

# **Interaktive Systeme**

## **3. Wahrnehmung: Raum und Tiefe**

Prof. Dr. Eckhard Kruse

DHBW Mannheim

### Übung

#### 3.1 Wahrnehmung von Raum und Tiefe

Schauen Sie sich um: Durch welche optischen Merkmale nehmen Sie den dreidimensionalen Raum wahr (Tiefe, Entfernungen, was ist vorne/hinten)?

- a) Erstellen Sie eine Liste verschiedener Merkmale.
- b) Welcher dieser Merkmale sind auch in 2D-Darstellungen prinzipiell abbildbar? Wie?

# Stereoskopisches Sehen

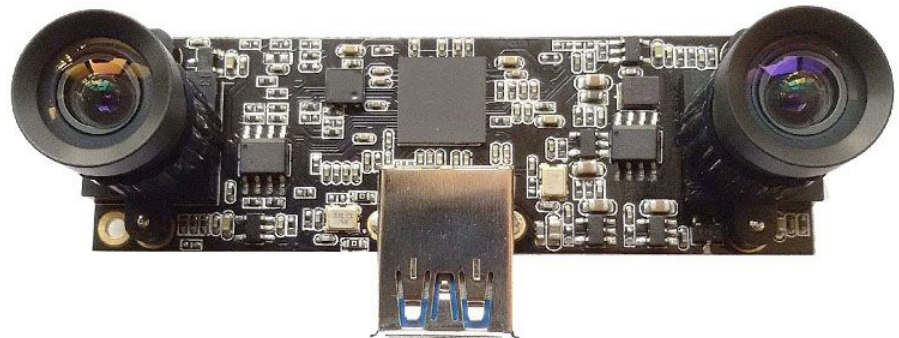
## Stereoskopisches (binokulares) Sehen, Prinzip:

- Bilder des rechten und linken Auges werden überlagert/verglichen
- *Pattern Matching*: Zuordnung von Merkmalen im rechten und linken Bild
- Relative Verschiebung der einzelnen Merkmale: *Disparation* (engl. disparity)
- Berücksichtigung der Augenstellung
- Tiefen: Triangulation auf Basis der Disparation.
  - große Disparation: nah, kleine Disparation: fern
- Ergebnis: Bild mit überlagerten Tiefeninformation

Stereoskopisches Sehen wird auch in Computer Vision + Robotik eingesetzt.

(aber andere Techniken z.B. mit aktiver Beleuchtung sind weitaus robuster)

Probleme beim  
stereoskopischen Sehen?



# Stereoskopisches Maschinensehen

## Einschränkungen des stereoskopischen Sehens:

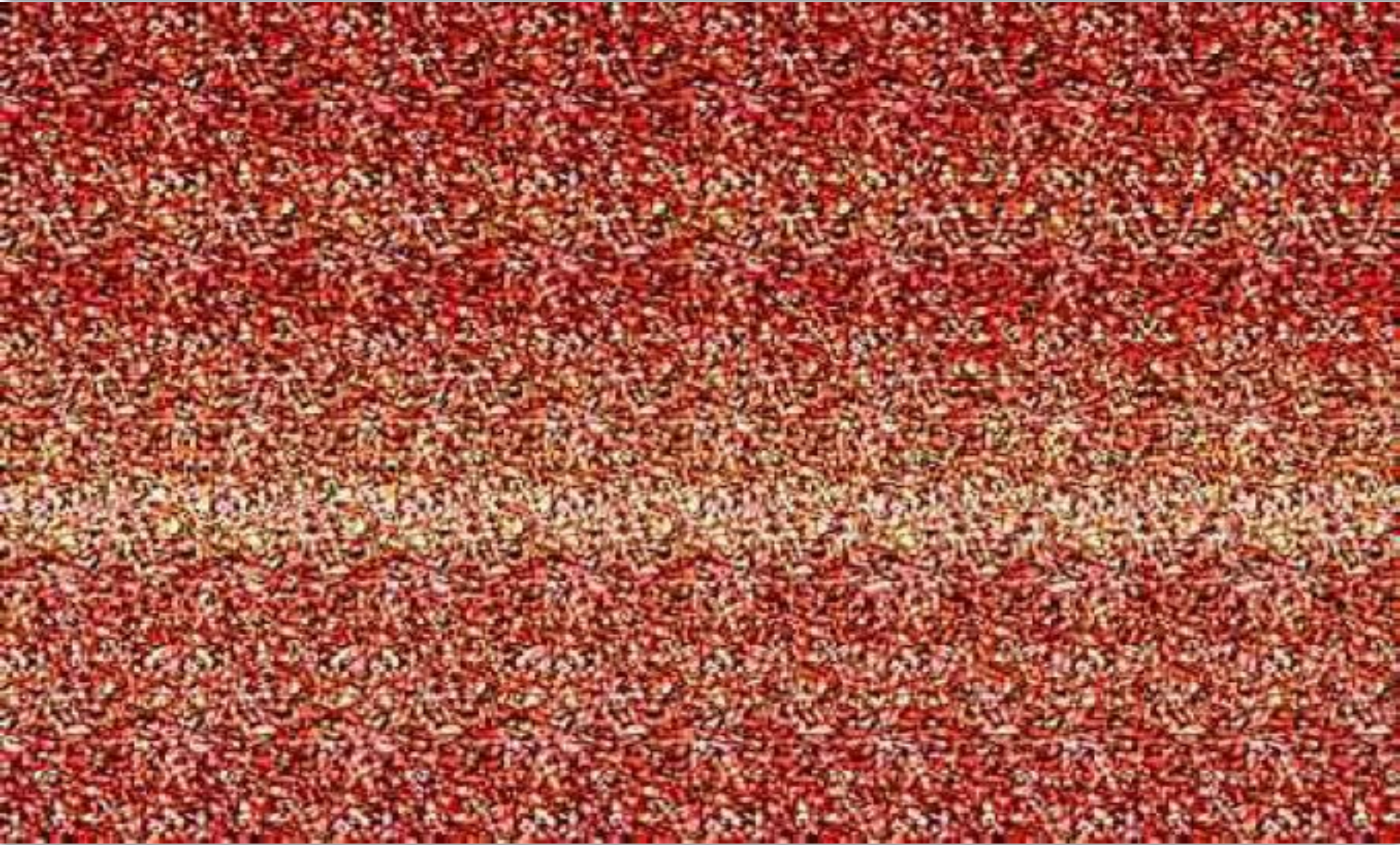
- *Sparse depth image vs. Dense depth image*
  - Pattern Matching: *Korrespondenzproblem*
- Augen-/Sensorabstand
  - zu nah: Triangulation ungenau
  - zu fern: Pattern Matching
- Computer: Pures Stereoskopisches Sehen: Nur eingeschränkt nützlich
- Mensch: Stereoskopisches Sehen  
+ andere Tiefenmerkmale + Vorwissen über die Welt  
→ sehr leistungsfähig.

Funktioniert zwar nicht so gut...  
... sieht aber toll aus.





# Stereogramm





# Stereoskopische Anzeigen

## Prinzip: Zwei Augen, zwei Bilder:

- Eigenes Display für jedes Auge
  - VR-Brille - Virtual Reality / Augmented Reality
- Verschiedene Bilder je nach Betrachtungswinkel (→ Linsenraster)
  - „Wackelbilder“ / „3D-Postkarten“
  - Autostereoskopisches Display: z.B. Nintendo 3ds
- Überlagerung beider Bilder auf einer Anzeige + Separation vor Auge:
  - Farbe: rot/grün, rot/cyan... Brillen
  - Zeit: Shutterbrillen
  - Polarisierung: 3D-Kino
- „Subtil getrickst“:
  - Hell-dunkel Brillen + horizontale Bewegungen
  - Stereogramm



**Ergonomie?**

Wie beurteilen Sie die Zukunft von 3D für Kino, Fernsehen, Computer?  
→ z.B. Diskussion mit dem Nachbarn? Pro - Contra?

### Übung

#### 3.2 Raum und Tiefe in GUIs

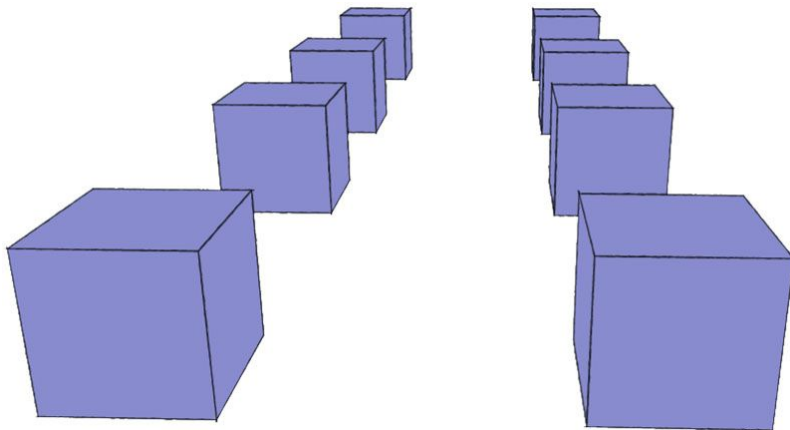
Betrachten Sie die Benutzeroberfläche Ihres Betriebssystems und Anwendungsprogramme.

- a) Welche Mechanismen werden verwendet, um Raum/Tiefe darzustellen?  
(Merkliste: Stereoskopisches Sehen, Perspektive, Verdeckungen, Schatten, Spiegelungen, Lichteffekte, Unschärfe, Farb/Helligkeits-Gradienten, Bewegungen, Wissen über Objekte, Wissen über Szenen)
- b) Mit welcher Absicht/Funktion werden die Effekte eingesetzt?
- c) Bewerten Sie den Einsatz: Was ist nützlich? Nur schön? Überflüssig? Störend?
- d) Was würden Sie anders machen? Wo sehen Sie ungenutztes Potenzial?
- e) Beurteilen Sie auch das Verhältnis von Kosten (technischer Aufwand, CPU/GPU-Last) und Nutzen

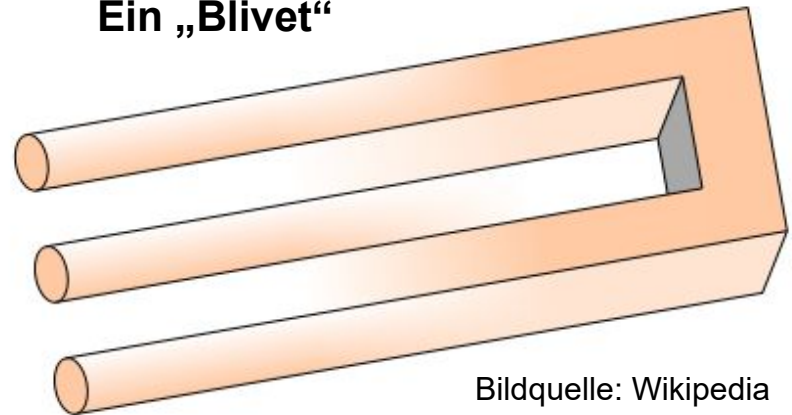
# Perspektive

**Perspektive** ist die Abbildung dreidimensionaler Objekte/Szenen auf eine (2D-)Ebene.

- Verschiedene Grundprinzipien:
  - Zentralprojektion (entspricht Kamera/menschlichem Sehen) → Fluchtpunkt
  - Parallelprojektion (Isometrisch), "pseudo 3D"
- Aufwand + Performance?
  - klein = weiter weg
  - 3D-Rendering mit Lichteffekten, Schatten usw.



Ein „Blivet“



Bildquelle: Wikipedia



# Verdeckung

## Verdeckung:

- Vollständige Konturen erscheinen weiter vorne als unvollständige
- Wirkung der Konturen → Gestaltungsgesetze der Schließung und guten Fortsetzung.

Typisches Beispiel:  
Fenster im Betriebssystem-GUI

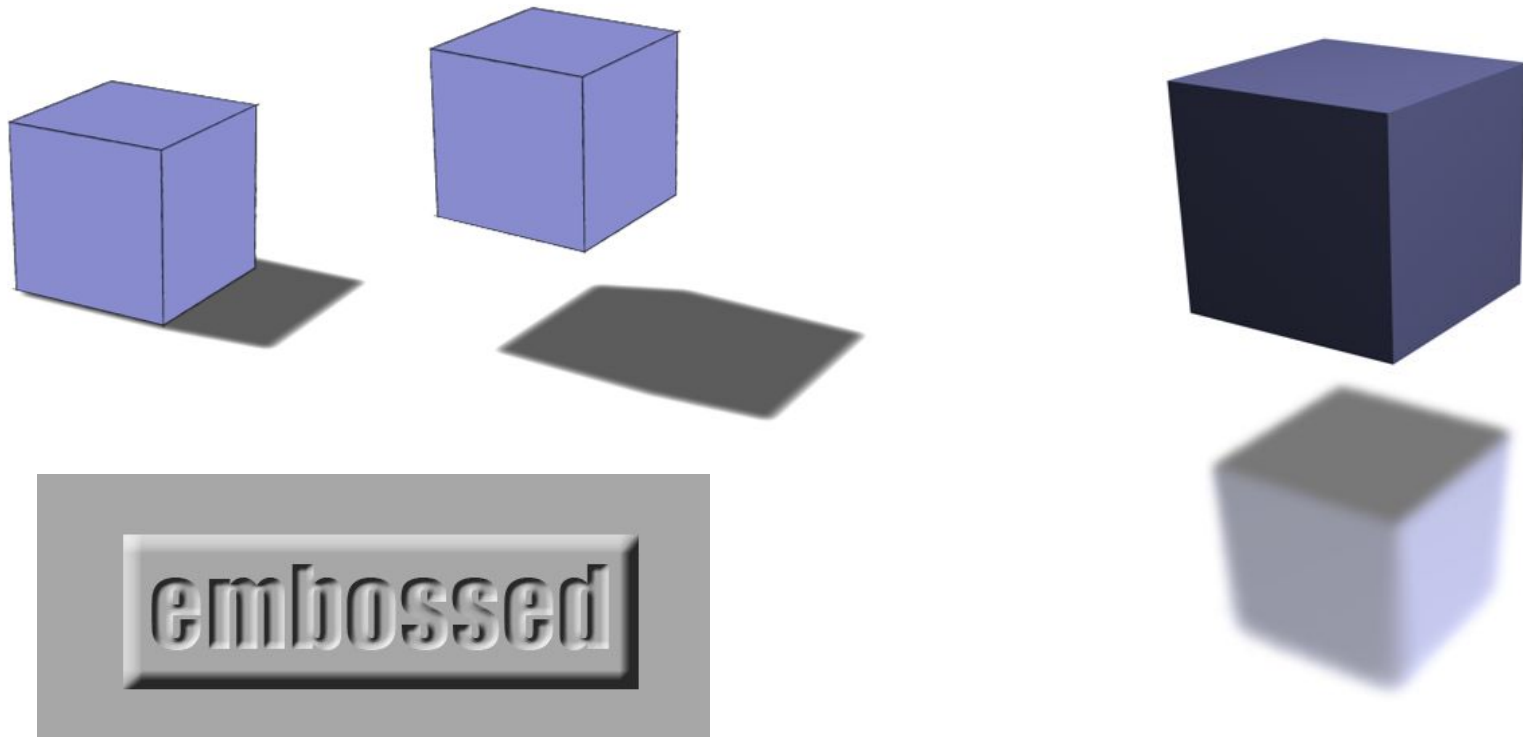


## Stichwort: **Z-Buffer**

Der Z-Buffer speichert für jeden Bildpunkt Tiefeninformationen und ermöglicht zu entscheiden, ob beim Zeichnen (und vor allem 3D Rendern) der jeweilige Bildpunkt eines Objekts erscheint oder verdeckt ist.

# Schatten, Spiegelungen und Licht

**Schatten, Spiegelungen und die Art der Lichtreflektion** geben Hinweise auf Oberflächenprofile und räumliche Lagen von Objekten zueinander.



# Gradienten

**Gradienten** bei der Farbdarstellung können Tiefeneindrücke vermitteln:

- hinten → geringer Kontrast
- hinten → geringe Sättigung
- hinten → Blaustich
- Hell/dunkel: Vorne mittlere Helligkeit (+hoher Kontrast). Hinten hell oder dunkel (und kontrastarm).



Caspar David Friedrich  
Der Wanderer über dem Nebelmeer, ca. 1817



# Wissen über die Szene

Vorwissen über Objekte und Szenen erlauben es, zusätzliche Information aus dem Bildinhalt abzuleiten.

**Was ist näher?**



# GUI Entwurfsmuster: Hintergrund

Empfehlung für Bildschirmhintergründe:

## **"Deep Background"**

Hintergrund mit Tiefenwirkung

→ Vordergrund tritt stärker hervor, hebt sich ab (s. Figur und Grund)

Untersuchen Sie in Ihrem Betriebssystem vorhandene Bildschirmhintergründe:

- a) Welche Hintergründe treten optisch weit zurück, welche wirken nah?
- b) Welche Tiefenwirkungen kommen dabei zum Tragen?
- c) Welche Hintergründe finden Sie gut geeignet, welche nicht? Warum?

### Übung

#### 3.3 Prototyp "Tiefes GUI" - Vorgehen

Es soll ein Prototyp entwickelt werden für ein GUI, das Tiefe und Raum zur Visualisierung nutzt.

- Was wäre ein sinnvolles Vorgehen? Welche Schritte sind durchzuführen?

#### Mockup "Tiefes GUI"

Entwerfen Sie mit einem Malprogramm (z.B. Gimp oder Photoshop) ein Mockups für GUIs, die auf verschiedene Weise Tiefe visualisieren.

- a) Erstellen Sie mehrere Zeichenebenen, die Sie jeweils mit Bildern von Fenstern (z.B. per Screencopy) füllen. Positionieren Sie die Ebenen und Fenster.
- b) Bearbeiten Sie die einzelnen Ebenen mit den Effekten des Malprogrammes, um die gewünschten Effekte hervorzurufen (z.B. Skalieren, perspektivisches Verzerren, Blur, Transparency, Color Curves...)
- c) Wie beurteilen Sie Ästhetik und Usability Ihrer Entwürfe? Was würde sich für reale GUIs von Betriebssystemen / Anwendungen eignen?



### Übung

#### 3.4 SW-Entwurf + Prototyp "Tiefes GUI"

Entwickeln Sie ein Programm, um Tiefeneffekte darzustellen.

Anforderungen:

1. Verwaltung einer Menge von (rechteckigen) Bildobjekten
    - welches sind geeignete Attribute?
    - wie werden die Objekte entsprechend ihrer Tiefe im Raum dargestellt?
  2. Interaktion: Objektpositionen lassen sich manuell verändern
    - z.B. Anklicken und Verschieben in x, y, z-Richtung.
- a) Entwurf: Objekte? Daten? Methoden? Kontrollfluss?
- b) Implementierung auf Basis des Entwurfs
- Wie lassen sich Farbgradienten berechnen? Schatten? Weitere Effekte?



# Raum+Tiefe im „Material Design“

Untersuchen Sie das „Material Design“: <http://material.io>

- Welche der angesprochenen und im Prototyp bearbeiteten Konzepte zu Raum und Tiefe finden Sie wieder? Wie werden sie umgesetzt?

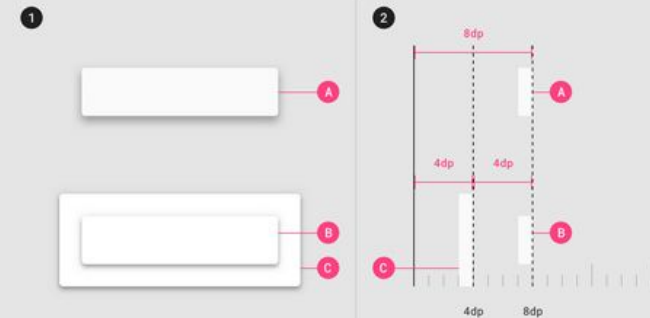


## MATERIAL DESIGN

### Physical Properties



### Elevation System



Motion  
Scaling  
Parallax  
Scrimming  
Light and Shadows

### Depicting Elevation

