

LFE Medieninformatik • Prof. Dr. Ing. Axel Hoppe

# 3D-COMPUTERGRAFIK UND –ANIMATION

historischer Kontext – Fortsetzung



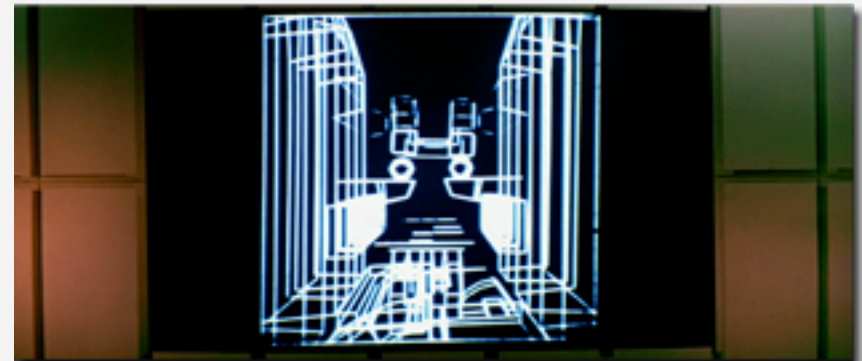


- 1974 „Hunger (La Faim)“:
  - von Peter Foldes, 11 min Dauer
  - Parabel über Kontrast zwischen Nahrungsüberfluss und Hunger von Millionen
  - erster, vollständig mit Hilfe des Computers animierter Film





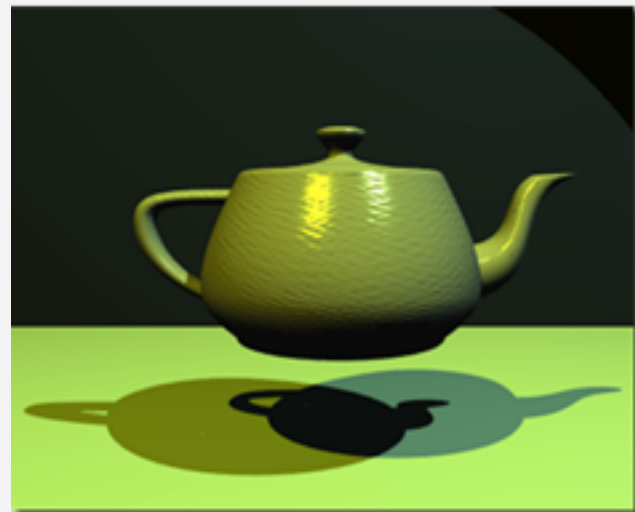
- 1976 „Future World“: Erste Anwendung von Computergrafik in einem Kinofilm: Eine Drahtgitter-Hand von Edwin Catmull
- 1977 „Star Wars—A New Hope“: schematische Darstellung und Animation des Todessterns





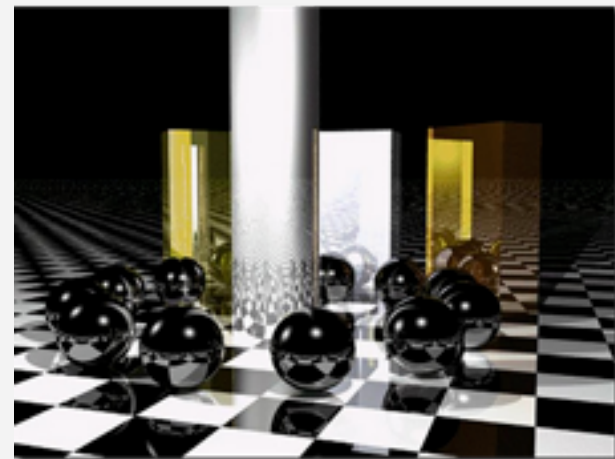
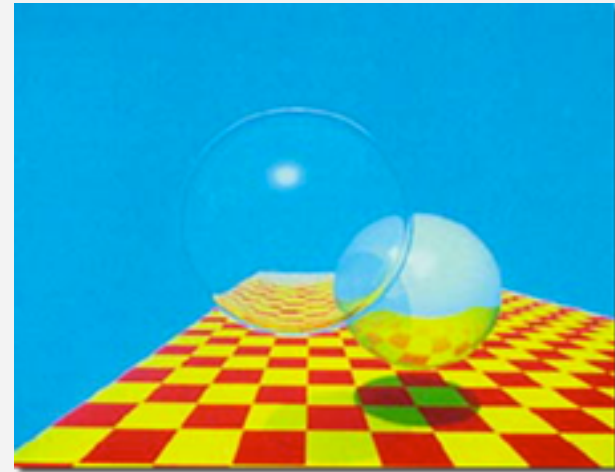
- Graphische Unterprogrammpakete (PLOT10, CAL-Comp)
- kommerzielle Raster-Displays
  - 512 × 512 Pixel,
  - 8 Bit pro Pixel,
  - Preis ca. 100.000 DM

- Shading-Verfahren (Gouraud 1971, Phong 1975)
- Texturierung (Catmull 1974)
- Beleuchtungsverfahren (Phong 1975, Blinn 1977)
- 1975 legendärer Utah Teapot
- Schattenwurf (Crow 1977)





- 1977 Erste Vorschläge zur Standardisierung von Grafiksoftware – CORE
- 1979 Erstmalige Darstellung von Spiegelung, Reflexion und Transparenz mit dem Raytracing-Verfahren
- 1979 Gründung der Computergrafik-Abteilung von LucasFilm durch George Lucas

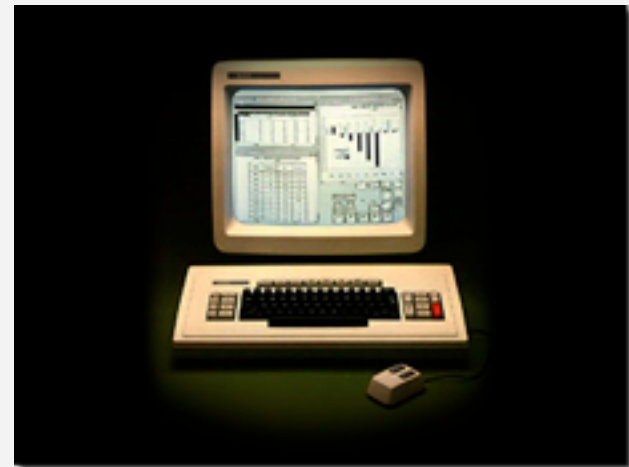




- 1980 „Vol Libre“
  - von L. Carpenter, Boeing
  - gezeigt auf der SIGGRAPH'80
  - Flug durch fraktale Landschaft
  - ausgeschlossen von der Jury der SIGGRAPH'80



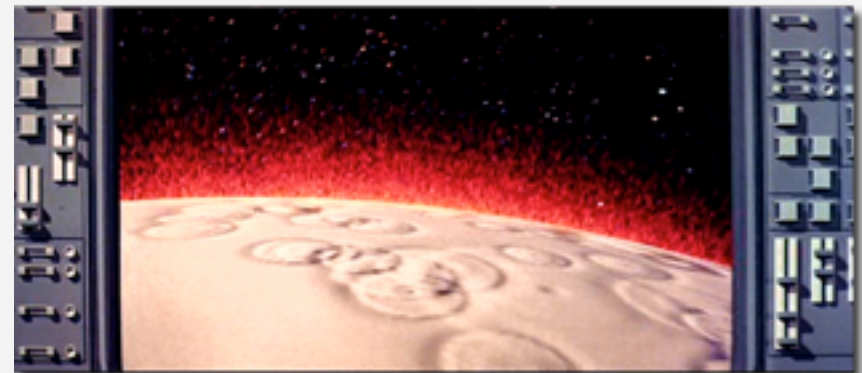
- 1981
  - Der „Xerox Star“
  - mit grafischer Benutzungsoberfläche, Fensterverwaltung und Desktop-Metapher



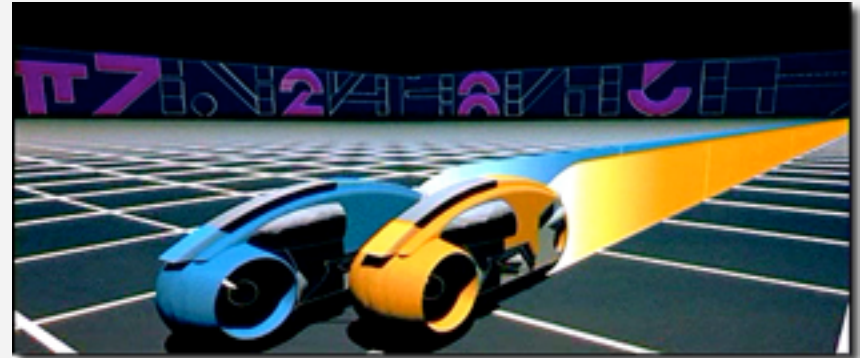




- 1982 „Star Trek II: Der Zorn des Khan (The Wrath of Khan)“
  - Erste vollständig computererzeugte Sequenz in einem Kinofilm
  - Landschaftsgenerierung
  - Partikelsystem für die Genesis-Sequenz



- 1982
  - „Tron“
  - ca. 30 min Computer-Animationen
- 1984
  - „The Last Starfighter“
  - Computergrafik von Digital Productions



- 1981 Erstes Rendering-System REYES („Rendering Everything You Ever Saw“ von Loren Carpenter für LucasFilm, wird später u. a. zu Renderman weiterentwickelt)
- 1982 Gründung Silicon Graphics Inc. (SGI), J. Clark, (Entwicklung von Hochleistungsrechnern für grafische Anwendungen)





Kleiner Exkurs

# GRAFIK-HARDWARE IN DEN 1980ER JAHREN



- SGI: Workstations mit Spezialisierung auf interaktive Computergrafik
- Trennung zwischen CPU und Grafik-Subsystem
- CPU:
  - RISC: „Rechnen mit **reduziertem** Befehlssatz“
  - CISC: „Rechnen mit **komplexem** Befehlssatz“

- Prozessor mit RISC-Architektur:
  - kleiner (reduzierter) Befehlssatz
  - die Befehle können weniger, sind aber dadurch schneller verarbeitet
- Prozessor mit CISC-Architektur:
  - großer Befehlssatz
  - Befehle können mehr (komplexer), werden dadurch aber langsamer verarbeitet

- 1982: Gründung von SGI
- 1984: IRIS 1000
  - grafisches X-Terminal
  - Motorola 68000-Mikroprozessor
  - IRIX-Betriebssystem
  - 8 MHz
  - \$ 37.500,-

- Iris 1000



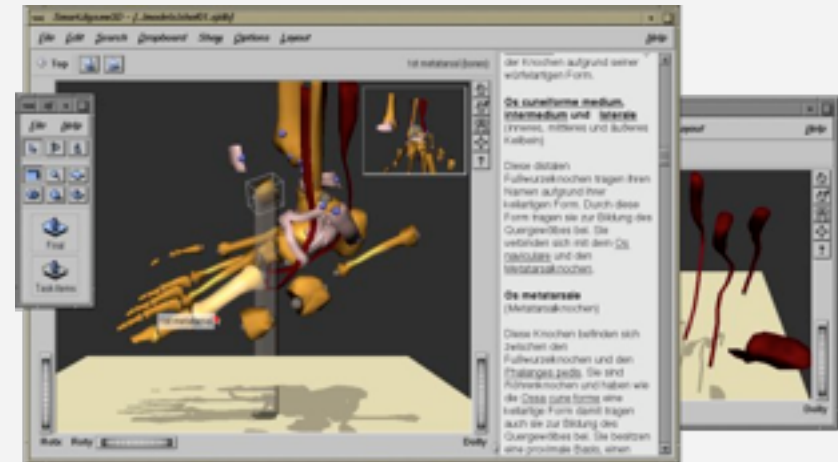


- Indigo
- gedacht als Desktop-Lösung

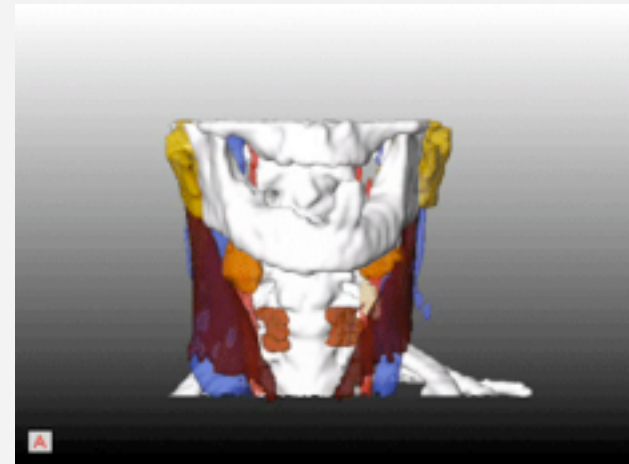
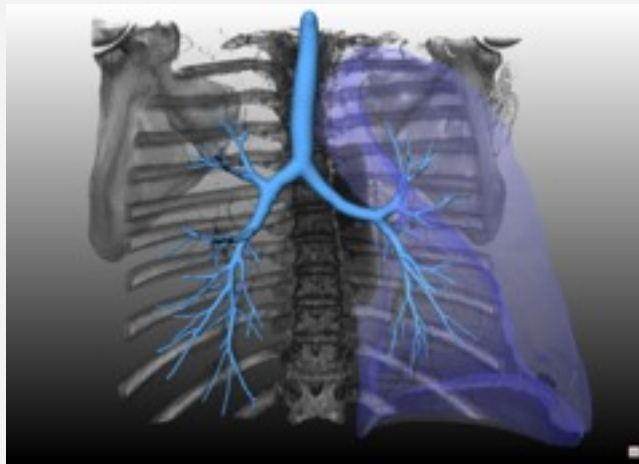


- Onyx 2
- Komplexe Visualisierungen
- Kino – Beispiel  
„Independence Day“

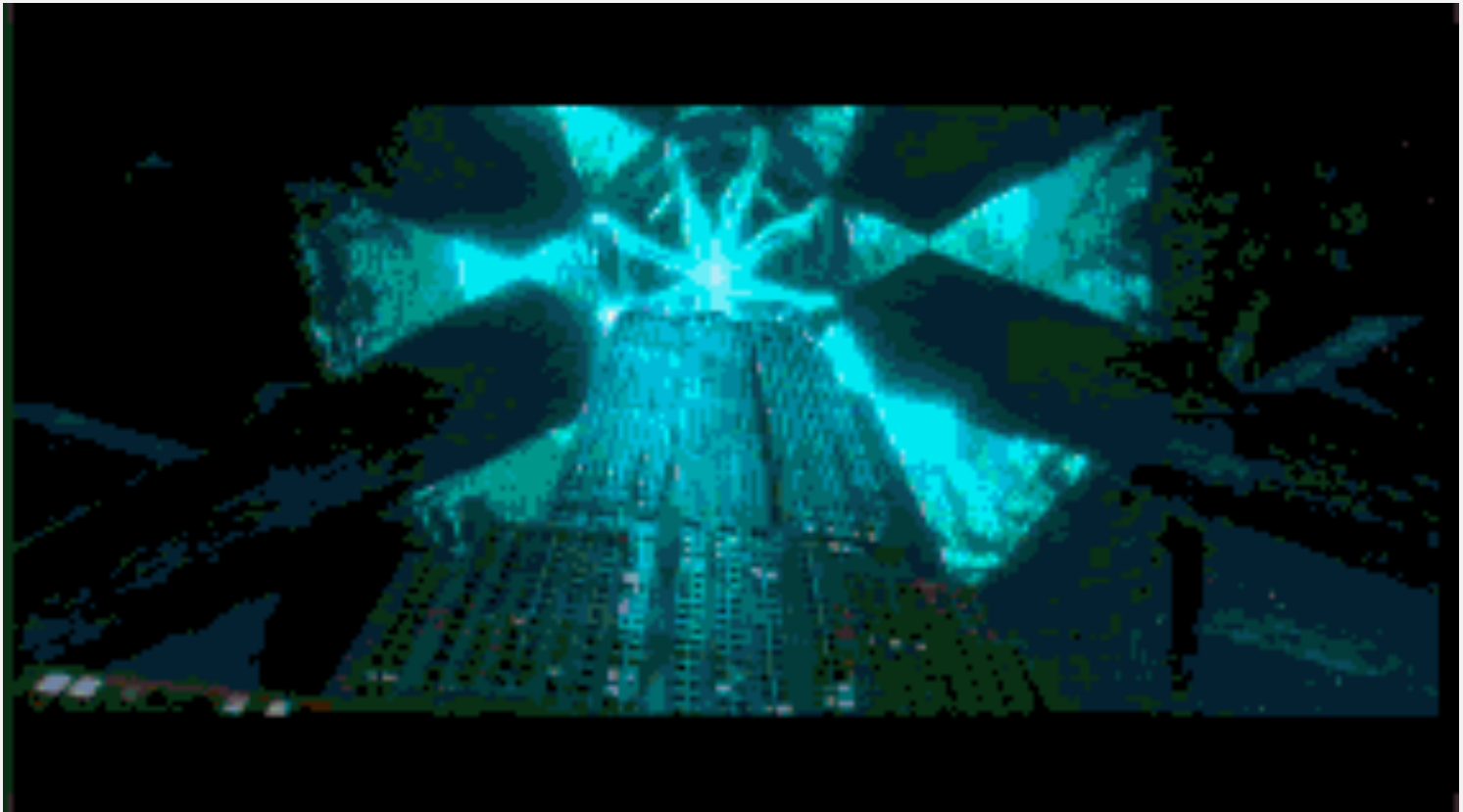




- Betriebssystem Irix
- Low-Level-API Irix GL, später Open GL
- High-Level-APIs wie Open Inventor



- komplexe interaktive Visualisierungen
- komplexe
  - 3D-Konstruktionen,
  - Animationen mit Previews in Echtzeit-3D und
  - Renderings



„Independence Day“



### 320 Visual Workstation

- Single Pentium III
- 550 MHz
- 128 MB
- 10.1 GB
- DM 6.850,-
- schwächer als Onyx2



Origin 3800 Hochleistungsserver

- 2003:
  - die Origin-Linie wird von der Altix-Linie abgelöst
  - Itanium-Prozessoren von Intel
  - Angepasstes Linux statt IRIX: Altix 4700





Altix 4700 im LRZ

- 2004:
  - Verkauf von Alias mit 3D-Software Maya
- 2005:
  - sinkende Umsätze und Gewinne
  - Aktie von der Börse genommen

- 2006:
  - Mai: Gläubigerschutz
  - Oktober: von Gläubigerschutz befreit: Konzentration auf Server, die unter Linux betrieben werden



- Apollo
- Gründung 1980
- einer der ersten Hersteller
- 1981: DN100
  - Aegis
  - 680x0

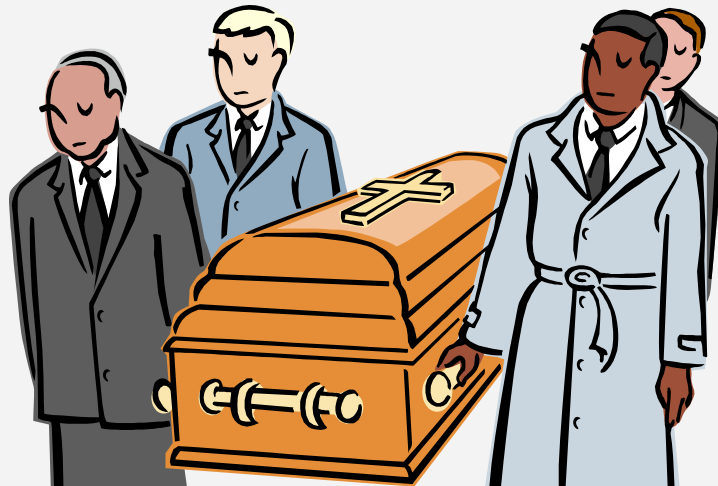
- 1984 DSP160
  - keine 680x0-Mikroprozessoren, sondern 32-Bit Bit-Slice CPU
- 1988 DSP10000
  - mit RISC-Architektur
  - teilweise Vorreiter für PA-RISC von HP

- 1980-1987: Sehr bedeutender Hersteller vernetzter Workstations
- Ende der 80er: Finanzielle Probleme
  - Apollo wird für 475 Millionen USD von Hewlett-Packard übernommen
  - Zusammenführung beider Techniken

- Apollo  
HP 9000 Serie 700
- erfolgreichster Vertreter der  
Serie



- Preis-Leistungsverhältnis: PC der Workstation überlegen
- Ende der Workstations







# APPLE I

- Erstmals Tastatur, anstelle der Schalter wie bei Altair
- Fernseher wird als Video-Terminal genommen
- Der gesamter Rechner befindet sich auf einer Platine
- Da es keine billige RAMs verfügbar sind, wird ein Shift-Register benutzt um den Text auf dem Bildschirm darzustellen
- 8 KByte DRAM, 4 KB für BASIC, 4 KB stehen dem User zur verfügung
- Da es BASIC Programme laufenlassen kann, sorgt der Apple 1 für viel Aufregung und wird über 220 mal verkauft

# APPLE I





# APPLE II

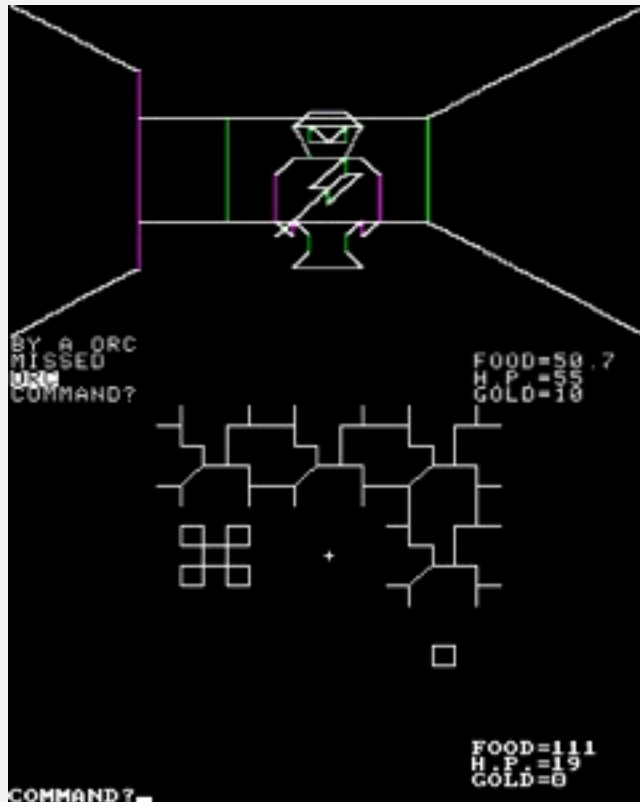
- Im Jahre 1977 erscheint die nächste Generation, Apple 2
- Farb- und Soundunterstützung wurden eingebaut
- Per Slots erweiterbar
- Auch Speicher auf 48 KB zu erweitern wird möglich
- Programmer's Aid #1

# APPLE II



Akalabeth

Ultima II





- Bis heute der bestverkaufte Heimcomputer mit über 17 Millionen Geräten
- Äußerlich an VIC20 angelehnt
- Auflösung 320x200
- 16 Farben
- 64 KByte RAM
- SID (Sound Synthesizer Chip) ist ein absolutes Highlight
- 1986 C64C (in Deutschland C64-II)
- August 1987 C64G
- Die Unterschiede zum ersten Modell sind minimal



© Erik Klooster

Pacman

Pharaohs Curse





- 1982 beginnt eine kleine Firma Amiga Inc. auf Basis von 68000 eine Videospielekonsole zu entwickeln
- Amiga kann 1984 keine neue Investoren finden und steckt in finanziellen Schwierigkeiten
- Commodore kauft dem ehem. Chef Tramiel die Amiga vor der Nase weg
- Der neuer Rechner AMIGA 1000 wird am 23.7.85 vorgestellt





- Mit C64 landet Commodore einen Hit; in nur zwei Jahren verkauft sich der Computer über 4 Millionen mal weltweit
- Bis heute der bestverkaufte Heimcomputer mit über 17 Millionen Geräten
- Äußerlich an VIC20 angelehnt
- Auflösung 320x200
- 16 Farben
- 64 KByte RAM
- SID (Sound Synthesizer Chip) ist ein absolutes Highlight
- 1986 C64C (in Deutschland C64-II)
- August 1987 C64G
- Die Unterschiede zum ersten Modell sind minimal





- ZX80 ist für Personen die Programmieren lernen wollen
- Es wird sofort ein Erfolg
- Vermarktung in den USA
- Bis September 1980 über 20.000 Geräte verkauft
- 16 KByte Erweiterung



- Im März 1981 vorgestellt
- Neue Chiptechnologie ermöglicht Sinclair Preis auf £69,95 bzw. £49,95 als Bausatz zu senken
- Besitzt Gleitkommatafunktionalität, was jedoch Simuliert wird
- ZX81 hat verbesserte Videodarstellung
- Bis Januar 1983 werden 300.000 Stück weltweit verkauft
- Mitte 1982 darf die Firma Times Clone für amerikanischen Markt produzieren
- Dies führt zu Produktion von hunderten Programmen, Bücher, Speichererweiterung etc. für den Sinclair

# ZX81



© Erik Klooster



- Spectrum erscheint in zwei Varianten: 16KByte RAM für £125 und 48KByte RAM für £175
- 8 Farben in zwei Helligkeitstufen
- 1 Kanal-Soundgenerator
- 156 × 192 Auflösung
- Verbessertes BASIC
- Spectrum kann mit allen anderen Homecomputer auf dem Markt konkurrieren
- Bis Februar 1983 werden 200.000 Stück verkauft; nach Ostern sind es 12–15.000 pro Woche allein in England
- 1984 erscheint Spectrum+ mit verbesserter Tastatur
- 1985 Spectrum 128 mit 128 KByte Speicher und Dreikanal-Soundchip



Spectrum

Spectrum+





# ATARI: DIE MODELLE: 400 UND 800



- 1978 bringt Atari gleich zwei neue Computer heraus: Atari 400 und 800
- Basiert auf den Mikroprozessor 6502 mit 1,8 MHz
- 400 mit 16 KByte und Folientastatur
- 800 mit 48 KByte und Schreibmaschinentastatur
- Beide besitzen 10 KByte ROM
- 16 Farben in 16 Helligkeitsstufen
- 40 Spalten x 24 Zeilen in 320x192 Pixeln
- Und (!) 4-Kanal-Sound

## MODELLE 400 UND 800

Hier die englische Werbung  
aus dem Jahre 1983.



**More K's.**

ATARI 800,™ no price increase, upgraded from 16K to **48K RAM.**

**Less £'s.**

ATARI 400,™ reduced from £199.99 (SRP inc. VAT) to **£159.99.**

## DIE ATARI-XL-SERIE



- Im Jahr 1983 bringt Atari drei neue Computer heraus: 1200XL, 600XL und 800XL
- Die 600XL und 800XL sind aufgrund ihrer Kompatibilität zu 400 und 800 erfolgreicher
- 600XL hat 16 KByte RAM (auf 64 erweiterbar)
- 800XL hat 64 KByte
- Der Unterschied zur Vorgänger liegt in verbesserten Betriebssystem

Screenshots aus den Spielen  
Jumpman und The Goonie.





- 1983 J. Lanier (Atari Research Center) entwickelt Datenhandschuh
- 1984 Globale Beleuchtungs-Simulation mit Radiosity (Goral, Nishita)
- 1984 Gründung Wavefront Technologies für Animations-Software

- 1985 Gründung von VLP durch J. Lanier, zur Entwicklung erster kommerzieller Virtual-Reality-Produkte
- 1985 GKS – erster grafischer ISO-Standard (1988 GKS-3D)
- 1986 Gründung von Pixar durch Ed Catmull und A. R. Smith nach Abspaltung von Lucas Film



- 1986 „Luxo Jr.“ von Pixar: Erster Computergrafik-Kurzfilm, der für einen OSCAR nominiert wird
- 1986 Pixars RenderMan wird Industrie-Standard
- 1987 „Rendez-vous à Montréal“ Marilyn Monroe und Humphrey Bogart werden digital wiederbelebt



- 1986 „Flight of the Navigator“ von Randal Kleiser, erstmalig Nutzung des Reflection Mappings
- 1988 „Tin Toy“ von Pixar – erster Computergrafik-Film, der einen Oscar gewinnt, Kategorie: Bester animierter Kurzfilm



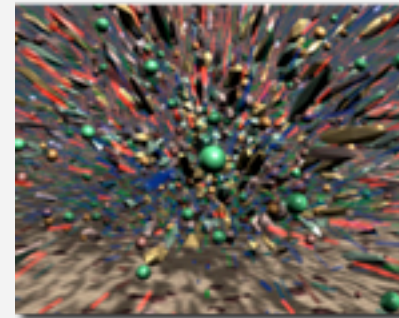


- 1989 „The Abyss“ von James Cameron
- ILM stellt dabei die Szene mit der Wasser-Kreatur her, welche die Gesichter der Mannschaft imitiert
- 1989 „Indiana Jones und der letzte Kreuzzug (Indiana Jones and the Last Crusade)“:
- Erster Kinofilm, in welchem Compositing vollständig digital ist





- 1989 Einführung von Motion Capturing durch Jim Henson, Nutzung mechanischer Eingabegeräte für Computeranimation
- 1991 „Panspermia“ von Karl Sims: Bahnbrechende prozedurale Animationen; Wälder und Partikelsysteme





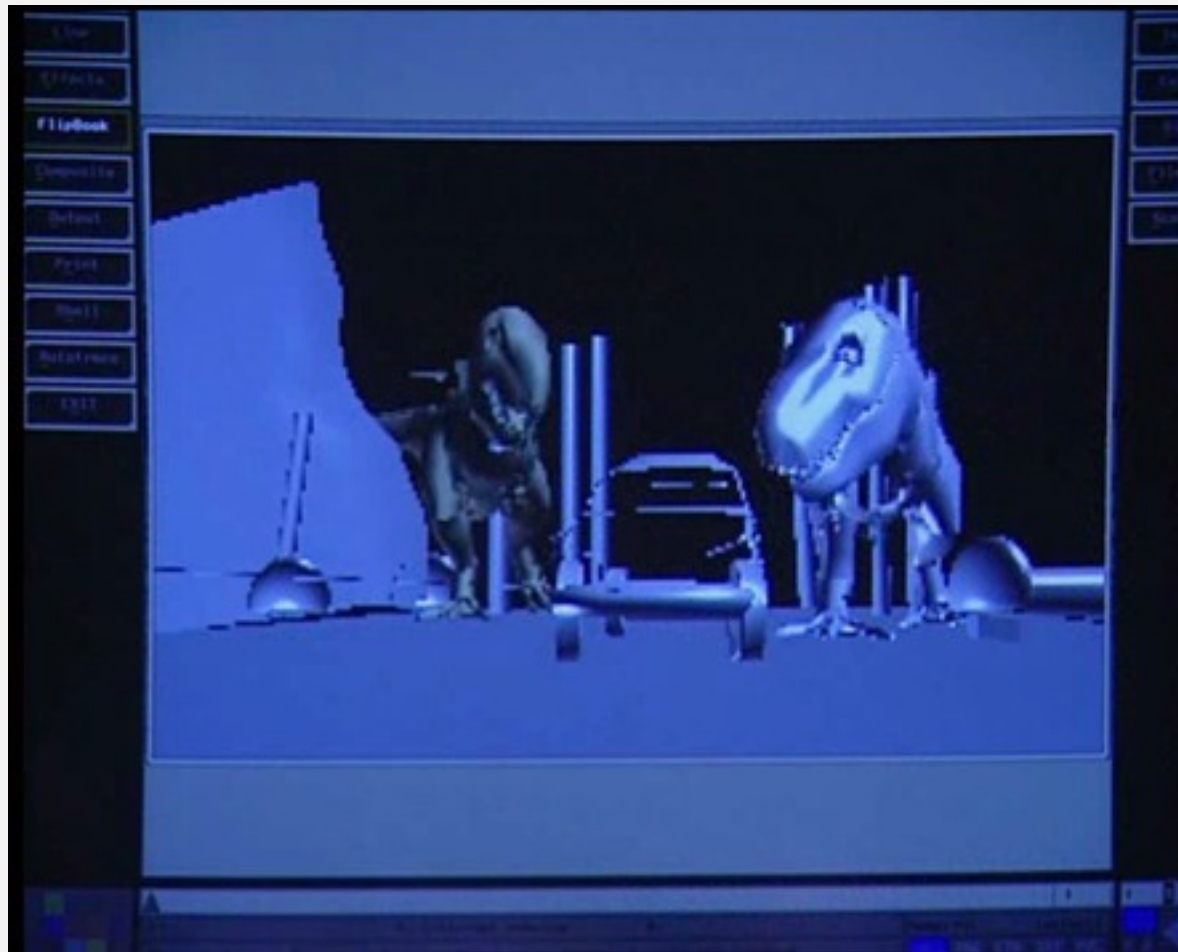
- 1991 „Terminator 2“, computergenerierte Spezialeffekte bei Animation des „T1000“
- 1992 „Death Becomes Her (Der Tod steht ihr gut)“: Fotorealistischer Austausch von Haut und Körpern





- 1993 „Jurassic Park“
  - von Steven Spielberg
  - anstelle der ursprünglich geplanten Animatronik werden Computeranimationen für die Dinosaurierszenen eingesetzt

# GESCHICHTE



- 1995: „Toy Story“, Pixar
  - erster vollständig computeranimierter Film
  - Rendering: 800.000 Stunden Berechnungszeit für 70 Minuten Film auf 177 Sun Sparc 20



# GESCHICHTE: TOY STORY



- Problem: Überzeugende Ausleuchtung
- Lösung: Gestalten mit Licht
- Zahlreiche Herausforderungen, wie z. B. überzeugende Pflanzen



# GESCHICHTE: TOY STORY



- „Toy Story“ ist 79 Minuten lang,
- besteht aus 114.240 gerenderten Frames (Einzel-Bildern),
- jeder Frame hat eine Auflösung von  $1.526 \times 922$  Pixeln,
- insgesamt besteht der Film aus 1.635 Kamera-Shots,
- es wurden mehr als 400 Modelle für Charaktere, Häuser, Autos, etc. erstellt,
- das fertige Werk verfügt über 160 Mrd. Pixel,
- das macht über 600 Mrd. Bytes;



# GESCHICHTE: TOY STORY



- insgesamt wurden 34 Terabytes Renderman-Files (Modelldaten) zum Rendern benötigt,
- 4,5 Millionen Zeilen Code beschreiben die Szenenobjekte,
- 25.000 Storyboard-Zeichnungen bildeten die Grundlage für den Film,
- 300 vernetzte Sun Workstations rechneten 24 Stunden am Tag insgesamt 800.000 Maschinenstunden,
- 110 Leute bei PIXAR arbeiteten an dem Film, davon 28 Animatoren.



- 1996:  
„Dragonheart“ (Universal):
  - bahnbrechende  
Computergrafik-Character-  
Animation
  - Lippen-Synchronisation
  - Grimassieren analog zum  
Synchronschauspieler Sean  
Connery

- 1995 „Jumanji“ (Tri-Star): Weiterentwicklung im Bereich Haarsimulation, Integration Realfilm/Computergrafik
- 1996 „Twister“: Wetter-Effekte und Tornados

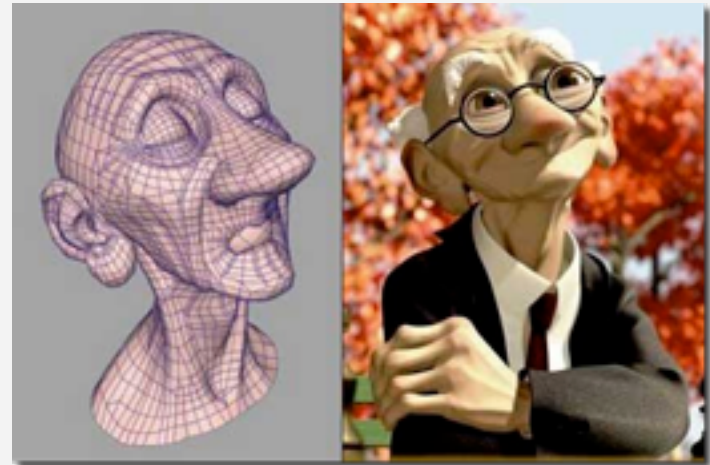




- 1997 „Titanic“:
  - Einsatz von Motion-Capturing für Menschenmengen-Simulationen
  - Einsatz einer so genannten Rendering-Farm, erstmalig auf PC-Basis unter Linux



- 1997 „Geri’s Game“:
  - Erste Anwendung von Subdivision-Surface-Technologie
  - Oscar für den besten animierten Kurzfilm 1997





- 1998 „Antz“ (PDI): Software zur Facial Animation, Crowd-Simulation, Wasser-Effekte; Abstimmung der digitalen Charaktere mit Synchronschauspielern
- 1999 „Das große Krabbeln (A Bug's Life)“: Prozedural erzeugte Pflanzen, Windsimulation



- 2001 aufwändige und sehr überzeugende Gesichtsanimationen von virtuellen Charakteren im Film „Shrek“





- 2001 „Final Fantasy – The Spirit Within“
  - erster komplett computeranimierter Spielfilm mit realistischen virtuellen Charakteren
  - Produktion des Films dauerte ca. 4 Jahre
  - etwa 170 Computeranimatoren
- 2005 „Final Fantasy – Advent Children“







- John Dingliana: *Ray-tracing*. University of Dublin, Department of Computer Science, Power-Point-Präsentation, Dezember 2006. <https://www.cs.tcd.ie/John.Dingliana/Lab4.ppt>.
- Foley, van Dam, Feiner, Hughes: *Computer Graphics, Principles and Practice*. Zweite Auflage, Addison Wesley. ISBN 0-201-84840-6.
- Heidrun Schumann: *Computergraphik 1*. Universität Rostock, Vorlesungsskript, Juli 2005.
- ACM SIGGRAPH Education Commitee. WWW-Präsentation, Dezember 2006. <http://education.siggraph.org/>.
- Nadia Magnenat-Thalmann und Daniel Thalmann: *Handbook of Virtual Humans*. Wiley & Sons, 2004. ISBN: 0470023163.
- *The Internet Movie Database*. WWW-Präsentation, Dezember 2006. <http://www.imdb.com>.
- *Wikipedia-Lexikon*. WWW-Präsentation, Oktober 2006. <http://de.wikipedia.org/>.
- Swen Jurić: *Workstations*. MEDIADESIGN-Hochschule, Power-Point-Präsentation, März 2007.