

Lichtfelddisplays und Hologrammdisplays



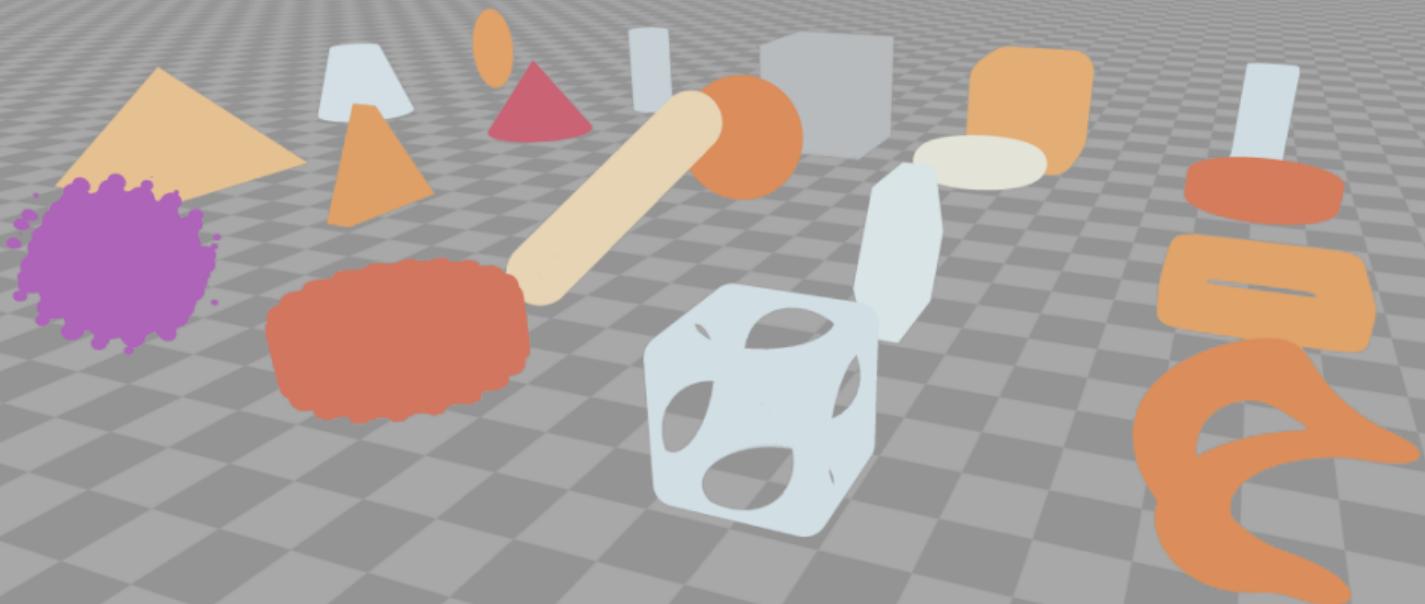
Inhalt

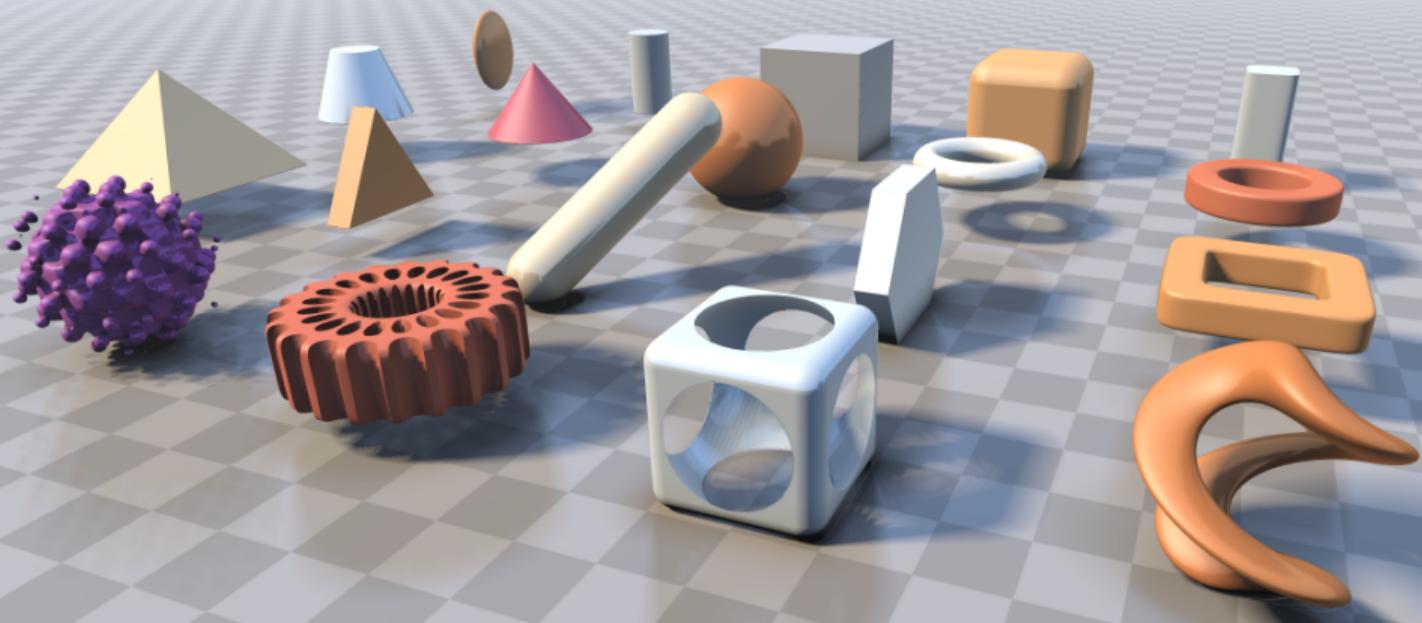
- Menschliche Tiefenwahrnehmung
- State of the Art: Stereoskopie
- Konzept Lichtfeld
- Lichtfelddisplays
- Hologramme
- Hologrammdisplays

Menschliche Tiefenwahrnehmung

Beschaffenheit des Bildes

- Perspektive
- Beleuchtung
- Schatten
- Parallaxe





Physiologische Tiefenwahrnehmung

- Akkommodation
- Konvergenz
- Parallax zwischen Augen

State of the Art: Stereoskopie

Stereoskopie:

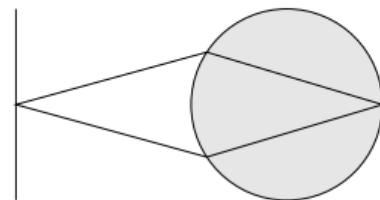
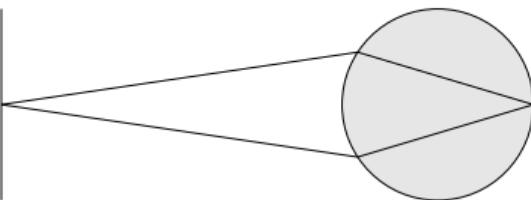
- Idee: jedes Auge bekommt ein eigenes Bild
- Anaglyph
- Polarisation
- Shutter
- Autosteroskopie

Problem:

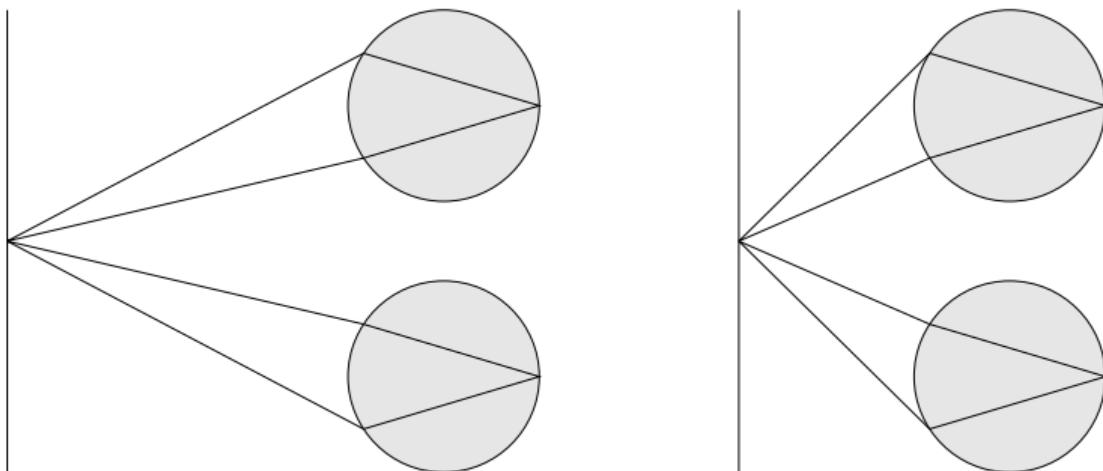
- Verursacht häufig Kopfschmerzen
- Wirkt ermüdend
- Beeinträchtigung der Entwicklung bei Kindern?
- ⇒ Nintendo empfiehlt Benutzung erst ab 7 Jahren

Hauptgrund: Konflikt zwischen
Akkomodation und Konvergenz

Akkomodation:



Konvergenz:



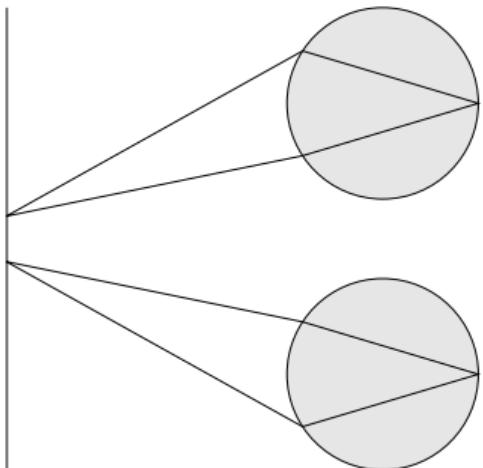
Naheinstellungstrias:

- Pupillenöffnung, Akkommodation und Konvergenz sind fest gekoppelt
- Neurophysiologischer Regelkreis

Akkomodationskorrektur:

- Zusätzlich: Akkommodation wird durch Schärfe des Bildes beeinflusst
- Solange das Bild scharf genug bleibt bestimmt die Konvergenz die Akkommodation
- Ist das Bild trotzdem unscharf wird die Akkommodation korrigiert

Konflikt:



Konflikt:

- Beim stereoskopischen Display gibt es einen Konflikt
- Im schlimmsten Fall führt das zu oszillierender Akkomodation

Konzept: Lichtfeld

4D Lichtfeld:

- 2-dimensionale Fläche
- In jedem Punkt ein Bündel an Farbwerten
- Farbe abhängig von der Richtung

Vorteile Lichtfeld:

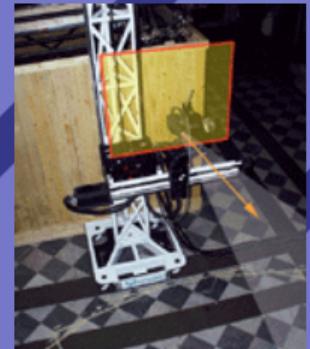
- Nicht von einem Fenster unterscheidbar
- Perspektive ändert sich mit Betrachterposition
- Fokussierung auf virtuelle Ebene

Geschichte Lichtfeldfotografie:

- Bereits 1908 von Gabriel Lippmann vorgeschlagen
- Bald darauf erste Prototypen erstellt
- Lumière hält ein Patent für ein Lichtfeldsystem

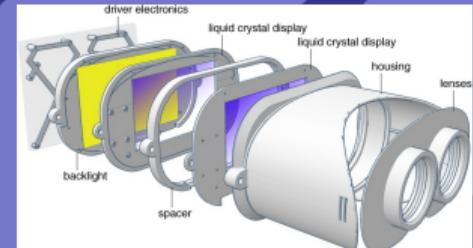
Aufbau Lichtfeldkameras:

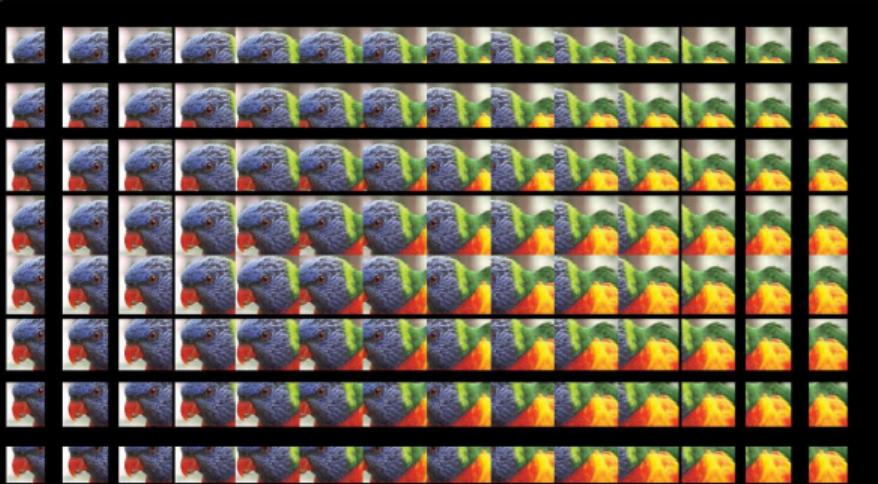
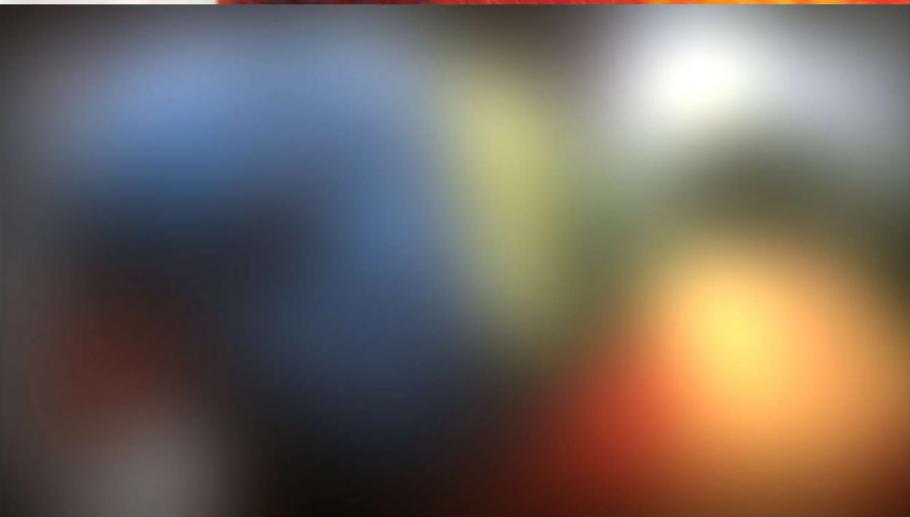
- Linsenarray/Lochgitter vor dem Sensor
- Kamera bewegen, mehrere Fotos
- Mehrere Kameras

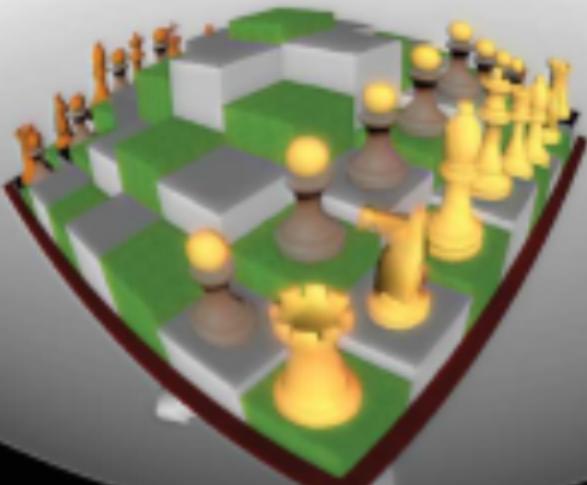


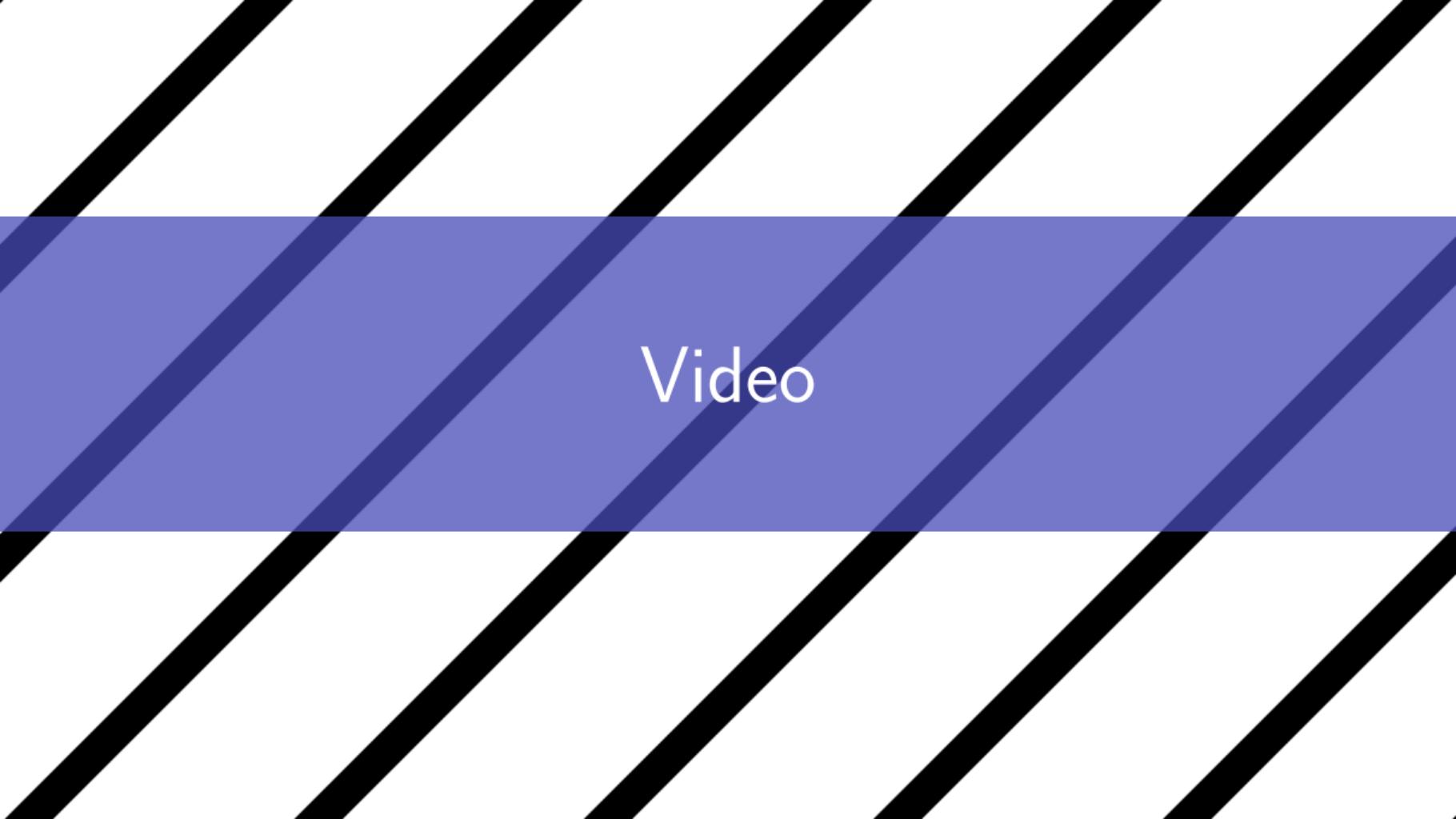
Aufbau Lichtfelddisplays:

- Linsenarray/Lochgitter vor dem Display
- Gerichtete Hintergrundbeleuchtung
- 2 Displays hintereinander









Video

Desktop Displays:

- Problem: Um Akkomodation auf virtuelle Ebene zu ermöglichen muss Winkelauflösung sehr hoch sein
- Zusätzlich möchte man einen großen Winkelbereich abdecken
- schwierig vereinbar

Head-Mounted Displays:

- Augen bewegen sich nicht relativ zum Display, daher braucht man geringeren Winkelbereich abdecken
- Keine weitere Optik nötig um optische Weglänge zu erhöhen, daher kompakte Bauweise

Vorteile Lichtfelddisplays:

- Einfache Bauweise
- trotzdem recht gute Ergebnisse
- Stereoskopischen Displays überlegen
- Rechenaufwand überschaubar, wenn auch deutlich höher als bei Stereoskopie

Nachteile Lichtfelddisplays:

- Es wird sehr hohe Auflösung benötigt
- Wird die Auflösung zu hoch treten vermehrt Beugungsfehler auf

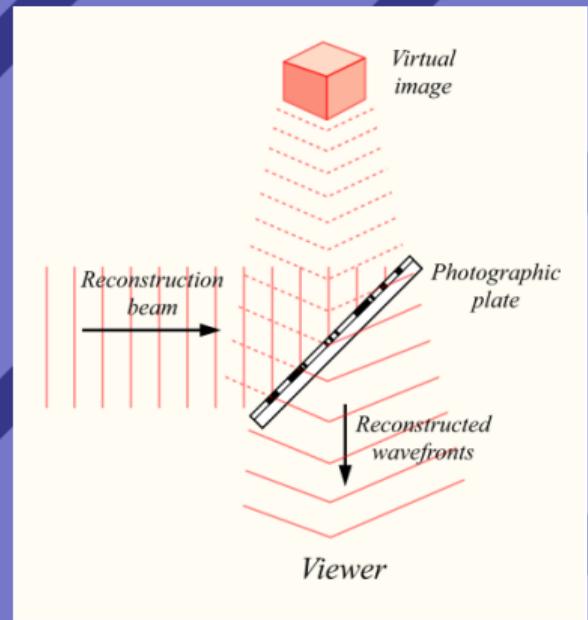
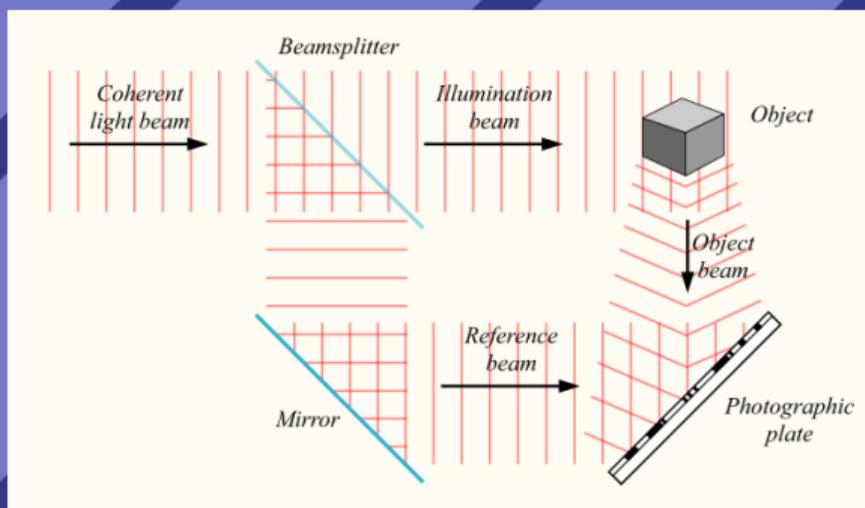
Hologramme \neq Volumetrische Displays



Geschichte der Hologramme

- Entwickelt von Dennis Gabor in den späten 40ern
- Erst seit der Entwicklung des Lasers in den 60ern praktikabel

Idee von Hologrammen:



Fresnel-Zonenplatte:



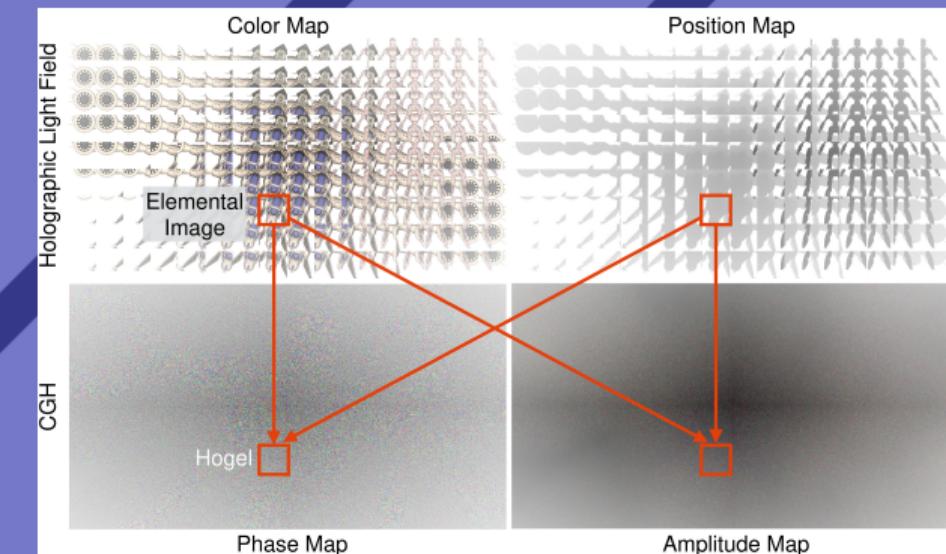
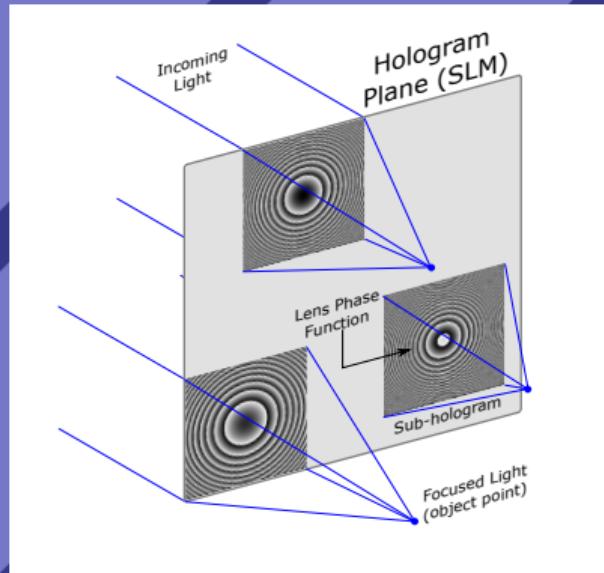
Fresnel-Zonenplatte:

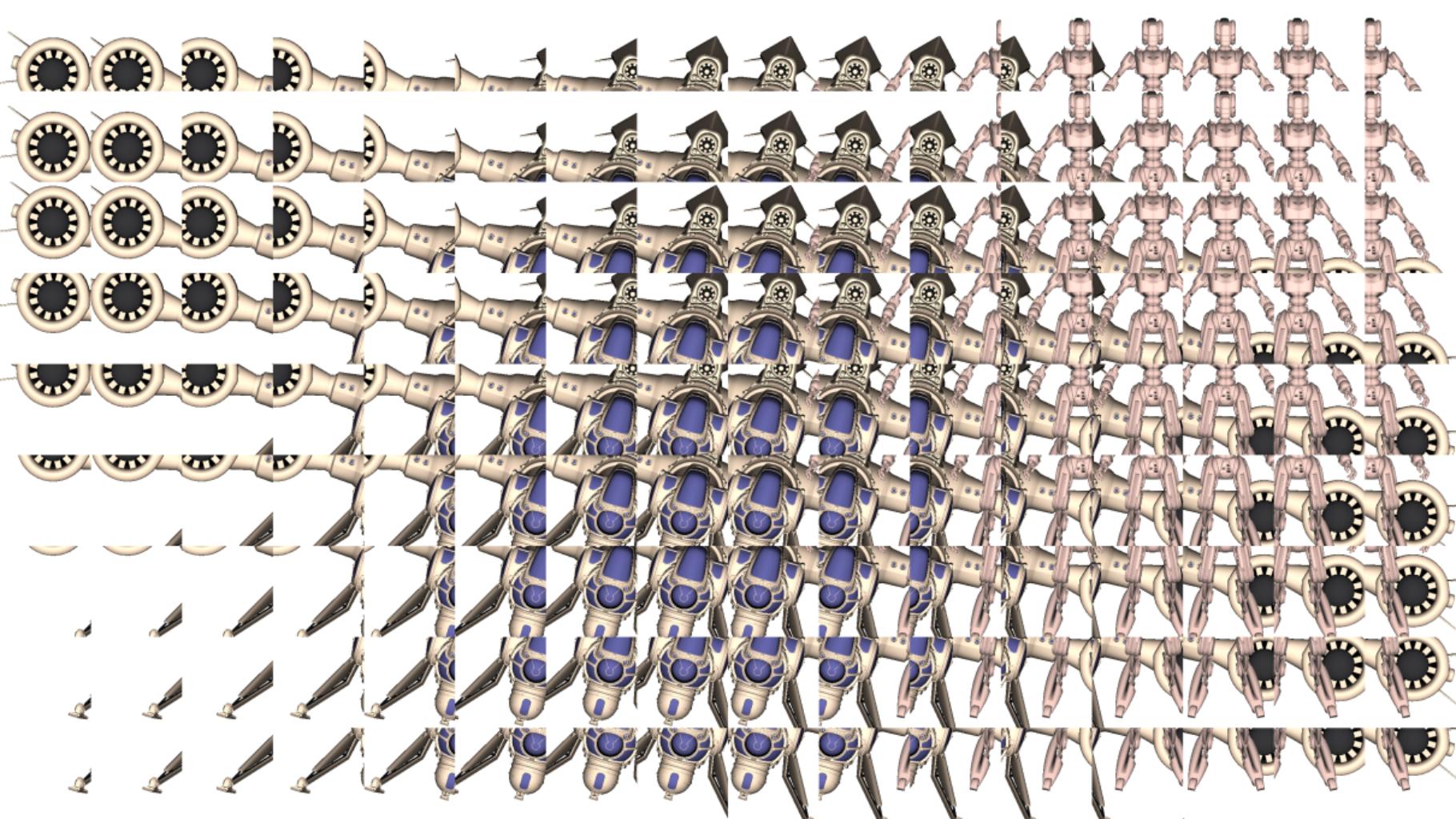
- Komplett flach
- Verändert Amplitude und Phase des Lichts
- Wirkt auf kohärentes Licht wie eine Linse
- Brennweite hängt von der Wellenlänge des Lichts ab
- Änderung der Brennweite durch Skalierung

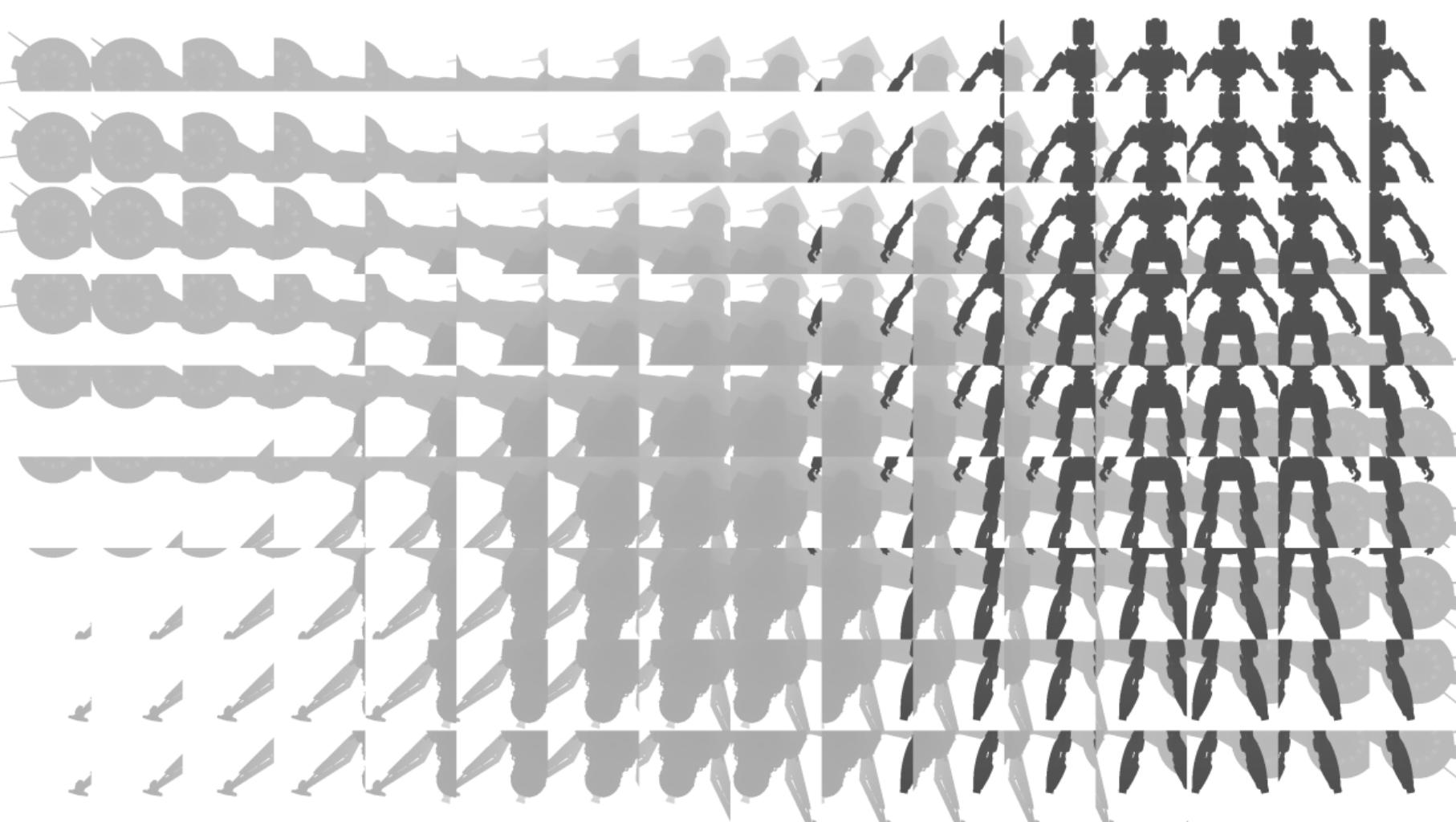
Digitale Holographie:

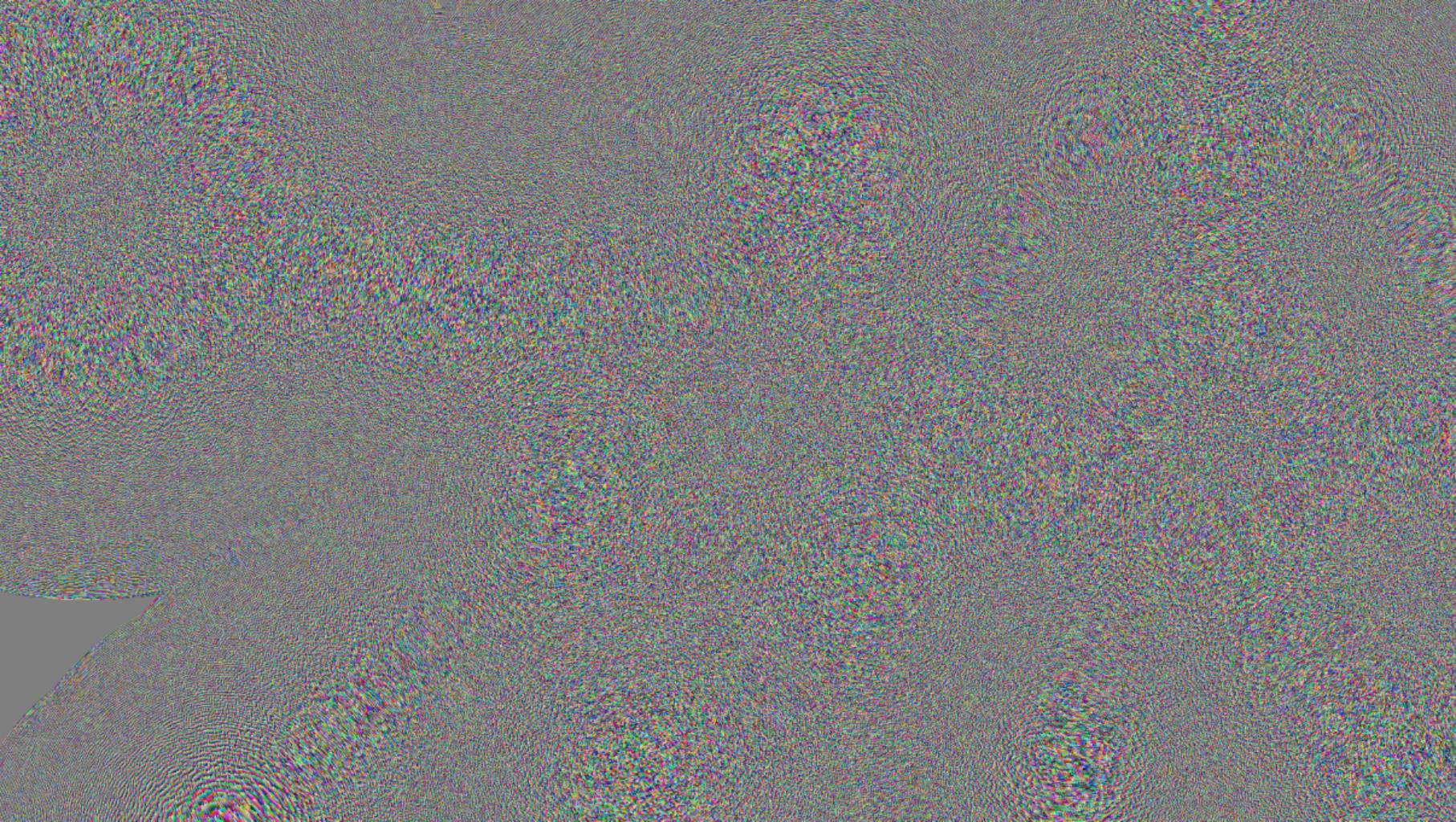
- Überlagerung von Fresnel-Zonenplatten berechnen
- Auflösung bestimmt wie stark das Licht abgelenkt werden kann
- Entsprechende LCD-Displays steuern Phase des Lichts
- Entweder nur Phase, oder (besser) Phase und Amplitude

Zonenplatten überlagern:











Video

Vorteile Hologrammdisplays:

- Lichtfeld kann sehr exakt rekonstruiert werden
- Es wird weniger Auflösung benötigt als bei Lichtfelddisplays
- Beugung ist kein Fehler sondern ein Feature
- Auflösung daher nur durch Displaytechnologie begrenzt

Nachteile Hologrammdisplays:

- Sehr hoher Rechenaufwand
- Spezielle Displays benötigt
- Farbe muss über Zeitmultiplexing realisiert werden
- Hohe Auflösung benötigt



FRAGEN?

Quellen/Weitere Infos

- Visual fatigue caused by viewing stereoscopic motion images: Background, theories, and observations
- Dependence of accommodation response on the spatial frequency spectrum of the observed object
- Measurement of the lens accommodation in viewing stereoscopic displays
- Perceptually-Guided Foveation for Light Field Displays
- Near-Eye Light Field Displays
- Near-eye Light Field Holographic Rendering with Spherical Waves for Wide Field of View Interactive 3D Computer Graphics
- The Light Field Stereoscope
- Near-Eye Varifocal Augmented Reality Display using See-Through Screens
- Holographic Near-Eye Displays for Virtual and Augmented Reality