







## Virtuelle Realität und physikalisch- basierte Simulation



G. Zachmann  
Clausthal University, Germany  
[cg.in.tu-clausthal.de](http://cg.in.tu-clausthal.de)

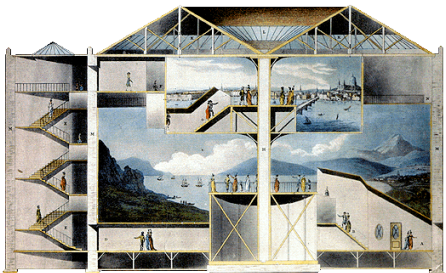



- "[Diese] sind überhaupt eine der glücklichsten Erfindungen unserer Zeit. [...] Was vor Jahren Hunderte von Pfund gekostet hätte, ist jetzt für ein paar Schilling zu haben [...]. Ein vollkommener Eindruck und das ohne endlose Formalitäten, Ungeziefer, schlechtes Wetter und eine 1200-Meilen-Reise. [An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

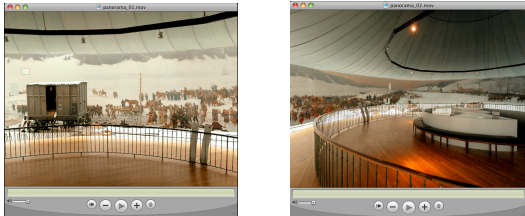


Encyclopædia Britannica

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 2




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



Bourbaki Panorama in Luzern


G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 3



The 2-minute Introduction to VR

(Ursprünglich eine "60 second Introduction to VR" ©  
Quelle: [www.nor-fors.wimms.org/fig+cd/](http://www.nor-fors.wimms.org/fig+cd/))


G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 4



## Voraussetzungen

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 5





## Zur Organisation

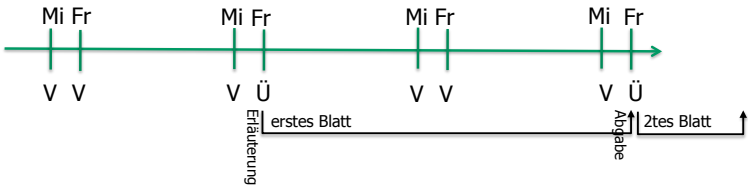
- Die Web-Seite zur Vorlesung:  
[http://zach.in.tu-clausthal.de/teaching/vr\\_0809/](http://zach.in.tu-clausthal.de/teaching/vr_0809/)
- Folien (a.k.a. Skript)
- Übungsblätter:
  - Alle 2 Wochen
  - Ziel: eine Achterbahn auf der Powerwall
- "Übungsschein":
  - regelmäßige Abgabe, d.h., ernsthafter Versuch der Bearbeitung
  - Berücksichtigung ...

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 6

## Übungsbetrieb

- Alle 2 Wochen **freitags** an der Powerwall
  - erste Übung am 7. 11.
  - Manchmal auch in 302
- Achtung: Übungsblätter nur **jede zweite Woche!**
  - Insgesamt also ca. 7 Blätter
- Praktische Aufgaben =
  - Entwickeln mit VRML und Java (Javascript, C++, C#)
  - Empfehlung: 2er-Gruppen
- Abgabe: **freitags** in der Übung



G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09
Intro 7



## 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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09
Intro 8

## Ziel der Virtuellen Realität

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

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 9

## Was ist VR?

Steve Bryson:


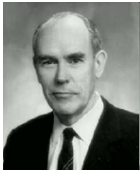
*Virtual Reality (VR) refers to the use of three-dimensional displays and interaction **devices** to explore real-time computer-generated environments.*

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 08/09 Intro 10





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 08/09 Intro 11



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 08/09 Intro 12

## Was ist VR *nicht* !

David Mizell:

*Jedes Computergraphik-System nach 1990. ☺*

Automobilindustrie (insbes. Manager):

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

Multimedia:

*QuicktimeVR  
VRML*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 13

## 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 08/09 Intro 14

Marketing:


Ist der Kunde gegenüber neuer Technologie aufgeschlossen?

Ja → es ist VR;  
Nein → es ist *nicht* VR;


G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 15

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 08/09 Intro 16




## 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 08/09 Intro 17


## Was sind Virtuelle Umgebungen (VE)



Laufen,  
Greifen,  
...


↑ ↓  
Sehen,  
Hören,  
Riechen,  
Fühlen, ..



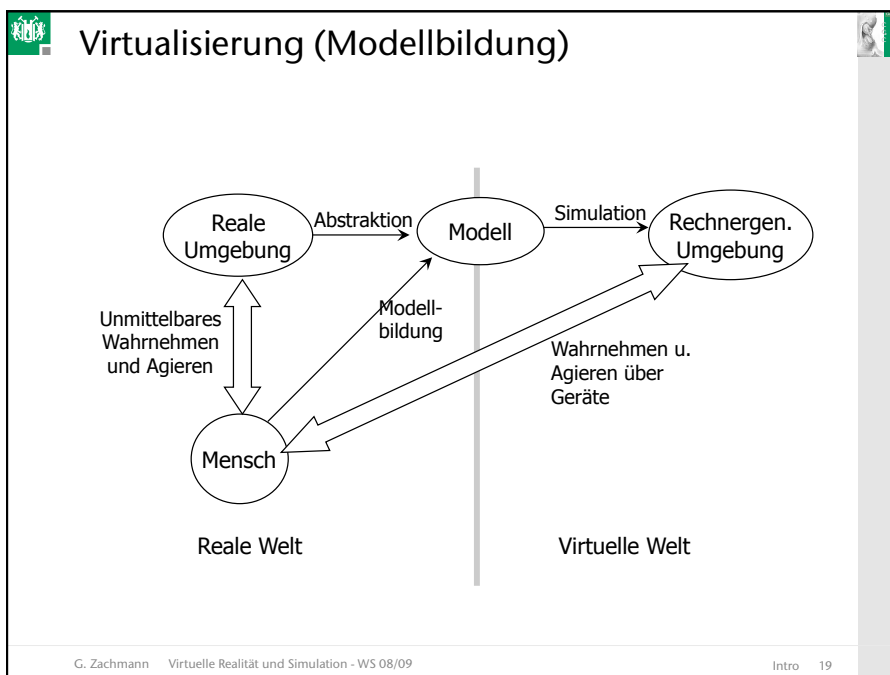


Interaktions-  
metaphern

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




G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 18



## 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 08/09 Intro 22

## 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 08/09 Intro 23

## 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 08/09 Intro 24

- 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 08/09 Intro 25

## 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 08/09 Intro 26

## Einordnung

**Semantik der Geometrie**

dynamische Semantik

statische Semantik

keine

keine interaktiv immersiv **Interaktion**

Einzelereignis

Ereignissequenz *OpenGL-Screensaver*

Echtzeit

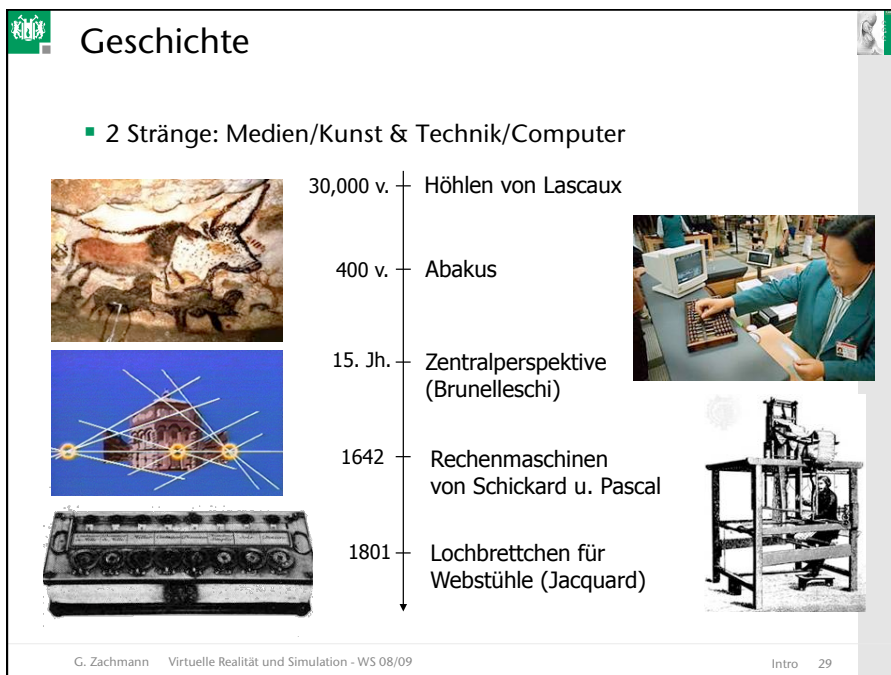
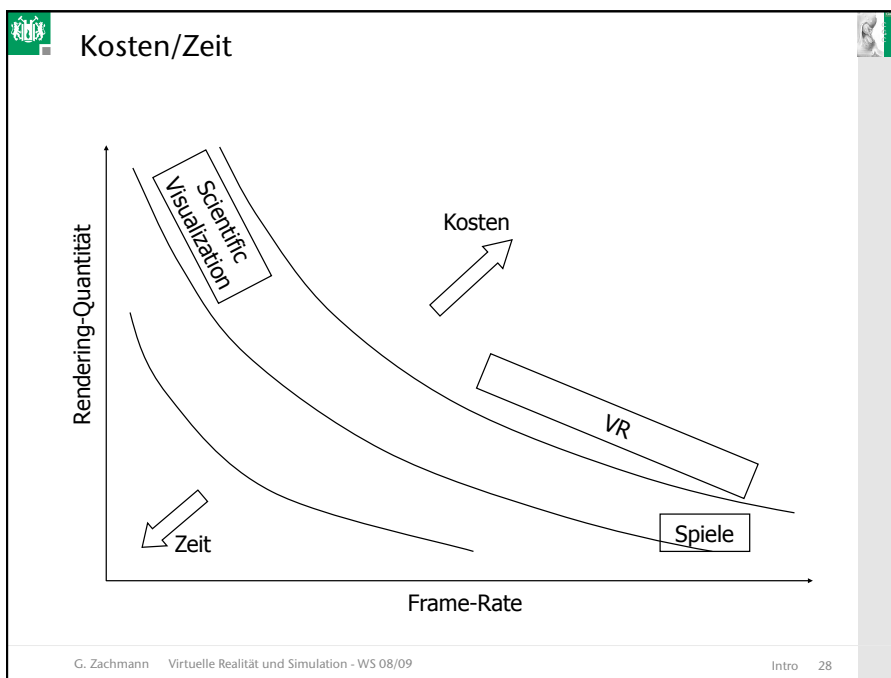
**Visualisierung**

*Scientific visualization*

*VR*

*IMAX-3D*

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 27



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 08/09 Intro 30

1962 Sensorama (Morton Heilig)

1981 Datenhandschuh (Zimmermann)

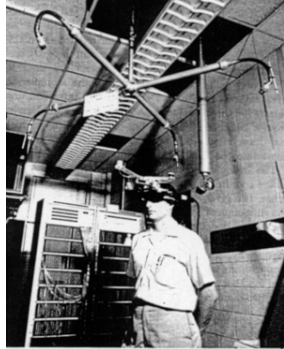
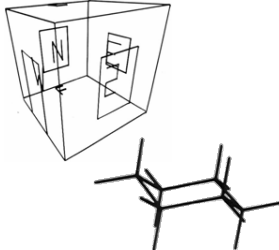
1983 Erstes kommerzielles HMD

1985 "Virtual Environment Display System" Programm der NASA

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 31

"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 08/09 Intro 32

Die zunehmende Virtualisierung unserer Welt ...

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Intro 33