

# Bildinterpolation in virtuellen 3-D-Szenen

Lars Groenhagen

# Einleitung

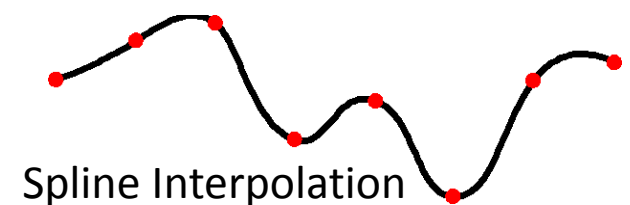
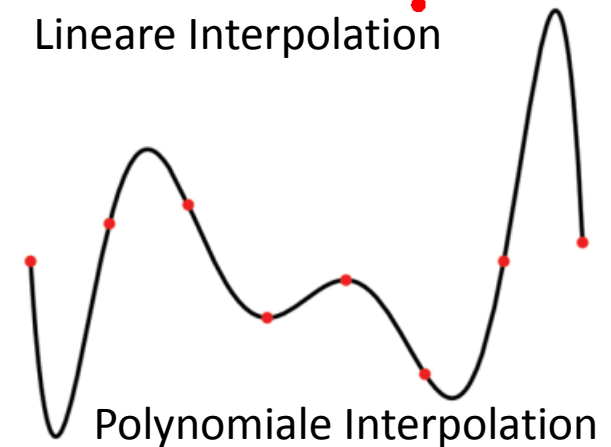
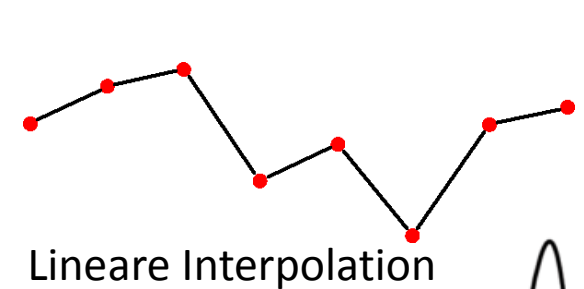
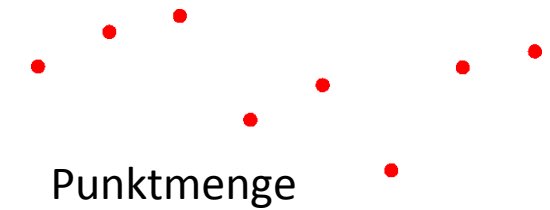
- Seminarthema: Algorithmen zur Erzeugung von Panoramabildern
- Zylindrisches oder sphärisches Panorama: fester Standpunkt des Beobachters
- Wählbarer Standpunkt  $\Rightarrow$  Erweiterung in 3. Dimension
- Beobachtung von unterschiedlichen Standpunkten aus geschieht zu unterschiedlichen Zeitpunkten
- Stitching nicht möglich
  - Aufnahmen aus allen möglichen Beobachterpositionen oder
  - Berechnung von Zwischenbildern
- Beispiel: Fußballberichterstattung

# Agenda

- Projekt Movie-Maps
- Bildinterpolation mittels Morphing
- Verbesserung 1: Ableitung der Zeichenreihenfolge sich verdeckender Bildpunkte
- Verbesserung 2: Dreieckbasierte Bildinterpolation

# Interpolation

- Gegeben: diskrete Daten
- Gesucht: kontinuierliche Funktion, die die diskreten Daten abbildet



# Bildinterpolation

- Größenänderung (z.B. Erhöhung der Auflösung)
- Zwischenbilder
- Interpolation der Farbwerte auf einem Raster
  - Nearest neighbor
  - Linear
  - Bilinear
  - Bikubisch
  - ...



Quelle: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/28/Rathausuhr.original.jpg>



# Das Projekt Movie-Maps

- **Ziel:** Anwendung für virtuelle Rundfahrt
  - Fotografien der Stadt Aspen
  - Vier 35mm Fotokameras in 90 Grad Schritten auf Auto montiert
  - Bilder alle 10 Fuß (~3 Meter)
  - Speicherung auf optischen Videodiscs
  - Zuordnung der Bilder zu Straßenkarte
  - Sequentielles Abspielen, Abspielgeschwindigkeit simuliert Fahrtgeschwindigkeit
  - Zwei Videodisc Player, 2. Abspielgerät positioniert auf Bilder der nächsten Abzweigung in Fahrtrichtung (Random Access)



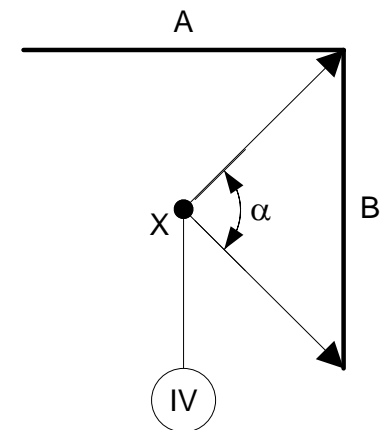
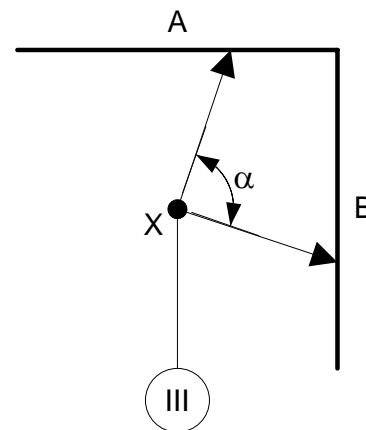
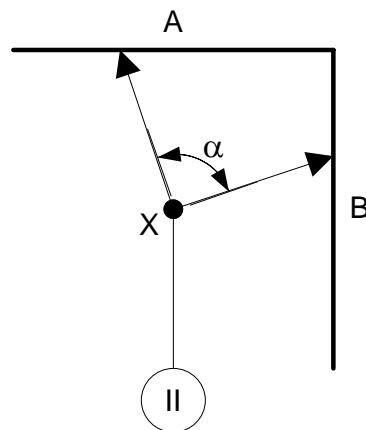
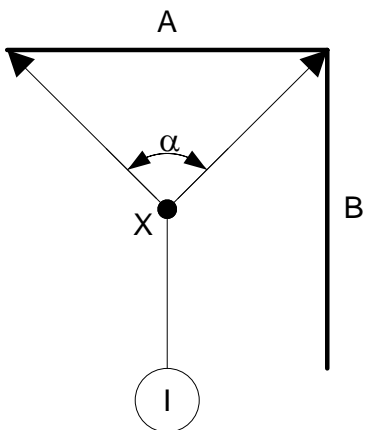
Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Laserdisc>



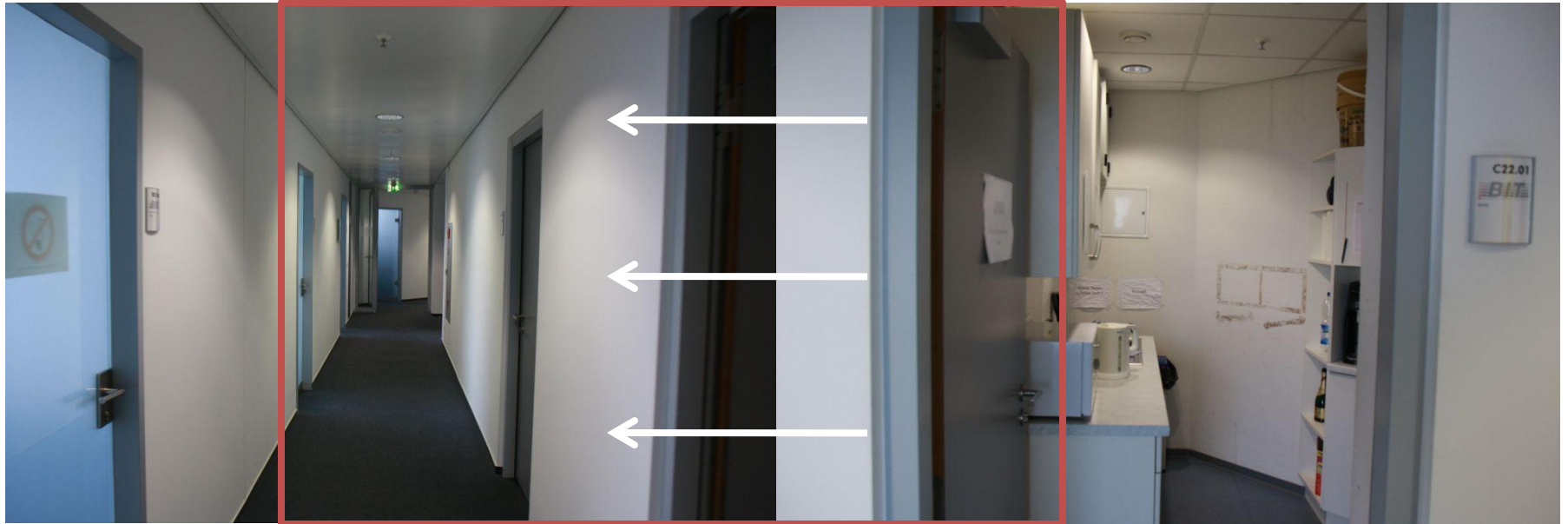
Computerhardware  
1980

# Synthetische Drehung

- Projektion der Originalbilder A und B auf 90 Grad versetzte Flächen
- Fotografieren aus der “Originalperspektive”
  - Durch Drehung der Kamera um die vertikale Achse an der Eintrittspupille des Objektivs (X) in bestimmten Schrittweiten, können nun Zwischenbilder (II und III) erzeugt werden, die der Perspektive in der realen Szene entsprechen.
- Drehung der vier Kameras in der Kreuzung um 90 Grad



# Umblenden durch Bildverschiebung



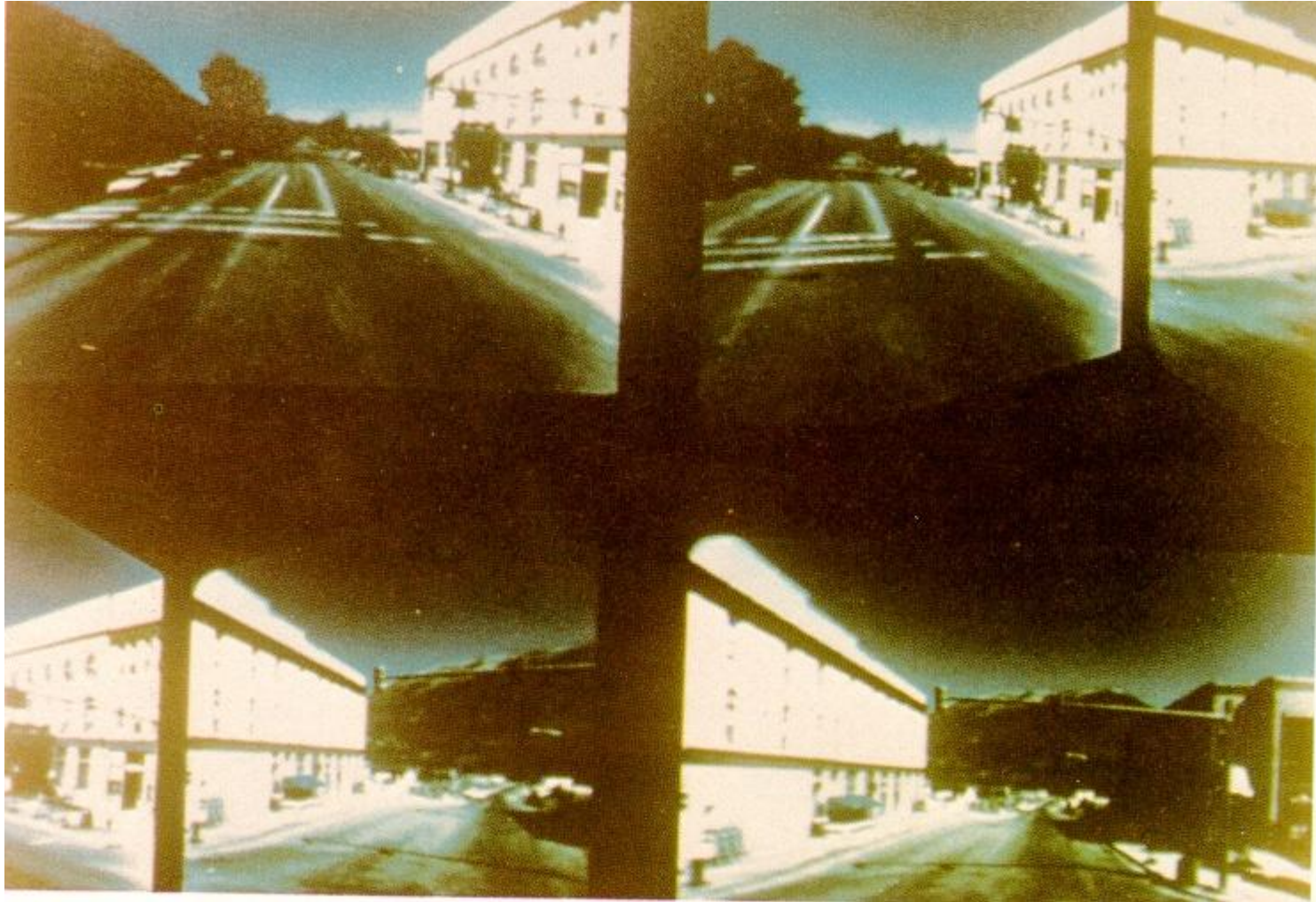




Animation

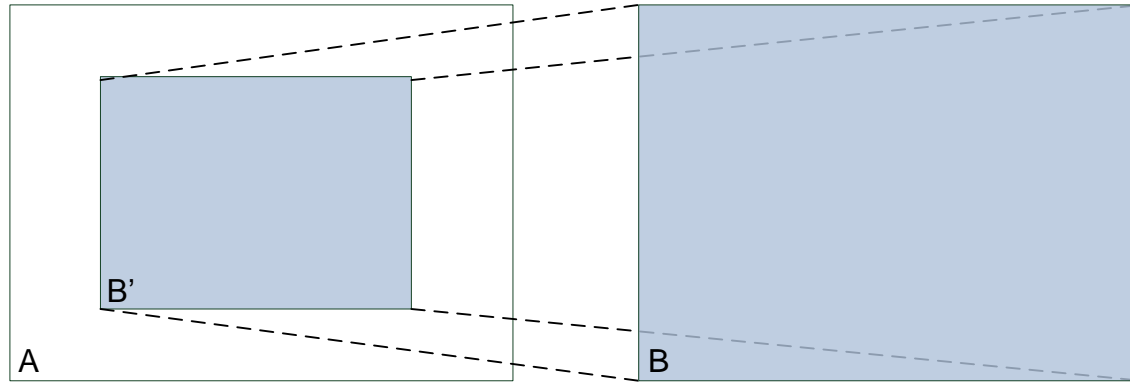
C22.01  
BIT

# Movie Maps: Synthetische Drehung

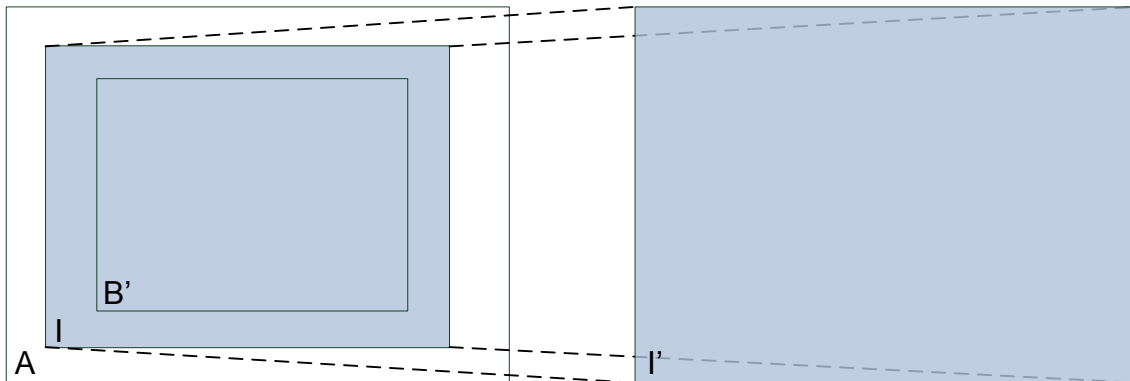


Quelle: [Lip80], S. 42

# Digitalzoom

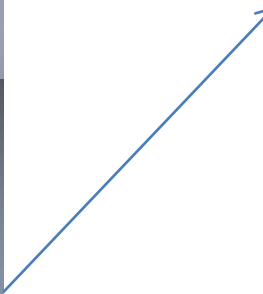
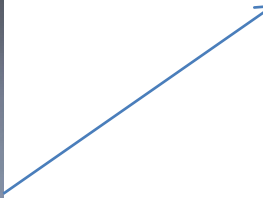
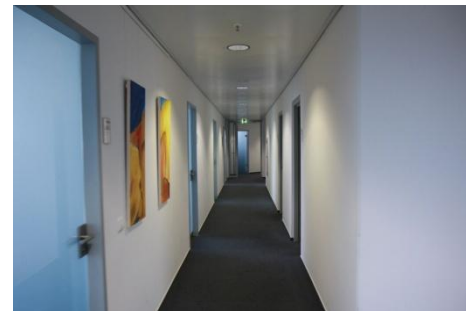
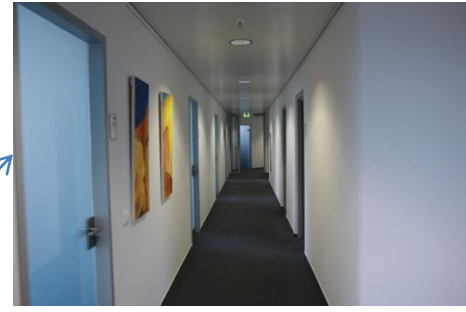
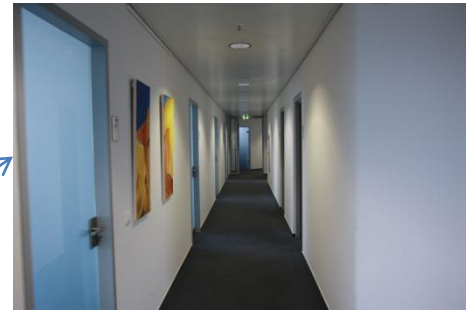


**Beobachtung:** Bei Geradeausfahrt entspricht ein später aufgenommenes Bild B einem Ausschnitt B' im Vorgängerbild A



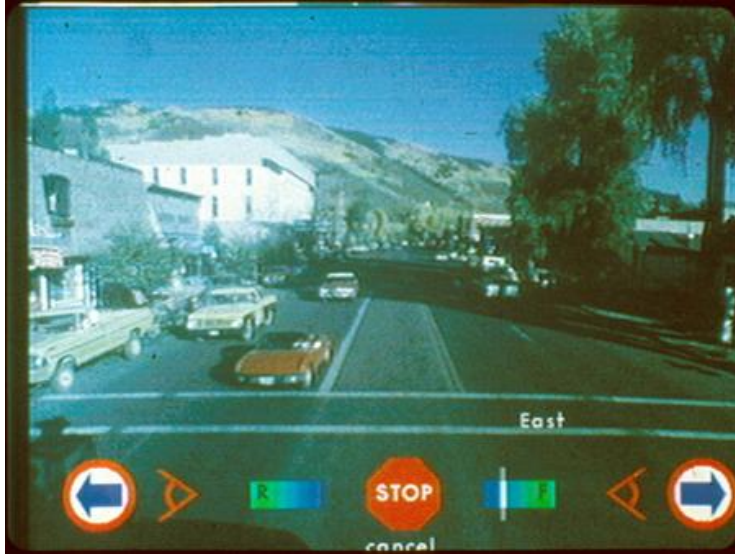
**Digitalzoom:** Ausschnitt I aus A, der größer ist als B'  
Vergrößerung von I auf die Größe von A (bzw. B)  
Interpolation notwendig

# Digitalzoom





# Movie-Maps



Quelle:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Aspen\\_Movie\\_Map](http://en.wikipedia.org/wiki/Aspen_Movie_Map)



Quelle:  
<http://www.youtube.com/watch?v=Hf6LkqgXPMU>

# Exkurs: Panoramabilder ohne Stitching



Objektiv:

- Brennweite 6mm
- Winkel 220 Grad

Aufnahmerichtung:

- senkrecht nach oben



Quelle: <http://photo.net/philip-greenspun/photos/pcd2386/10.jpg>



Quelle: <http://www.nearfield.com/~dan/photo/wide/fish/index.htm>

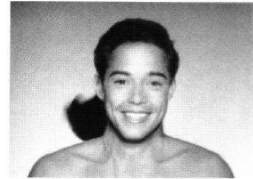
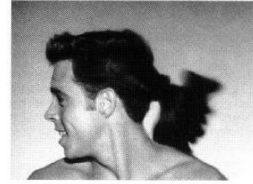
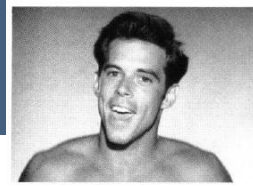
Quelle: <http://www.mir.com.my/rb/photography/hardwares/speciallenses/6mmfish.htm>





# Morphing

- Ursprünglich Spezialeffekt, häufig im Film genutzt
  - Willow (1988)
  - Indiana Jones (1988)
  - Terminator 2 (1991)
  - Black or White (1991, Michael Jackson Musikvideo, Abb. rechts)
- Gleichzeitiges Verzerren (warp) und überblenden (cross-dissolve)



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Morphing>

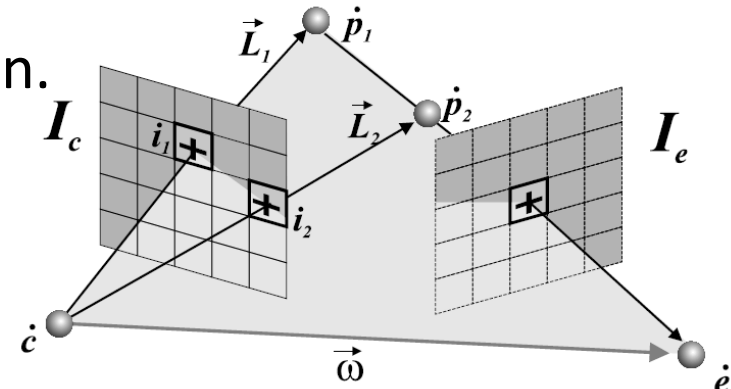


Quelle: [Bei92], S. 42

# Zwischenbilder mit Morphing

- Voraussetzungen: Pixelwerte  
relative Kamerapositionen  
Entfernungswerte der Pixel

1. Verschiebungsvektor je Pixel berechnen.  
Pixel in Liste speichern.  
Verschiebungsvektoren in  
"Morph-Map" speichern

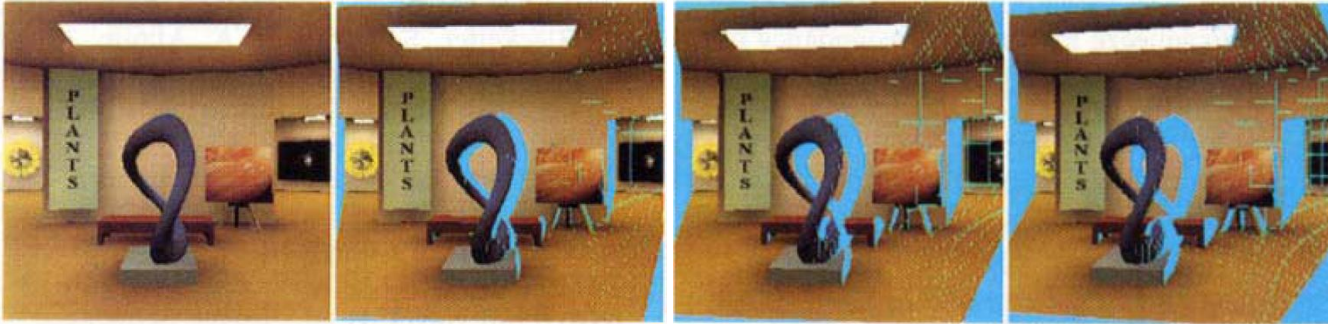
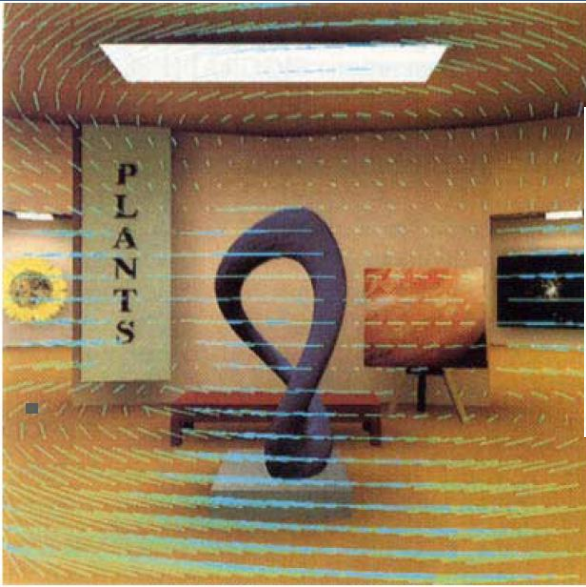


2. Liste nach Entfernungswerten sortieren  
(weiter entfernte Pixel zuerst)
3. Leeres Bild mit Hintergrundfarbe initialisieren
4. In Reihenfolge der Liste jede neue Pixelposition mit  
Verschiebungsvektor und Interpolationsparametern berechnen
5. In Hintergrundfarbe verbliebene Pixel interpolieren

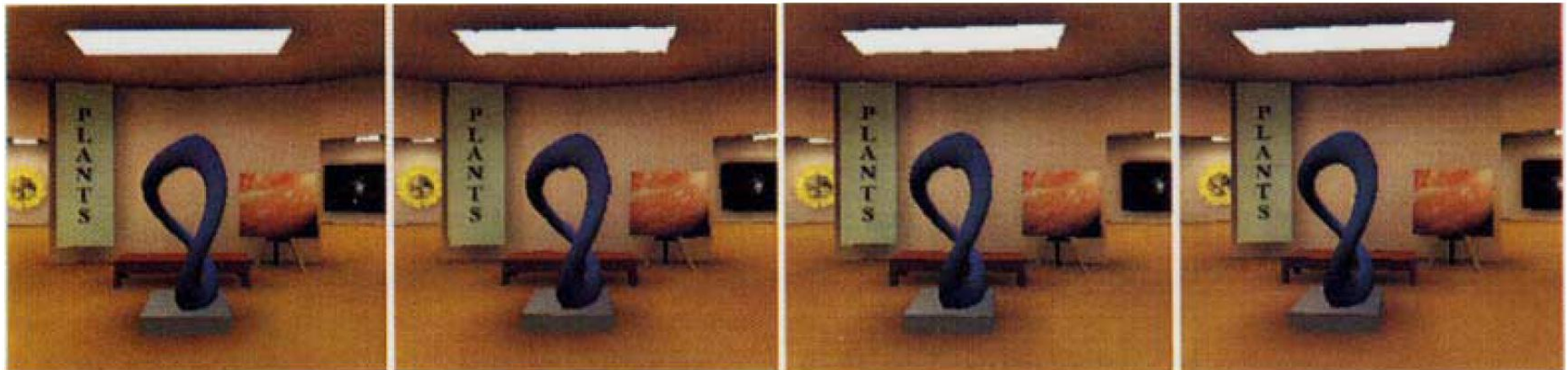
Quelle: [FWH98], S. 3



# Morphing: Ergebnisse

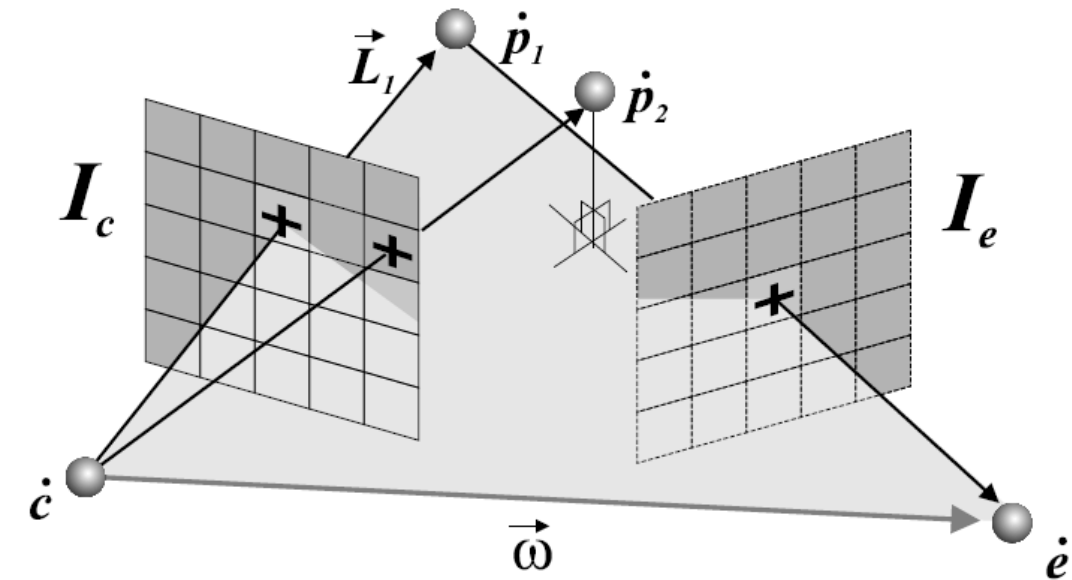


Quelle: [CW93], S. 286f.

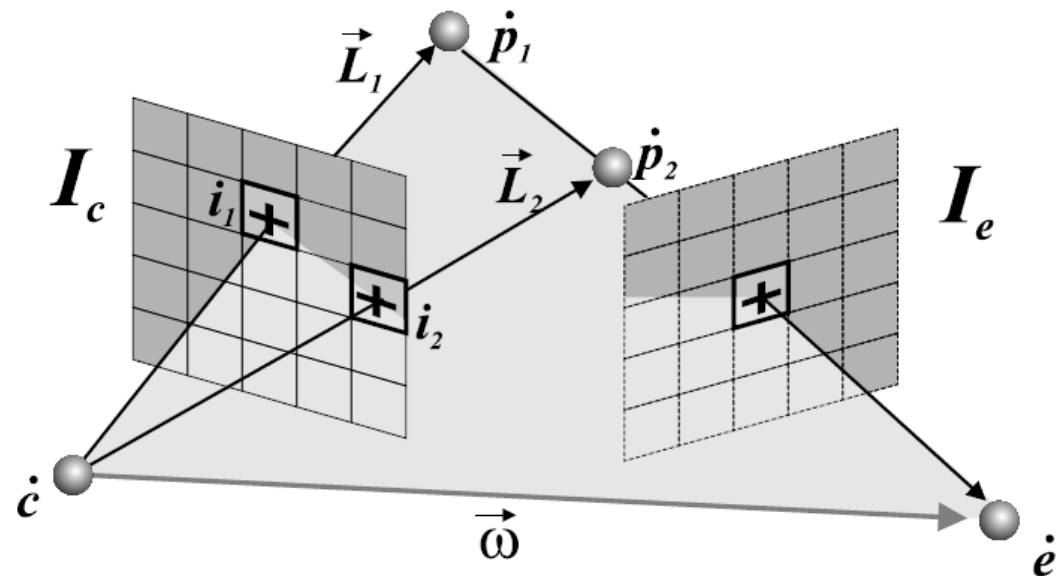


Problem: Entfernungsdaten zu Pixeln müssen bekannt sein  
Frage: Kann eine Zeichenreihenfolge ohne  
Entfernungsinformationen bestimmt werden?

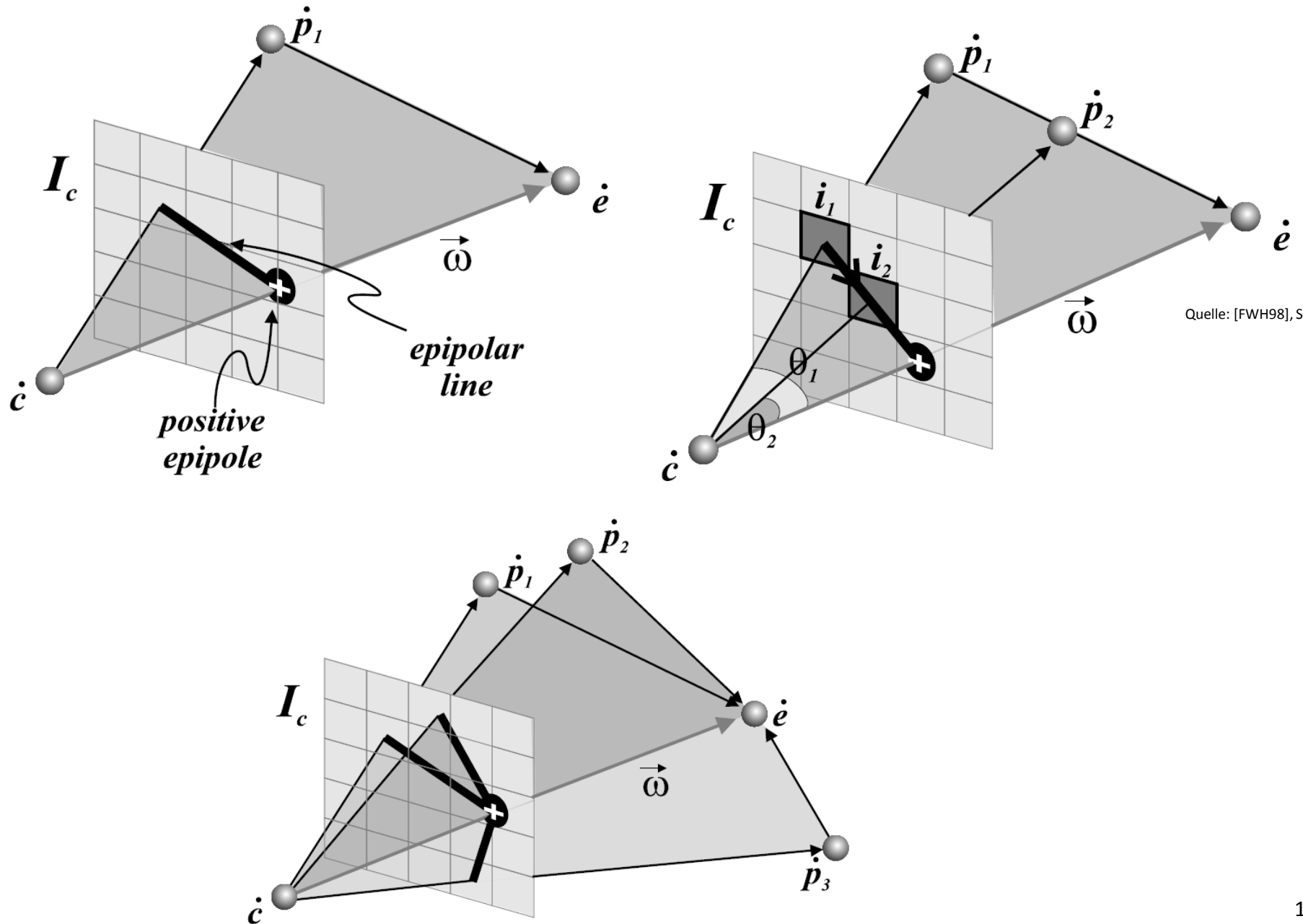
# Epipolargeometrie I



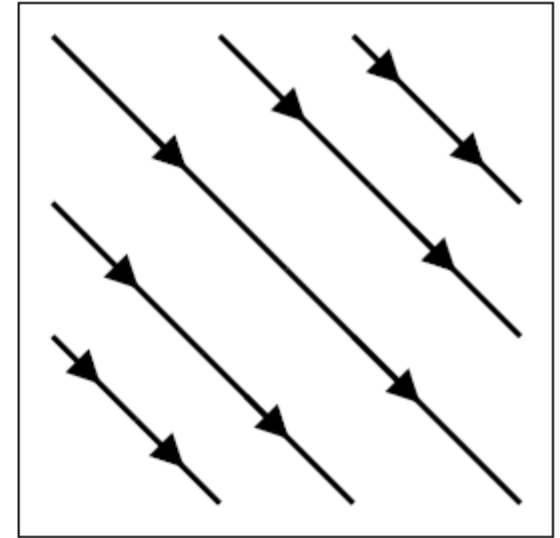
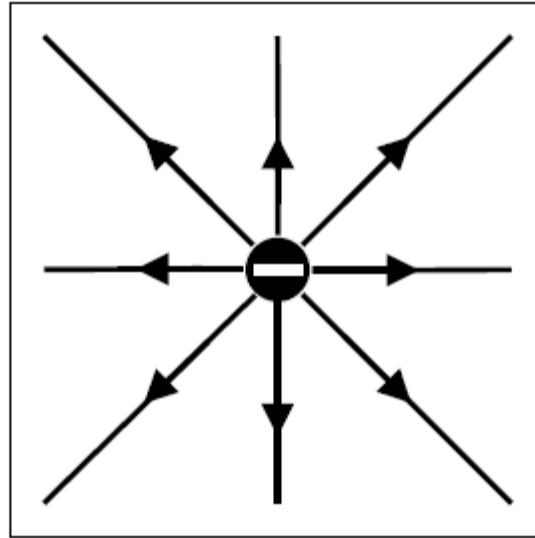
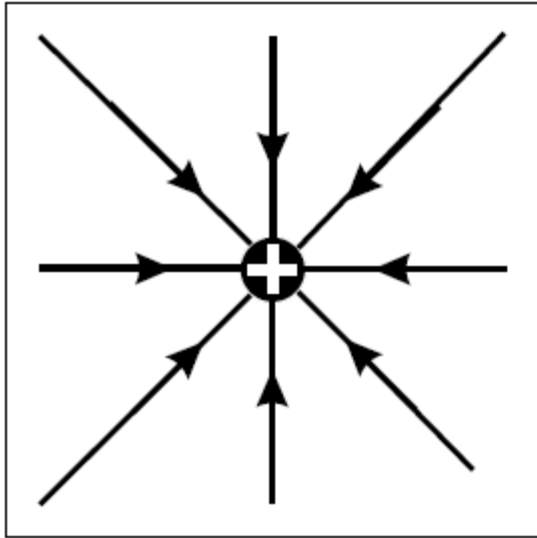
Quelle: [FWH98], S. 3



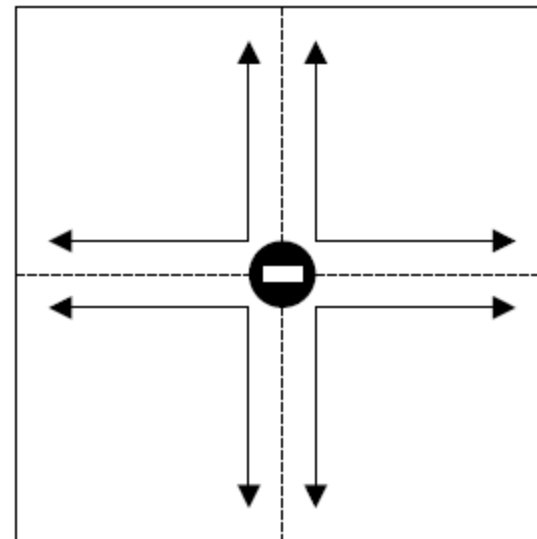
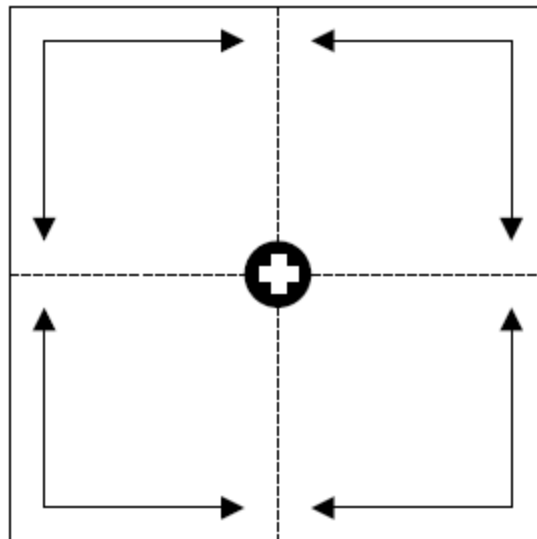
# Epipolar geometry II



# Zeichenreihenfolge für Pixel

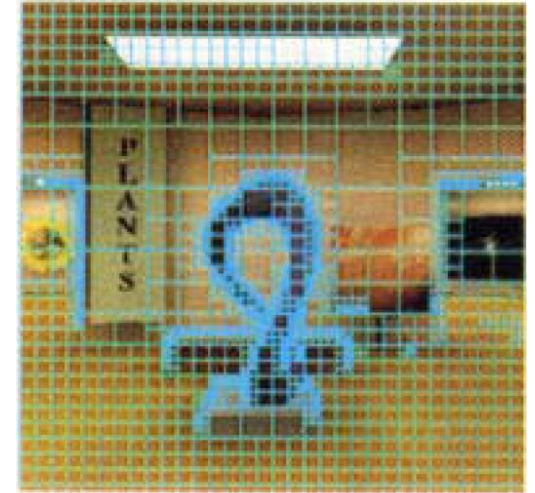


Quelle: [FWH98], S. 5

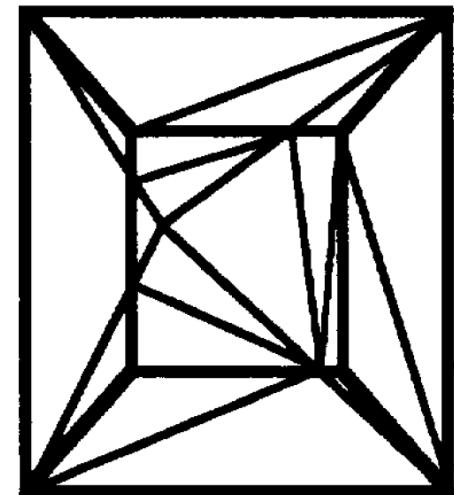


# Dreieckbasierte Interpolation

- Verbesserungsmöglichkeit:
  - Zusammenfassung von Bildbereichen statt pixelweisem Warping
  - Morphing: Quadratische Bereiche
- Problem: Zeichenreihenfolge ohne Entfernungsinformationen nur für einzelne Bildpunkte bestimmbar
- Lösungsansatz: Dreiecke
  - Es existieren Algorithmen, die Bilder derart in Dreiecke zerlegen können, dass die Menge der Pixel eines Dreiecks ungefähr über die gleichen Entfernungswerte verfügen

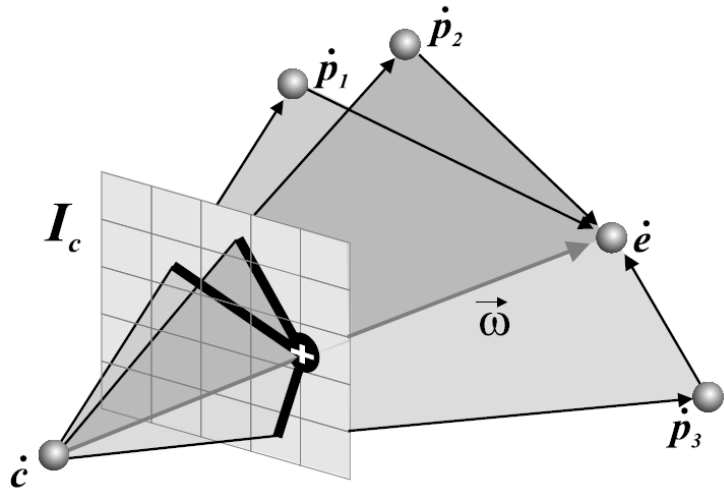


Quelle: [CW93], S. 286f.

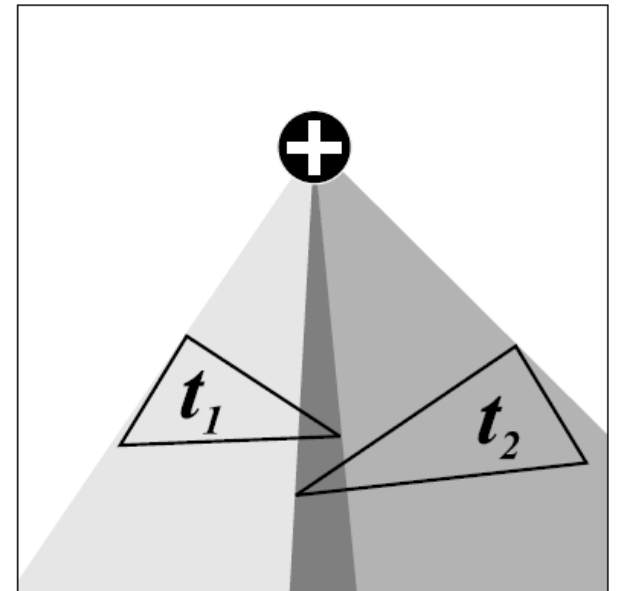
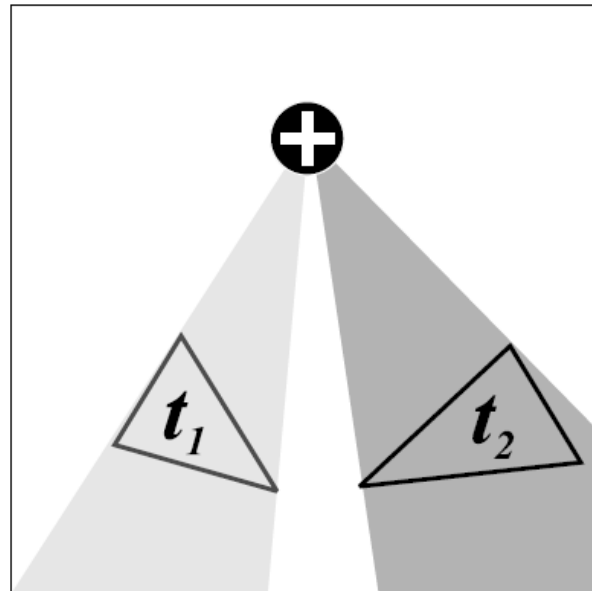


Quelle: [SP92], S. 334

# Epipolarband

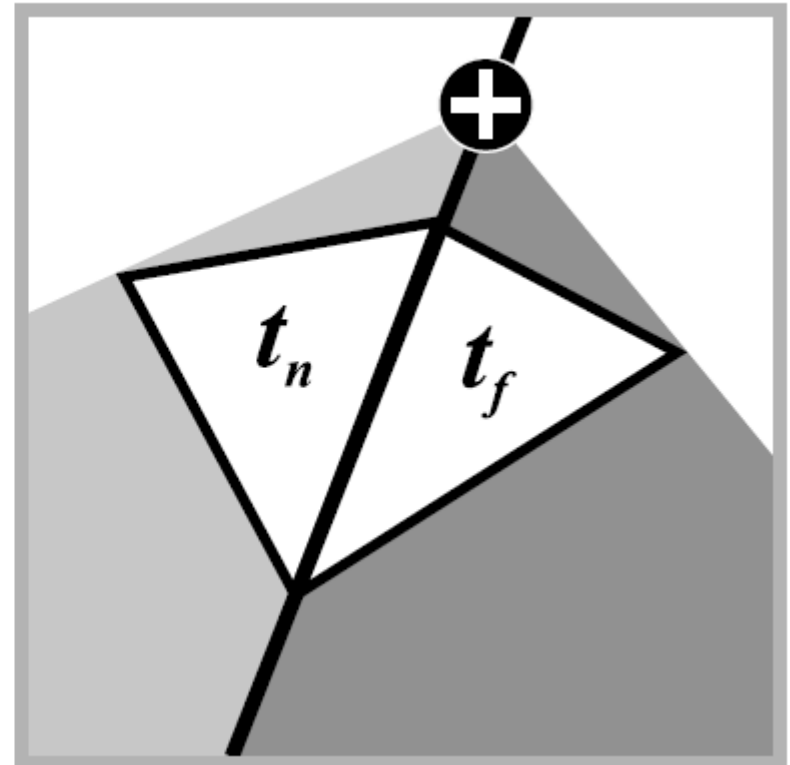
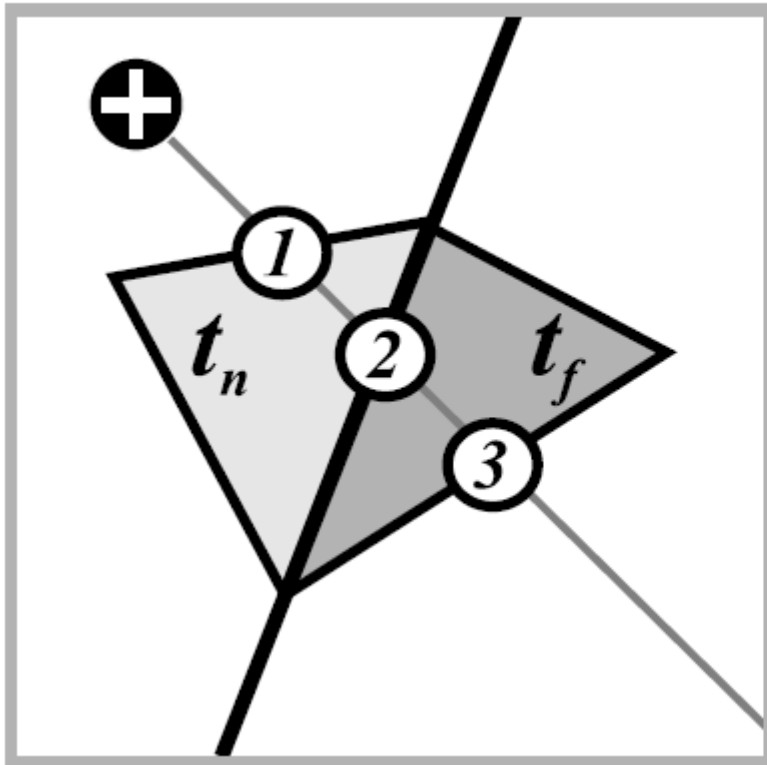


Quelle: [FWH98], S. 4



Quelle: [FWH98], S. 7

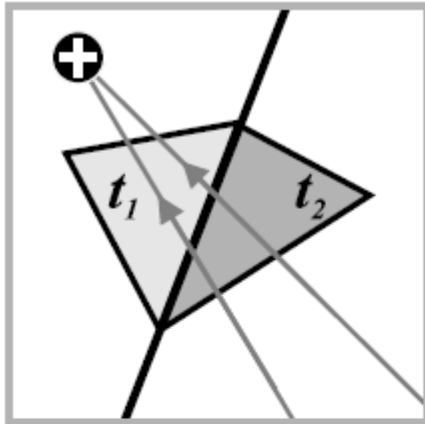
# Zeichenreihenfolge für Dreiecke I



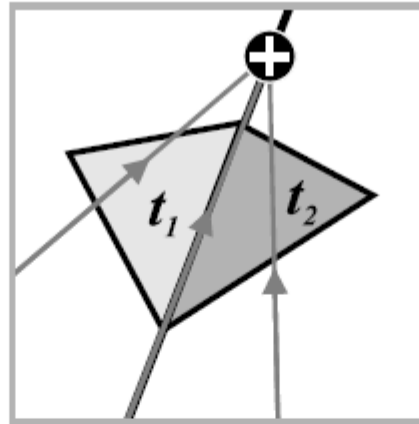
Quelle: [FWH98], S. 8



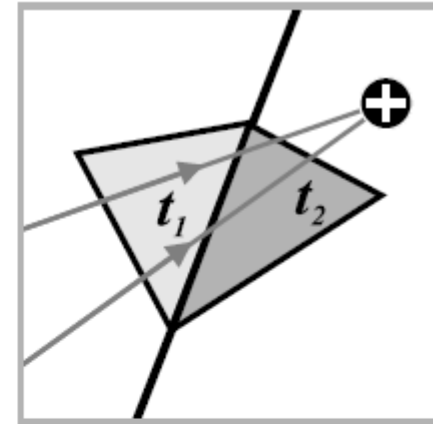
# Zeichenreihenfolge für Dreiecke II



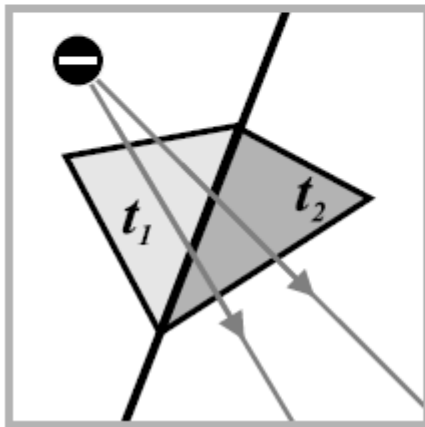
$t_2 \rightarrow t_1$



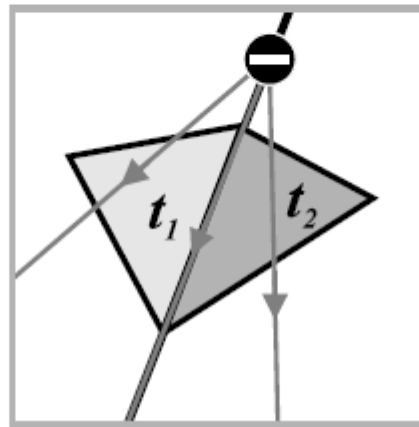
$t_1 \leftrightarrow t_2$



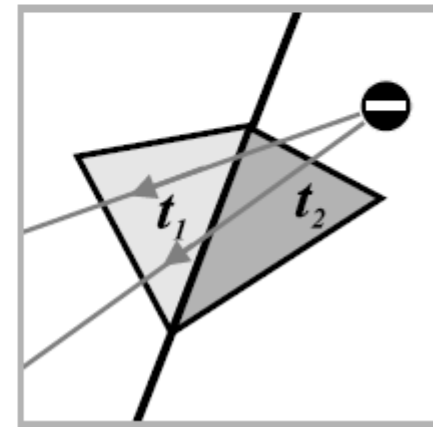
$t_1 \rightarrow t_2$



$t_1 \rightarrow t_2$



$t_1 \leftrightarrow t_2$

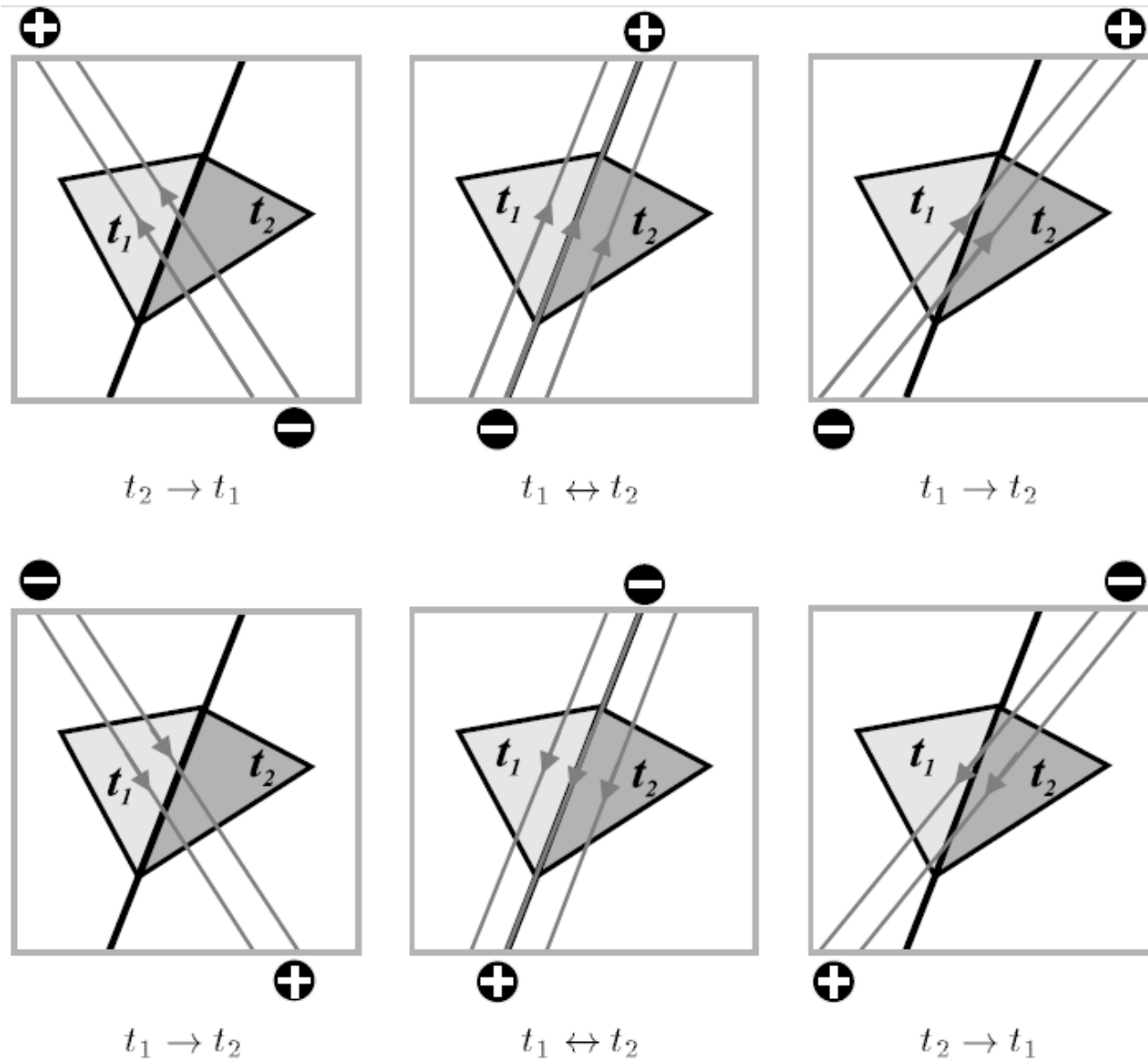


$t_2 \rightarrow t_1$

Quelle: [FWH98], S. 9

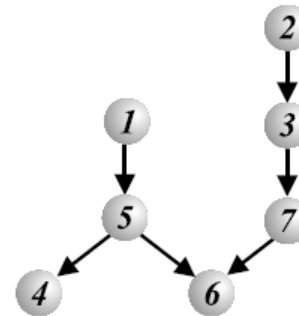
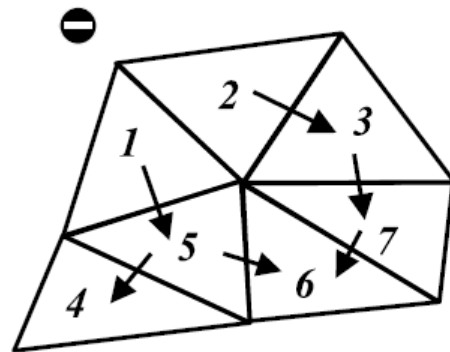


# Zeichenreihenfolge für Dreiecke III



# Dreieckbasierte Bildinterpolation

- Paarweise Bestimmung der Zeichenreihenfolge für Dreiecke, die sich möglicherweise verdecken
- Topologische Sortierung, z.B. mit Graph
- Zyklen suchen
- Warping gem. topologischer Sortierung

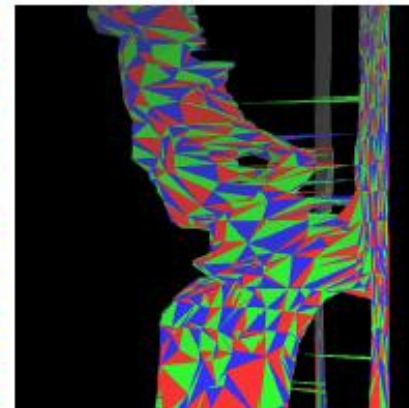
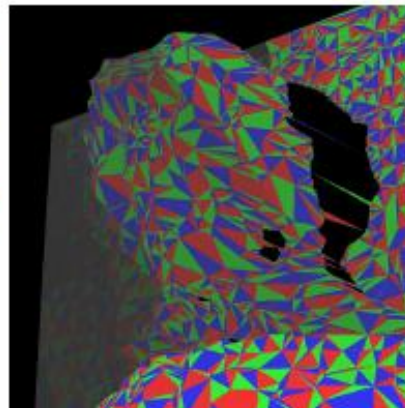
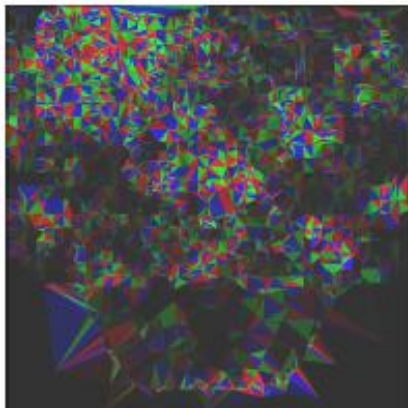
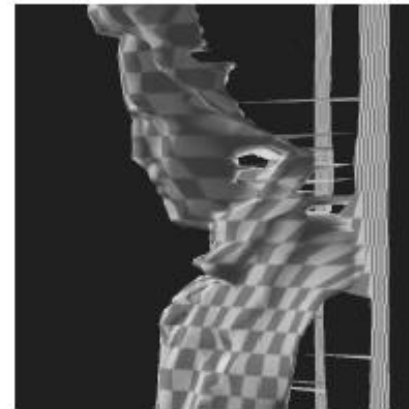
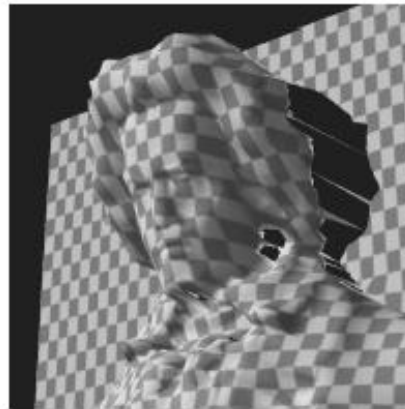


Quelle: [FWH98], S. 10

- Zyklen

- durch Wahl eines zufälligen Startdreiecks aufbrechen oder
- Pixelweises Warping aller am Zyklus beteiligten Dreiecke

# Dreieckbasierte Interpolation: Ergebnisse



# Anwendungen

- Virtuelle Rundgänge
  - Städte, Museen, ...
  - Mit Daten aus Bildportalen?
- Fußballberichterstattung
  
- Movie-Maps revisited: Google Streets

# Fragen?