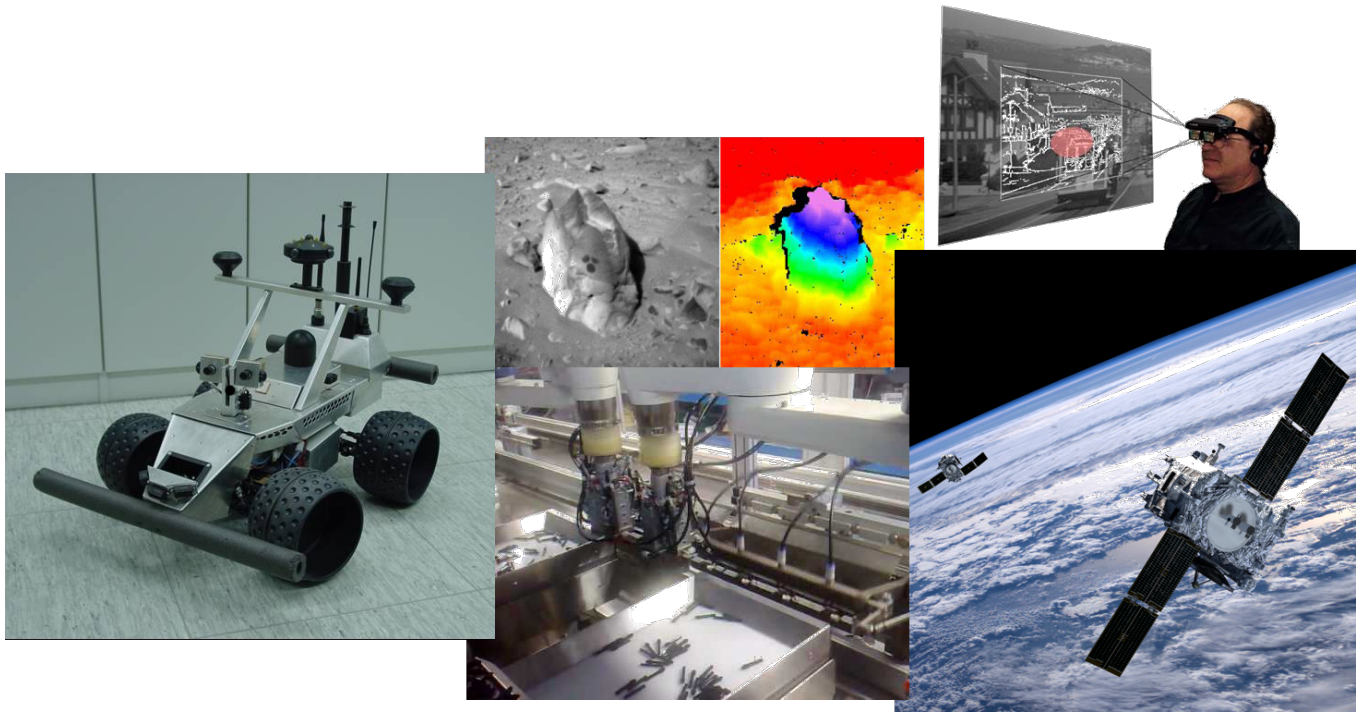
A Framework for a Rapid Prototyping Environment for Stereo Vision Systems

Bastian Nordmeyer, Olaf Lüke, Frank Schmidtmeier,
Mohamed Shafik und Bärbel Mertsching

9. November 2010

Motivation: Stereovision-System für Prototypen

GET Lab



- Stereovision: Vielfache Anwendungen
- Entwicklung auf FPGA basierten Systemen ist aufwendig

Agenda

GET Lab

- Motivation
- Ziele
- Stereovision-System
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Ziele dieser Arbeit

GET Lab

- Entwicklung eines Stereovision-Systems für Prototypen
  - Generisches und modulares Design
  - Kostengünstig
  - Stromsparend (Robotik)
  - Komplette Bildverarbeitung im System
  - Einfache Benutzung auch für C Programmierer
    - Bildverarbeitungsalgorithmen in C
    - Framework als Schnittstelle zur Hardware

Warum Impulse C?

GET Lab

Impulse C: C-nach-VHDL Compiler

- Impulse C ist Teilmenge der Sprache C
- C wird in VHDL übersetzt
- **Vorteile:**
  - Programmierer benötigt keine VHDL Kenntnisse
  - Rapid Prototyping möglich
  - Simulation auf PC möglich
- **Nachteile:**
  - Generiertes VHDL nicht so effizient wie selbst entwickeltes VHDL

Agenda

GET Lab

Motivation

Ziele

Stereovision-System

- VHDL/Impulse C Partitionierung
- Systemhardware
- Systemarchitektur
- Vision Framework
- Vision Core

Ergebnisse

Zusammenfassung

Systemaufbau: Partitionierung

GET Lab

Fakten

- **Impulse C**: Besitzt keine direkten Schnittstellen für
  - Kameras
  - Ethernet
  - Speicher

Partitionierung

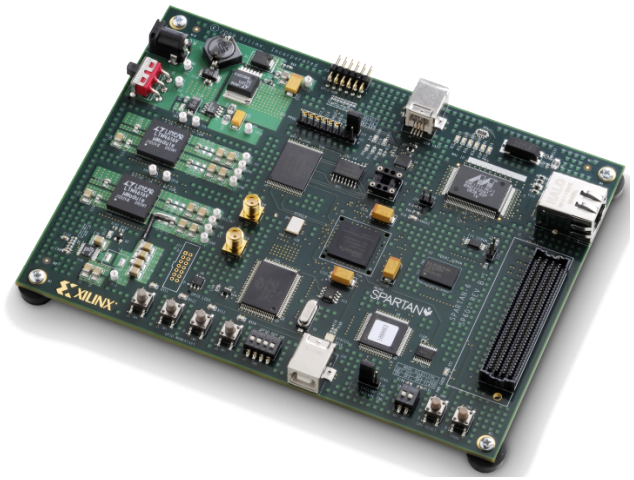
- Bildverarbeitungs-Algorithmen in Impulse C
- VHDL: Kameras, Speicher und Ethernet Anbindung
- **Datenpfad:**
  Eingabe(HDL) $\rightarrow$ Algorithmen (Impulse C) $\rightarrow$ Ausgabe(HDL)

Stereovision-System: Hardware

GET Lab

SP601 Development Board

- Xilinx Spartan-6 FPGA
  - Integrierte Memory Controller Blocks
- 128 MB DDR2 Speicher
- Gigabit Ethernet-Transceiver
- Kostengünstig $\approx$ 300 Euro

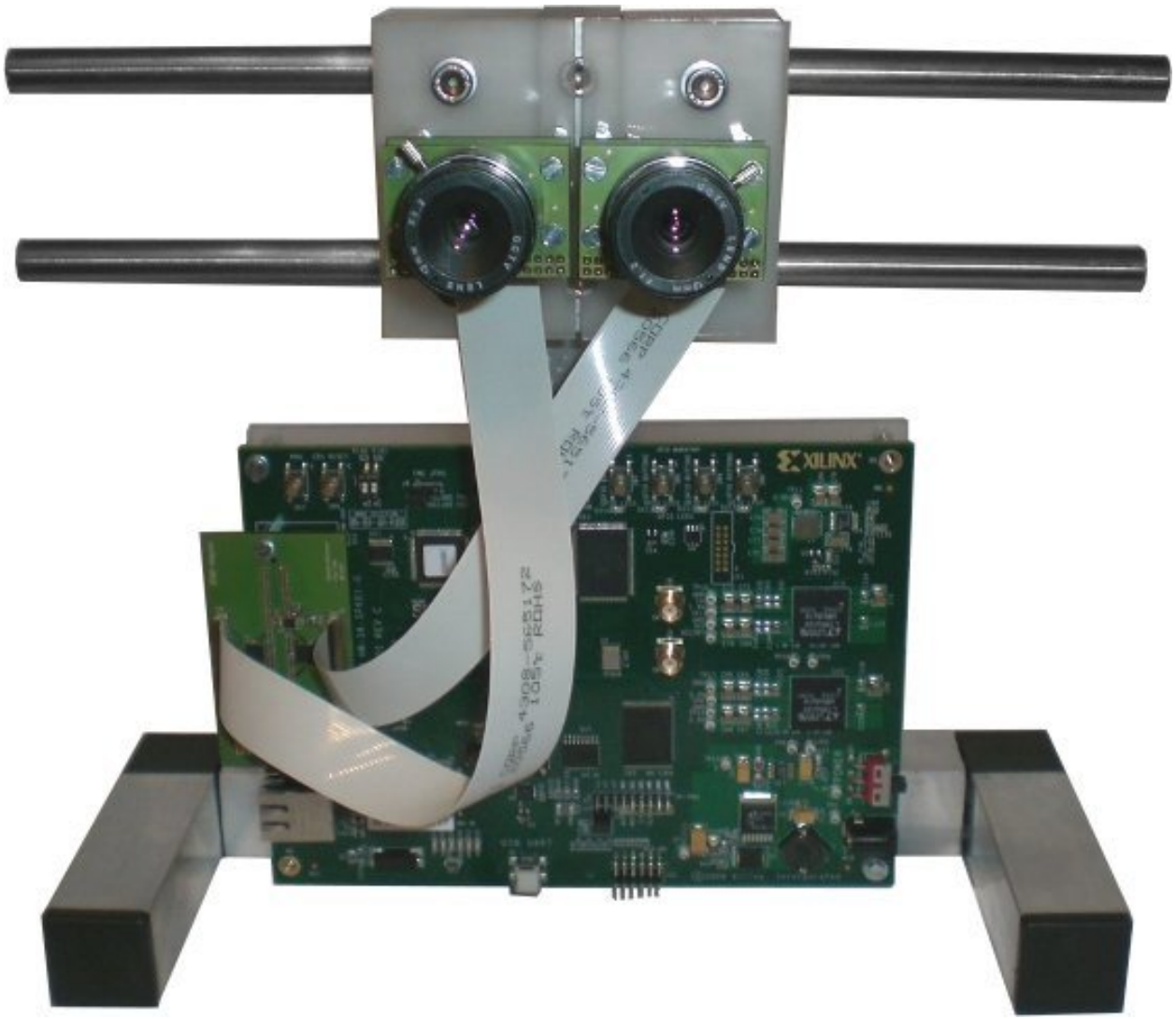


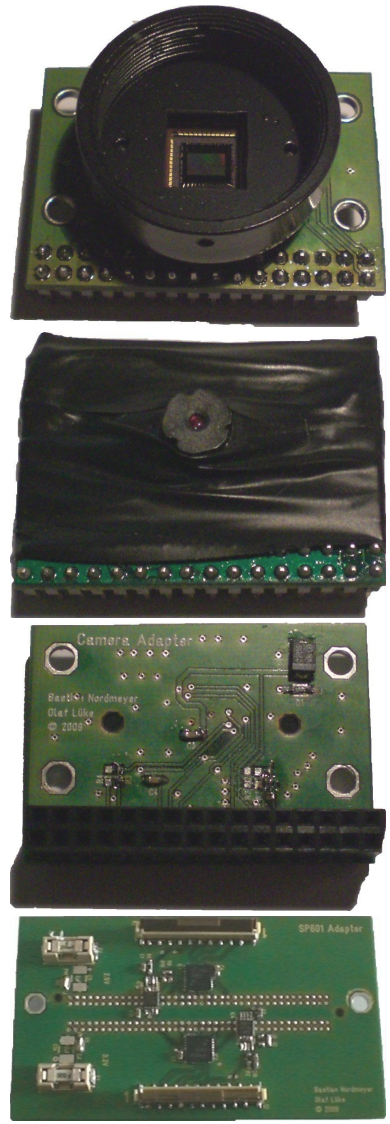
Wie kann dieses Board genutzt werden?

- Eigene Hardware Komponenten sind notwendig

Stereovision-System: Hardware

GET Lab

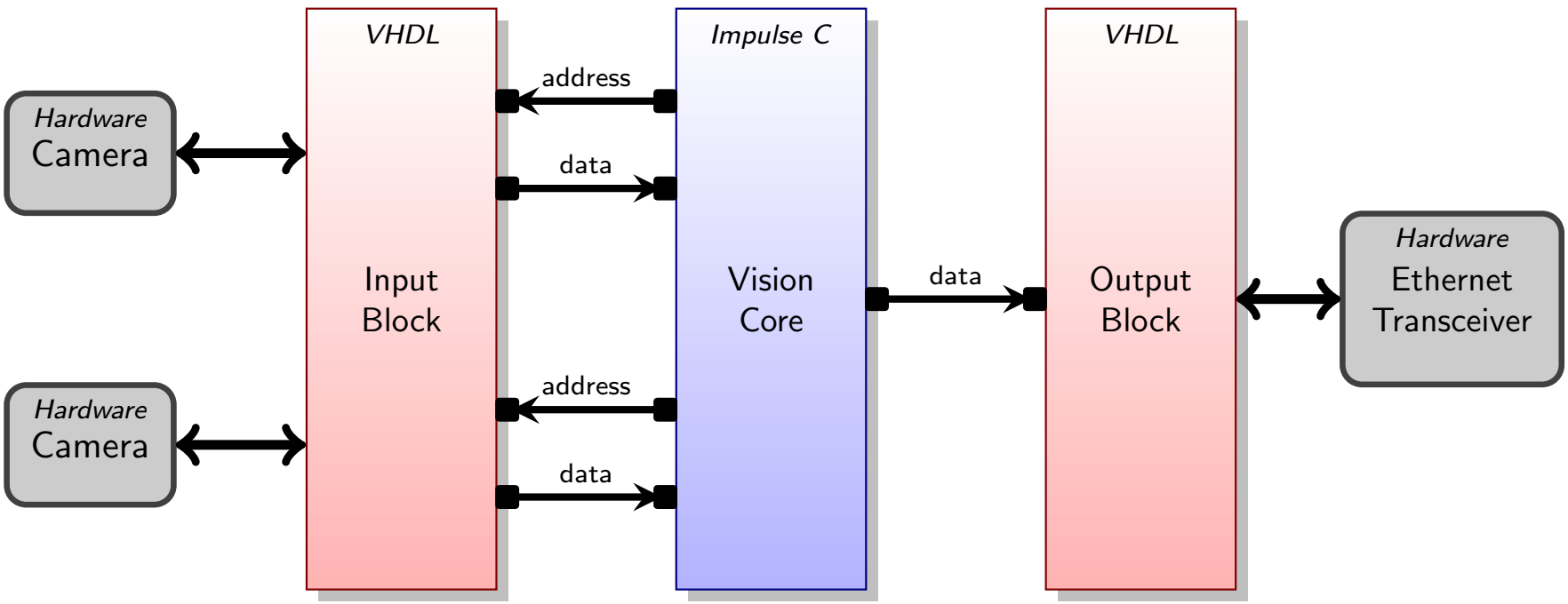




Stereovision-System: Architektur

GET Lab

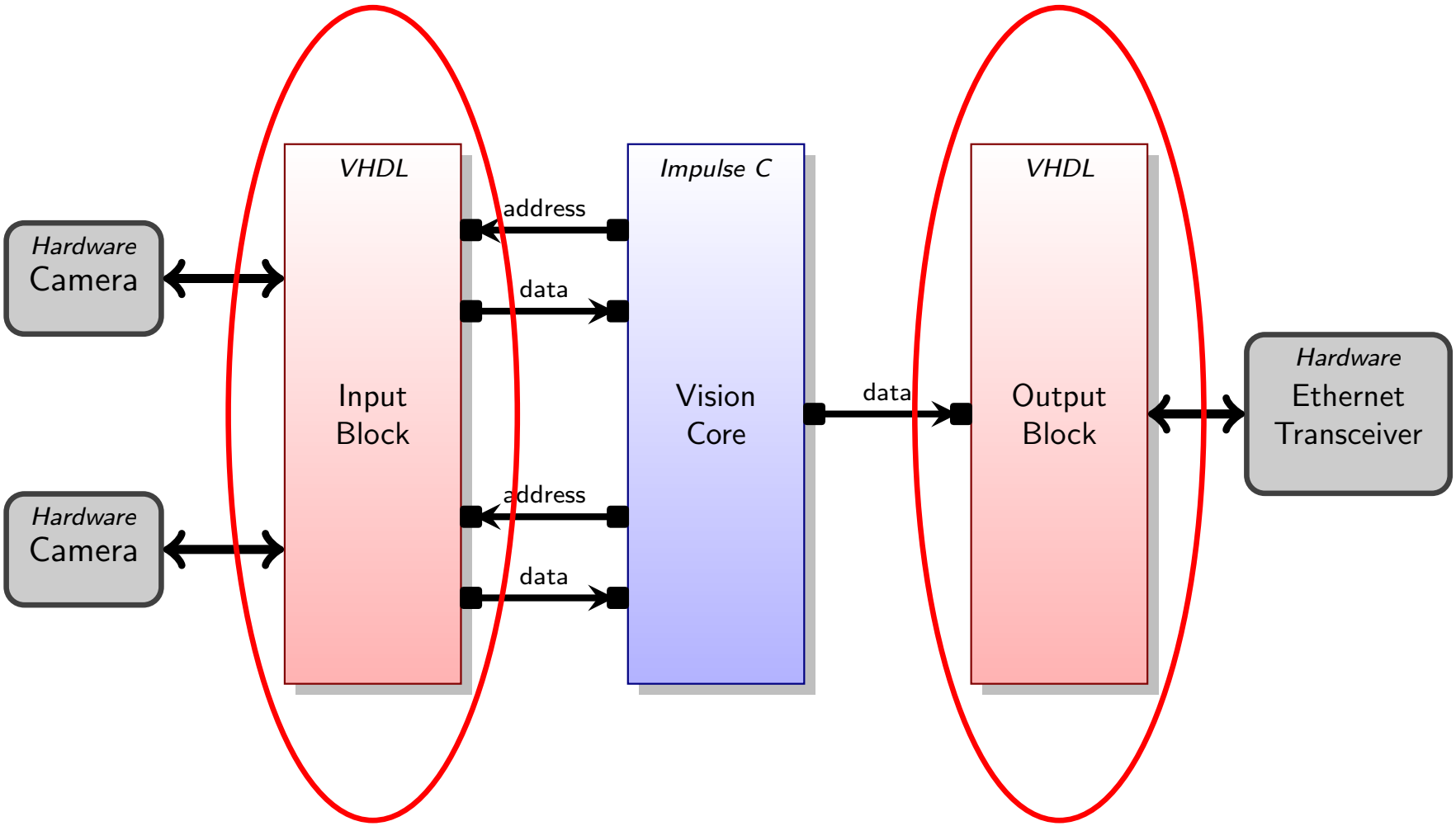
Allgemeine Architektur



Stereovision-System: Architektur

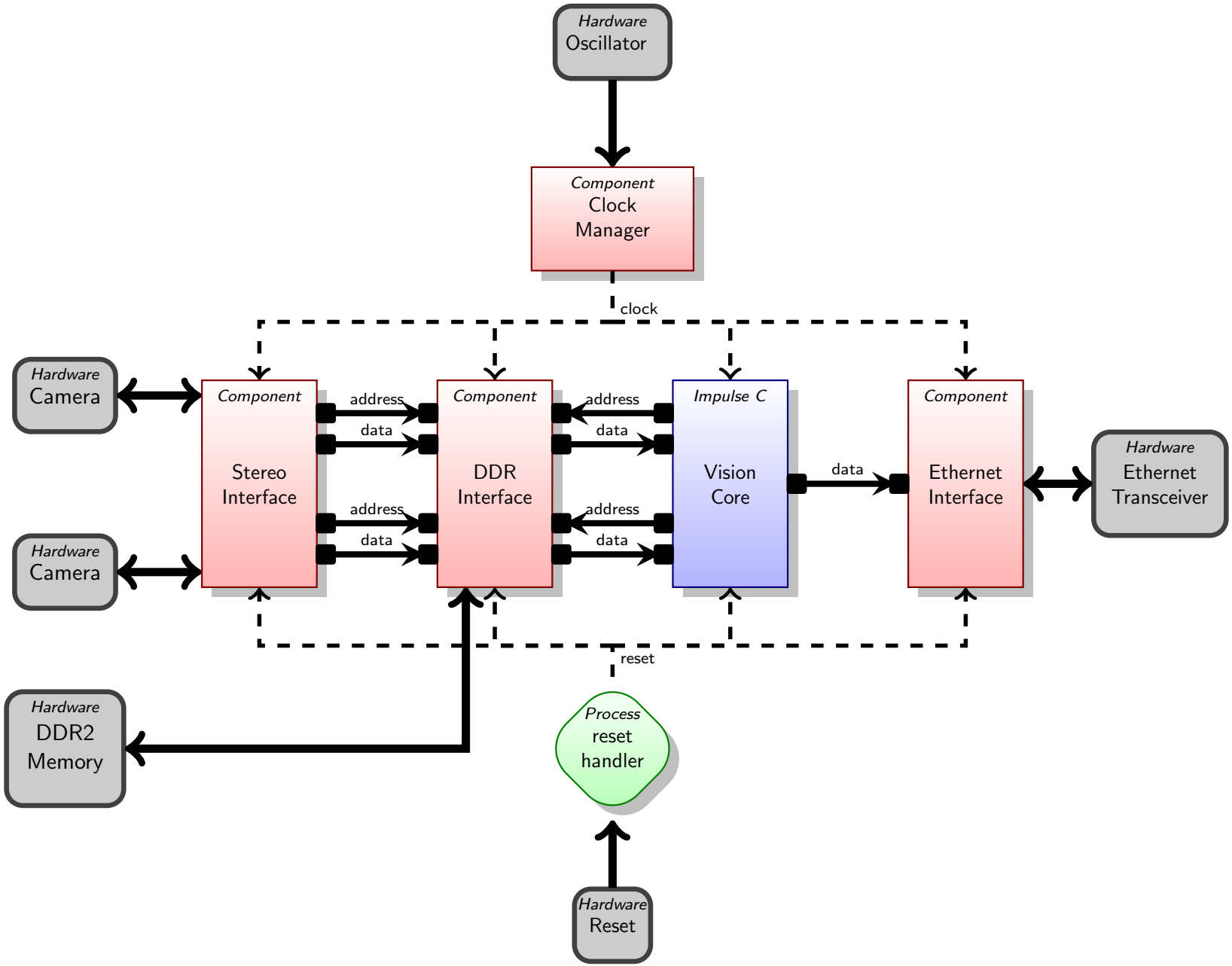
GET Lab

Allgemeine Architektur



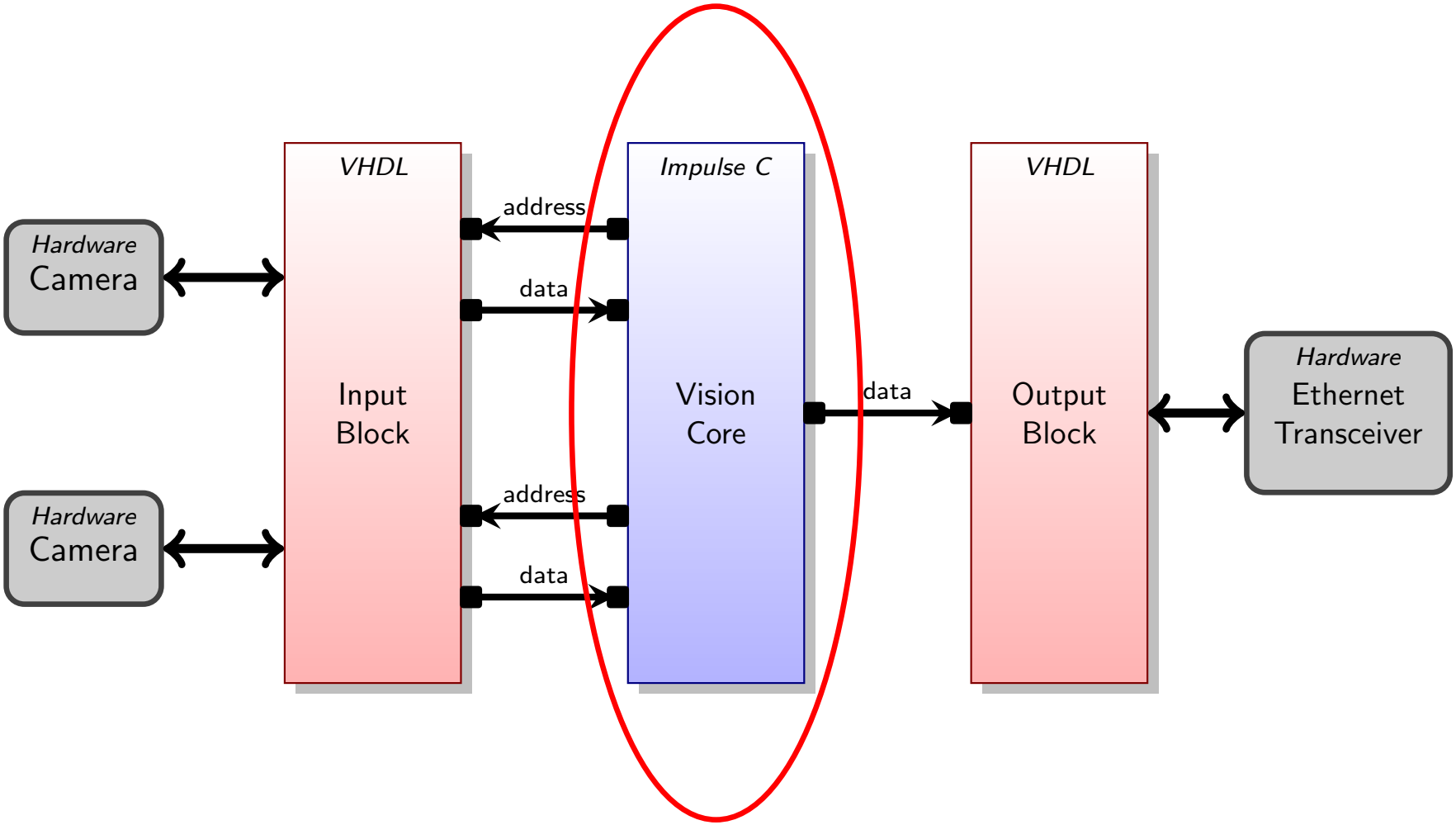
Stereovision-System: Framework Übersicht

GET Lab



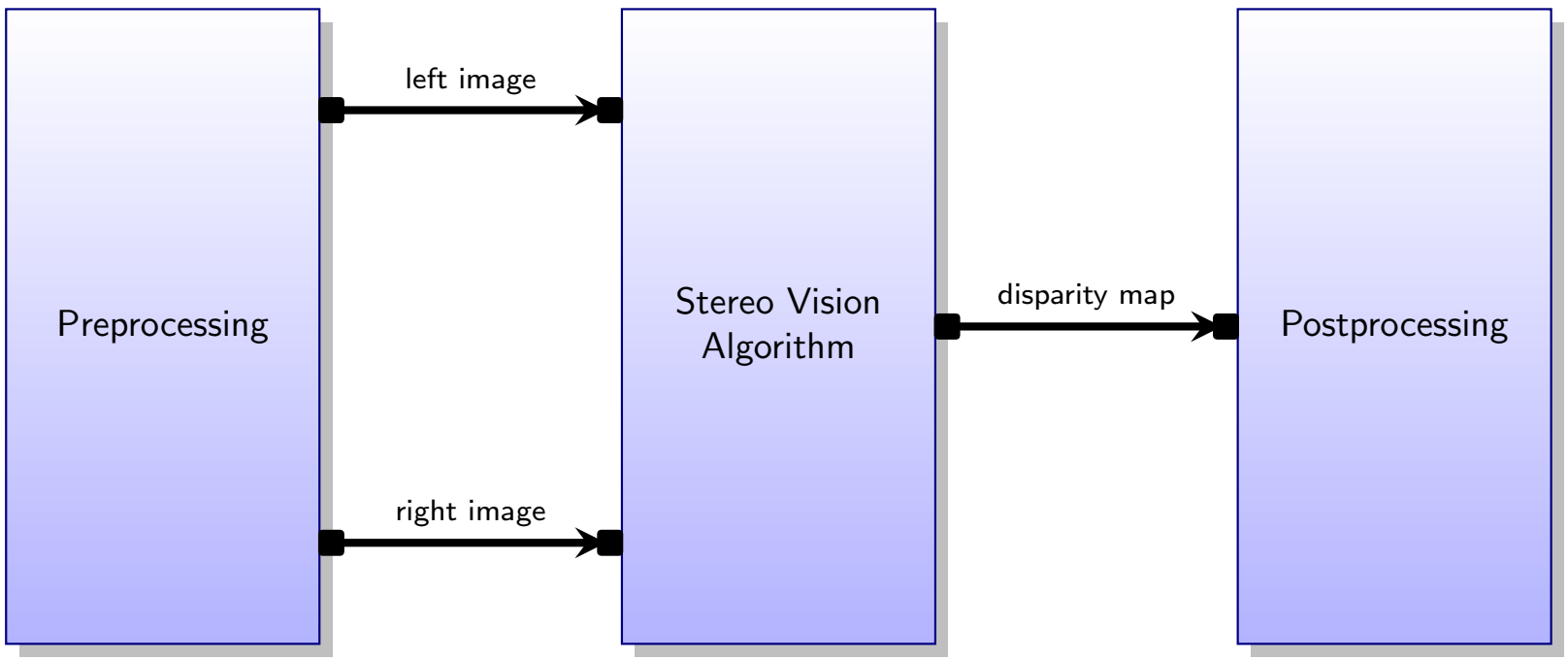
Vision Core: Design

GET Lab



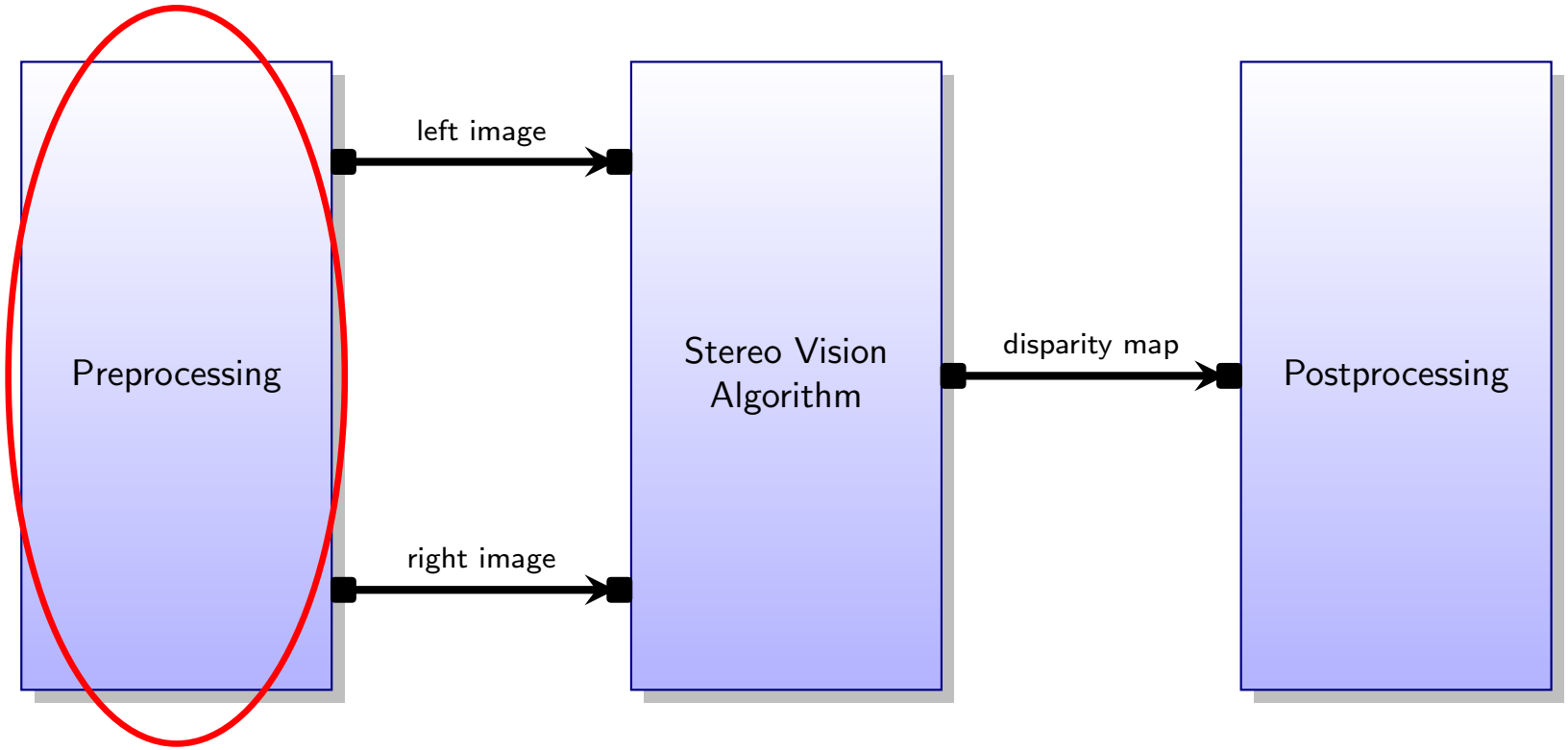
Vision Core: Design

GET Lab



Vision Core: Design

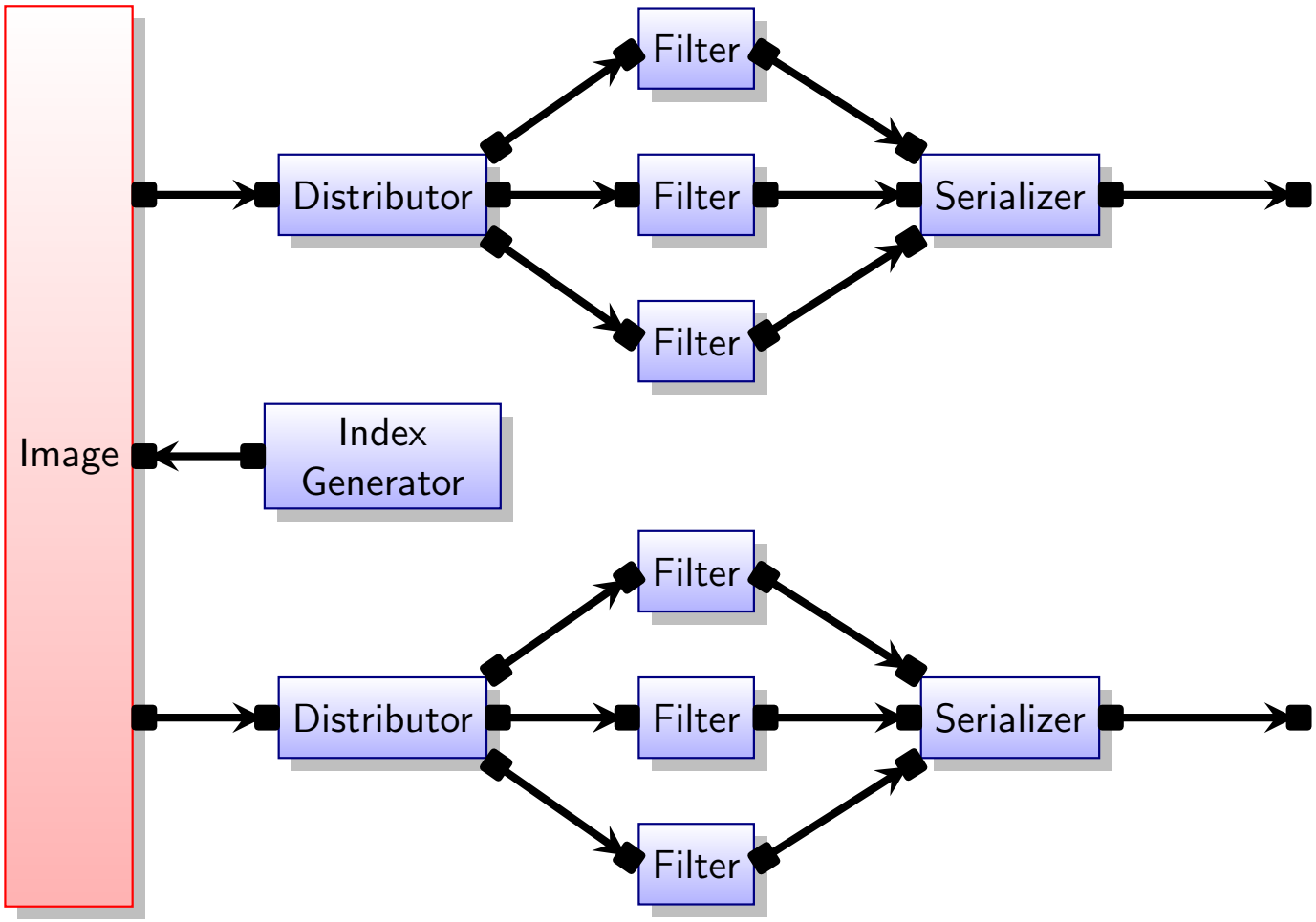
GET Lab



Vision Core: Vorverarbeitung

GET Lab

Architektur



Vision Core: Vorverarbeitung

GET Lab

- Vier unterschiedliche Bildfilter in **C** implementiert und getestet
  - Gaussfilter
  - Medianfilter
  - Hybrid Medianfilter
  - Bilateralfilter
- Bilateralfilter in **Impulse C** implementiert:
  - Hat viele Parametrisierungsmöglichkeiten
  - Kann als Median- und Gaussfilter verwendet werden
  - Implementierbar in $\mathcal{O}(1)$ für bel. Filterkerngrößen[1]

[1] Ben Weiss. „Fast median and bilateral filtering“. In: ACM Trans. Graph. 25.3 (2006), pp. 519–526

GET Lab

Illustration



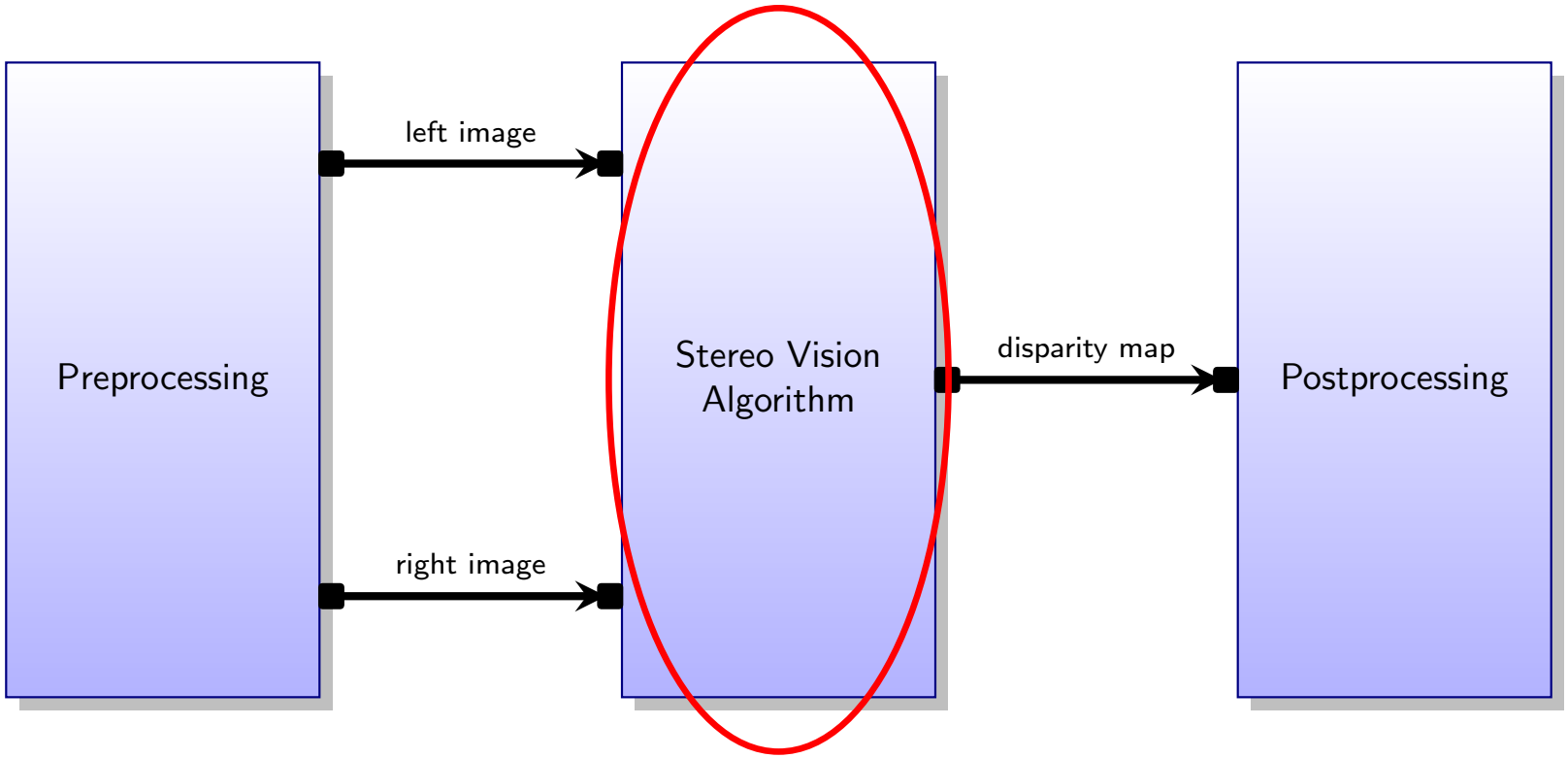
Ungefiltert



Bilateral gefiltert

Vision Core: Scan-Line based Segmentation

GET Lab

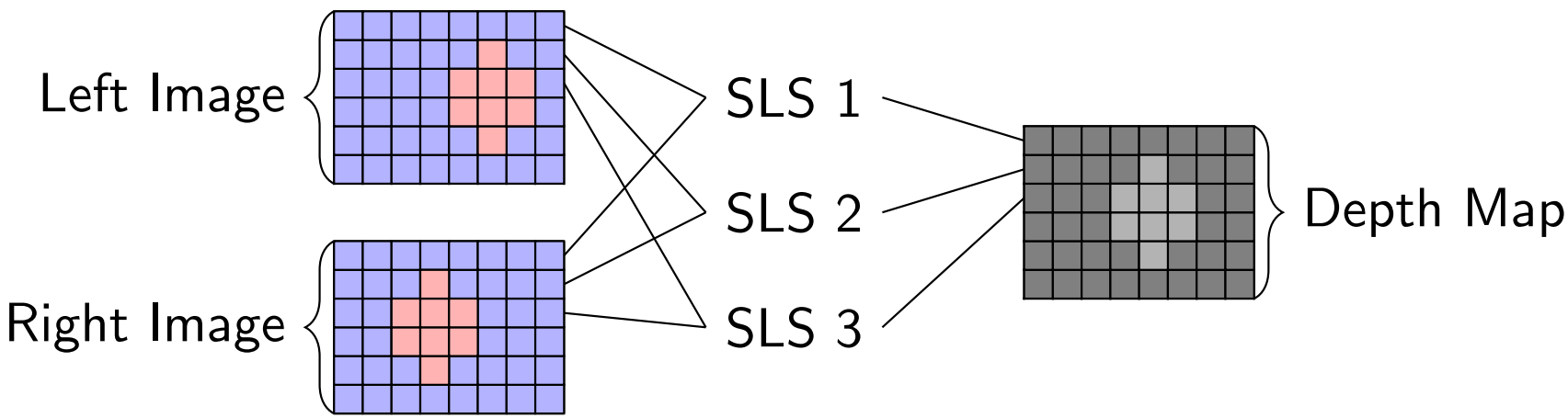


Vision Core: Scan-Line based Segmentation

GET Lab

Implementierung

- Kein $n \times n$ Filterkern
- Scan-Line based Segmentation benutzt lokalen zeilenweisen Ansatz
- Parallelisierbar (pro Zeile, nicht pro Farbkanal)

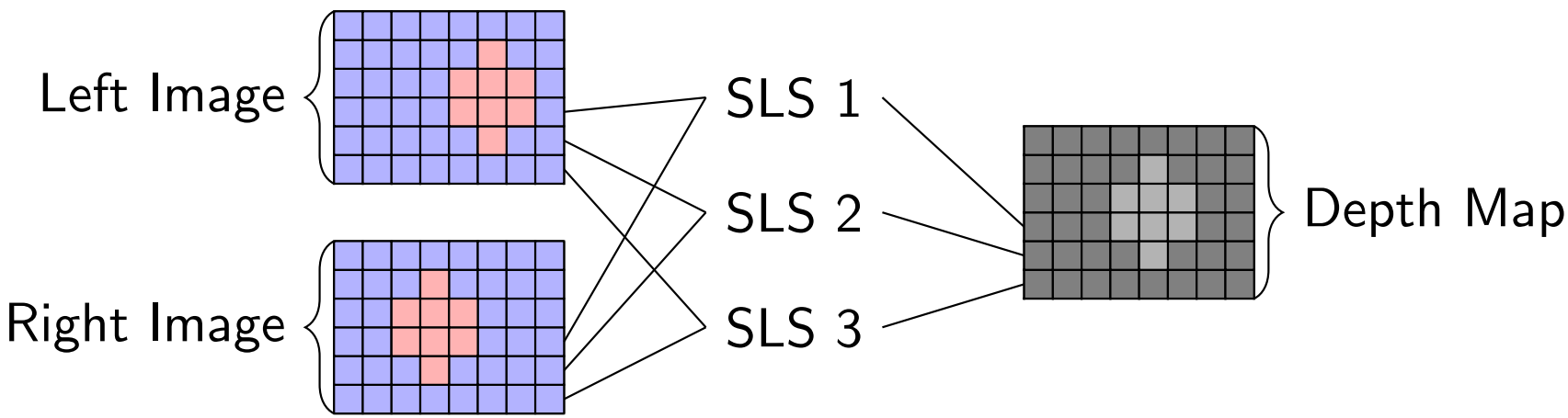


Vision Core: Scan-Line based Segmentation

GET Lab

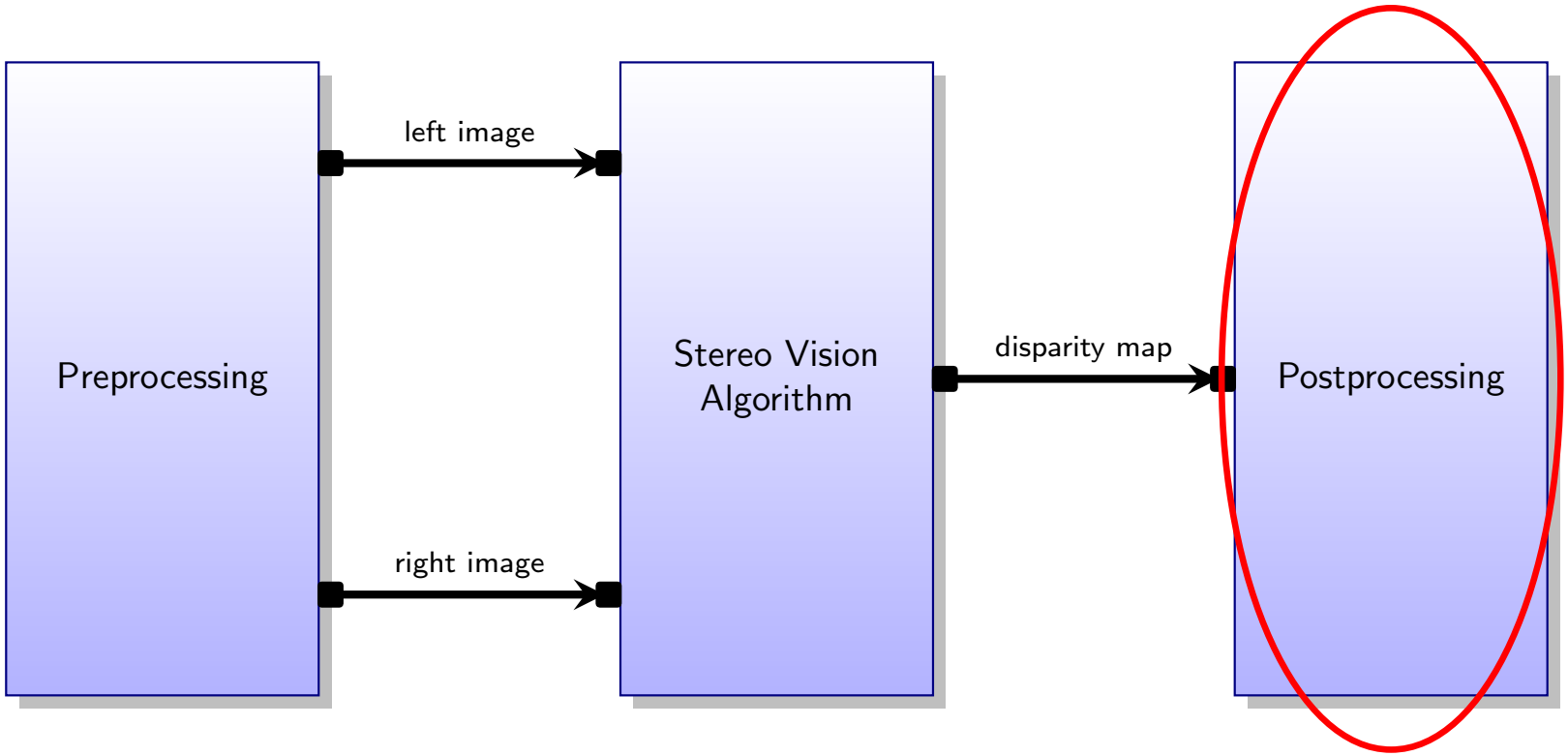
Implementierung

- Kein $n \times n$ Filterkern
- Scan-Line based Segmentation benutzt lokalen zeilenweisen Ansatz
- Parallelisierbar (pro Zeile, nicht pro Farbkanal)



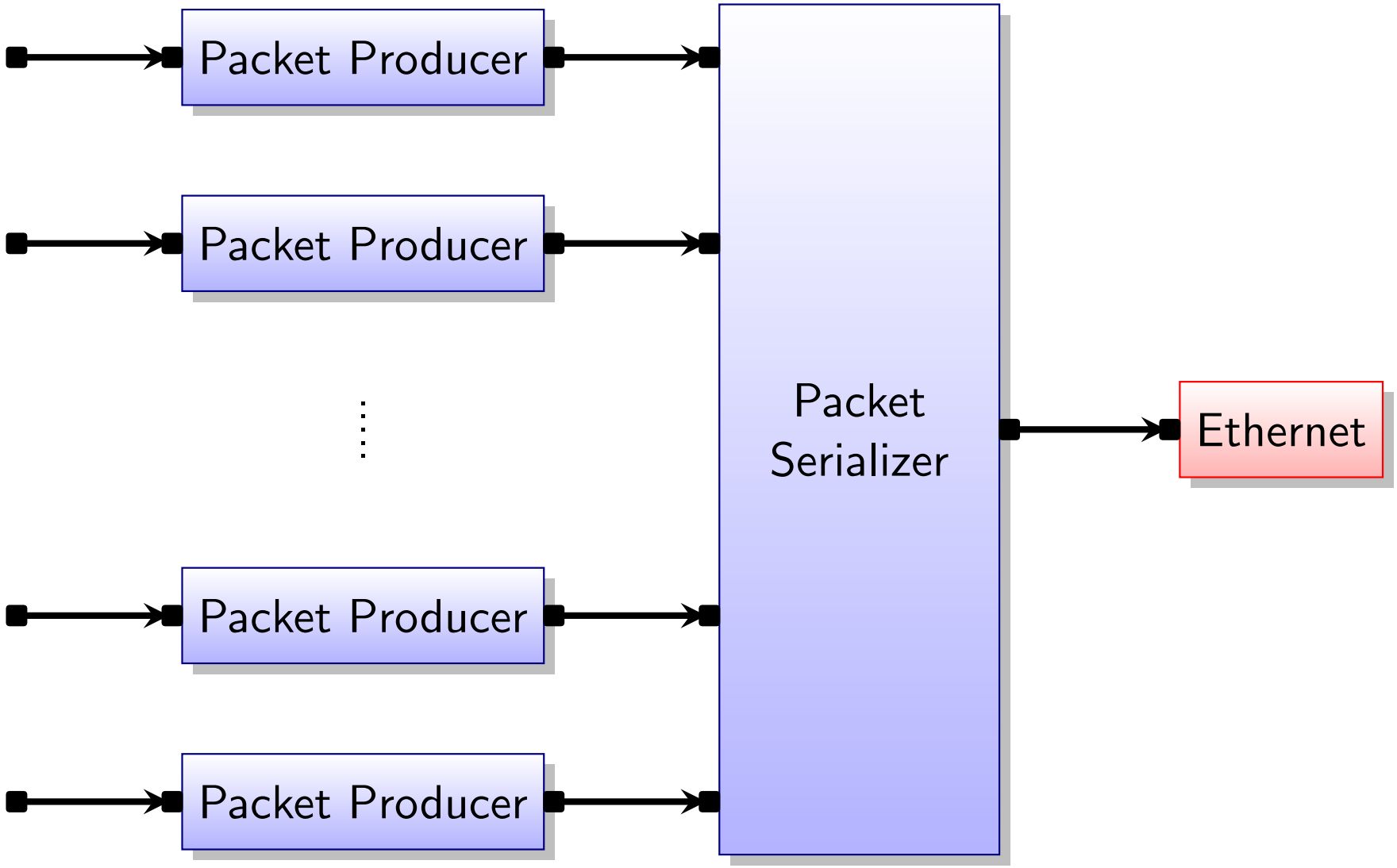
Vision Core: Scan-Line based Segmentation

GET Lab



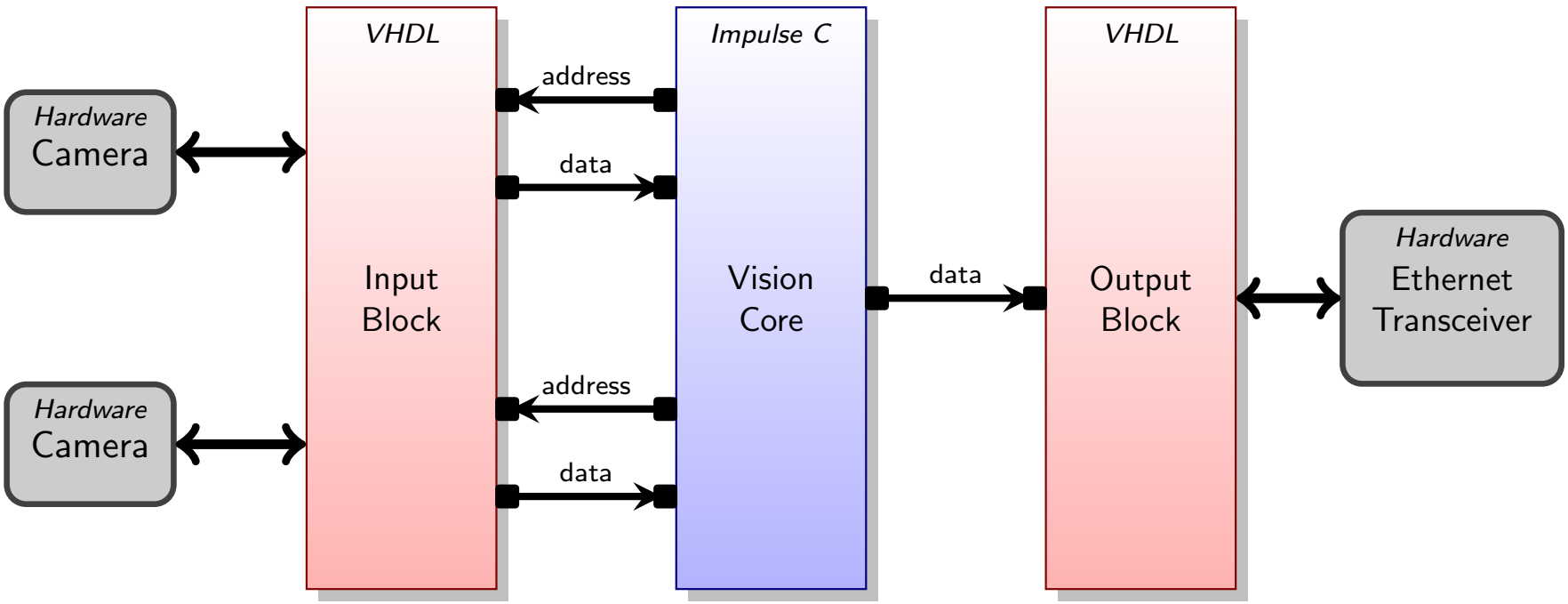
Vision Core: Nachverarbeitung

GET Lab



Stereovision-System: Framework Übersicht

GET Lab



Agenda

GET Lab

Motivation

Ziele

Stereovision-System

Ergebnisse

Zusammenfassung

Ergebnisse: Scan-Line based Segmentation

GET Lab



Linkes Bild



Rechtes Bild



Rechtes Bild gefiltert



Ohne Bilateralfilter



Mit Bilateralfilter

Ergebnisse: Performance

GET Lab

Framework

	Frequenz	Lese Transferrate	Schreib Transferrate
Ethernet	10 MHz	–	154 Mbit/s
	25 MHz	–	386 Mbit/s
	50 MHz	–	772 Mbit/s
	100 MHz	–	954 Mbit/s
	200 MHz	–	954 Mbit/s
DDR	10 MHz	80 Mbit/s	53 Mbit/s
	25 MHz	200 Mbit/s	133 Mbit/s
	50 MHz	400 Mbit/s	267 Mbit/s
	100 MHz	457 Mbit/s	457 Mbit/s
	200 MHz	533 Mbit/s	533 Mbit/s

Agenda

GET Lab

Motivation

Ziele

Stereovision-System

Ergebnisse

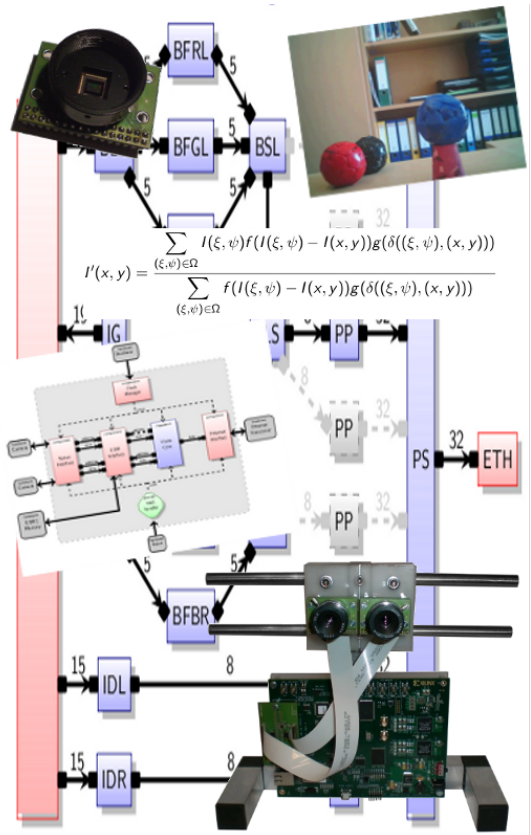
Zusammenfassung

Zusammenfassung

GET Lab

Beiträge:

- Kostengünstiges Stereovision-System für Prototypen
- Generisches Bildverarbeitungs-Framework für C Entwickler
- Beispiel Vision Core implementiert
- Stromverbrauch, Performance und Ressourcenverbrauch evaluiert und optimiert.



Fragen?

Bildreferenzen

GET Lab

Folie Motivation

https://getwww.uni-paderborn.de/wiki/msr/images/2/2f/TSR.jpg
http:
//www-robotics.jpl.nasa.gov/projects/projectImage.cfm?Project=1&Image=335
http://astronomy.hccs.edu/astronomy/images/1152619main_panelsdeploy_med.jpg
http://www.eri.harvard.edu/faculty/peli/projects/enhanced.jpg

Folie Hardware: SP601

http://www.xilinx.com/products/devkits/EK-S6-SP601-G-image.htm

Folie Beispiel Bilder

http://cat.middlebury.edu/stereo/data.html