

Computergrafik

Winfried Kurth

BTU Cottbus, Institut für Informatik
Vorlesung WS 2003/04

1. Einleitung

"Grafische Datenverarbeitung" als Oberbegriff.

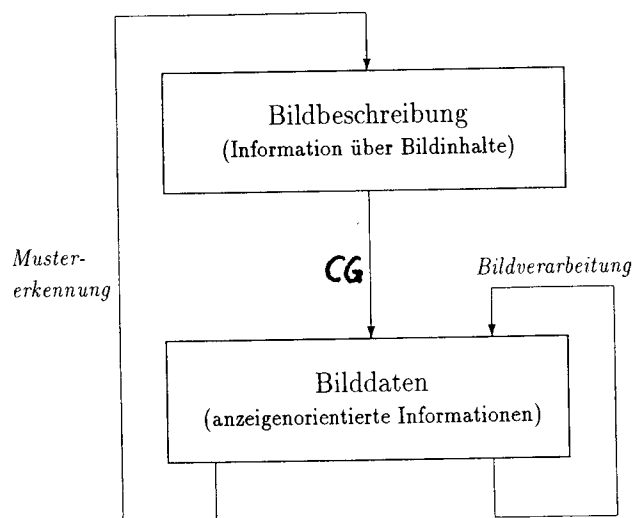
ISO-Definition von 1982: "Methods and techniques for converting data to and from graphics displays via computer".

Untergliederung der grafischen DV nach Rosenfeld:

		Ausgabe	
		Bild	Beschreibung
Eingabe	Bild	Bildverarbeitung	Bildanalyse, Mustererkennung
	Beschreibung	generative Computergrafik	(andere DV- Disziplinen)

Hier in der Vorlesung: Schwerpunktthema "generative Computergrafik", kurz **CG**.

Beziehungen zwischen den 3 Teilgebieten:



(aus Fellner 1992, modifiziert)

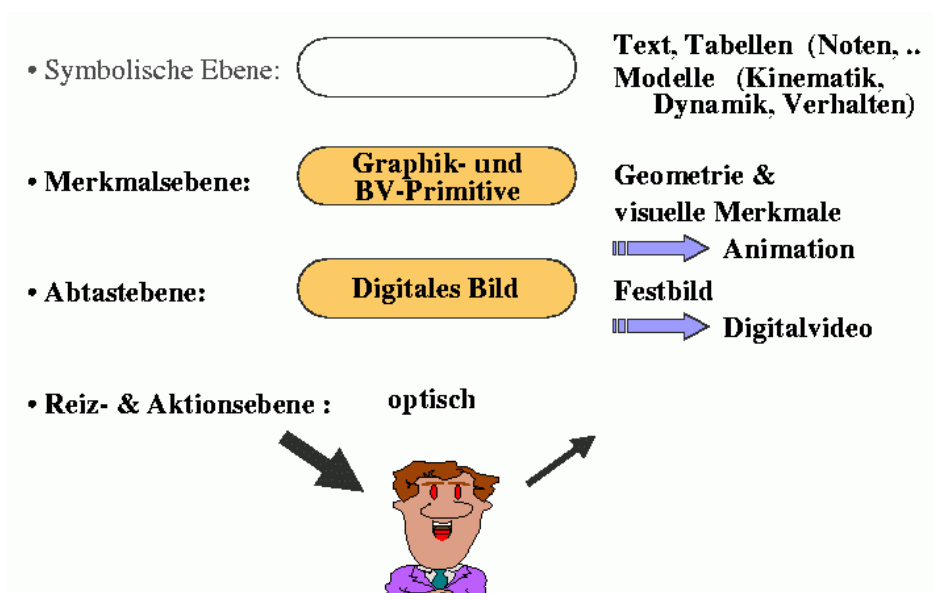
Anwendungsgebiete:

- Typographie, Druckvorlagenherstellung
- Ingenieur Anwendungen, CAX (CAD, CAM, CAE...)
- Architektur
- Kartographie (GIS)
- medizinische DV
- Training (Sichtsimulation)
- Animation, Film
- Spiele
- Kunst
- wissenschaftliche Visualisierung

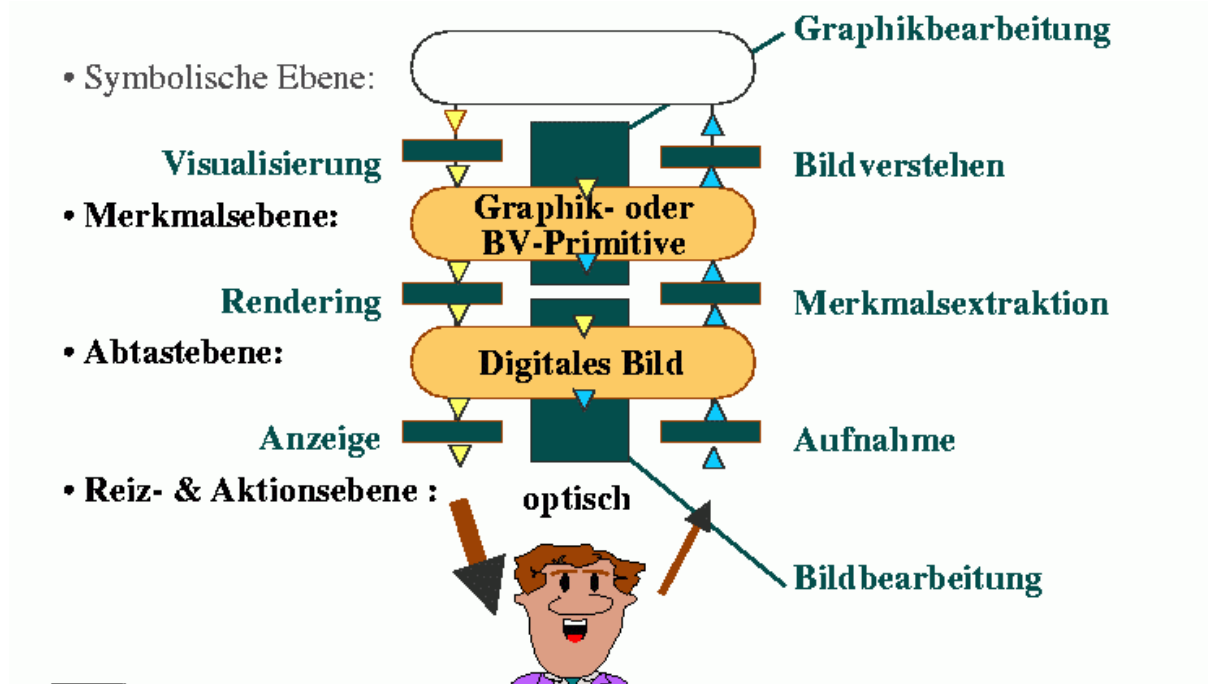
Angrenzende Technologiegebiete:

- ◆ Bildverarbeitung (BV)
- ◆ Bildanalyse, Bildverstehen
- ◆ Animation
- ◆ Multimedia
- ◆ Virtual Reality (VR)
- ◆ Screen- und User-Interface- (UI-) Design
- ◆ Visualisierung (von Daten und Informationen)

Verschiedene Ebenen der Bildinformation in der Computergrafik und Bildverarbeitung:



Dies führt auf der technischen Seite zu verschiedenen Schnittstellen zwischen den Ebenen:



(aus Krömker 2001)

Begriffsklärungen

Animation:

(1) die Gesamtheit der Methoden zur Erzeugung synthetischer *Bewegtbilder*;

(2) ein vermittels (1) erzeugtes Produkt auf *Bewegtbildmedien*.
"Zeitvariante" der CG.

Ursprünge: "animus" = Lufthauch, Atem; "animos" = beleben;
 $\alpha\nu\epsilon\mu\omicron\sigma$ = Wind, Atem.

Videocomputing:

Erzeugung, Bearbeitung, Speicherung, Übertragung von
digitalem Video.

Multimedia:

mehr als die Summe von Text, Bild, Grafik, Ton, Video;
Interaktion ist wesentlich.

Ivan Sutherland (1965):

"The screen is a window through which one sees a virtual world. The challenge is to make that world look real, act real, sound real, feel real."

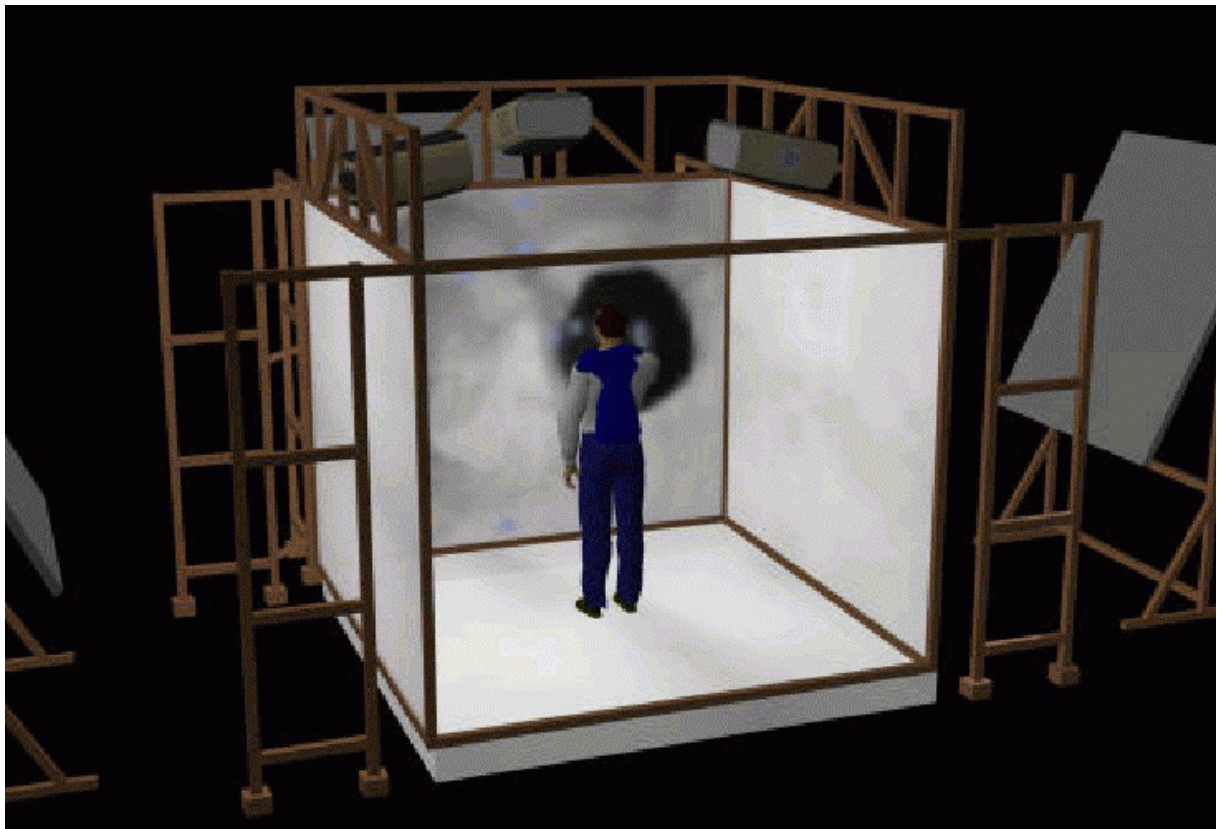
Virtual Reality (VR):

Begriff von Jaron Lanier (1987), geht zurück auf "Artificial Reality" von Myron Krueger, 1982 als Buchtitel; heute zunehmend auch: "Virtual Environments".

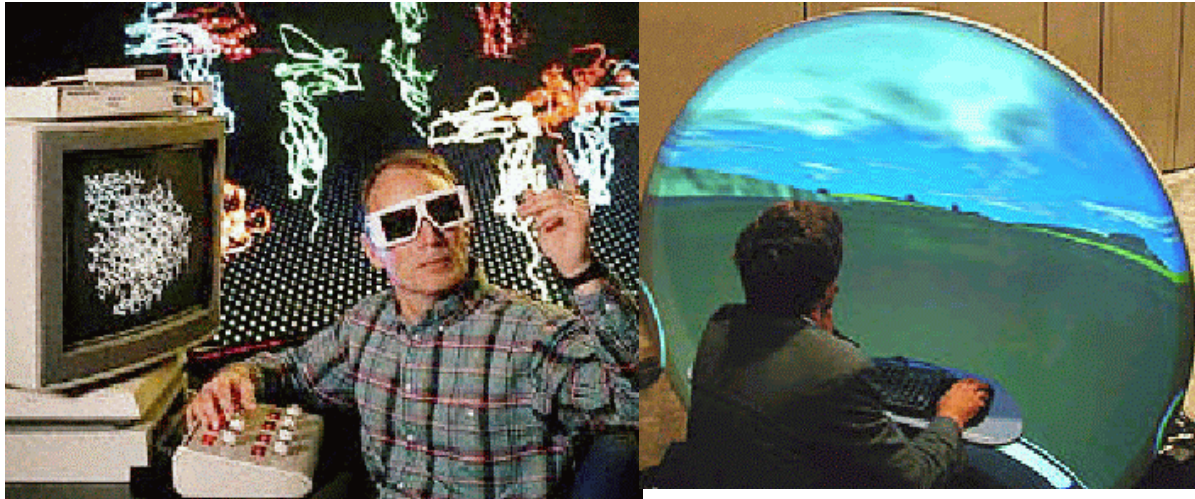
Hauptziel: Immersion = Vermittlung des Gefühls, Teil des Geschehens zu sein, eingetaucht zu sein.

Eingabegeräte: Datenhandschuh, 3D-Maus, ...

Ausgabegeräte: Head-Mounted Display, (Projektions-) Walls, Caves, 3D-Screens.



Cave (aus van Dam 2001)



Responsive Workbench (GMD) Vision Station (Elumen)
(aus van Dam 2001)

User Interface Design:

Design von Benutzungsschnittstellen.

"Gesicht" eines interaktiven Programms

Screen Design: Grafischer Entwurf, Layout. Rolle und Wirkung von Form, Farbe, Bewegung.

Interaktions-Design: Metaphern, z.B. Desktop, Drag & Drop, Point & Click, Gummiband, Schalter...

WIMP-Schnittstellen:

Windows, Icons, Menues, Pointing devices.

Visualisierung:

Verwendung von computergestützten Techniken der grafischen Datenverarbeitung, um Daten besser verstehbar zu machen oder aus den Resultaten von Messungen, Simulationen oder Berechnungen Wissen zu extrahieren.

Verwendung von optischen *Wahrnehmungsprimitiven*, um Informationen abzubilden (Form, Farbe, Textur, Zeit).

Rendering (keine adäquate deutsche Übersetzung):
Bilderzeugung am Computer aus geometrischen Modellen.
Häufiges Ziel: fotorealistisches Rendering;
Super-Fotorealismus (!)
interessanter, jüngerer Zweig, bes. in der Computerkunst:
Nicht-fotorealistisches Rendering (NPR).

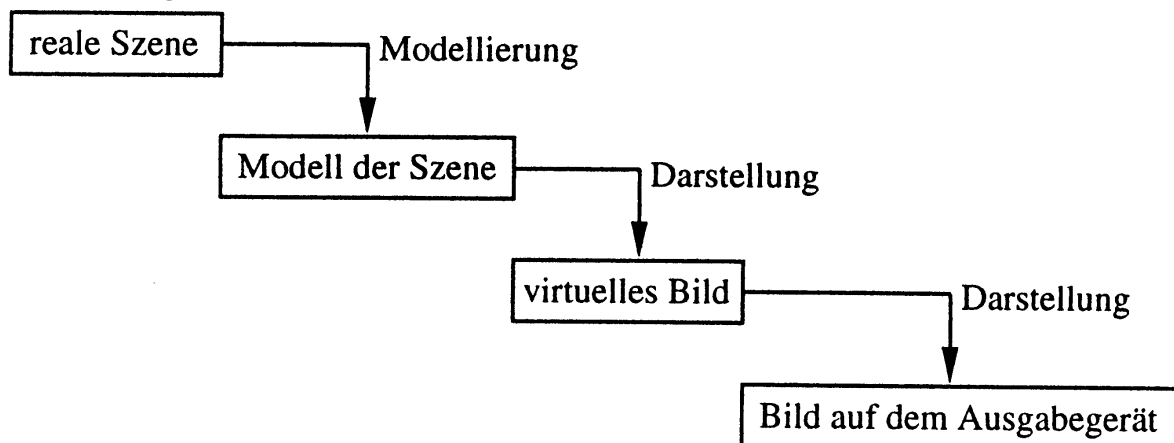
Fachliche Breite der CG:

- Hardware und Systeme
- Psychophysik des visuellen Systems, Optik, Bildwahrnehmung
- geometrische und numerische Probleme
- physikalische Modellbildung, z.B. Licht-Materie-Interaktion
- algorithmische Probleme und Optimierungen
- Design- und Gestaltungsfragen
- Softwareergonomie und -engineering

(nach Krömker 2001)

hier im Vordergrund: mathematische Grundlagen, Algorithmik.
notwendige physikal.-biol. Grundlagen, z.B. zum Farbsehen,
in der nächsten Vorlesungsstunde; Grafik-Hardware und
Speicherformate danach.

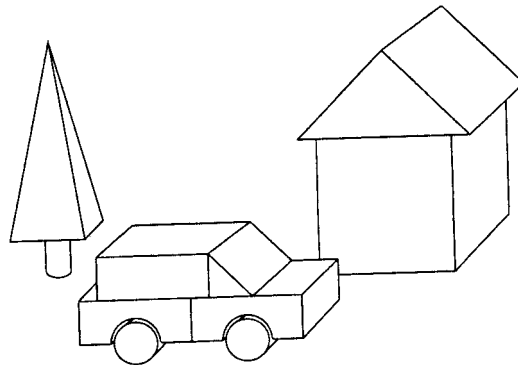
Nach diesen Einführungskapiteln befasst sich der Hauptteil der
Vorlesung mit Problemen in der "Kette" von der realen Szene
zum fertigen Bild:



Geometrie-basierte Grafik: Verarbeitungskette nach Bungartz et al. (1996)

Beispiel für 1. Schritt:

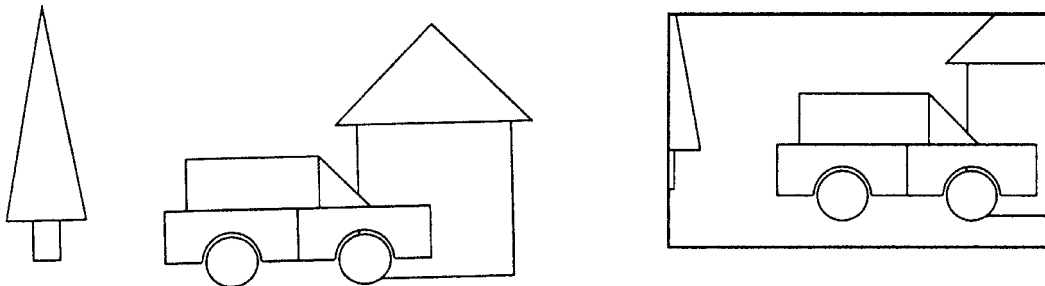
Modellierung einer Szene aus geometrischen Grundeinheiten (Primitiven)



(aus Bungartz et al. 1996)

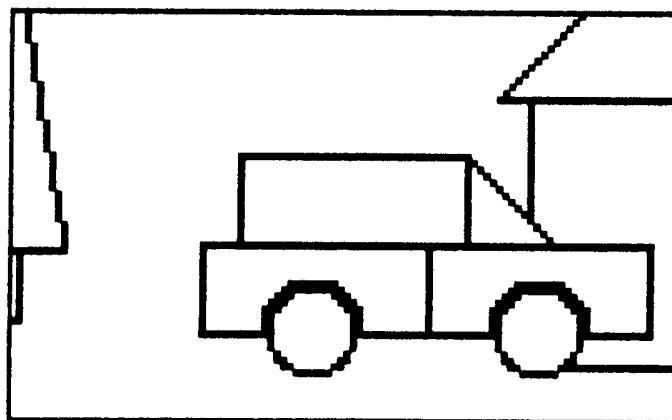
2. Schritt:

2D-Abbildung der Szene; ein Ausschnitt hiervon ergibt das virtuelle Bild (*Projektion* und *Visibilitätsrechnung*):



3. Schritt:

Rasterung für die Ausgabe auf einem Bildschirm:



(aus Bungartz et al. 1996).

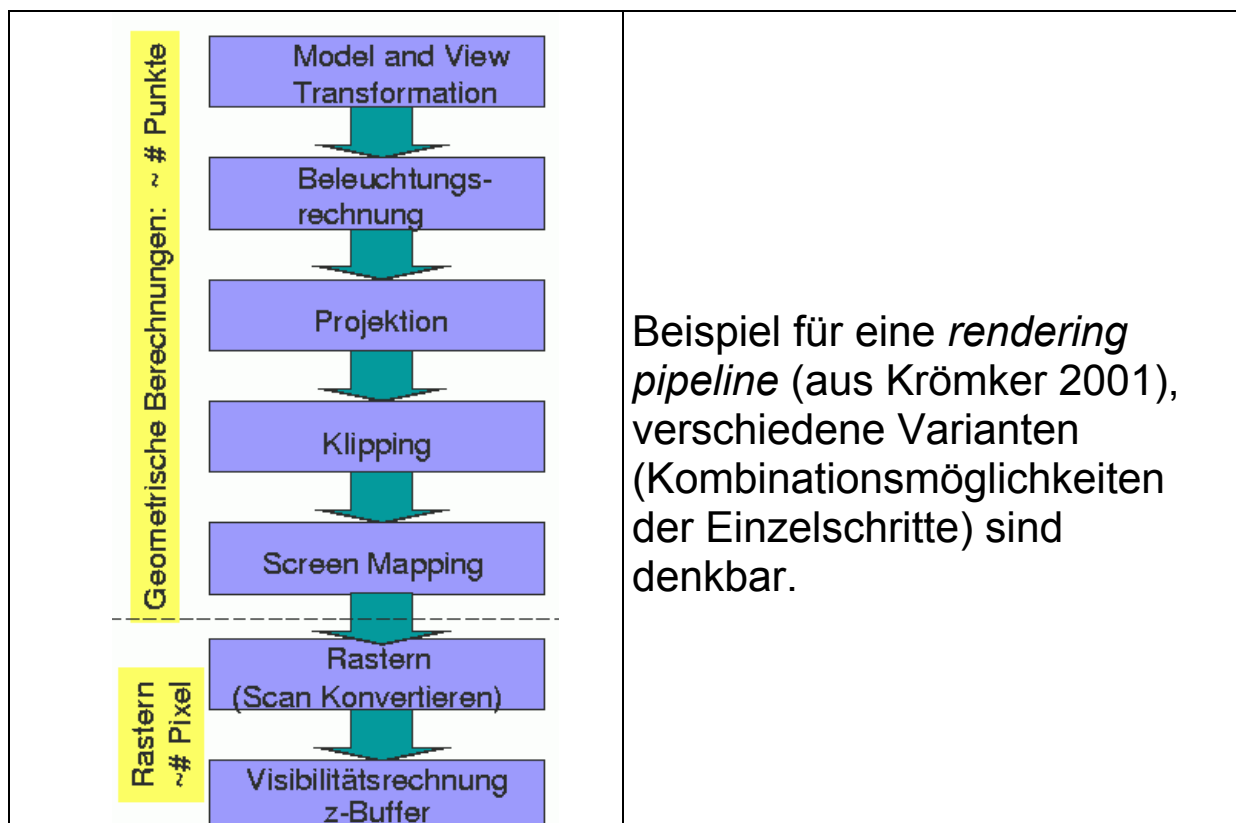
Jeder Schritt impliziert spezifische Probleme.

Genauere Auflösung des 2. und 3. Schrittes in weitere Teilprozesse:

"Rendering Pipeline"

- geometrische Transformationen (Rotation, Skalierung, Translation)
- Betrachtungstransformationen / Viewing: Projektion der 3D-Geometrie auf die 2D-Darstellungsfläche
- *visible surface determination / hidden surface removal*: Entfernen von Teilen des Modells, die zur Darstellung nichts beitragen oder von anderen Teilen verdeckt sind
- Beleuchtung und Schattierung
Beschreibung von Licht und Farbe und der Interaktion des Lichtes mit den geometrischen Objekten; Verfahren zur Berechnung der Farbe der dargestellten Bildpunkte
- Texturen und Schatten
realistischere Darstellung durch Simulation verschiedener Materialoberflächen und durch Schatten

(vgl. Schlechtweg 2001)



Alternatives Paradigma zur Geometrie-basierten Grafik:

Sample-basierte Grafik.

Kein geometrisches Modell als Zwischenschritt – direkte Verwendung "gesampelter" optischer Informationen (z.B. von Digitizern, digitalen Kameras).

Einsatz:

2D-Bildmanipulation

Beispiel:



Michele Turre: Die Künstlerin, ihre Tochter und ihre Mutter, alle im Alter von 3 Jahren (aus van Dam 2001).

Nachteil der sample-based graphics:

WYSIAYG (What You See Is All You Get): Keine Zusatzinformationen, insbes. keine Tiefeninformation, kein *Walkthrough* möglich.

In neuerer Zeit dennoch großes Interesse: Neue Bilder werden aus alten konstruiert durch Interpolation (*Morphing*), Komposition, Verzerrung usw.

Weitere Unterteilung:

2D- und *3D-Computergrafik.*

Wir werden zunächst mit 2D-Grafik beginnen.

Mathematische Werkzeuge:

Vektoren und Matrizen

Lineare Gleichungssysteme

Ähnlichkeitstransformationen, affine und projektive Abbildungen

Polynome

1. und 2. Ableitung

Topologie

Graphentheorie

Fraktale

(...)

Geschichtlicher Überblick

(nach Krömker 2001)

Entwicklung der Gerätetechnik als wesentlicher treibender Faktor

50er Jahre	Kathodenstrahlröhre zur Bildausgabe unter Computersteuerung (Oszilloskop) Kalligrafische (Vektor-) Displays (x,y-Schreiber) Lichtgriffel zum Ansprechen von Bildschirm-Punkten
1959	erstes computergestütztes Zeichensystem DAC-1 (<i>Design Augmented by Computers</i>) bei General Motors / IBM
1961	<i>Sketchpad-System</i> (Sutherland, PhD 1963) enthält alle Schlüsselemente eines interaktiven Grafiksystems
1961	Steve Russel (MIT) entwickelt erstes Video-Game, <i>Spacewar</i> , auf einer DEC PDP-1
1969	Alan Kay (Xerox) entwickelt den Prototyp der grafischen Benutzungsschnittstelle, Verwendung später bei Apple (Lisa, Mac...)

1971	Bézierkurven werden bei Renault eingesetzt, CAD-Systeme
1970–75	GINO (van Dam): geräteunabh. Ein-Ausgabe-system (logische Ein-Ausgabe-Geräte, normalisierte Gerätekoordinaten). Basis für spätere internat. Normen (Standards): CORE, GKS, PHIGS, CGI.
1982	Entwicklung von PostScript (Adobe Systems Inc.) als geräteunabhängige Interpretersprache für 2D-Druckgrafiken
1985	GKS (Grafisches Kernsystem)
1986	X Window System (de facto-Standard unter Unix)
1987	PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)
1987	CGM (Computer Graphics Metafile)
1988	CGI (Computer Graphics Interface)
1994	VRML (Virtual Reality Markup / Modeling Language) wird als internetfähige Modellierungssprache für dynamische 3D-Strukturen initiiert.