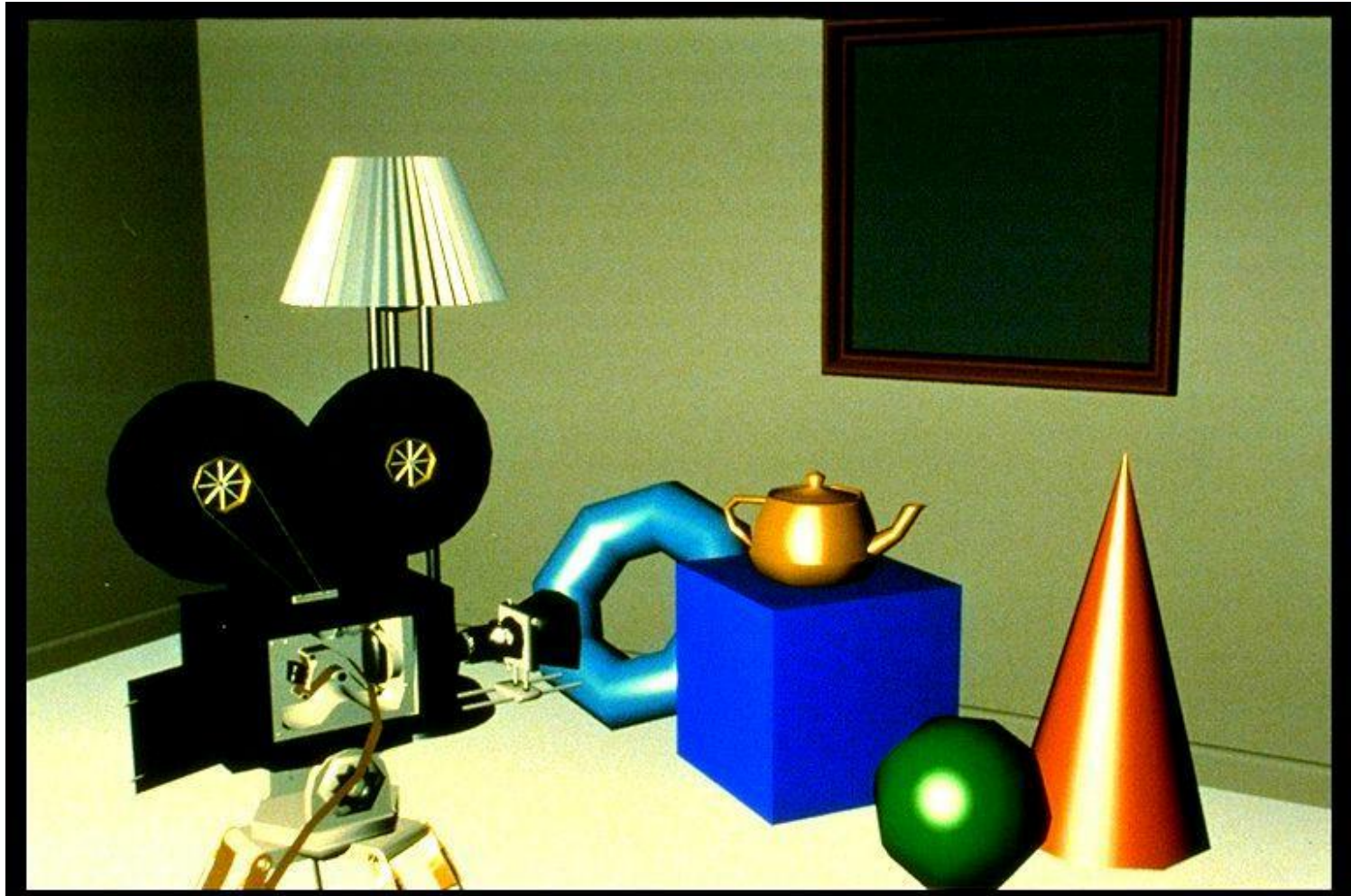
Bildsynthese – constant shading



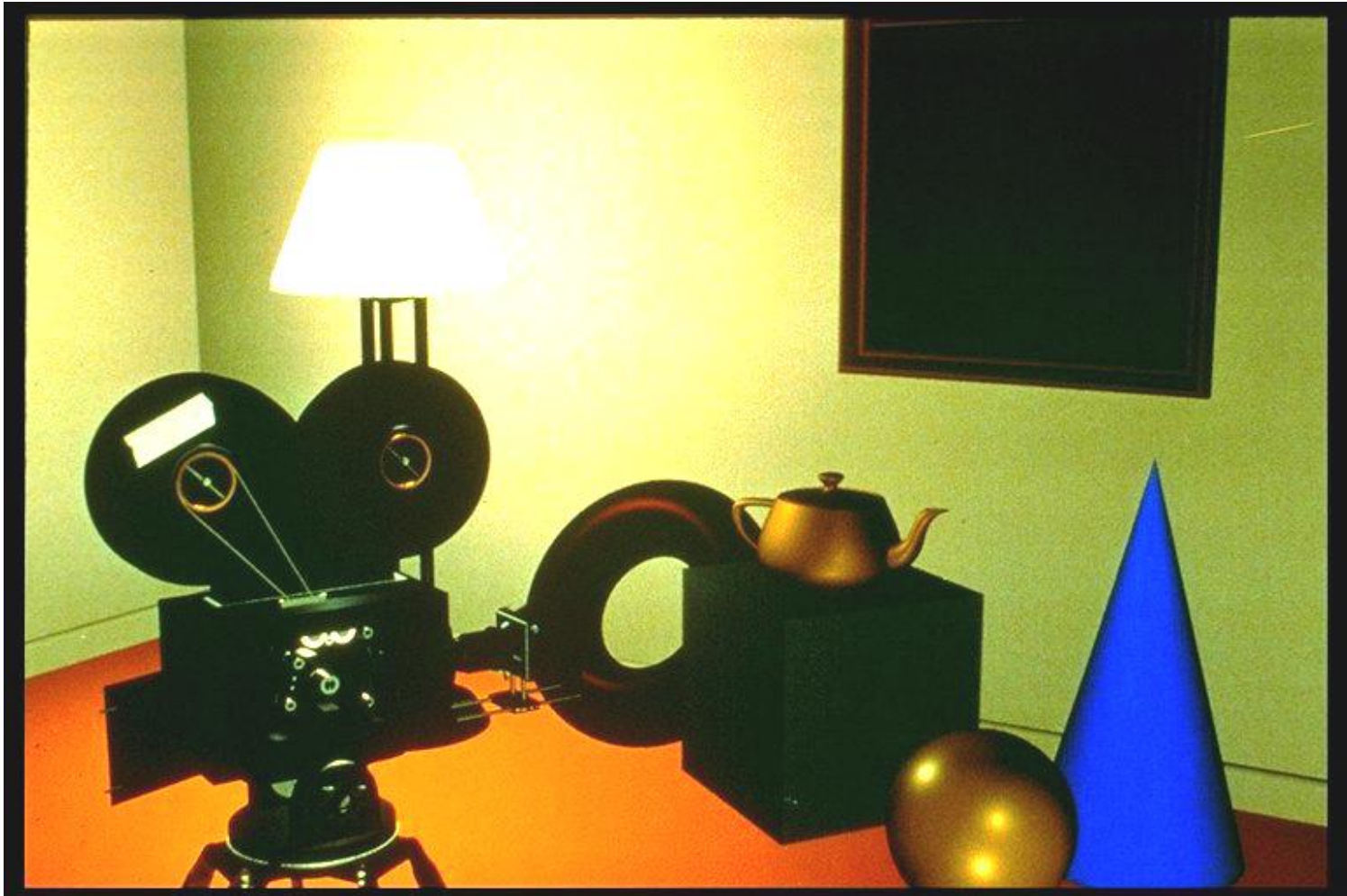
Bildsynthese – flat shading



Bildsynthese – Phong shading



Bildsynthese – bicubic models, advanced illumination



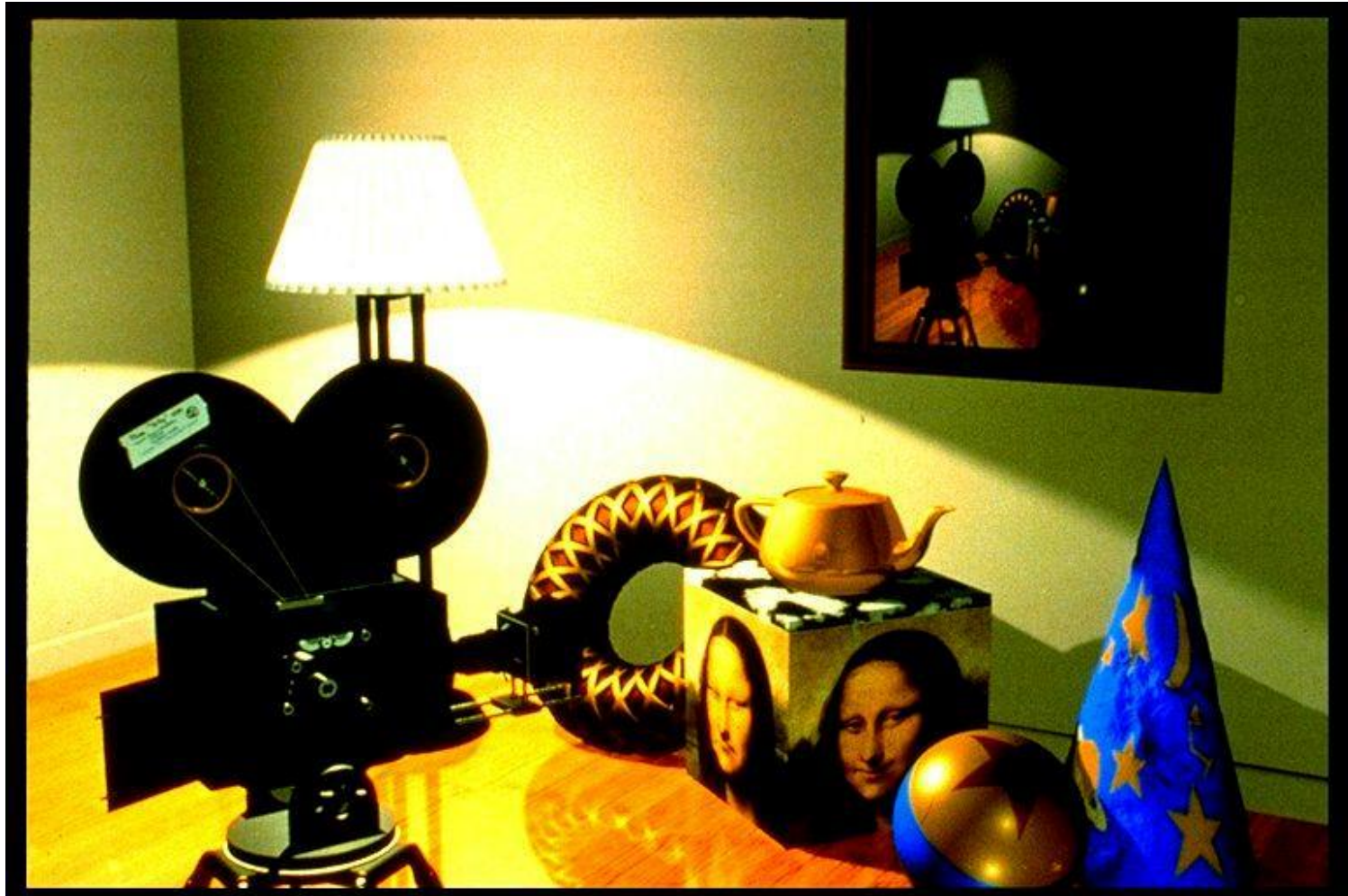
Bildsynthese – texture mapping



Bildsynthese – bump mapping



Bildsynthese – reflection mapping



- Grundlagen-Ära der Computergrafik
 - Start Anfang siebziger Jahre, bis Mitte achtziger Jahre
 - Basierend auf technologischer Entwicklung der Rastergrafik-Hardware
 - Erster Siegeszug der Computergrafik in der wissenschaftlichen und *high-end* Anwendungsbereichen
 - Entwicklung von Algorithmen und Datenstrukturen für fotorealistische Bildsynthese und Modellierung von Objekten
 - Grundlagen heute benutzter Verfahren (z. B. Ray Tracing) und Anwendungen (z. B. CAD-Systeme) aus dieser Zeit

■ Grundlagen-Ära der Computergrafik

- nach Basisfundierung ab den späten achtziger Jahren Entwicklung weiterführender Techniken und Anwendungen
- Notwendigkeit der Verwendung leistungsfähiger aber sehr teurer Grafikrechner

■ Anwendungs- und Anwender-Ära der Computergrafik

- ab Ende der neunziger Jahre
- basierend auf technologischer (und preislicher) Entwicklung der PC-Hardware und Hochleistungs-3D-Grafikhardware
- zweiter Siegeszug der Computergrafik in der Anwendungs- und Anwenderdomäne (Spiele!)
- Algorithmen und Verfahren aus der Grundlagen-Ära erfahren effiziente Hardware-Unterstützung bzw. Umsetzung

- Anwendungs- und Anwender-Ära der Computergrafik (cont.)
 - Low-level Software-Zugang:
 - Moderne Software-Schichten kapseln in Form von APIs, wie z. B. OpenGL oder Direct3D, zunehmend höhere Funktionalitäten
 - Zugang eines breiten Kreises von Anwendungsprogrammierern zu Computergrafik-Möglichkeiten
 - High-level Software-Zugang:
 - Moderne Werkzeuge, wie z. B. 3D Studio Max oder Maya ermöglichen den komfortablen Umgang mit Computergrafiktechniken für eine breite Anwenderschicht

- Anwendungs- und Anwender-Ära der Computergrafik (cont.)
 - Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Entwicklung stehen die Anwendungen der Computergrafiktechniken, insbesondere in speziellen Teilbereichen, wie z. B.
 - Visualization, Scientific Visualization, Information Visualization
 - Computer-Animation
 - Virtual Reality, Virtual Environments, Augmented Reality

- Anwendungs- und Anwender-Ära der Computergrafik (cont.)
 - Spieleentwicklung ist ein wesentlicher Treiber der Innovation von Rendering-Algorithmen
 - optimale Kompromisse zwischen Geschwindigkeit und Realismus
 - Investition in Rendering schlägt sich teilweise unmittelbar im Verkaufserfolg eines Spiels nieder
 - Produktionsbudgets im Multi-Millionen USD-Bereich

- Moderne Grafik wird quasi ausnahmslos hardwarebeschleunigt realisiert, also mithilfe von Grafikkarten.
- Um von der konkreten Hardware einigermaßen unabhängig zu sein, werden oft die APIs **OpenGL** (multi-platform) und **DirectX** (Windows) genutzt. Diese abstrahieren Zugang zur Hardware auf einem relativ niedrigen Level.
- Sogenannte Middleware abstrahiert weiter und vereinfacht häufig wiederkehrende Aufgaben in bestimmten Bereichen (z.B. Spieleentwicklung → z.B. Unreal Engine).
- Oft bieten Programmiersprachen auch auf die Sprache zugeschnittene Bibliotheken an (z.B. Java3D).

- Grundlagen und Algorithmen der Bildsynthese
 - Gegeben ein Modell, welche Algorithmen können benutzt werden, um ein realistisches Bild dieses Modells zu erzeugen?
 - Die besprochenen Probleme reichen von Modellrepräsentation und Datenstrukturen bis hin zu Lichtsimulation und Grafikhardware

- Zwei völlig verschiedene Zugänge zur Bildsynthese:
 - Ray Tracing
 - Rasterisierung

- Sonstige mathematische und algorithmische Hilfsmittel.

Bevor es weitergeht...

- Computergrafik muss nicht unbedingt realistische Ergebnisse zum Ziel haben...

