



# Whitepaper 3D-Displaytechnik

Aktiv-, Passiv-, Autostereo,  
volumetrische Displays

Mai 2011

Virtual Dimension Center (VDC)  
Auberlenstr. 13  
70736 Fellbach



## VDC-Technologie-Screening 3D-Displaytechnik

- Grundlagen
- Stereoskopische Displays
- Autostereoskopische Systeme
- Volumetrische Displays
- Weitere Trends



→ Inhalt:

Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereoskop. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Grundlagen: Begriffe und Motivation

- 3D-Visualisierung = räumliches Sehen
- Bereitstellung von 2, leicht versetzten Perspektiven für den Betrachter
- unter Umständen Head Tracking

damit:

- Gehirn ordnet besser Räumlichkeit zu
- Besseres Gefühl für Nahes und Fernes
- Aufbau eines gedanklichen, räumlichen Umgebungsmodells einfacher
- Unterstützung bei der 3D-Interaktion (für diese muss Raum bekannt sein)

**Inhalt:**  
→ Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk.-Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends

Quelle: Runde, C.: Konzeption und Einführung von Virtueller Realität als Komponente der Digitalen Fabrik in Industrieunternehmen. Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2007, IPA-IAO Forschung und Praxis, 455, Heimsheim: Jost-Jetter Verlag, 2007

### Graphische Tiefenkriterien

- Womit rechnet das Gehirn?

Bezeichnung der Tiefenkriterien	Charakteristikum	Gruppe	Programmumgebung														Gerätetechnik			Positionserfassung		
			räumliches Rendering; Entfernen verdeckter Bereiche	perspektivische Projektionsart (z. B. Viewpoint-Konzept in VRML [ISO 14772-1])	Rendering-Verfahren: Nebel (z. B. Fog-Knoten in VRML [ISO 14772-1])	Rendering-Verfahren: Fokus	flache Texturierungsverfahren	Bump Mapping [Foley 1992]	Shading-Verfahren (z. B. Gouraud-, Phong-Shading [Foley 1992])	globale Beleuchtungsverfahren (z. B. Ray Tracing, Radiosity [Foley 1992])	Shadow Mapping	lokale Beleuchtungsverfahren	Mehrkanalrendering	Animation der Szene	Navigation	Ausgabemedium mit räumlicher Tiefe (volumetrische Displays)	Holographie	Retinaldisplays	getrennter Transport zweier Bilder zu den Augen	Positionserfassung Benutzer	Eye-Tracking	
Verdecken von Objekten	mit nur einem Auge aus unbewegter Szene erschließbar	monokulare Tiefenkriterien	X																			
Relative Größe im Blickfeld			X																			
Relative Höhe im Blickfeld			X																			
Gewohnte Größe			X																			
Perspektivische Verzerrung			X																			
Atmosphärische Perspektive					X																	
Texturgradient					X		X															
Akkommodation des Auges																		X	X	X		
Tiefenunschärfe								X										X				X
Schattierung										X	X	X										
Schattenwurf											X	X										
Helligkeit und Abstand zur Lichtquelle								X	X	X	X	X										
Querdispersion	bei gleichzeitiger Verwendung beider Augen	binokulare Tiefenkriterien											X			X			X			
Konvergenz der Augen													X			X			X			
Bewegungsparallaxe	bei Bewegung der Szene oder der sehenden Person	bewegungsinduzierte Tiefenkriterien											X	X						X		
Fortschreitendes Zu- und Aufdecken			X											X	X					X		



## Grundlagen: Stereo-Lösungen

- 2 Ansichten werden erzeugt
- diese 2 Ansichten sind getrennt zu den beiden Augen zu transportieren
- zu beachten: natürlicher Augenabstand (ca. 6,5cm) ermöglicht sinnvolles stereoskopisches Sehen in Entfernung von bis zu 15m
- größere Entfernung: Parallaxe erhöhen
- Qualitätskriterien u.a.:
  - optisches Übersprechen (Auge erhält falsches Signal): Ghosting
  - Helligkeit insgesamt
  - Schärfe (Tinting)
  - Kontrast, Dynamik

Inhalt:  
→ Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Stereoskopische Displays

Inhalt:  
→ Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Passiv-Stereo Displays

grundlegende Technologien

- Polarisationsfilter-Bildschirme (Lichtwellen-Polarisation, Passiv-Stereo)
- Bildspalten oder -zeilen abwechselnd polarisiert



Polarisationsfilterbrille

- ⊕ leichte Brille
- ⊕ kein Sync notwendig
- ⊕ kein Flimmern
- ⊖ halbe Auflösung



JVC GD-463D10 3D-Monitor

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displayssysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Planar®-Display

- verwendet 2 Bildschirme
- Scheibe lässt vorderes Display durch und spiegelt oberes
- Auflösung 1920 x 1200x



Polarisationsfilterbrille

- ⊕ keine Reduktion der Auflösung wg. Stereoskopie
- ⊕ dennoch ruhiges Bild

- ⊖ Platzbedarf
- ⊖ Preis

Testmöglichkeit bei:



Planar SD2620W-351

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displayssysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Aktiv-Stereo-Displays

grundlegende Technologien

- Shuttertechnologie (von engl. to shut = schließen, LCD, Aktiv-Stereo)
- Display: mind. 120Hz Bildwiederholrate
- ⊕ Je nach System sehr geringes Übersprechen
- ⊖ Brille schwerer
- ⊖ aktive Brille: Stromversorgung
- ⊖ Brille polarisiert
- ⊖ meist Emittier für Synchronisation  
Bild-Brille notwendig
- ⊖ Helligkeitsverlust
- ⊖ unter Umständen Flimmern



Shutterbrille



Nvidia IR Emittier



früher: Röhrenbildschirm



heute: DLP, LCD  
Beispiel: Samsung SyncMaster 2233RZ LCD

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displaysysteme  
Autostereosk.-Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends

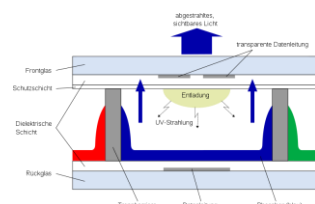


## Aktiv-Stereo: Plasma-Schirme

Vergleich Technologien Röhre, LCD, Plasma (Quelle: FZ Jülich)

- Lichterzeugung durch Phosphoren, die durch UV-Strahlung von Plasma-Entladungen angeregt werden
- Die Entladung geschieht in zwischen 2 Glasscheiben befindlichen Zellen, die mit Neon, Xenon und evtl. Helium gefüllt sind, nach elektrischer Zündung das Gases zur Änderung des Aggregatzustandes in Plasma
- unterschiedliche Helligkeiten werden durch die Anzahl von Zündungen erreicht
- Helligkeitssteigerung bei Aktiv-Stereo

Röhre	LCD	Plasma
+ geringe Kosten + hohe Wiederholrate möglich + flexible Parameterwahl + als Vektorgerät einsetzbar - hoher Platzbedarf - Magnetfelder erzeugen Störbilder - Flimmern	+ geringer Platzbedarf + geringer Spannungsbedarf (vielseitig einsetzbar) + geringer Stromverbrauch + geringes Gewicht + keine Strahlenemission - eingeschränkter Blickwinkel - geringe Kontrastverhältnisse - geringe Wiederholrate bzw. hohe Reaktionszeit - Hintergrundbeleuchtung	+ geringer Platzbedarf + große Bildschirme möglich + hohe Leuchtkraft, Kontrastverhältnisse und großes Farbspektrum - hohe Wärmeabgabe - Geräuschentwicklung bei Lüfter-Einsatz - geringe Auflösung - langfristige Abnahme der Leuchtkraft und Farbverfälschungen - Einbrennen möglich



Schematische Darstellung des Aufbaus eines Plasmabildschirms  
(Quelle: Wikipedia)

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displaysysteme  
Autostereosk.-Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Aktiv-Stereo: Plasma-Schirme

- Panasonic:  
85 Zoll und 103 Zoll  
3D-Plasma-Bildschirme  
im Angebot,  
150 Zoll als Prototyp

Testmöglichkeit bei:



**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Getrennte Anzeigen je Auge

- ⊕ volle Kanaltrennung rechts-links
- ⊕ Einbezug Orientierungssinn bei Verwendung von Head Tracking (geistiges räuml. Abbild unterstützt)
- ⊖ Auflösung meist geringer
- ⊖ Gewicht hoch
- ⊖ Isolation vorhanden
- ⊖ Blickwinkel meist eng



NVIS Virtual Binokular SV



NVIS nVisor SX111

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
→ Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Autostereoskopische Systeme

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
→ Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends

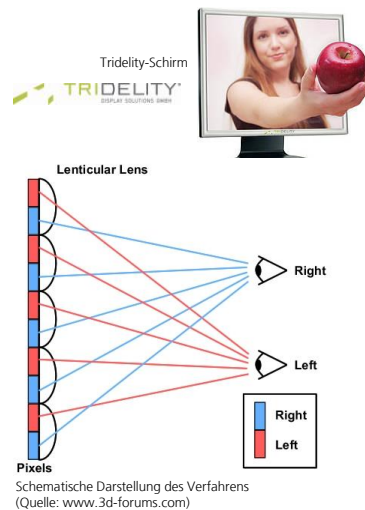


## Autostereo: Lentikular

grundlegende Technologien

- Richtungsmultiplex-Verfahren:  
Lentikular-Systeme

- ⊕ keine Brille notwendig
- ⊕ keine Kalibrierung o.ä.
- ⊕ Mehrbenutzer-fähig
- ⊖ fixe, optimale Sichtbereiche
- ⊖ optimale Sichtentfernung festgelegt
- ⊖ spezielle Software
- ⊖ reduzierte Auflösung



**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
→ Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends

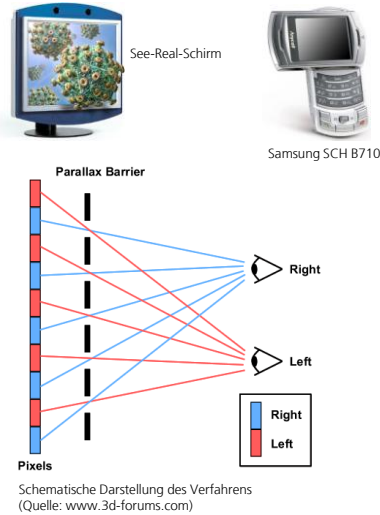


## Autostereo: Parallaxbarriere

grundlegende Technologien

- Richtungsmultiplex-Verfahren:  
Parallax-Barriere-Systeme

- ⊕ keine Brille notwendig
- ⊕ optimale Sichtposition wird  
dynamisch angepasst  
(Gesichtserkennung)
- ⊖ Single-User-System
- ⊖ reduzierte Auflösung



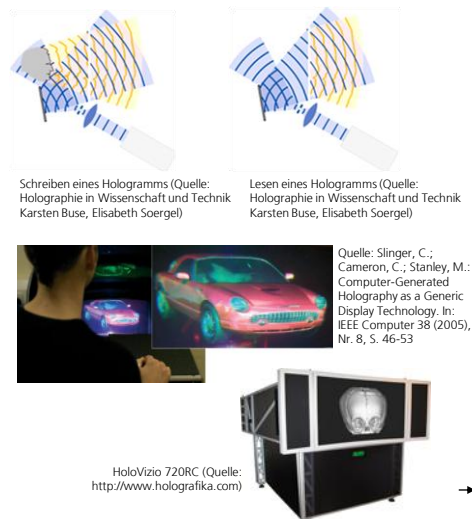
**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Autostereo: Holographie

grundlegende Technologien

- Richtungsmultiplex-Verfahren:  
Elektro-Holographie
- Die Signalwelle des Objekts wird  
mit einer kohärenten Referenz-  
welle überlagert. Das daraus  
entstandene Interferenzmuster  
wird aufgezeichnet.
- Beleuchtung mit der  
Referenzwelle rekonstruiert  
durch Beugung die Signalwelle.



**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends





## Volumetrische Displays

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
→ Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Volumetrische Displays

- Darstellung von Computergraphik im 3D-Raum, nicht mehr auf der Fläche
- ⊕ keine Brille notwendig
- ⊕ Tiefenkriterium Bewegungsparallaxe ohne Tracking
- ⊕ Tiefenkriterium Akkomodation
- ⊕ Mehrbenutzer-fähig
- ⊕ z.T. skalierbar
- ⊖ fast immer teiltransparent
- ⊖ Beschränkung Farbwiedergabe
- ⊖ geringe Auflösung
- ⊖ weitere Nachteile je nach Systemtyp



**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
→ Volumetr. Systeme  
Weitere Trends



## Volumetrische Displays

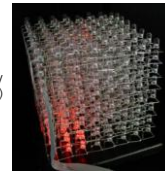
### Prinzipielle Technologien

- Laserprojektion auf rotierende Ebene
- ⊕ kompakt, mobil
- ⊖ aufwändig, Farbwiedergabe
  
- LED-Voxel
- ⊕ kompakt, billig
- ⊖ Auflösung, Bildqualität
  
- Fluoreszenz-Anregung im Festkörper (in Forschung)



Foto: Projektgruppe „Felix3D-Display“

LED Voxel Display  
(Quelle: David Wyatt)



Schema SolidFelix  
Quelle: Projektgruppe „Felix3D-Display“

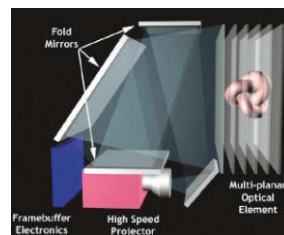
**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



## Volumetrische Displays

### Prinzipielle Technologien

- Multi-Layer
- ⊕ kompakt
- ⊖ teiltransparent
- ⊖ geringe Auflösung in z-Achse
  
- Projektion auf Nebel, Dampf
- ⊕ skalierbar
- ⊖ selbst kein Stereo-3D



Schema Multi-Layer-Display (Quelle: Lightspace Technologies)



Projektion in Dampf (Quelle: Fogscreen)

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
Weitere Trends



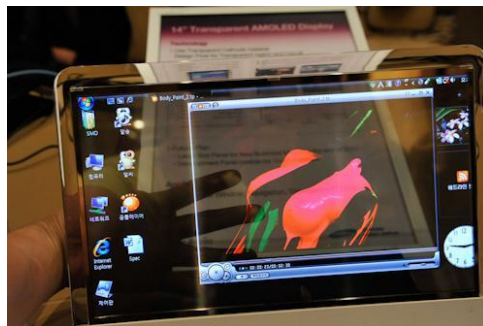
## Weitere Trends

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
→ Weitere Trends



## Transparente OLEDs

- Organic LED Displays
- Entwicklung von Samsung
- Prototyp-Status
- Einsatz für Erweiterte Realität (AR), Head Mounted Displays (HMD) interessant



Transparentes OLED-Display von Samsung

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereosk. Systeme  
Volumetr. Displays  
→ Weitere Trends



## HDR Displays

- gleichförmige Hintergrundbeleuchtung: hellstes Weiß und dunkelstes Schwarz heller
- lediglich Verschiebung, nicht Verbesserung der Dynamik
- HDR (High Dynamic Range): Prototypen seit 2004
- HDR Displays erhöhen Helligkeitswerte über Hintergrundbeleuchtung
- dabei wird das Display nicht flächendeckend mit gleicher Helligkeit von hinten beleuchtet, sondern partiell heller und dunkler bestrahlt.
- Kontrastumfang von bis zu 200.000:1

sehr starker Effekt vor allem bei monochromen Bildern



Hintergrund mit Farbumterstützung

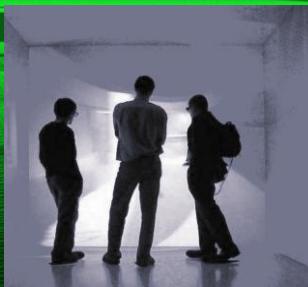


Sim2 HDR 47

**Inhalt:**  
Grundlagen  
Projektionssysteme  
Bauarten Projekt.-Systeme  
Displaysysteme  
Autostereoskop.-Systeme  
Volumetr. Displays  
→ Weitere Trends



Das Themengebiet interessiert Sie und Sie suchen nach Umsetzungspartnern?  
Sprechen Sie mit uns.



## VDC.

Netzwerk für Virtual Engineering.

Virtual Dimension Center (VDC)  
Auberlenstr. 13  
70736 Fellbach  
[info@vdc-fellbach.de](mailto:info@vdc-fellbach.de)  
[www.vdc-fellbach.de](http://www.vdc-fellbach.de)