



Virtuelle Realität und physikalisch- basierte Simulation



G. Zachmann
Clausthal University, Germany
cg.in.tu-clausthal.de



(Gruppen-)Aufgabe

- Was verbinden Sie mit Virtueller Realität?
- Wissenschaftliche Inhalte?
- Anwendungen?
- Gesellschaftliche Auswirkungen?

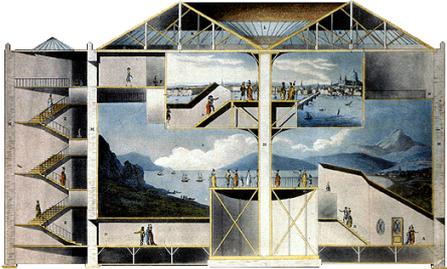
G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 2

- "[Diese] sind überhaupt eine der glücklichsten Erfindungen unserer Zeit. [...] Was vor Jahren Hunderte von Pfund gekostet hätte, ist jetzt für ein paar Schilling zu haben [...]. Ein vollkommener Eindruck und das ohne endlose Formalitäten, Ungeziefer, schlechtes Wetter und eine 1200-Meilen-Reise. [An diesen läßt sich ohnehin] gründlicher Lernen als im Original ..."
- Worum handelt es sich hier? ...
- Um das *Panorama* ! ...
[1824, Blackwood's Edinburgh Magazine]



Encyclopædia Britannica

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 3



Cross section of Robert Barker's Panorama, Leicester Square, London, 1789




Bourbaki Panorama in Luzern

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 4

The 2-minute Introduction to VR



(Ursprünglich eine "60 second introduction to VR" ©
Quelle: www.ndt-for-wimps.org; Fh-IGD)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 5

Voraussetzungen

- Mathematik, 1. Semester
- Ein wenig Programmieren (Java oder Javascript oder C/C++)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 6

Übersicht

1. Intro, Applikationen
2. VR-Frameworks, VRML / X3D
3. Geräte
4. Systemüberblick
5. Stereo-Rendering
6. (Korrektes Rendering: Tracking-Korrektur, Filterung, Latenz, Rendern mit konstanter Framerate)
7. Einfache Interaktion: Gestenerkennung, Navigation, Selektion, ...
8. Komplexere Interaktion: WIM, Action-at-a-Distance, ..
9. Kollisionserkennung
10. Force-Feedback
11. Sound-Rendering
12. Computer-Vision-basierte Interaktion
13. Physikalisch-basierte Simulation (Feder-Masse- / Partikel-Systeme)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 9

Ziel der Virtuellen Realität

- Effizientere Human-Computer-Interaction (HCI)
 - "post WIMP interfaces"
- Bessere User-Performance



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 10

Was ist VR?

Steve Bryson:

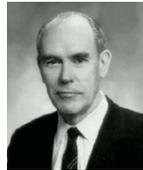
*Virtual Reality (VR) refers to the use of three-dimensional displays and interaction **devices** to explore real-time computer-generated environments.*

Carolina Cruz-Neira:

***Immersive, interactive, multi-sensory** computer-generated experiences.*

Ivan Sutherland, 1966:

*Indeed, in the **ultimate display** one will not look at that world through a window, but will be immersed in it.*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 11

Myron Krueger:

*The promise of artificial realities is not to reproduce conventional reality, or to act in the real world. It is precisely the opportunity to create **synthetic realities**, for which there are no real antecedents, that is exciting conceptually, and ultimately important economically.*

Lynne Dittmar:

*VR **emulates the information** presented to the human visual (aural, tactile) system by the “real world”.*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 12



Kommunikationstheoretisch:

*Ein **Medium** für Kommunikation, bestehend aus synthetischen Räumen und den Menschen als gleichberechtigten, integralem Bestandteil eines digitalen Systems.*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 13



Was ist VR *nicht* !

David Mizell:

Jedes Computergraphik-System nach 1990. ☺

Fertigungsindustrie (insbes. Manager):

Visualisierung von Simulationen, bzw. interaktive 3D-Computergraphik.

Multimedia:

*QuicktimeVR
VRML*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 14

David Blatner:
Virtual Reality is a way for humans to visualize, manipulate and interact with computers and extremely complex data.

Business Week:
Virtual Reality is a new tool to amplify the mind.

William Gibson (Neuromancer):
Cyberspace.



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 15

Marketing:

Ist der Kunde gegenüber neuer Technologie aufgeschlossen?
Ja → es ist VR;
Nein → es ist *nicht* VR;

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 16

Hip, hype, hop

- Siggraph 95
- Schicksal der KI
- Medien (Fernsehen, populärwissenschaftliche Zeitschriften)
- Science Fiction: Brave New World, Fahrenheit 451, Neuromancer, Snowcrash, Idoru, The Hacker and the Ants, Otherland, Star Trek [Holodeck], ...
- Hollywood (Lawnmower Man, Total Recall, ..)
- Gefahr gebannt, in der Autoindustrie etabliert



Johnny Mnemonic



Lawnmower Man

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 17

5-Punkte-Definition [GZ]

- VR besteht aus folgenden Komponenten:
 1. Rendering in Echtzeit,
 2. Simulation in Echtzeit,
 3. Interaktion in Echtzeit,
 4. Intuitive Interaktion: Eingabegeräte > 2 DOFs,
 5. Immersion: Stimulierung möglichst vieler Sinne durch Computer,
 6. Evtl. Präsenz.
- Man nehme ...
 - Neuartige, mehrdimensionale Eingabegeräte
 - Räumliche visuelle Displays
 - Haptische Geräte
 - Graphik-Hardware & Computer
 - Spracheingabe & Soundausgabe
 - Algorithmen!

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 18

Was sind Virtuelle Umgebungen (VE)



Laufen,
Greifen,
...

↑ ↓
Sehen,
Hören,
Riechen,
Fühlen, ..



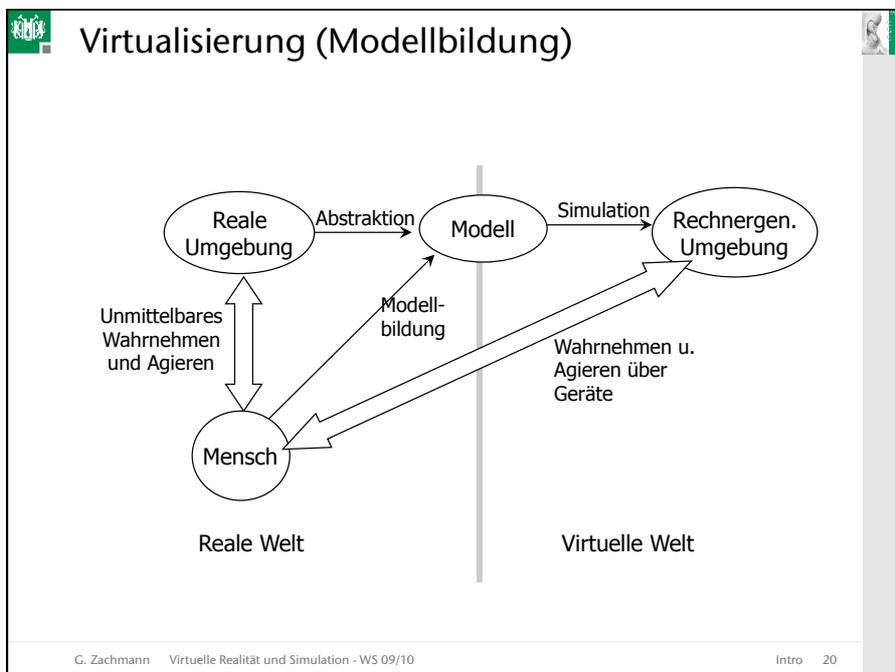


Interaktions-
metaphern

↑ ↓
Sehen,
Hören,
(Riechen?)
(Fühlen?)



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10
Intro 19



Weitere Bsp. für Virtualisierung

- Erstes Höhlenbild
- Telefon
- Fernseher
- Virtual communities
(MUDs, Second Life, Chat, myspace / facebook & Co. ..)
- Einkaufen per Internet
- ...

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 21

Wie täuscht man das Gehirn?

The mind has a strong desire to believe that the world it perceives is real. [Jaron Lanier]

- Depth cues:
 - Verdeckung (occlusion),
 - Perspektive
 - Stereo-Parallaxe,
 - Kopfbewegungsparallaxe (head motion parallax),
 - Akkomodation (Fokussierung),
 - Texturskalierung,
 - Farbe/Kontrast in weiter Entfernung.
- Interaktion: Greifen und Bewegen, Laufen.
- Selbstwahrnehmung (proprioceptive queues): Gesehenes stimmt mit Körperhaltung überein.



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 23

Immersion

- Immersion = "Eintauchen".
- Definitionen von Immersion:
 1. Vollständige Immersion \Leftrightarrow alle Sinne konsistent angesprochen.
 2. Vollständige Immersion \Leftrightarrow reale Welt nicht mehr wahrgenommen.
 3. Immersion = wahrgenommener Realismus (nicht der tatsächliche).
- Kann relativ leicht ermittelt werden:
 - Wie viele Sinne werden vom Computer gefüttert?
 - Wie viele Sinne werden von der realen Welt abgeschirmt?
 - Konsistenz / Qualität?
- Immersion \neq Wahrscheinlichkeit! (Bsp. SciFi-VE)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 24

Präsenz (presence)

- You are there (part of the virtual environment).
 - VR ohne Präsenz erzeugt "*suspension of disbelief that they are in a world other than where their real bodies are located*" (Slater & Usoh).
- You are *there* (part of the remote environment).
 - Telepräsenz
 - Teleoperation
- It is *here*.
 - Bsp.: Karosserie-Styling-Review im virtuellen Showroom.
- We are *there* (distributed virtual environments)
 - = Teilnehmer haben das Gefühl, sich im selben Raum (Büro) zu befinden.

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 25

- Kognitive Last beeinflusst Präsenz-Gefühl:
Last hoch → Präsenz hoch. (Bsp. Doom).
- Immersion ist Voraussetzung für Präsenz (wahrscheinlich).
- Test: Reflexe

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 26

Was steigert die Präsenz?

- Eine Hypothese: der Selbst-Avatar [2008]
- Experiment:
 - Self-avatar in virtual environment mit full-body tracking
 - Aufgaben:
 - Bestimmte Distanz laufen;
 - Stempel in Löcher einpassen; ...
- Fazit: Bringt nichts
- Einschränkung des Fazits:
 - Head-mounted display, zu kleiner field-of-view → Self-Avatar kommt sehr selten ins Bild!




Walking Task (Real World)

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 27

Gemeinsamkeiten VR – Spiele

- Hohe Anforderungen an Rendering:
 - VR: 1. Quantität, 2. Frame-Rate, manchmal Qualität
 - Spiele: 1. Frame-Rate, 2. Special effects
- Interaktion: effizient, "non-intrusive", natürlich,
- Objektverhalten:
 - Physikalisch-basiert
 - Autonom
- Unterschiede:
 - Marktgröße
 - Preis
 - Zielmarkt

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 28

Einordnung

Semantik der Geometrie

dynamische Semantik

statische Semantik

keine

keine interaktiv immersiv **Interaktion**

Einzelereignis

Ereignissequenz *OpenGL-Screensaver*

Echtzeit

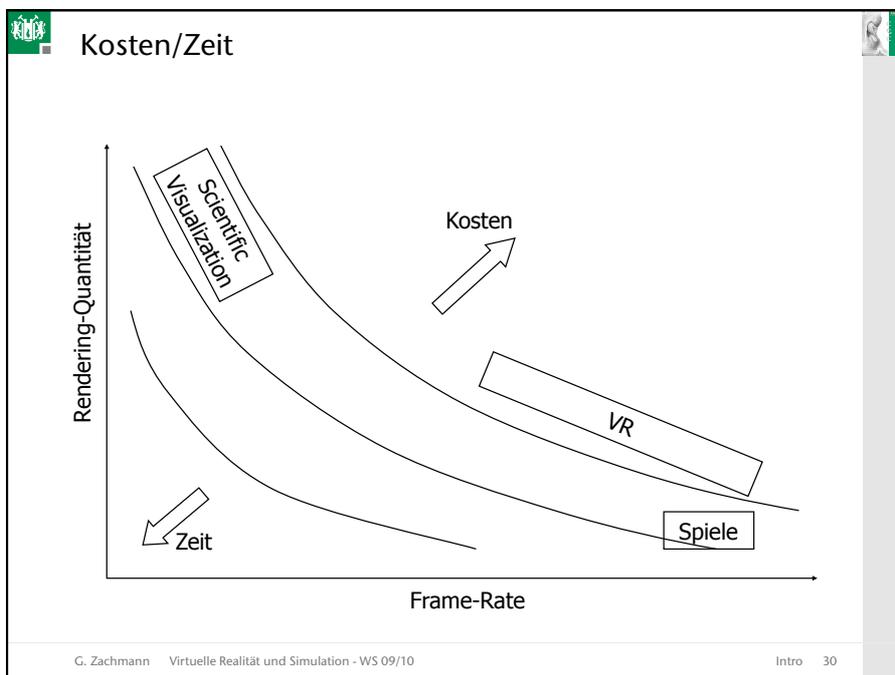
Visualisierung

VR

Scientific visualization

IMAX-3D

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 29



1834 Difference / Analytical machine (Babbage)

1854 Boole "erfindet" binäres System

1890 Volkszählung in USA mit Holleriths Lochkartenmaschine

1924 Gründung IBM

1929 1. Flugsimulator (Link-Trainer)

1936 Turing-Maschine

1938 Z1

1958 Z60: Vorläufer der CAD-Systeme

1963 Sutherland's "Sketchpad"

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 32

1962 Sensorama (Morton Heilig)

1981 Datenhandschuh (Zimmermann)

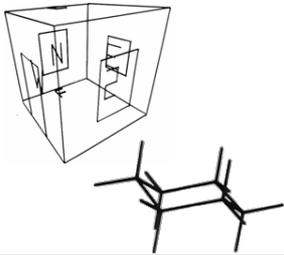
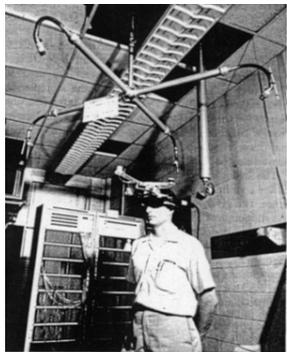
1983 Erstes kommerzielles HMD

1985 "Virtual Environment Display System" Programm der NASA

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 33

■ "The ultimate display .."

- Sutherland 1965
- Zitate:
 - "If the task of the display is to serve as a looking-glass into the mathematical wonderland constructed in computer memory, it should serve as many senses as possible."
 - "I want to describe for you a kinesthetic [= force-feedback] display."
 - "Machines to sense and interpret eye motion can and will be built."
 - ".. We have little ability to have the computer produce meaningful sounds."
 - "The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter."



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 09/10 Intro 34