

## 1. Einführung und Ziele

Maschinelles Sehen befasst sich mit der Gewinnung von Informationen aus Bilddaten. Diese können in der Sicherheitsforschung in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden.

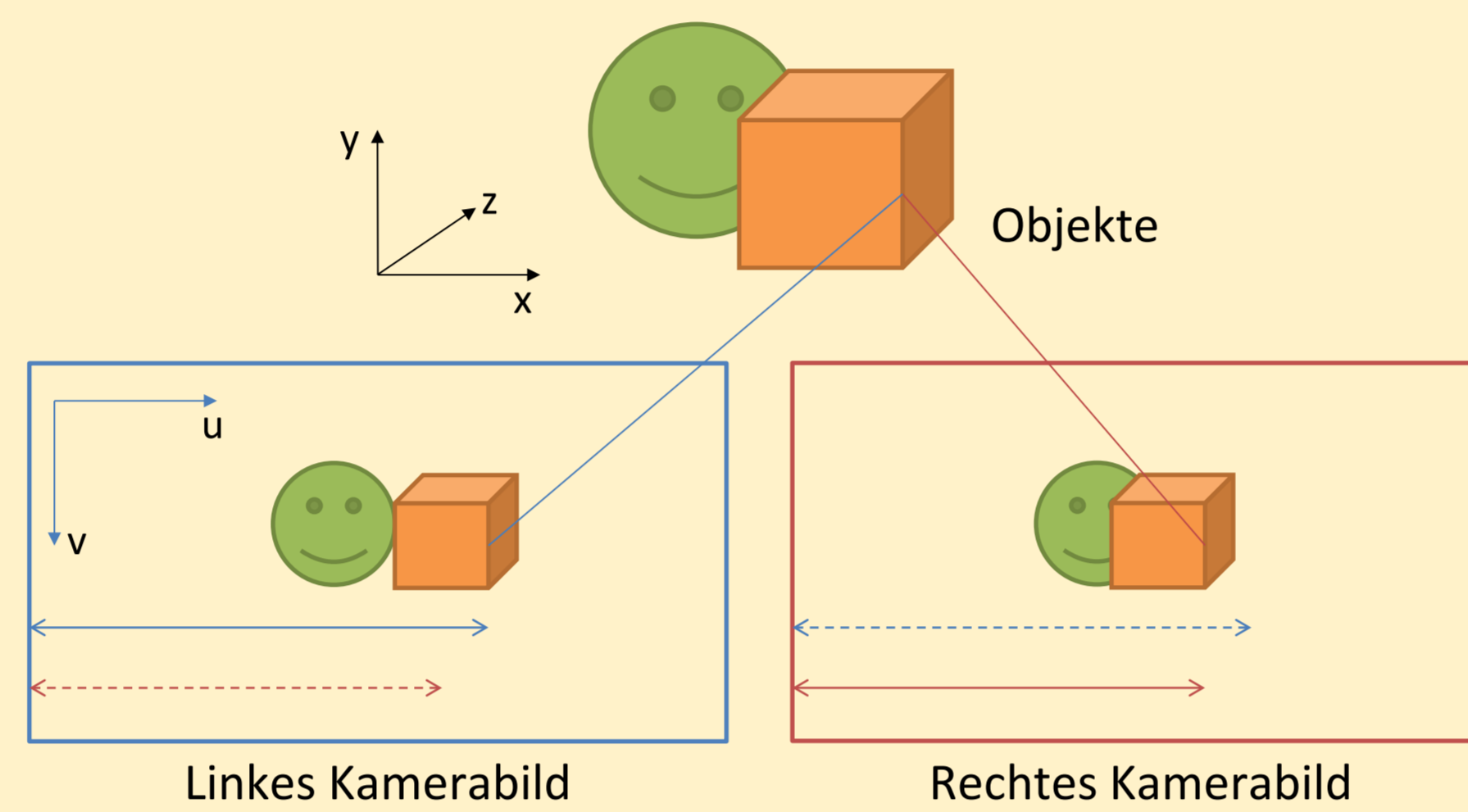
Beispiele:

- Erkennen und Klassifizieren von Verkehrsschildern
- Lokalisierung von Brandherden
- Gesichtserkennung
- Erzeugen von 3D-Karten bei der Erkundung

Binokulare Stereovision:

- Methode zum Erzeugen von Tiefenbildern
- Analog zum menschlichen Sehen mit zwei Augen
- Nutzt zwei Kameras (Stereokamera)
- Basiert auf dem Prinzip der binokularen Disparität

Objekt nah an der Kamera -> große Disparität  
Objekt weit davon entfernt -> kleine Disparität

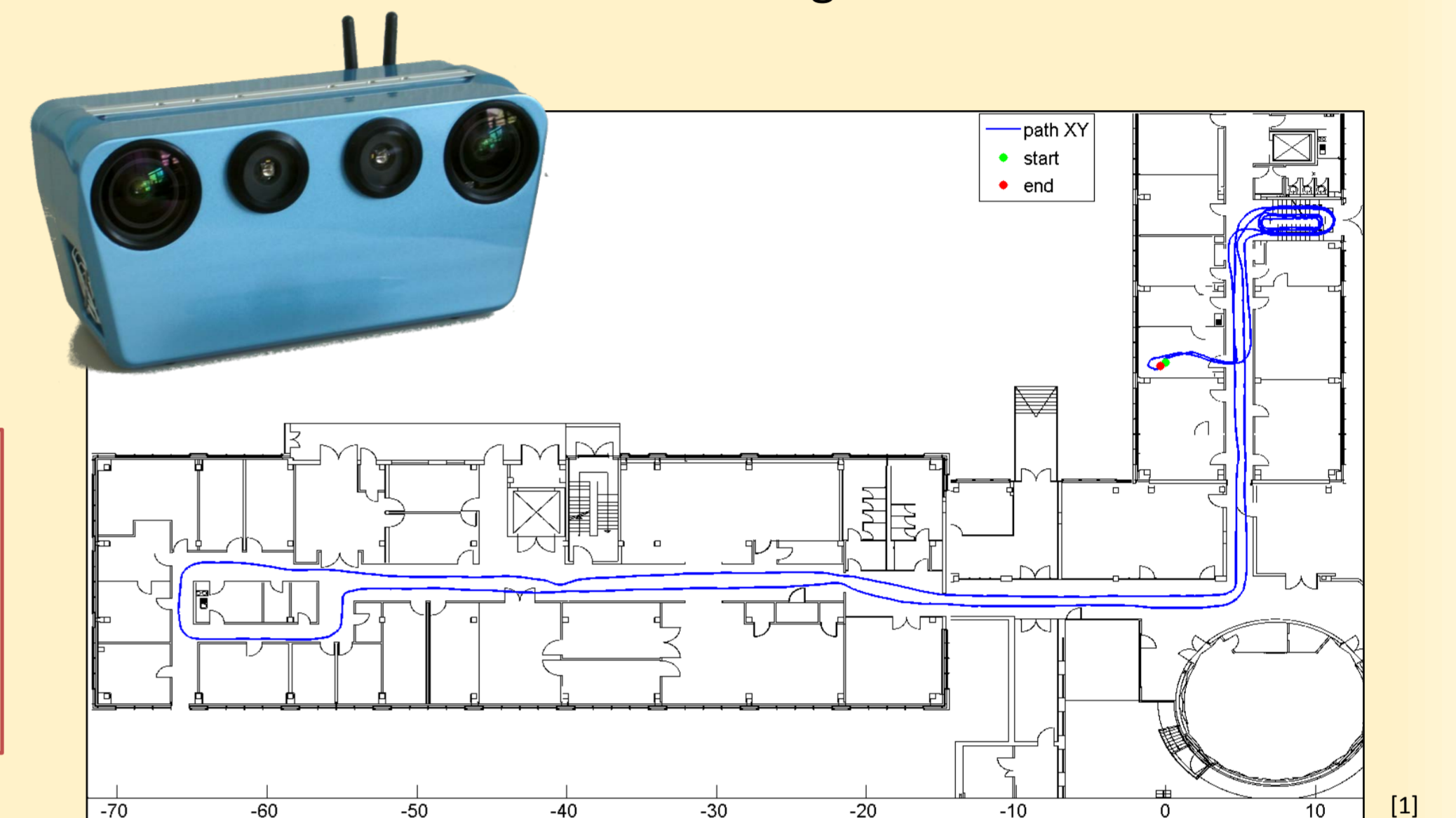


Forschungsprojekt Integral Positioning System (IPS)

- Visuelle Navigation
- Schätzung der Eigenbewegung
- Innen- und Außenbereich
- Verschiedene Sensoren
- Mobiles System

Ziel dieser Arbeit:

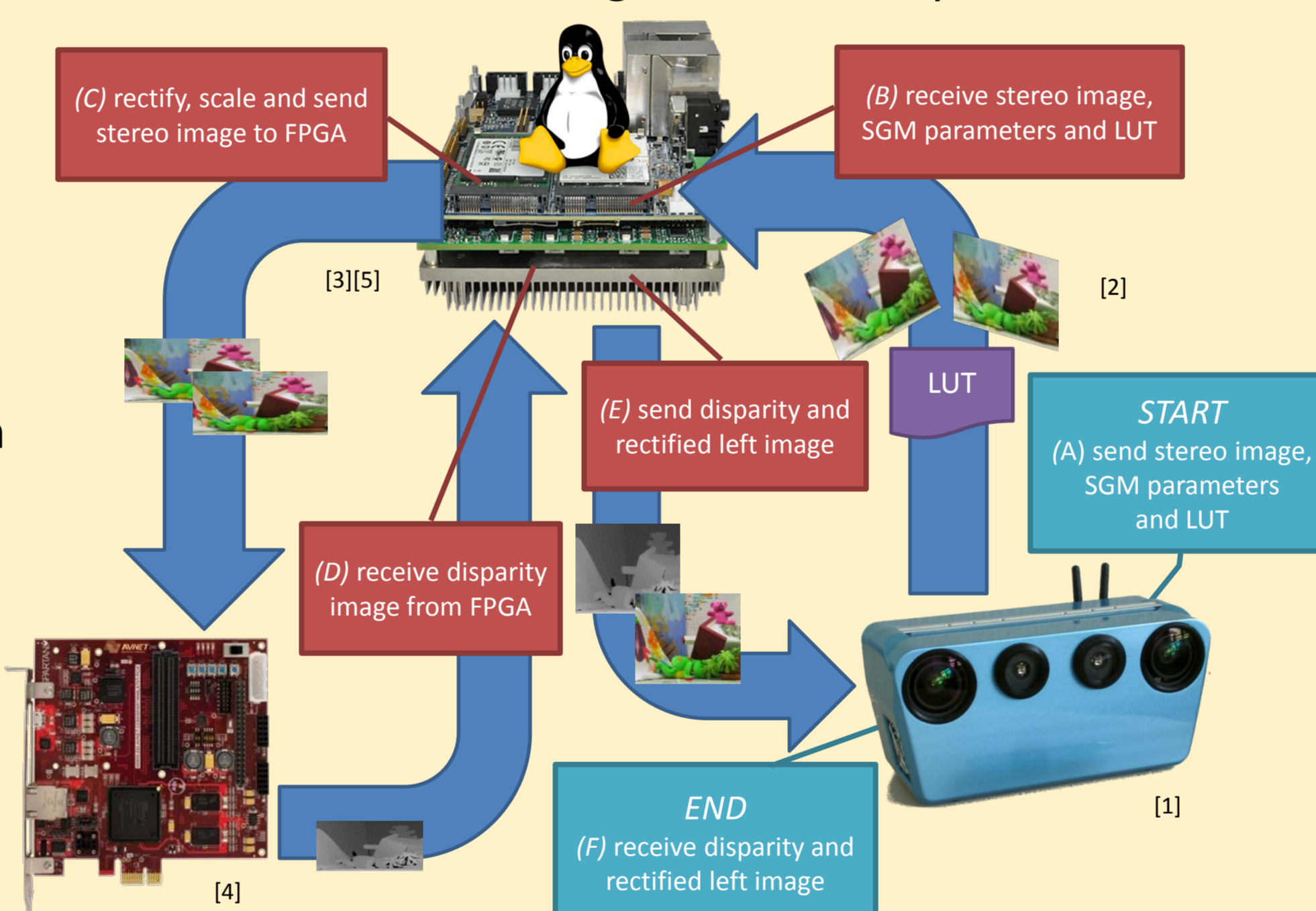
- Tiefenbilder in Echtzeit erzeugen
- Mobiles eingebettetes System entwickeln
- In IPS integrieren



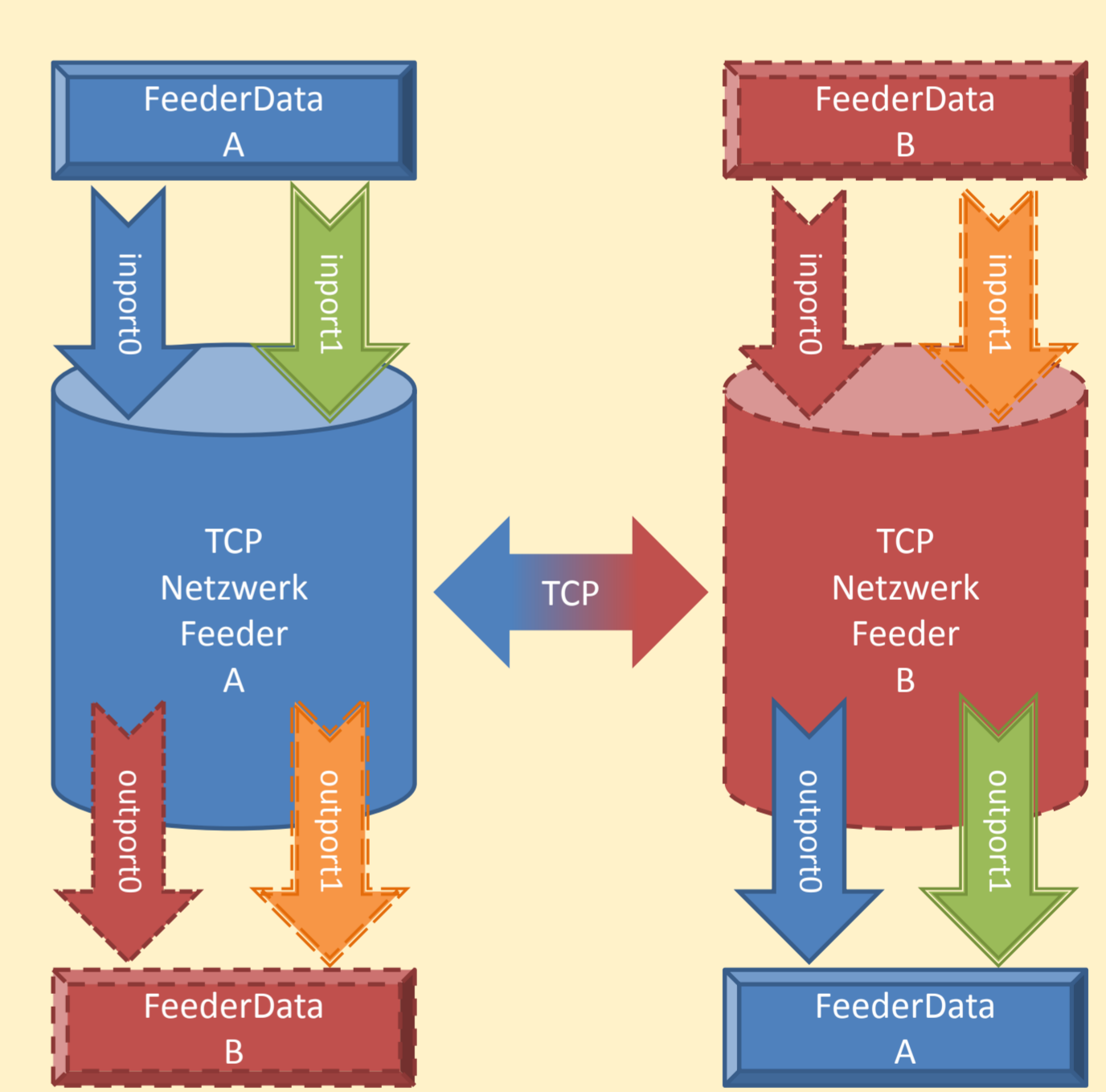
## 2. Methoden und Umsetzung

- Berechnung des Disparitätsbildes
  - Semi-global Matching (SGM) Algorithmus
  - Implementierung auf einer FPGA-Karte
- Rektifizierung der Bilder per Look-Up-Tabelle (LUT)
- Feeder zur Sensordatenübermittlung und -synchronisation
  - Feedernetzwerk läuft unter Windows
  - Auftrennung durch universelle Netzwerkfeeder
- Entwicklung eines Embedded Linux Systems
- Programmierung in C++ mit Bibliotheken des DLR

Parallele Verarbeitungsschritte des Systems

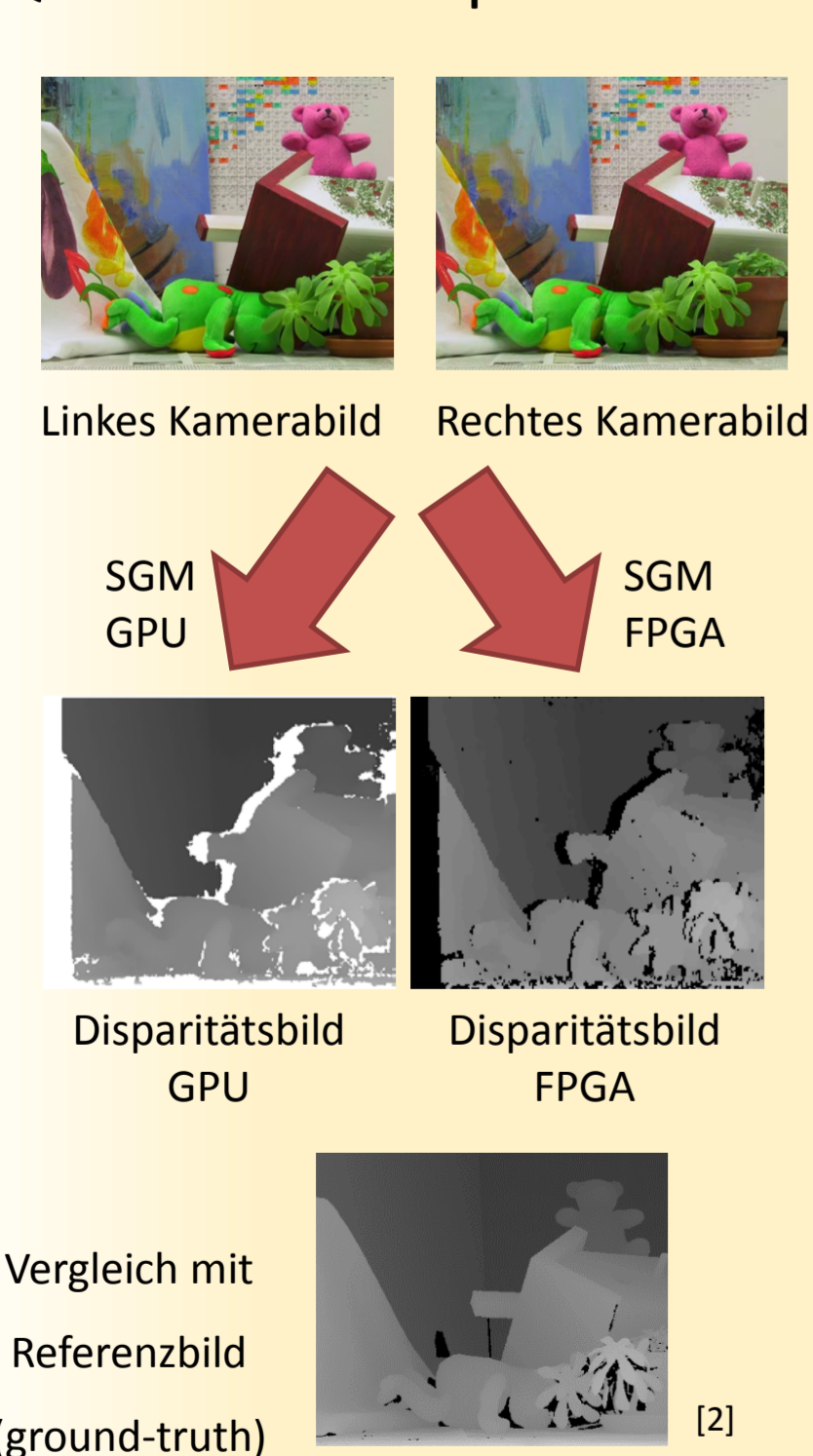


Feederkommunikation im Netzwerk



## 3. Ergebnisse

Qualität der Disparitätsbilder



Betrachtung aller Bildpunkte

Erwartungswert Standardabweichung [px]	SGM-FPGA	SGM-GPU	ground-truth
SGM-FPGA	0	13,23	24,00
SGM-GPU	42,04	0	25,78
ground-truth	55,33	55,88	0

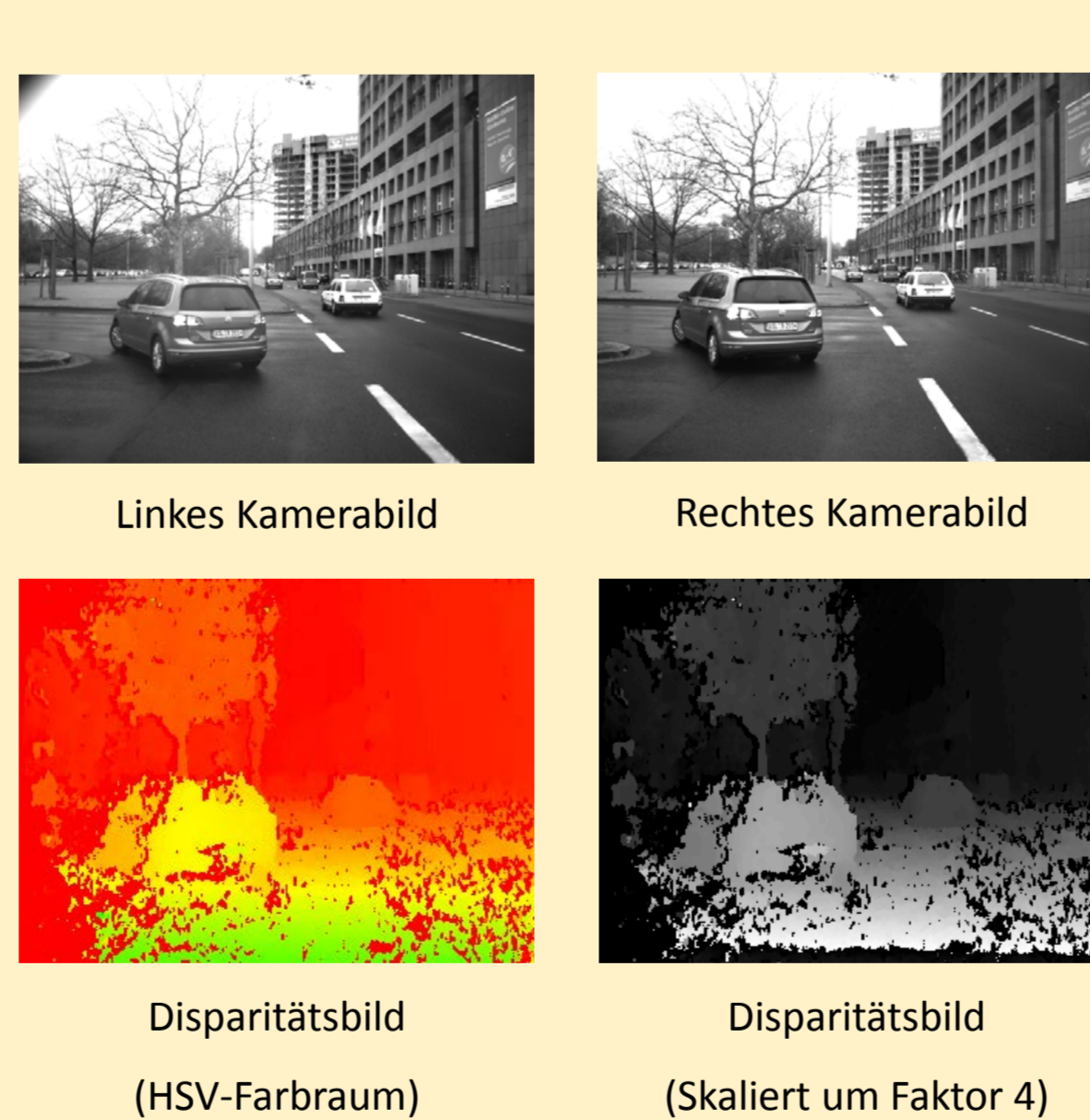
Betrachtung der gültigen Bildpunkte

Erwartungswert Standardabweichung [px]	SGM-FPGA	SGM-GPU	ground-truth
SGM-FPGA	0	2,37	4,82
SGM-GPU	22,99	0	1,95
ground-truth	32,27	20,79	0

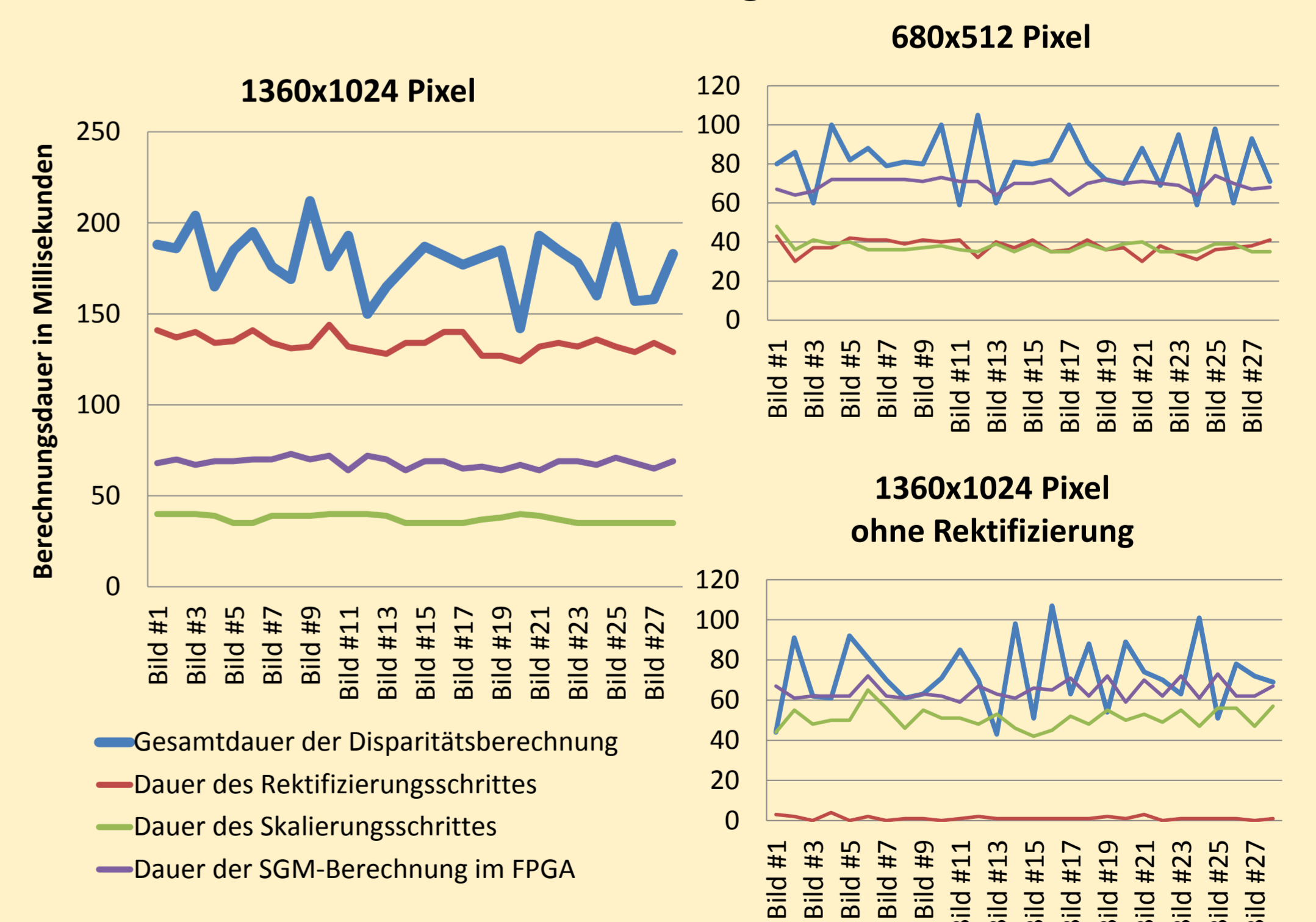
Anteil ungültiger Bildpunkte

	SGM-FPGA	SGM-GPU	ground-truth
	14,32%	18,09%	2,02%

Messfahrt im Straßenverkehr



Laufzeit der wesentlichen Verarbeitungsschritte



## Referenzen

- [1] Grießbach, D. und Baumbach, D. und Börner, A. und Zuev, S. (2013) Accuracy Evaluation of Stereo Vision Aided Inertial Navigation for Indoor Environments. ISPRS Acquisition and Modelling of Indoor and Enclosed Environments 2013, 11.-13. Dez. 2013, Kapstadt, Südafrika.
- [2] Die Abbildung enthält Stereo- und Disparitätsbilder aus dem Middlebury-Datensatz „Teddy“ von 2003.
- [3] Der abgebildete Linux-Pinguin stammt von Wikimedia. Quelle: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:3ATux.svg> (31.01.2015)
- [4] Die abgebildete FPGA-Karte ist dem Xilinx® Spartan®-6 LX75T Development Kit User Guide von Avnet entnommen.
- [5] Das Bild des Rechners stammt vom Hersteller. Quelle: <http://www.connecttech.com/sub/products/COM-Express-Type-6-Ultra-Lite-Carrier.asp> (31.01.2015)

## Danksagung

Diese Arbeit wurde durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) von der Abteilung für Informationsverarbeitung optischer Systeme unterstützt.