

Virtuelle Realität

VR-Displays & Stereo-Rendering



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



Visuelle Displays

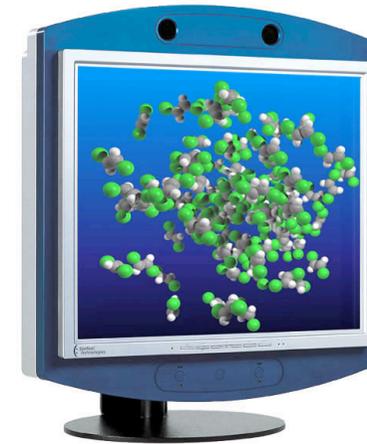
- Monitor
- *Head-Mounted Displays (HMDs)*
- *Head-Coupled Displays (HCDs)*
- *Immersive projection displays (IPDs)*
 - *"Powerwall"*
 - *Workbench*
 - *Cave*
- Retinal displays





Monitor

- "Fishtank VR"
- Vorteile:
 - Schon vorhanden
 - Preiswert
 - Auflösung bis zu 1900 x 1600
 - Vertraut (Akzeptanz)
 - Keine speziellen Voraussetzungen an die Umgebung
 - Gewisse Stereo-Fähigkeit (sog. Auto-Stereo Displays)
- Nachteile:
 - Keine Immersion
 - Kleiner Bewegungsspielraum
 - "Stereo frame violation" häufig





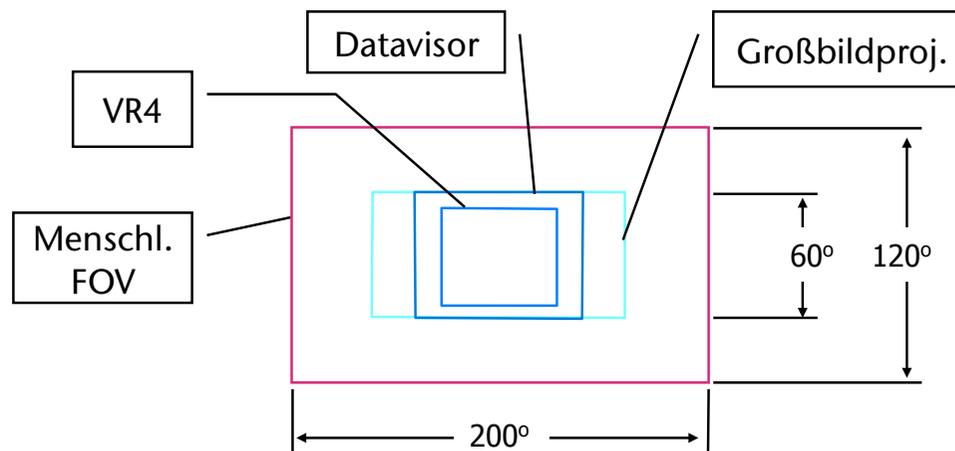
HMD

- Frühestes "echtes" VR-Display
- LCDs:
 - Leicht
 - Niedrigere Auflösung
- CRTs:
 - Hohe Auflösung
 - Schwer, hohe Spannung am Kopf
- Vorteile:
 - Großer *field-of-view*, Rundum-Display
 - Sehr gute Immersion
 - Keine "*stereo frame violation*"
 - Großer Bewegungsspielraum
 - *Low-end-Modelle* sind erschwinglich
 - Kaum spezielle Anforderungen an die Umgebung





- Nachteile:
 - Auf Dauer unbequem ("*invasive interface*")
 - Verzerrungen
 - Reale Umgebung ist ausgeblendet (insbesondere User selbst)
 - Manipulation von realen Steuerelementen schwierig
 - Jeder braucht einen HMD (dafür hat jeder, potentiell, eine korrekte Darstellung)
- HMDs gibt es schon sehr lange:

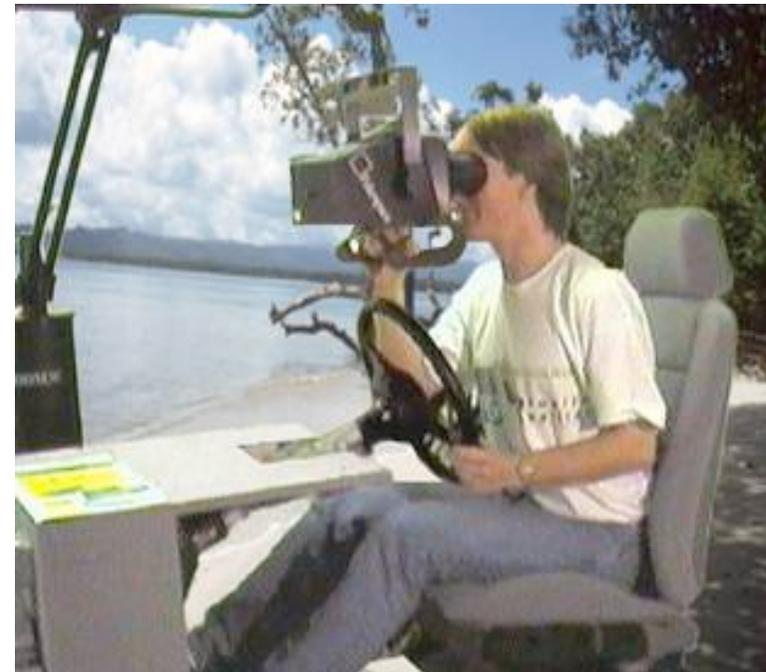


Bell Helicopter, 1967



HCD

- HCD = HMD auf "Galgen" montiert ("Boom")
 - Vorteile von HCDs gegenüber HMDs:
 - Größere Auflösung, da CRTs
 - "Mal schnell weglegen" oder "schnell mal durchschauen"
 - Geringe Last
 - Gutes *Tracking* ist eingebaut
 - Nachteile gegenüber HMDs:
 - Geringer Bewegungsfreiraum
 - Nur eine Hand frei
 - Trägheit
 - Geringere Immersion
- Haben sich nicht durchgesetzt





Immersive Projection Displays / Technology (IPD / IPT)

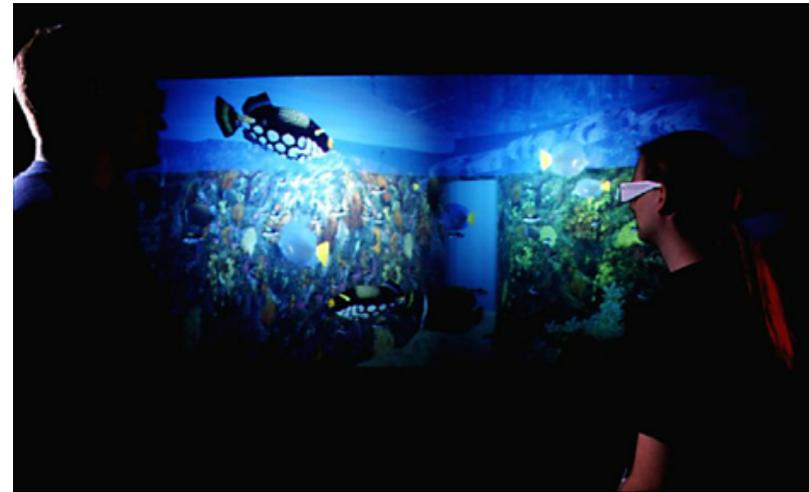
- Idee ähnlich wie im Kino
- 1 – 6 Leinwände
- *Powerwall*: 1 Wand (3x6 Meter z.B.)
- *Workbench*: 1 waagerechte Display-Fläche
- *Holobench*: 2 Flächen, 1 senkrecht, 1 waagerecht
- *Cave*: 3 – 6 Wände
- "*Desktop-Cave*": 2 waagerechte Wände



Powerwall



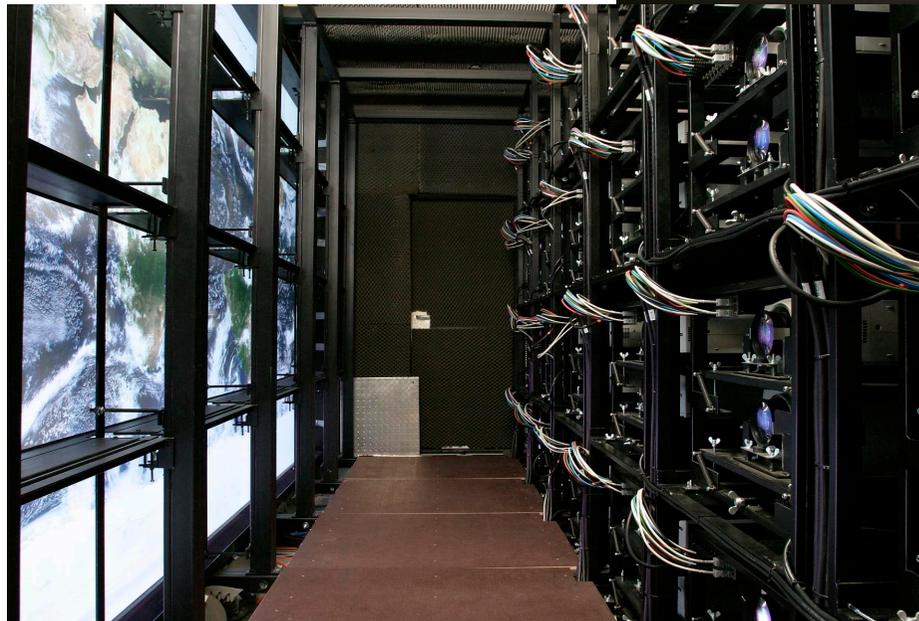
Powerwall mit Rückprojektion



*Powerwall mit Aufprojektion,
(Probleme hier: Edge-Blending, Hot Spots)*



- "*HeyeWall*", Darmstadt:
 - 24 Kacheln, 48 PCs
 - Gesamtauflösung: 18 Mio Pixel (6144 x 3072) in Stereo



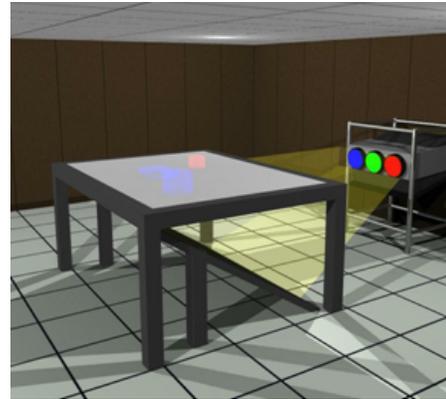


Workbench

Workbench



Prinzip der Workbench



Kippbare Proj.fläche



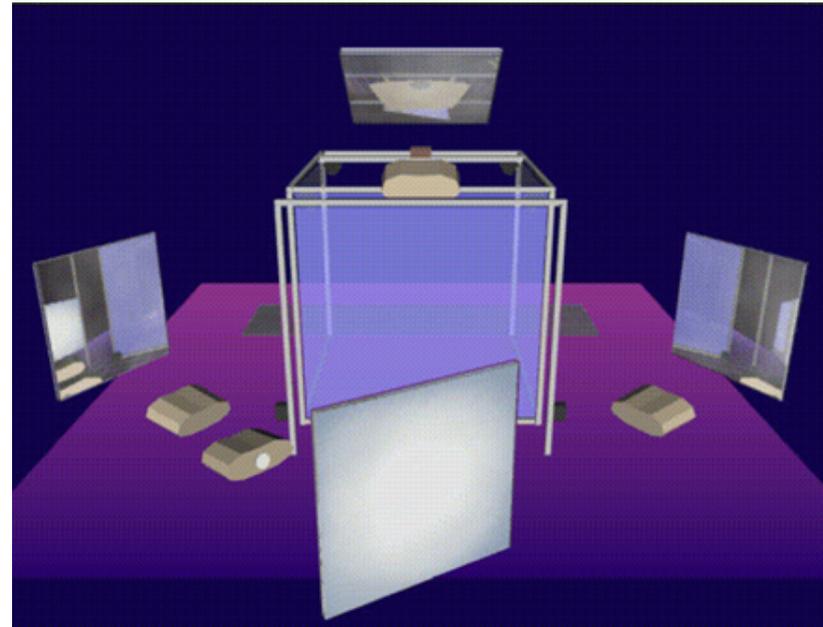
Holobench



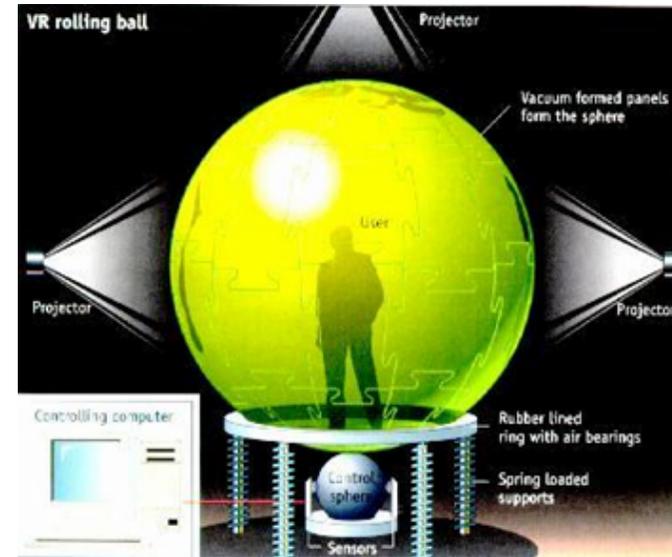
Cave



3-Seiten Cave



Spiegelanordnung



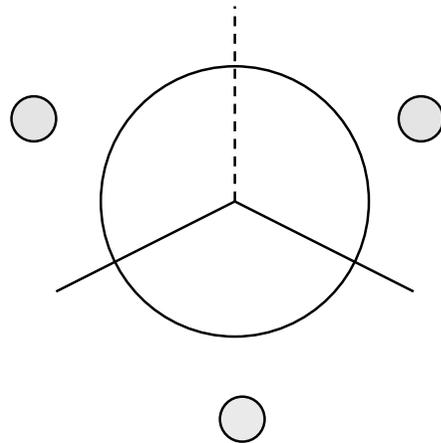
Studie

5-Seiten Cave, FhG-IGD, Darmstadt

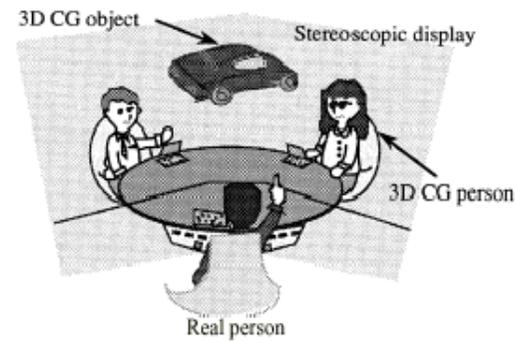


6-Seiten Cave, Alborg, DK



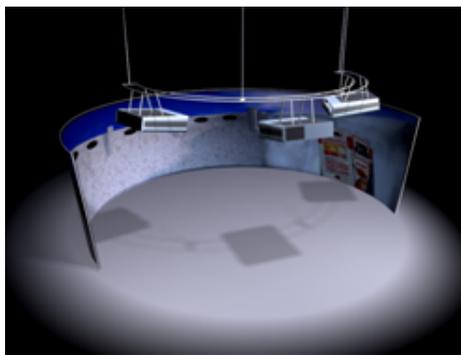


Shared workspace,
hier mit logisch
aneinandergefügt
"Desktop-Caves"





Curved Screens





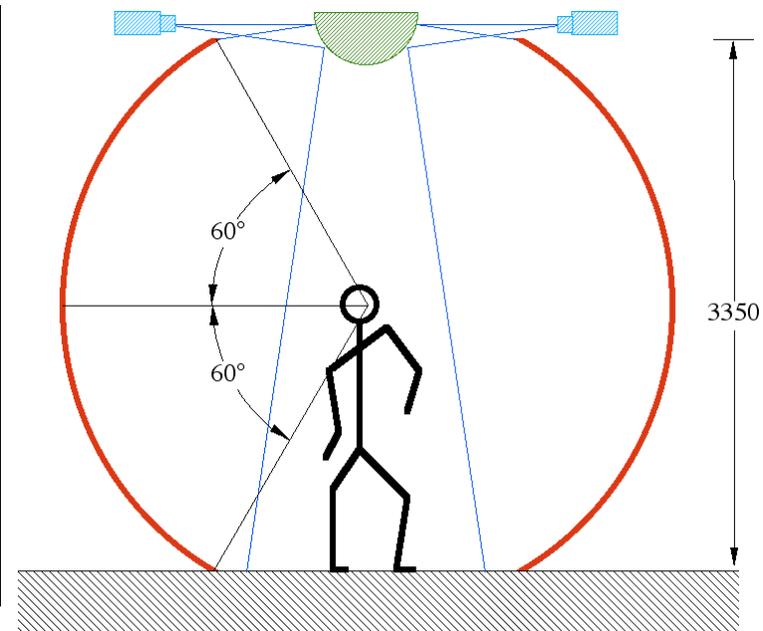
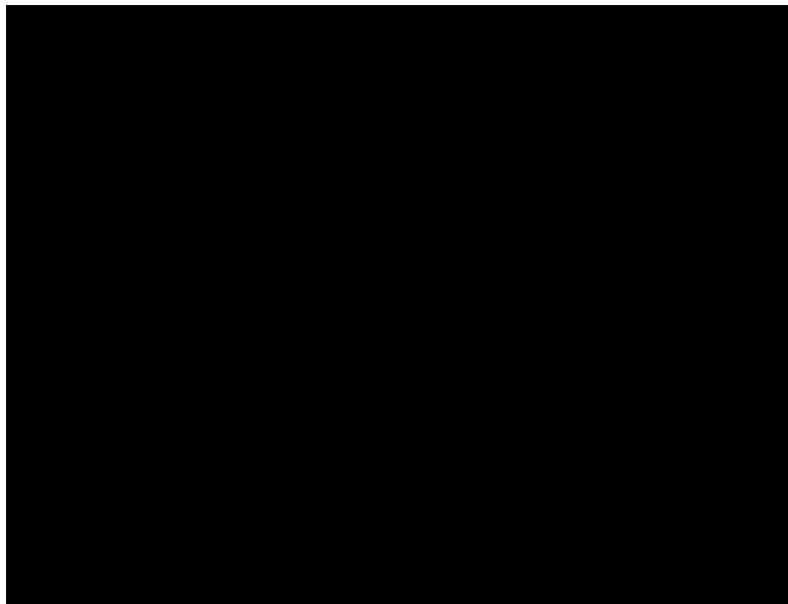
- One-man curved screens (fast schon Dome):





Personal Domes

- Beispiel: Wii + Dome + MacBook Pro



Quelle: Paul Bourke, University of Western Australia, <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/>



Vor- und Nachteile der IPDs

■ Vorteile:

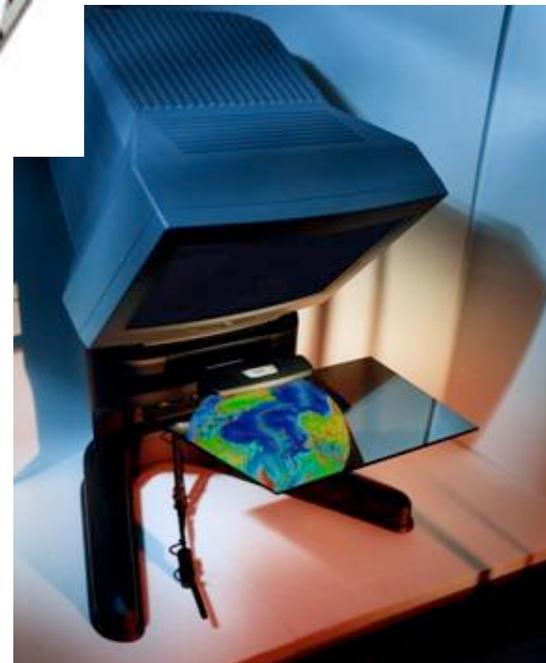
- Hohe Auflösung (z.Z. bis zu ca. 1600 x 1280 pro Kachel)
- Großer *field-of-view*
- "*non-invasive*"
- Keine Isolation von der realen Welt
- (Mehrere User)
- *Cave*: Kopfdrehung bewirkt nur kleine Änderungen im Bild
→ Latenz-Problem reduziert / nicht so auffällig

■ Nachteile:

- Platz
- Preis (viele Projektoren, viele *Graphik-Pipes*)
- Präzision, Justierung
- Möglicherweise "*stereoscopic violation*"
- (korrekte Ansicht nur für einen *Viewer*)

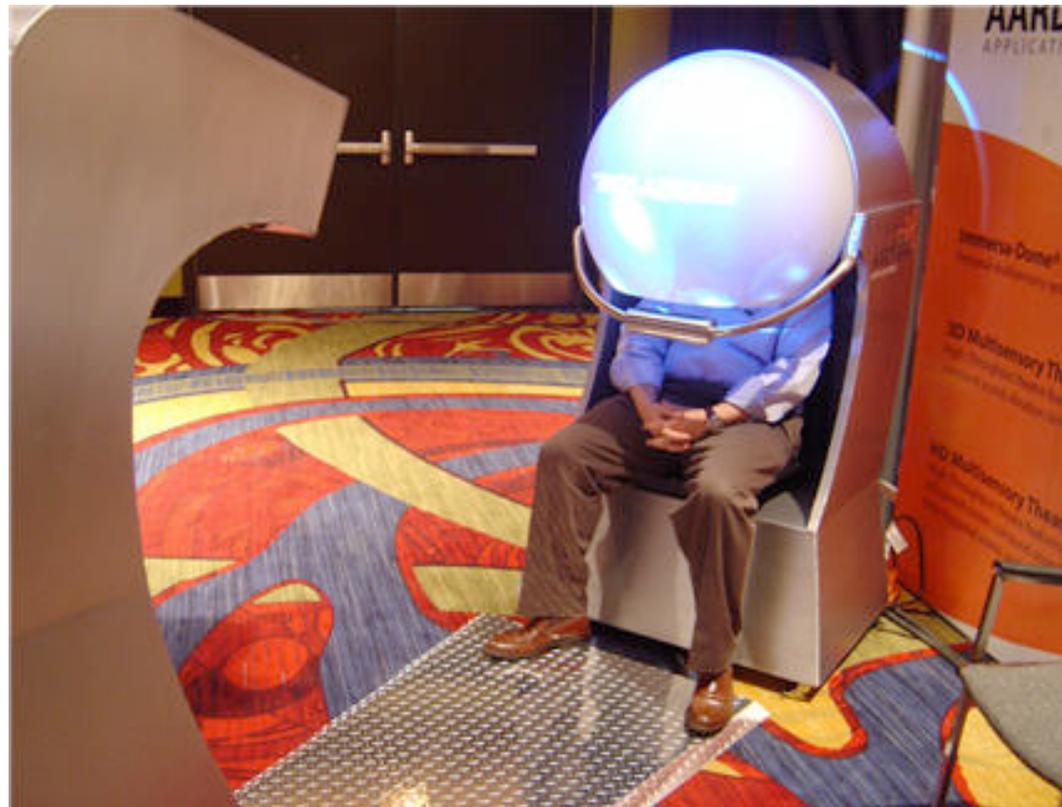


- Die Reachin-Idee:





- Ein modernes "Sensorama":

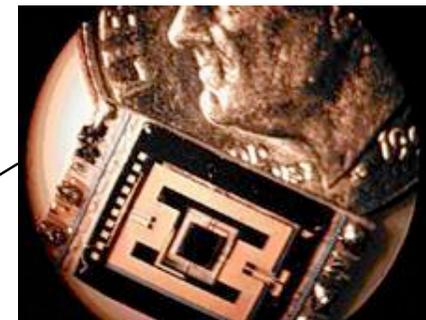
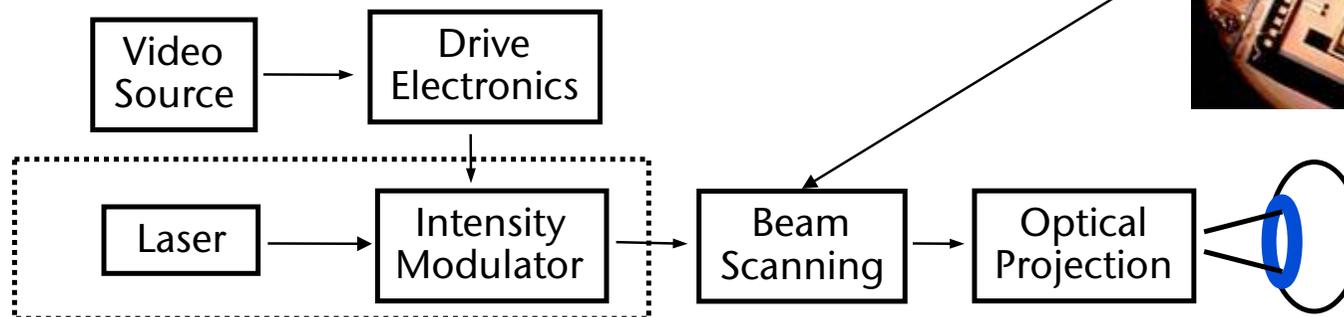


Immersa-Dome von Aardvark Applications



Retina-Displays (retinal displays)

- Problem der HMDs: umständlich aufsetzen, festschrauben, ...
- Idee: mit Laser zeilenweise ins Auge scheinen (scanner)
- Vorteile:
 - Miniaturisierbar
 - Hohe Kontraste u. Helligkeit (gut für *see-through*)
 - Stromverbrauch
 - Auflösung





Retinal display



Studie



Holographische / volumetrische Displays

- Echtes dreidimensionales Display
- Vorteile:
 - Korrekte Ansicht aus *jedem* Blickwinkel!
 - Übereinstimmung zwischen Akkomodation und Konvergenz
 - Tiefen(un-)schärfe
- Holographische Displays: Computer berechnet Hologramm.
Probleme:
 - Berechnungsaufwand
 - Farben
- Volumetrische Displays: Voxel werden in ein Volumen projiziert (nicht auf eine Ebene).
Probleme:
 - Datenmenge (z.Z. 100 Mega-Voxel = $1000 \times 1000 \times 100$)
 - Verdeckung?



- Volumetrisches Display:
 - $198 \times 768 \times 768 \approx 100$ million voxels
 - Frame rate: 20 Hz



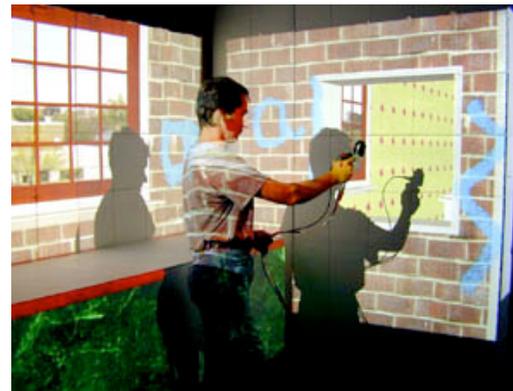


Ungewöhnliche Display-Flächen

- Nebel ("fog screen")
 - Laminarer, nicht-turbulenter Luftstrom
 - Wassertröpfchen "sandwiched" im Luftstrom



- "Everywhere displays"





Display → Klassifikation VR-Arten



Art	Vorteile	Nachteile
Fishtank	Preiswert, Akzeptanz, Auflösung,	Keine Immersion, <i>stereoscopic violation</i> , Bewegungsfreiraum, <i>field-of-view</i>
Head-coupled	Immersion, <i>field-of-view</i> , <i>no stereoscopic violation</i> , Bewegungsfreiraum	Auflösung, Gewicht, Verzerrung, Akzeptanz, Präsenz
Projection-based	Auflösung, <i>field-of-view</i> , Präsenz,	Teuer, Wartung, (<i>stereoscopic violation</i>)