



# Localization of Objects in Cyber Physical Production Systems for Industry 4.0 via Heterogeneous Camera Environments

Daniel Fraunholz

(Daniel.Fraunholz@dfki.de)

Deutsches Forschungszentrum für  
Künstliche Intelligenz

# Inhalt

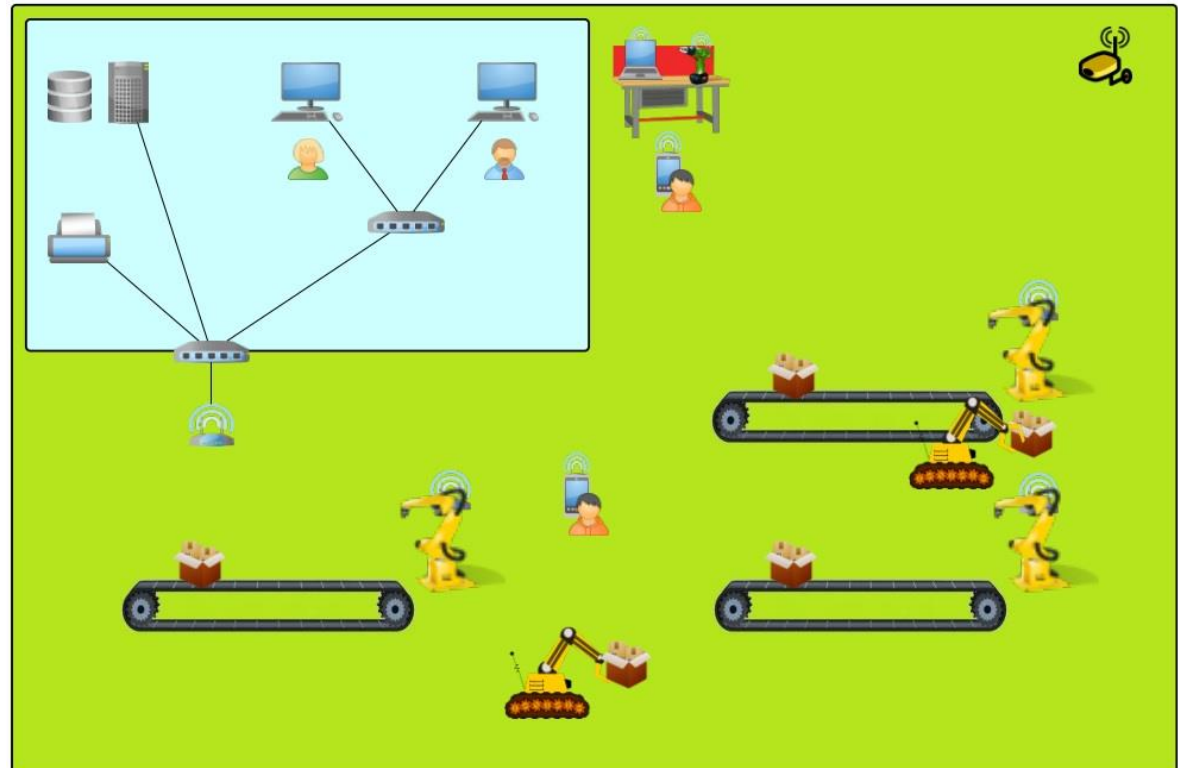
1. Einleitung
2. Konzept
3. Validierung
4. Ausblick
5. Zusammenfassung



# Einleitung



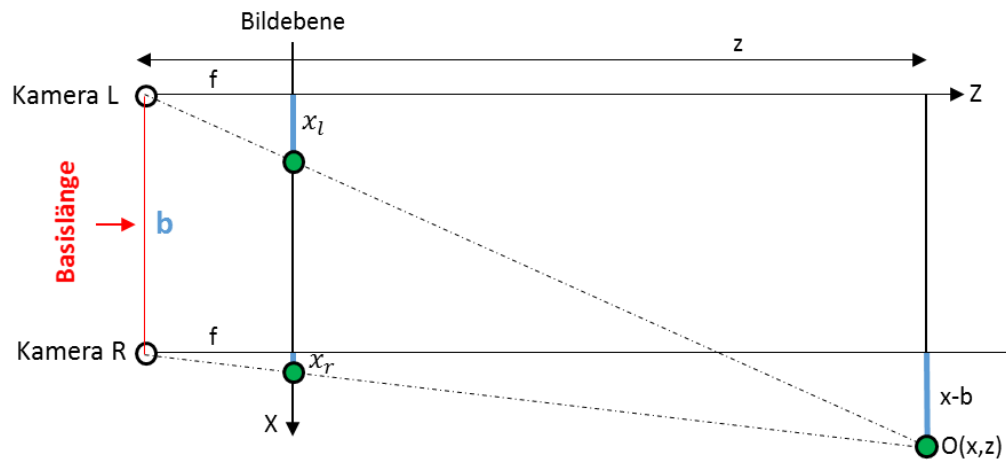
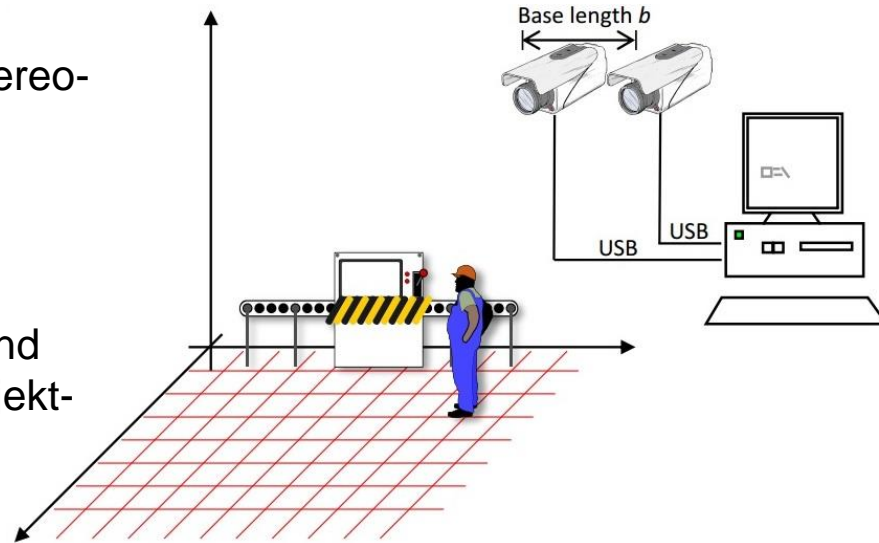
- Industrie 4.0 steigert die Flexibilität der maschinellen Umgebung
- Maschinen werden mobiler und sind nicht zwangsweise ortsgebunden
- Aufgrund erhöhter Flexibilität steigt die Wahrscheinlichkeiten einer Kollision zwischen Mensch und Maschine
- Mittels geeigneter Lokalisierungsmethoden sollen Unfälle vermieden werden



# Konzept



- Zur Observation wird ein Stereo-Kamerasystem verwendet
- Grundfläche wird in ein  $x,y$ -Raster eingeteilt
- Basislänge  $b$ , Disparität  $d$  und Fokus  $f$  bestimmen die Objekt-position  $O(x, y, z)$

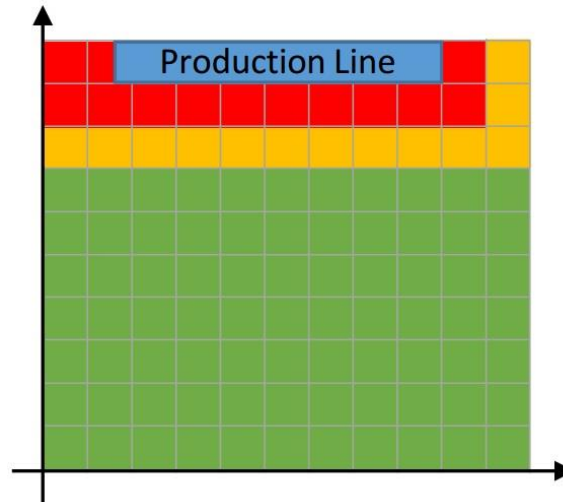


$$z = \frac{f \cdot b}{(x_1 - x_2)} = \frac{f \cdot b}{d}$$

# Szenario



- Betrachtung einer sicherheitskritischen Produktionslinie
- Rasterkarte wird in drei Bereiche eingeteilt
  - *Stopband*
  - *Warning*
  - *Save Area*
- *Warning* und *Stopband* lösen entsprechende Schutzmechanismen aus

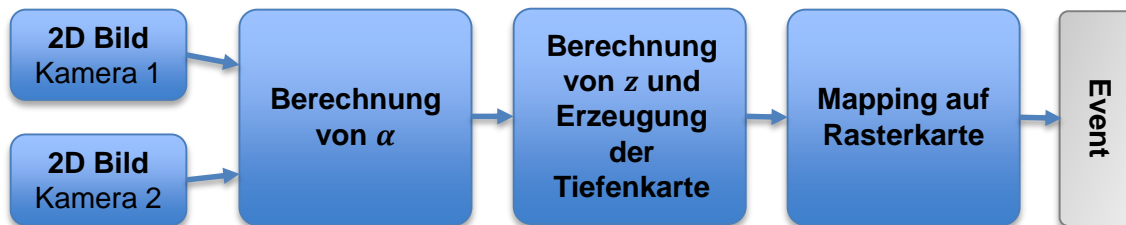
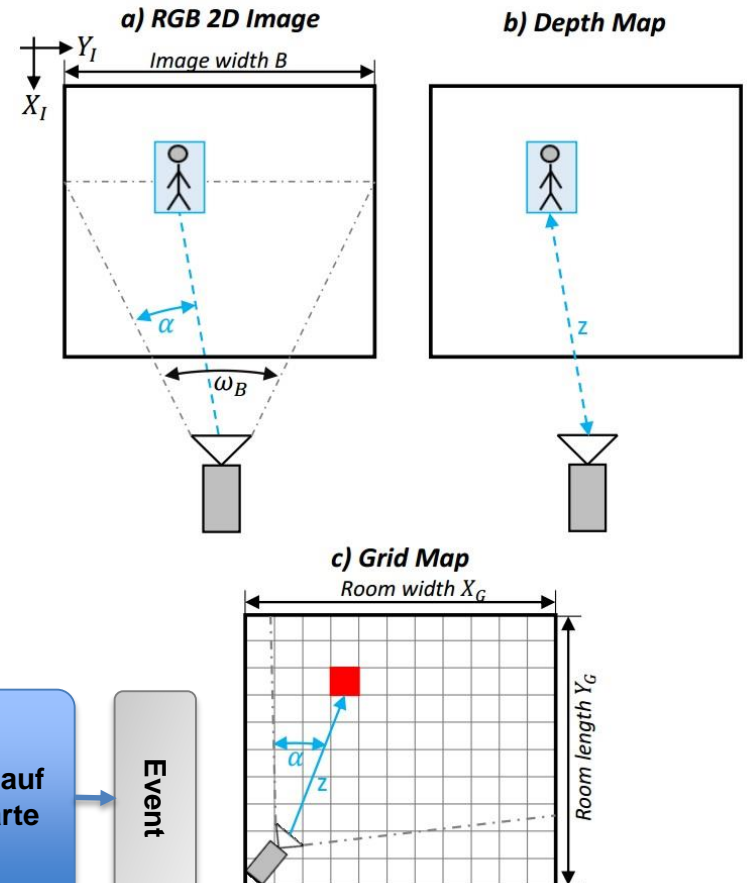


- Stopband (Emergency Stop)
- Warning(Alarm)
- Safe Area

# Validierung



- Jede Kamera erzeugt ein 2D Bild (RGB)
- Basierend auf dem Öffnungswinkel  $\omega_B$  der Kamera wird der Objektwinkel  $\alpha$  errechnet
- Mittels beider Kamerabilder erfolgt die Transformation in eine Tiefenkarte
- Ein Objekttracking Algorithmus erlaubt die Identifizierung von Personen

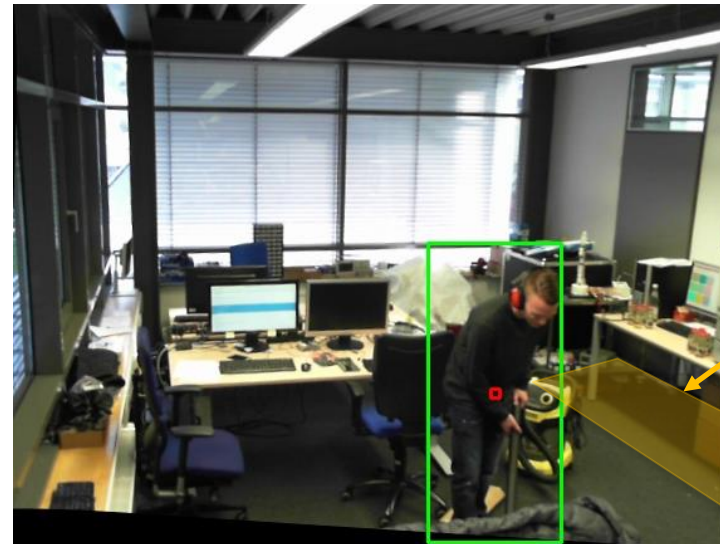


# Testumgebung



Testszenario:

- Personenerkennung im Labor, *Stopband* wird durch den Tisch rechts markiert
- Berechnung der Distanz  $z$  und Abweichung zur realen Distanz



Grün: Erkannte Person  
Rot: Bereich für Berechnungen

# Ergebnisse (1/2)



Disparität in pixel	Errechnete Distanz in m	Gemessene Distanz in m	Fehler in %
14,20	1,76	1,43	23,67
11,95	3,43	4,91	30,00
10,40	4,59	3,22	52,56
8,88	5,72	5,71	0,20
7,03	7,09	7,40	4,08

- Gemessene Werte weisen hohe Fehlervarianz auf
- Abweichungen bis circa 53 % möglich
- Keine zuverlässige Zuordnung der Objekte möglich



# Ergebnisse (2/2)



- Identifizierte Ursachen:
  - Lichtverhältnisse sind nicht statisch und beeinflussen die Messergebnisse
  - Farbe und Muster des betrachteten Objektes haben einen Einfluss auf die Messung
- Abhilfen:
  - Erstellung einer definierten Testumgebung
  - Verbesserung der Genauigkeit durch Einbringung weitere Kameras in zusätzlichen spektralen Bereichen
  - Verbesserung und Optimierung der Signalverarbeitung

# Ausblick



1. Verteilte Systeme
2. Erweiterter Spektralbereich
3. Verbesserte Algorithmen

# Fazit



1. Bildbasierte Objektlokalisierung für I4.0
2. Erweiterbares System



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Daniel.Fraunholz@dfki.de