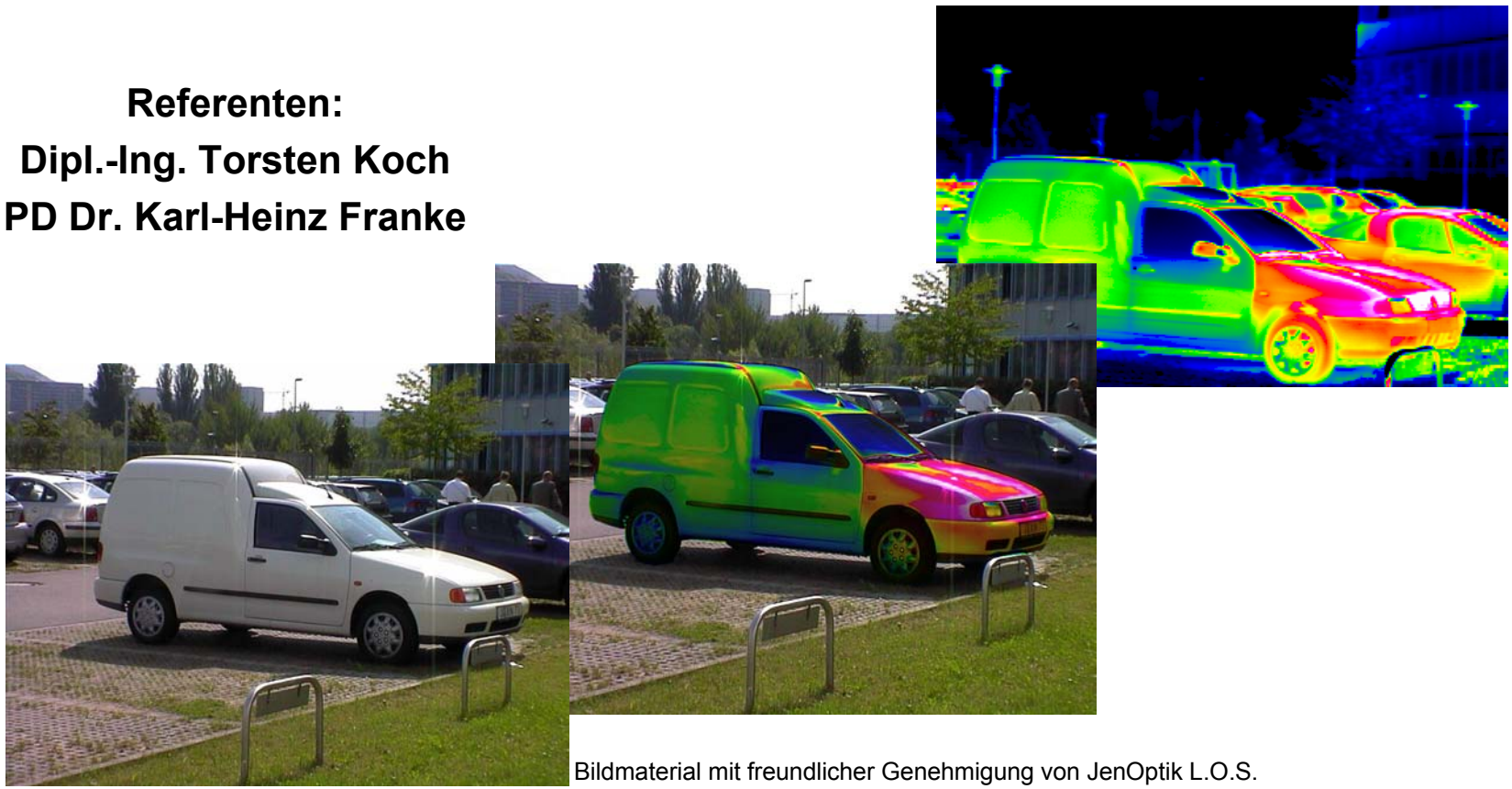
3D-Aspekte bei der Bildfusion am Beispiel von IR- und VIS-Daten

Referenten:

Dipl.-Ing. Torsten Koch

PD Dr. Karl-Heinz Franke

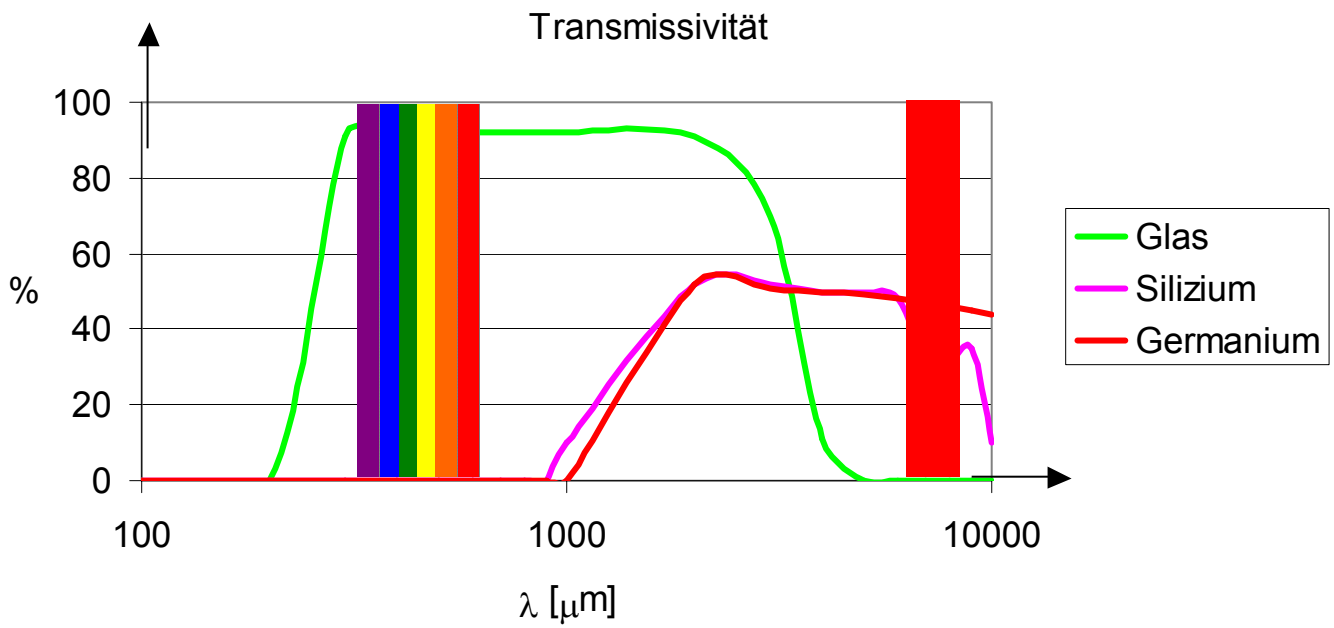


Bildmaterial mit freundlicher Genehmigung von JenOptik L.O.S.

Zielstellung

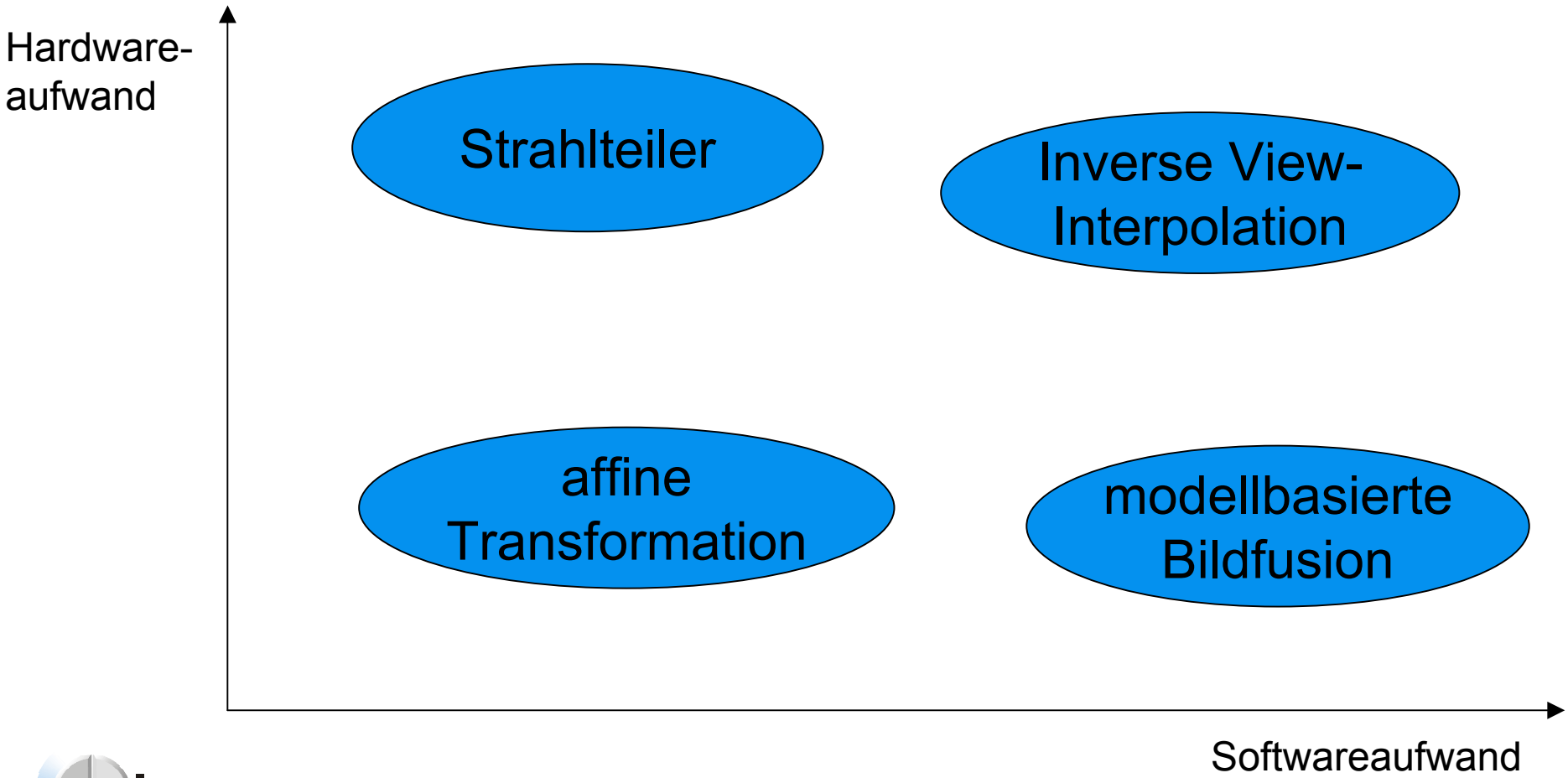
- Zuordnung der Pixel aus visuellen und infrarotem Bild, welche zu selben Objektpunkt gehören
- Hervorhebung der Morphologie (z.B. für Fehlererkennung)
- Gewinnung zusätzlicher Informationen durch Kombination der Merkmalsattribute beider Bilder (z.B. für Augmentierung mit Temperaturinformation bei Hot-Spot-Detektion)

- Schwache Korrelation von IR und VIS
- optisches Glas ist für thermisches IR undurchlässig
- Einsatz von speziellen Material zur Fertigung von IR-Linsen (undurchlässig für sichtbare Strahlung !)
- Aufteilung des Strahlengangs
- perspektivische Verzerrungen bei räumlich ausgedehnten Objekten



Lösungsansätze

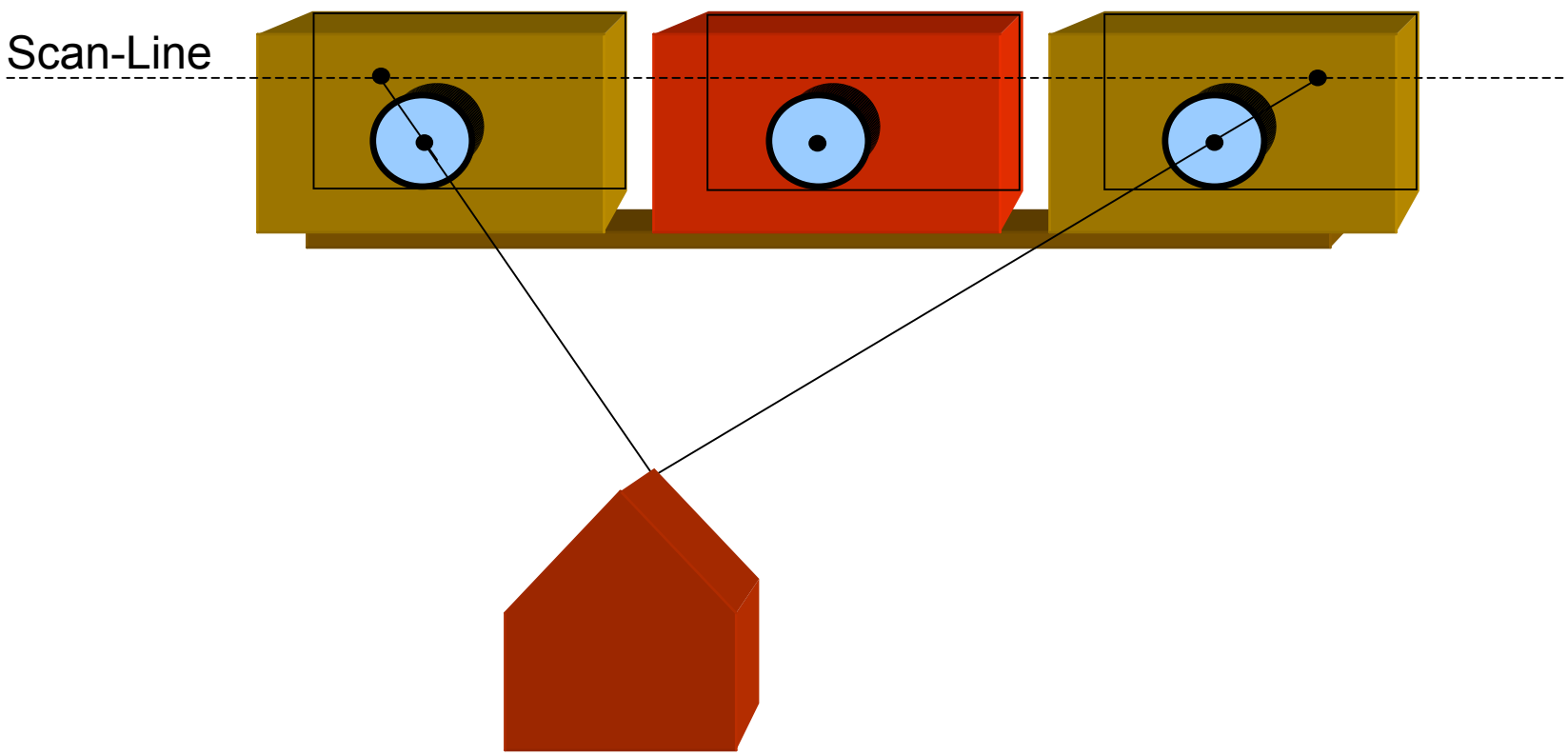
(subjektive Einordnung)



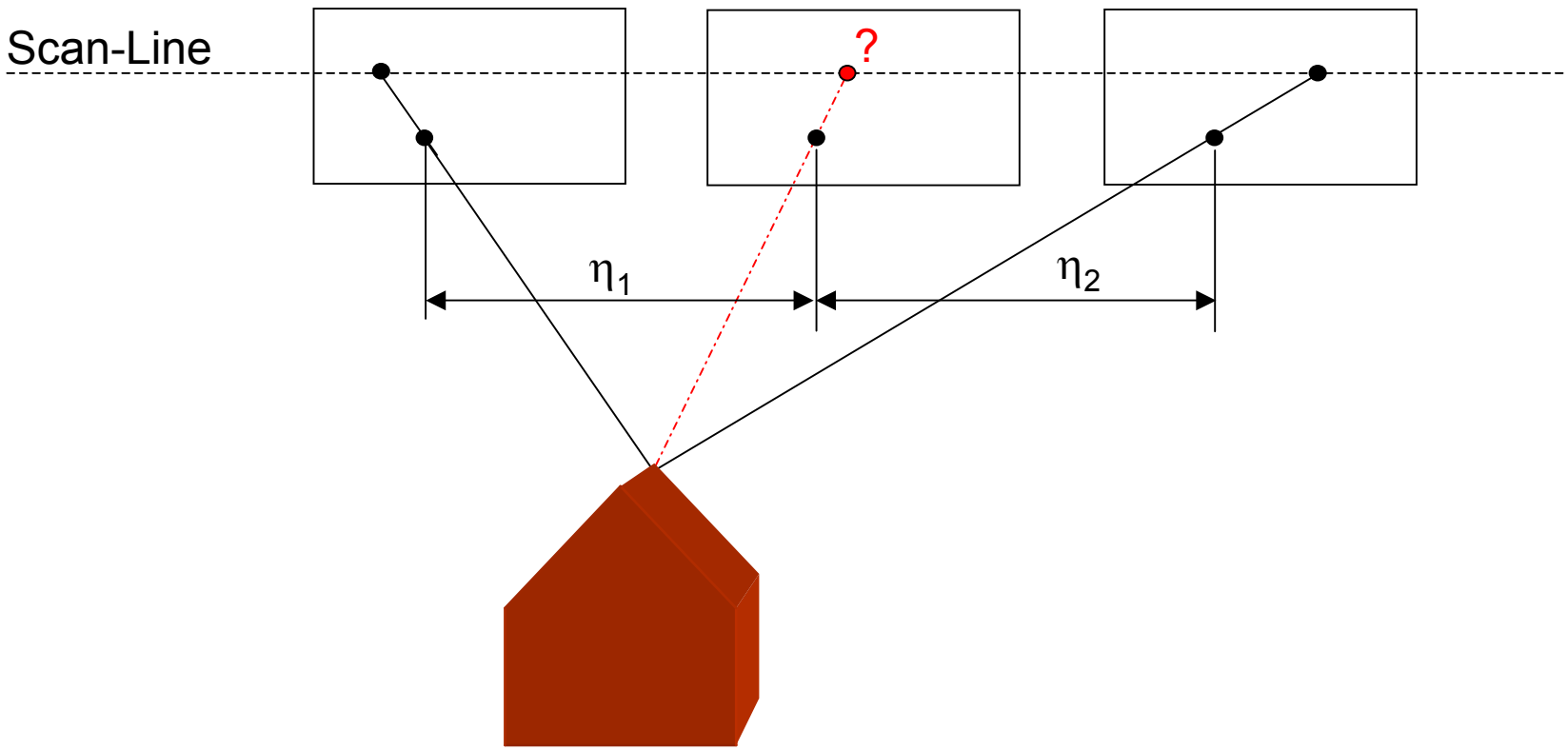
Inverse View-Interpolation

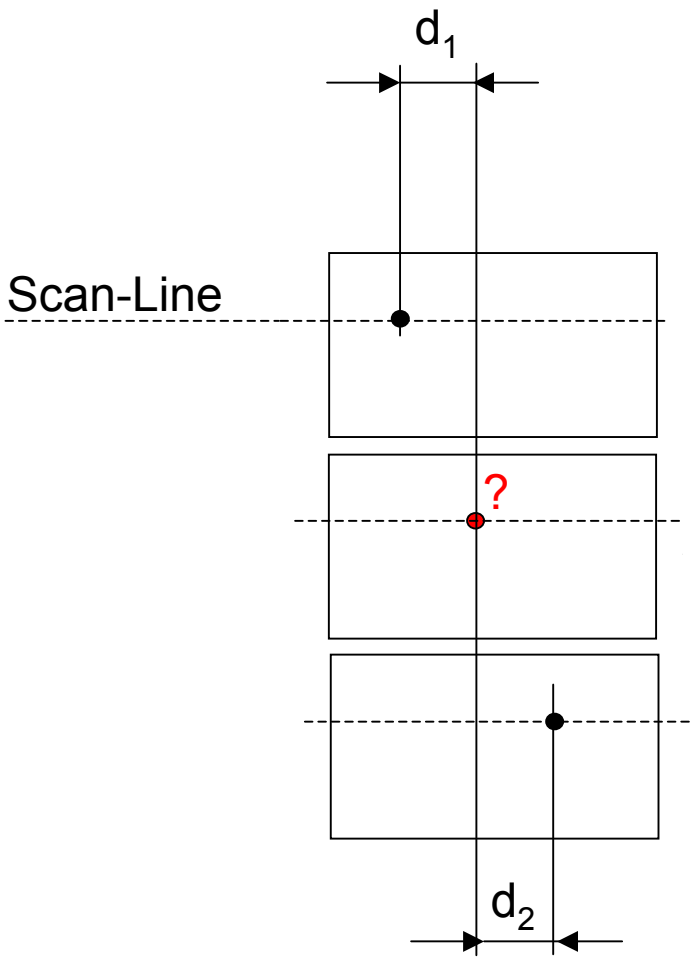
- Einsatz von zwei VIS- und einer IR-Kamera
- Suche nach homologen Punkten zwischen beiden VIS-Bildern
- Beruht auf der Umkehrung des Verfahrens zur Zwischenbildsynthese (nach Scharstein,Chen)
- Setzt entzerrtes Bildmaterial voraus

Inverse View-Interpolation



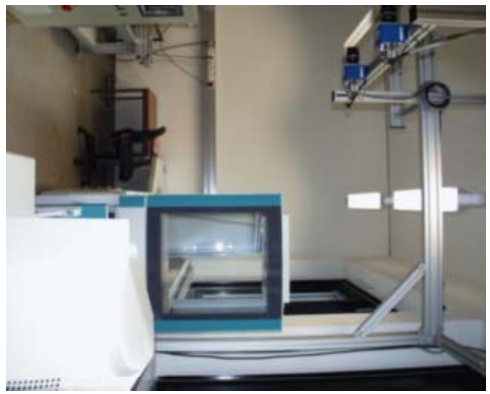
Inverse View-Interpolation



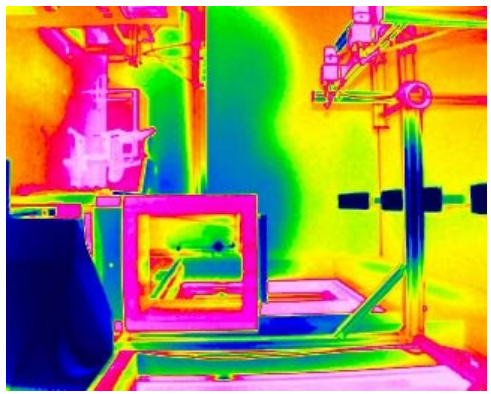


$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\eta_1}{\eta_2}$$

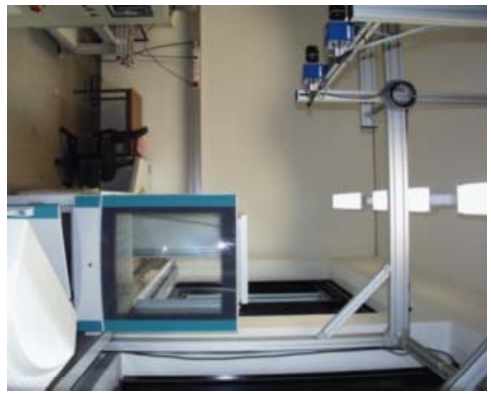
Inverse View-Interpolation



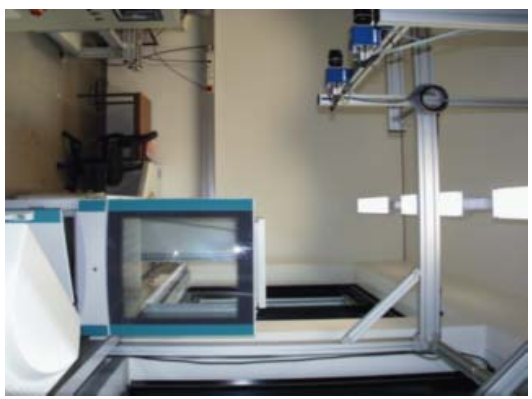
Linkes VIS-Kamerabild



IR-Kamerabild (in Falschfarben)



rechtes VIS-Kamerabild



Fusionsergebnis (IR- mit rechtem VIS-Bild registriert)

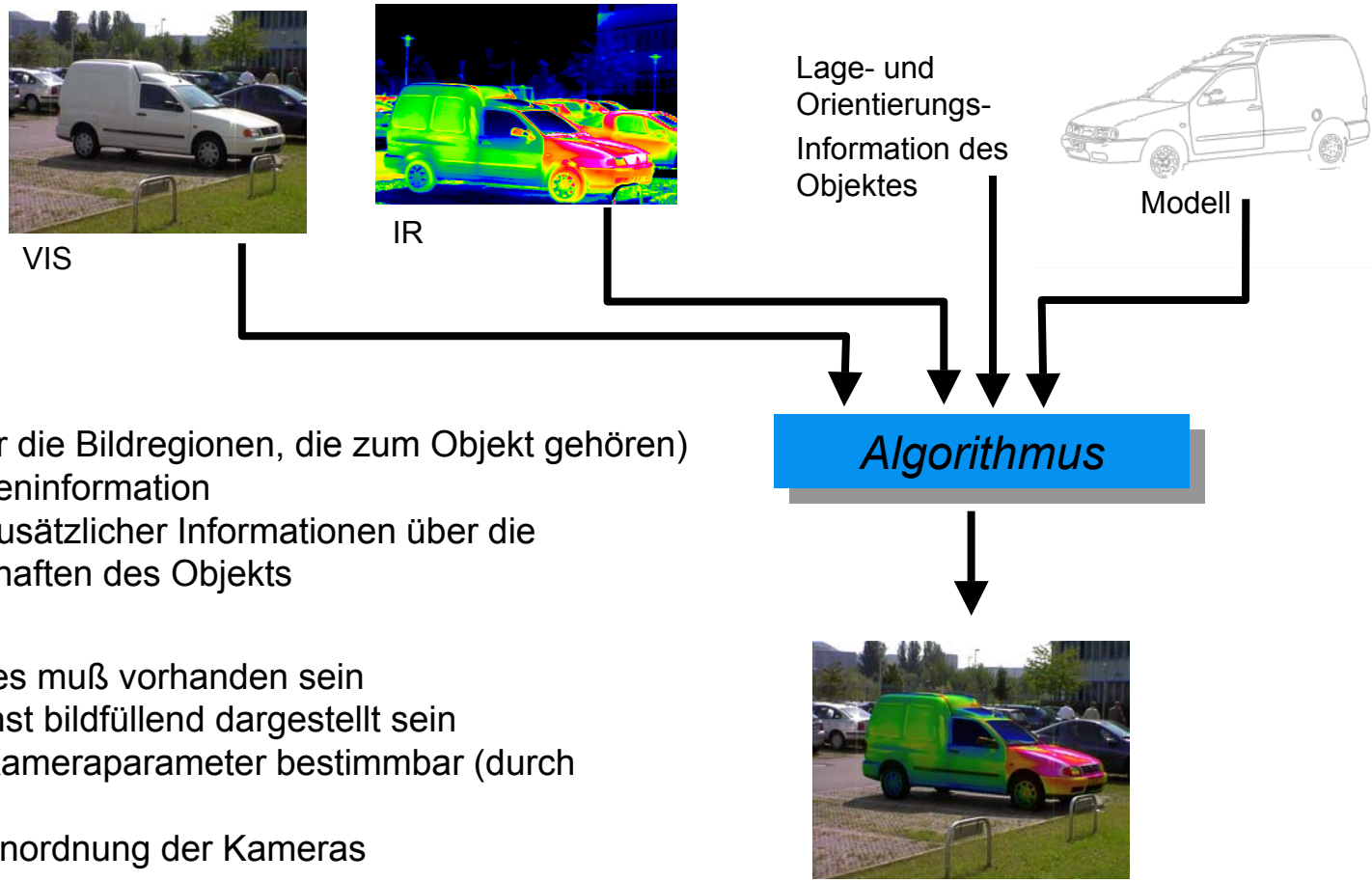
Vorteile:

- kein Modell notwendig
- grundsätzlich für jede Szene anwendbar
- Tiefeninformation extrahierbar (wichtig für Thermografie)

Nachteile:

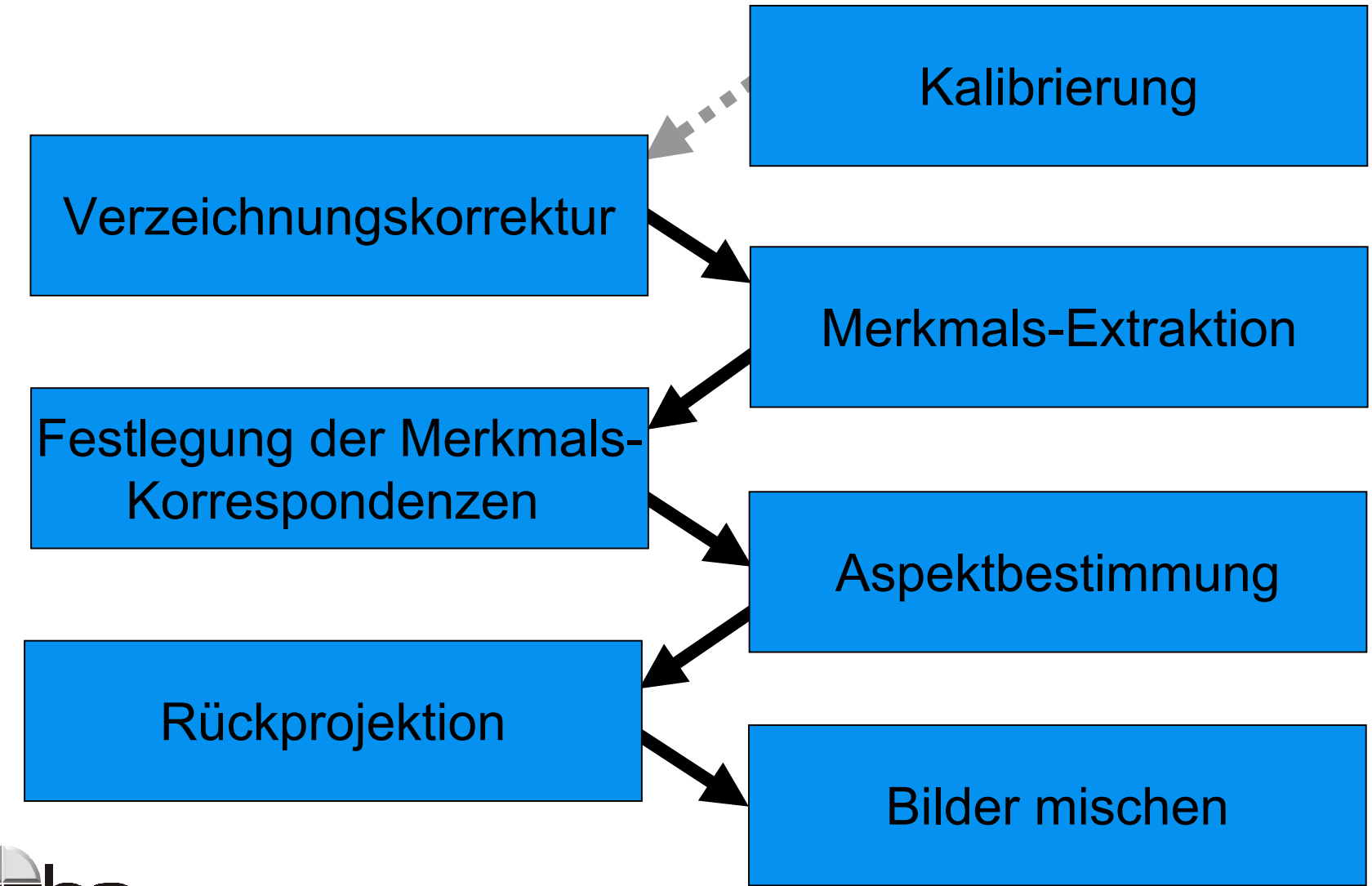
- Punkt-Korrespondenzen nicht immer sicher zu finden
- Entstehung sog. „Lücken“ und „Löcher“
- Fehlzuordnungen möglich
- Rechenaufwand relativ hoch (proportional zu Pixelanzahl)

Modellbasierte Bildfusion



- Ziel:
  - *lokale* Bildfusion (nur die Bildregionen, die zum Objekt gehören)
  - Gewinnung von Tiefeninformation
  - evtl. Bereitstellung zusätzlicher Informationen über die Oberflächeneigenschaften des Objekts
- Einsatzbedingungen:
  - Modell eines Objektes muß vorhanden sein
  - Objekt sollte möglichst bildfüllend dargestellt sein
  - innere und äußere Kameraparameter bestimmbar (durch Kalibrierung)
  - feste gegenseitige Anordnung der Kameras

Arbeitsweise



Kalibrierung

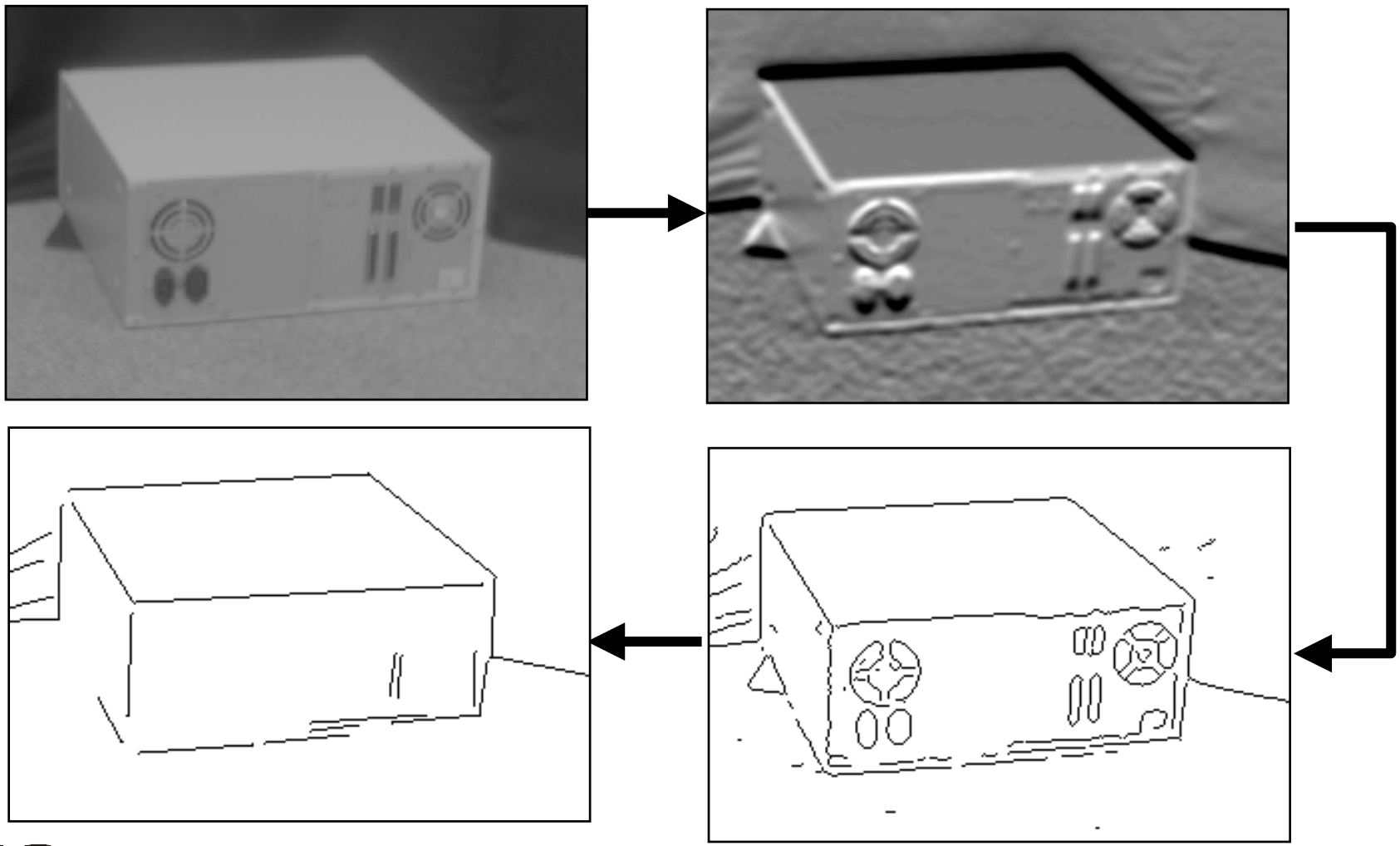
Ziel:

- *IR- und VIS-Kamera werden gleichzeitig mit dem selben Normal kalibriert*
- *Bestimmung der inneren und äußeren Parameter beider Kameras*
- *Daraus Gewinnung des Aspektunterschieds*

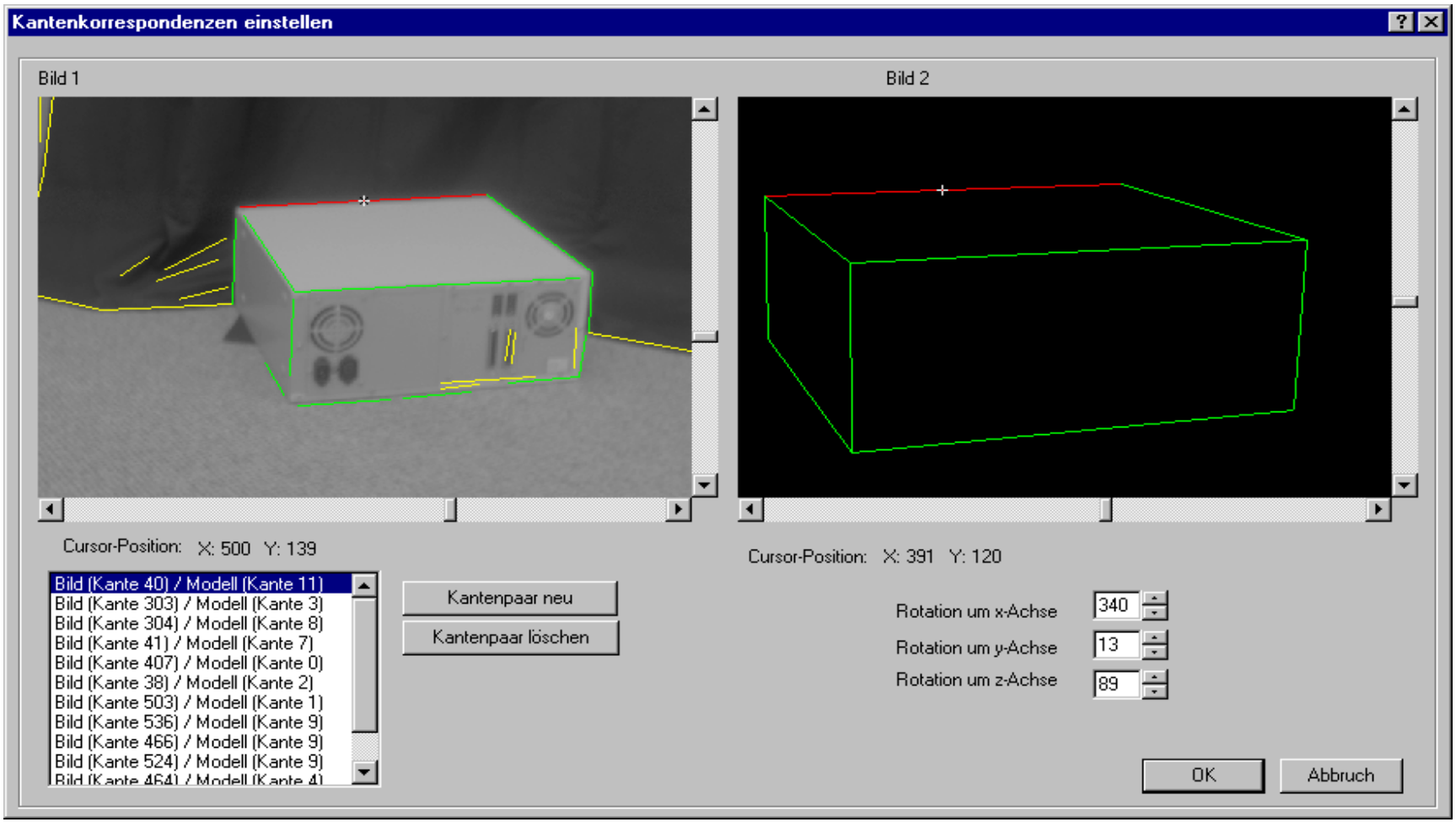
Vorraussetzung:

- *Kalibriermerkmale müssen im IR- und im VIS-Bild extrahierbar sein*
- *räumliche Anordnung der Kalibriermerkmale*

Merkmalsextraktion



Kantenkorrespondenzen



Aspektbestimmung

- **Ziel:**

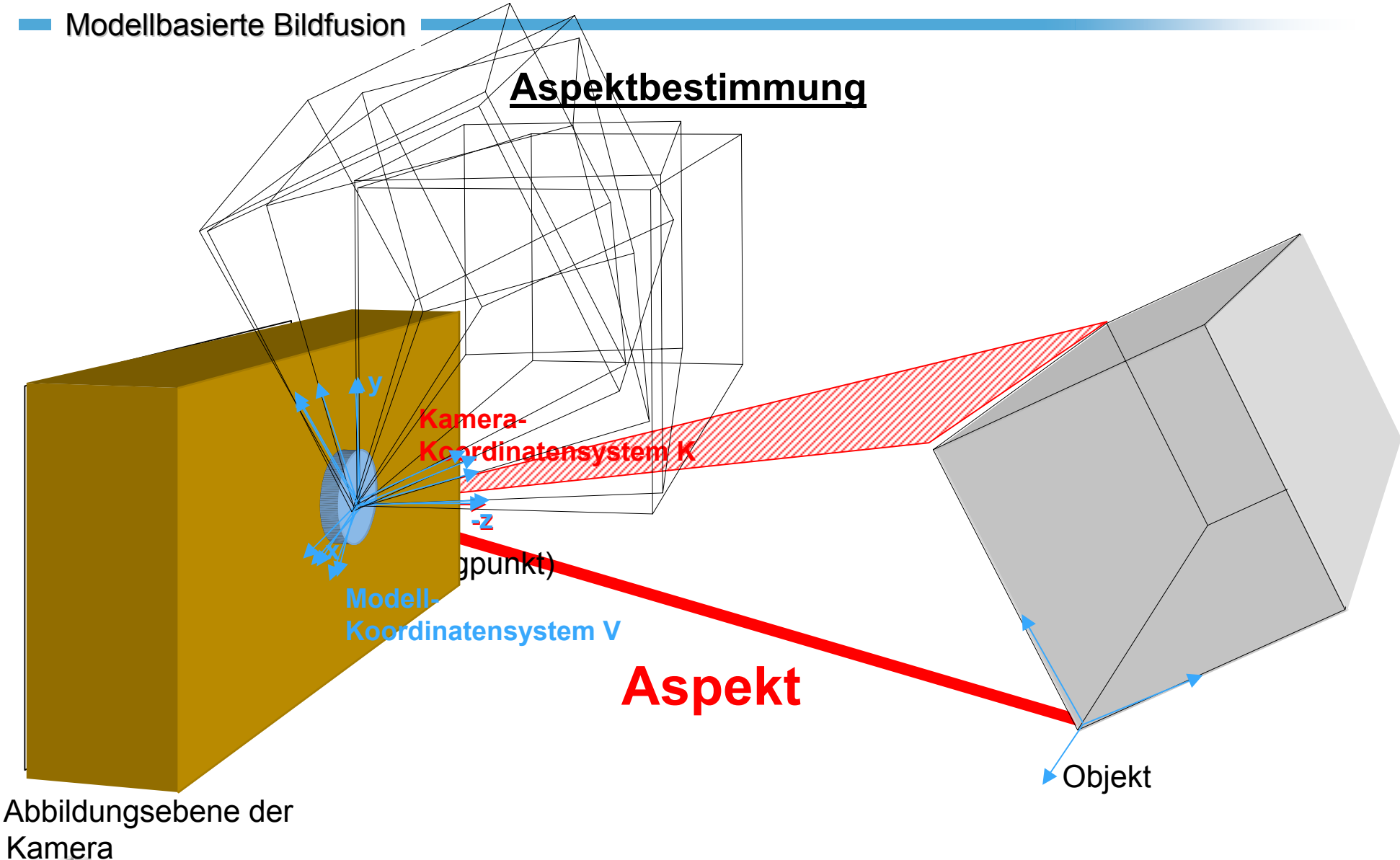
Ermittlung der Lage und Orientierung der Kamera
im Objekt-Koordinatensystem.

entspricht Transformation von Objektkoordinatensystem V
in das Kamerakoordinatensystem K:

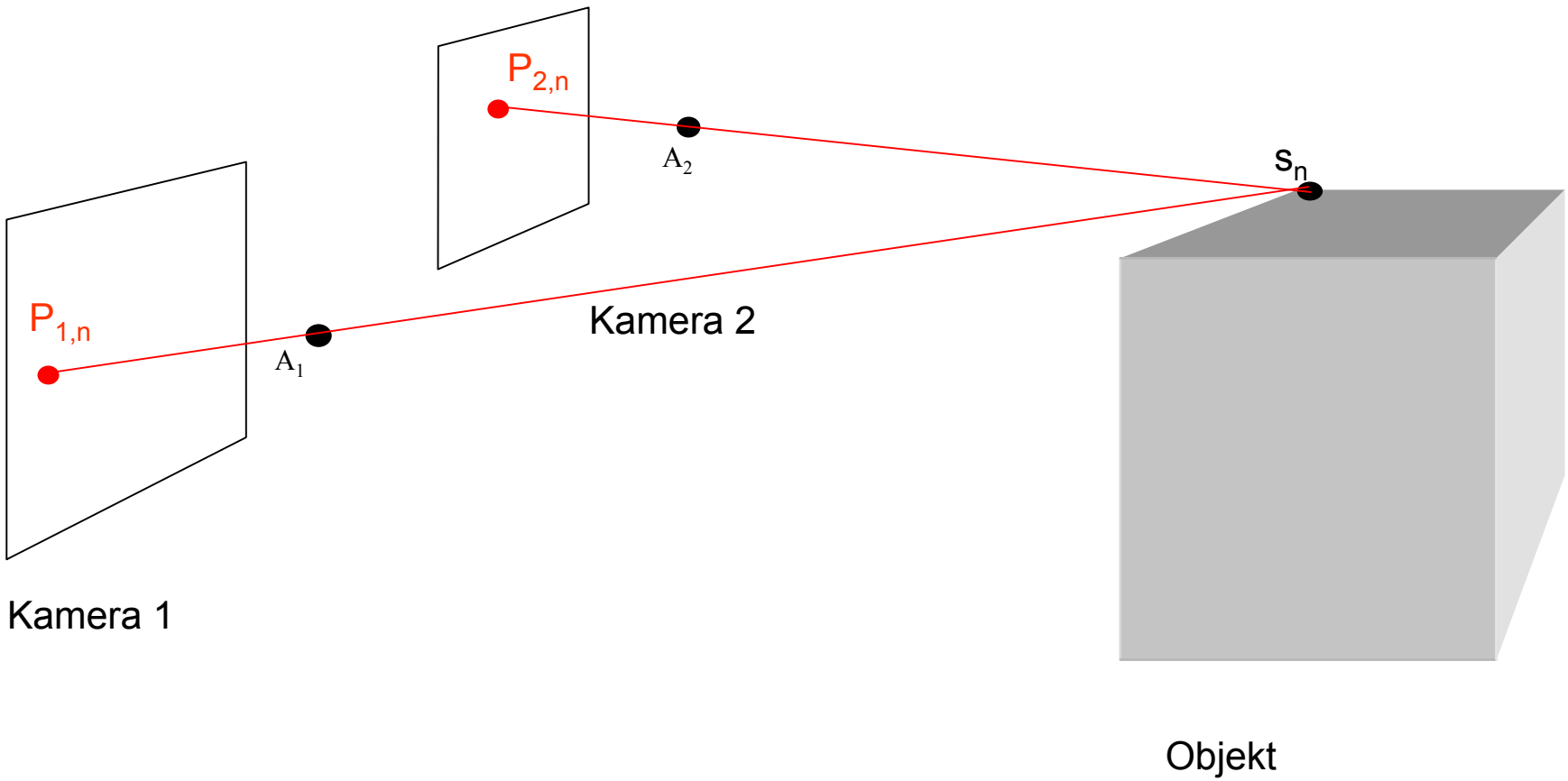
$$f_a(o) := R \cdot o + t$$

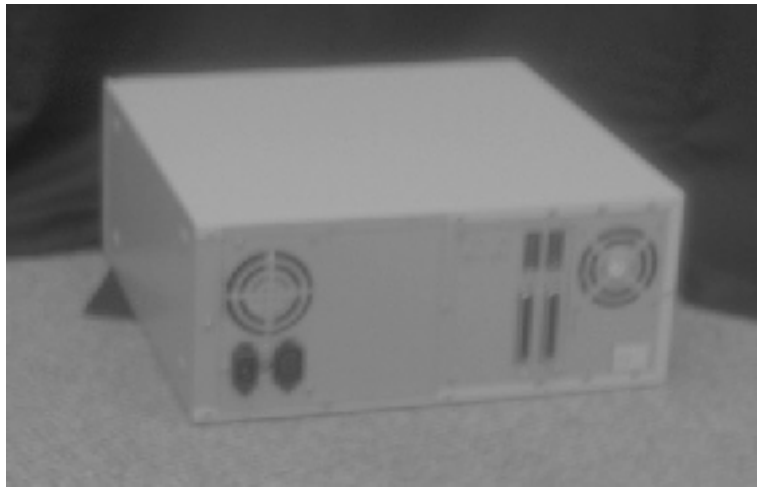
$$o \in V; t \in R^3, f_a(o) \in K$$

Aspektbestimmung

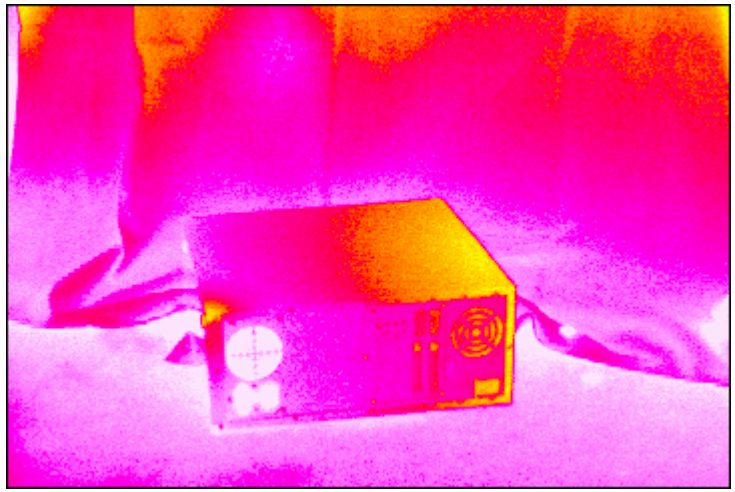


Rückprojektion





VIS-Bild



IR-Bild

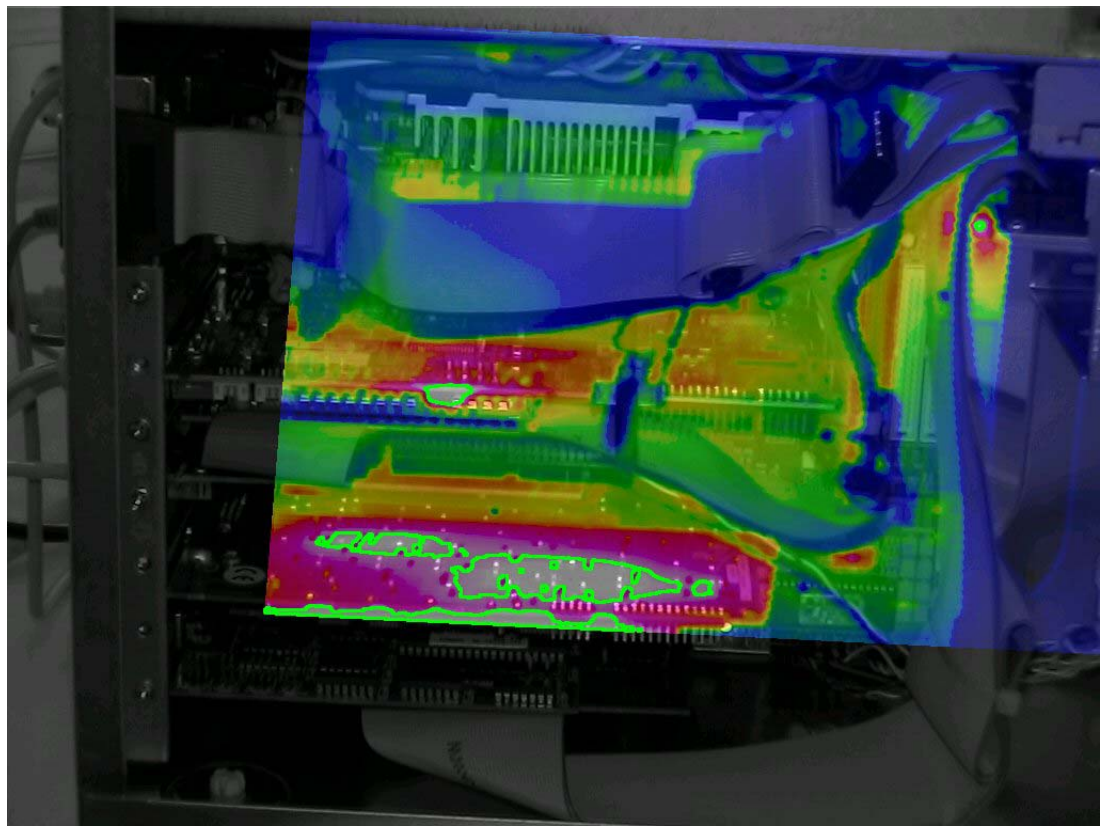
Transformationsergebnis
(IR- auf VIS-Bild projiziert
und überblendet)

Vorteile:

- Tiefeninformation extrahierbar (wichtig für Thermografie)
- zusätzliche Objekteigenschaften können durch Modell beschrieben werden
- unter Umständen auch nachträgliche Fusion möglich
- geringerer gerätetechnischer Aufwand als bei *Inverser View-Interpolation*

Nachteile:

- Modell notwendig
- relativ hohe Anforderungen an die Objekterkennung

Einsatzmöglichkeiten

- **Qualitätskontrolle**
  - Verifikation von elektronischen Schaltungen
  - Detektion von Rissen oder Einschlüssen
- **Inspektionsaufgaben**
  - Industrie
  - Energiewirtschaft
  - Gebäudeinspektionen
  - Leckageortung