

Bachelorarbeit in Informatik

Aktive Arbeitsraumüberwachung für die Mensch-Roboter-Kooperation mittels Tiefenbild-Kameras

Robert Maier – 29.10.2010

Betreuer: Dipl.-Ing. Claus Lenz

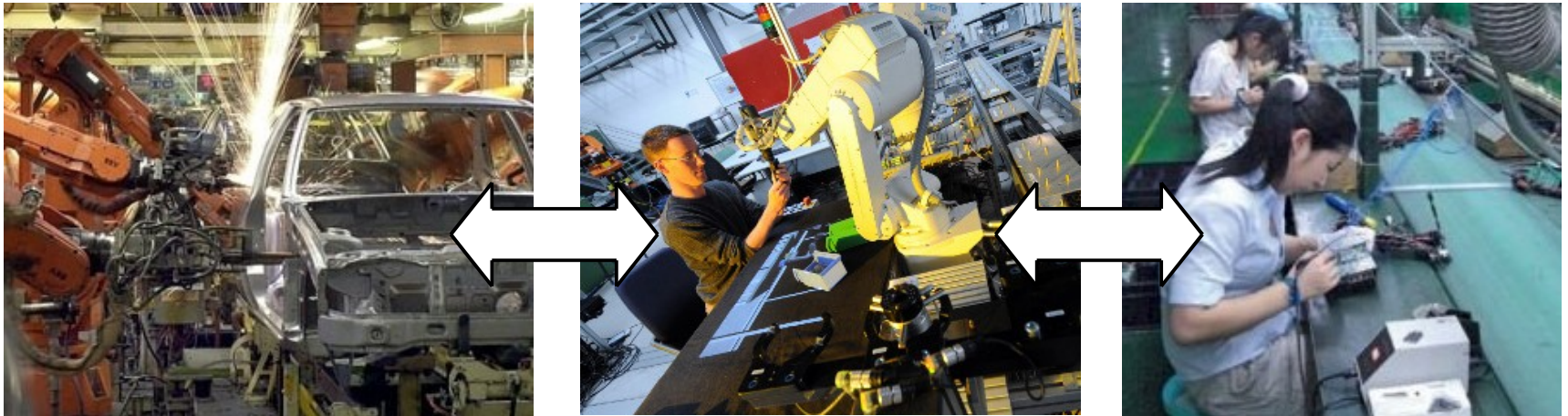
Aufgabensteller: Prof. Dr.-Ing. Alois Knoll

Inhalt

- Motivation
- JAHIR: Joint Action for Humans and Industrial Robots
- Gesamtkonzept
- Tiefenbild-Kamera
- Komponente zur aktiven Arbeitsraumüberwachung mittels Tiefenbild-Kameras
- Evaluation
- Zusammenfassung und Ausblick

Motivation

- Bisher: Getrennter Arbeitsraum von Mensch und Roboter
- JAHIR als hybride Montagestation: Kooperation von Mensch und Roboter



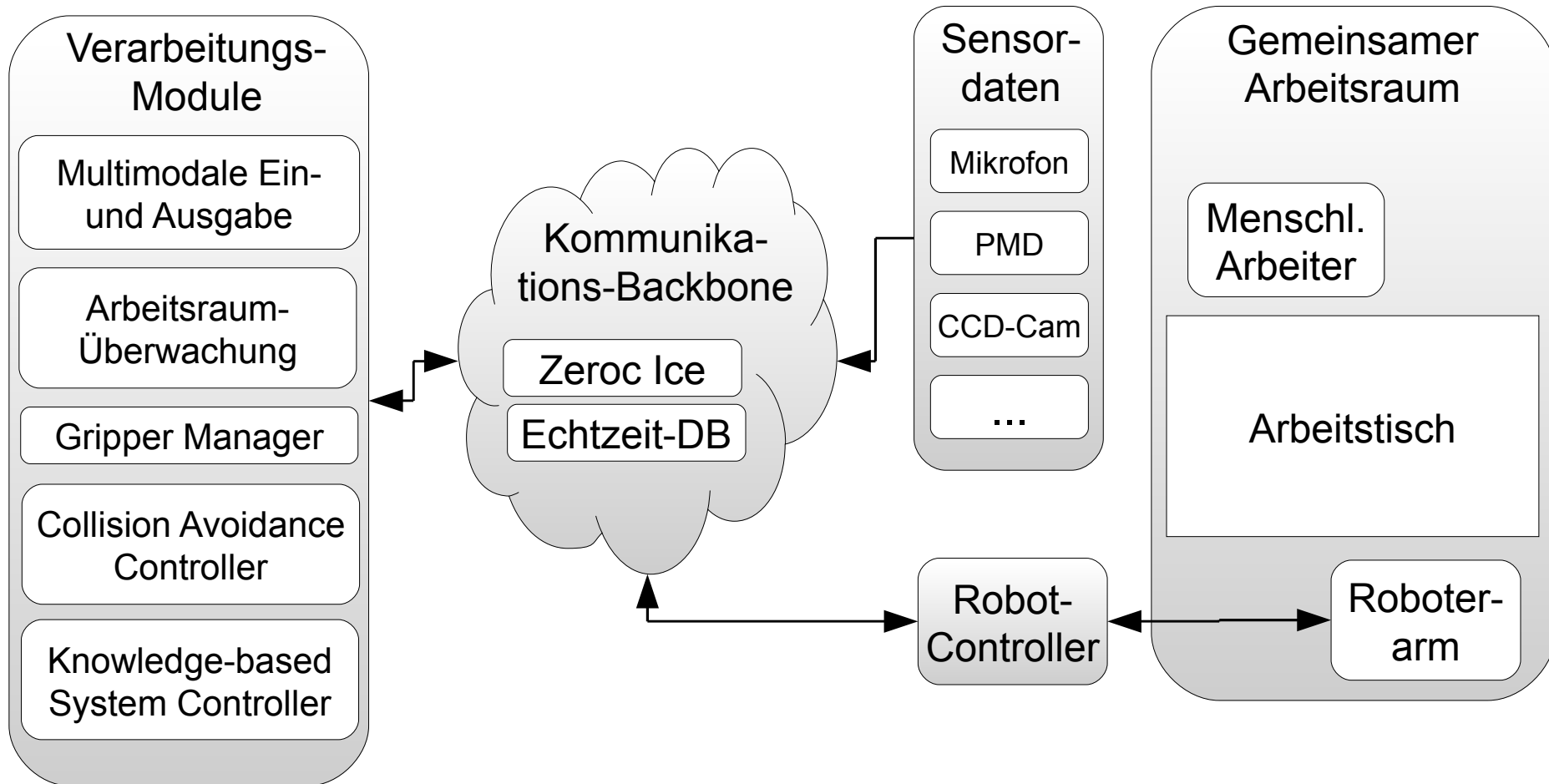
- Ziel: Komponente zur aktiven Arbeitsraumüberwachung mit Hilfe einer Tiefenbild-Kamera für JAHIR → Sicherheit des menschlichen Arbeiters

JAHIR: Aufbau des Set-Up

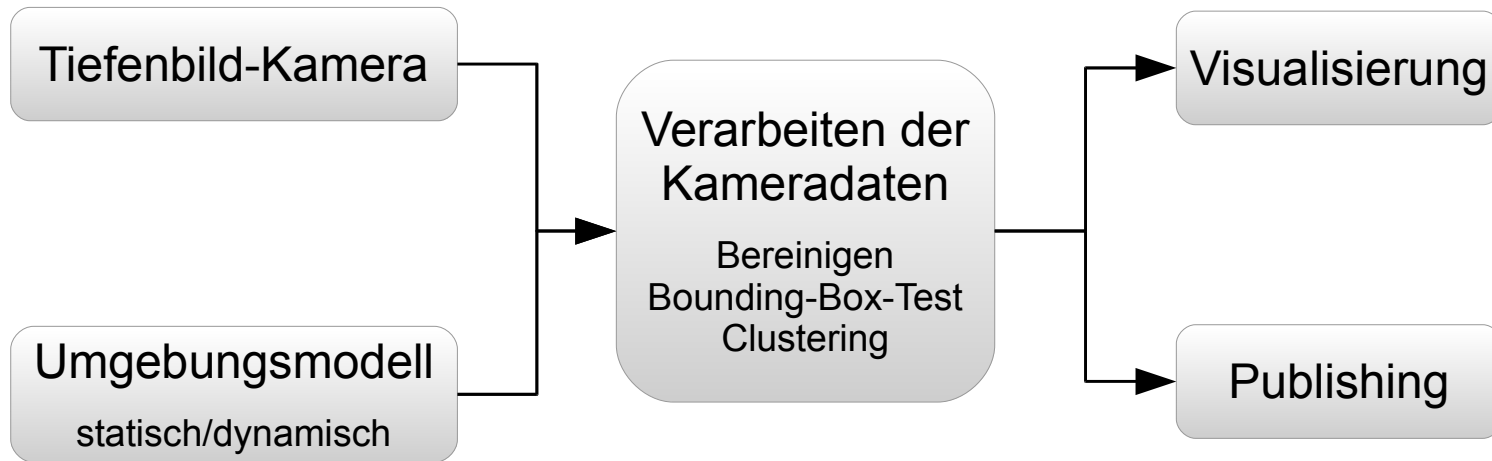


Aktive Arbeitsraumüberwachung für die Mensch-Roboter-Kooperation
mittels Tiefenbild-Kameras

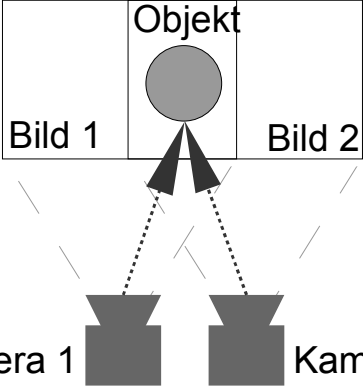
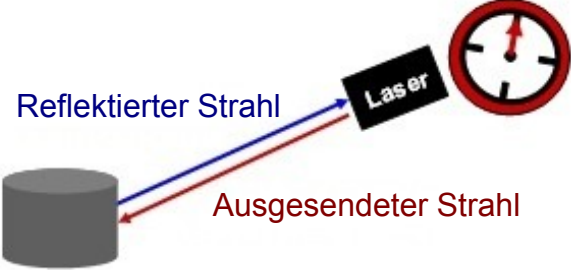
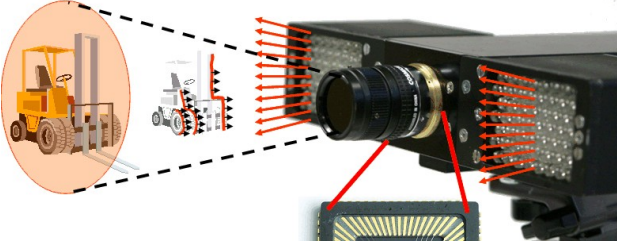
JAHIR: Systemarchitektur



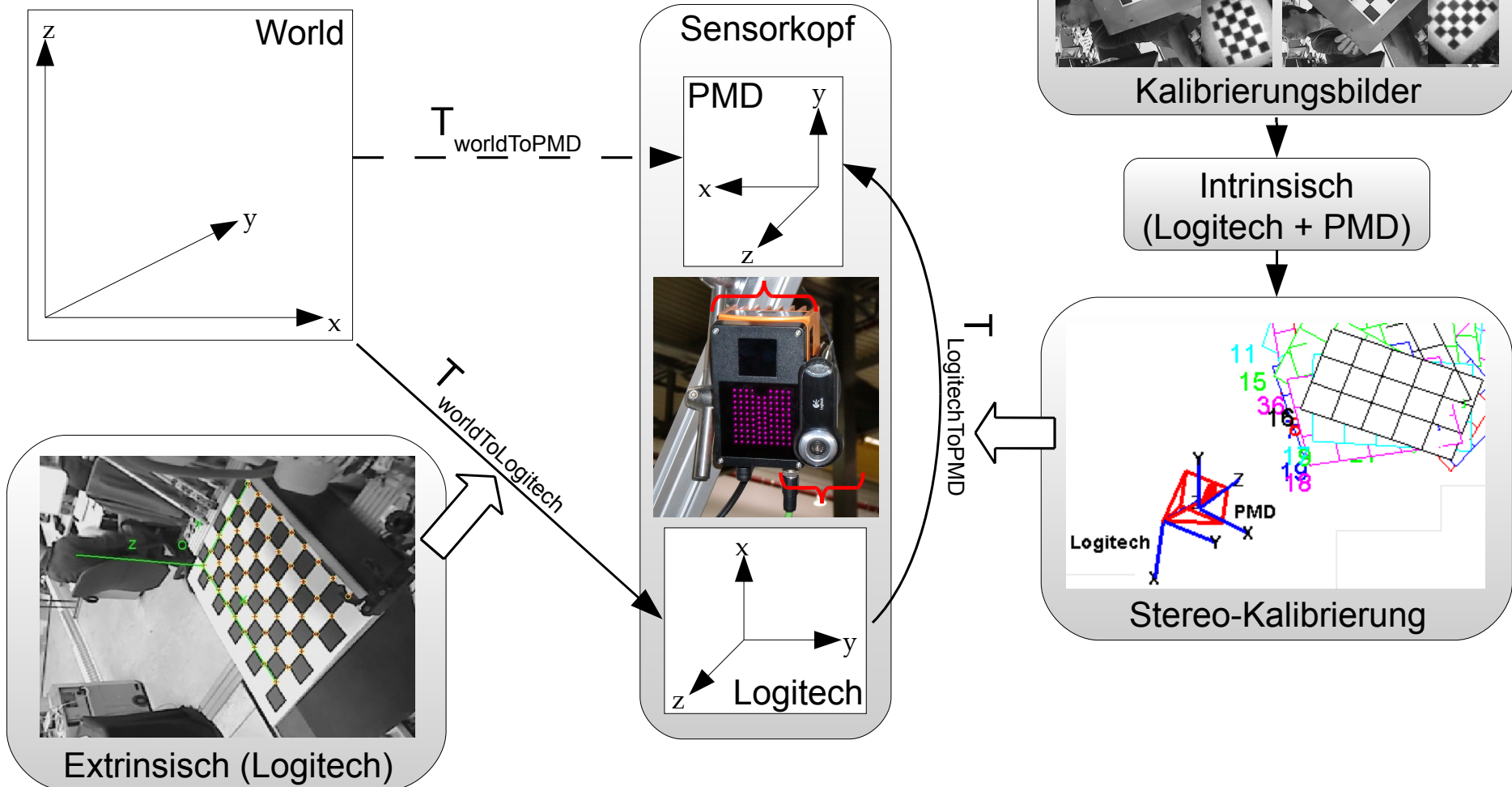
Gesamtkonzept



Verfahren zum Gewinnen von Tiefeninformationen

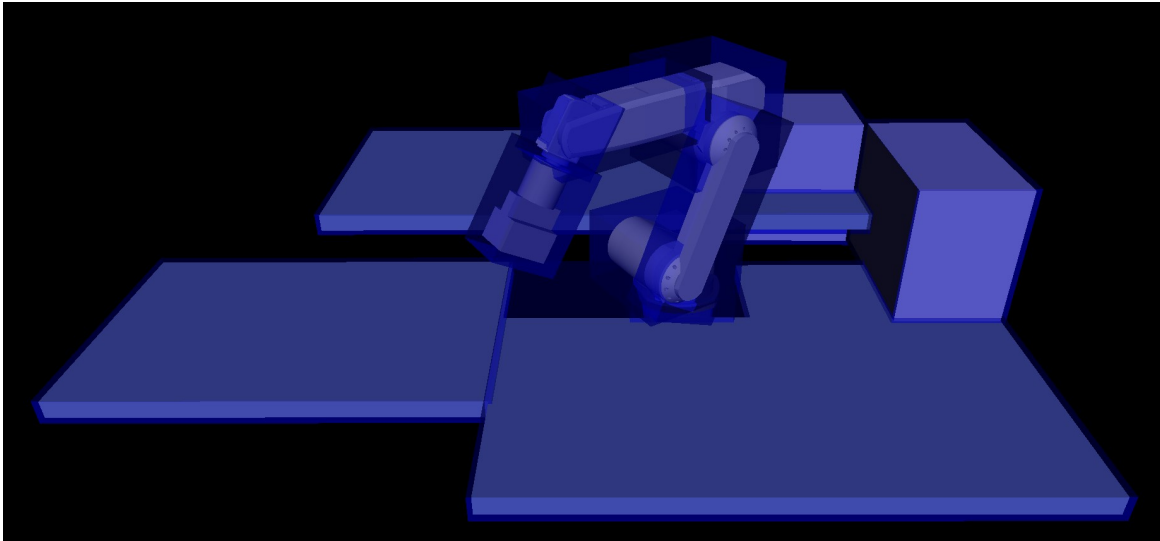
Stereo Vision	3D-Laserscanner	PMD-Kamera
 <ul style="list-style-type: none"> • Bilder verschied. Kameras → Features vergleichen • Triangulation 	 <ul style="list-style-type: none"> • Basierend auf ToF-Prinzip • Laserstrahl tastet Szene ab • Mechanische Ablenkung durch rotierenden Spiegel 	 <ul style="list-style-type: none"> • Basierend auf ToF-Prinzip • Gleichzeitige Beleuchtung der gesamten Szene • Messen der Intensität und der Laufzeit des Lichts je Pixel → „smart pixels“
<ul style="list-style-type: none"> - Problem: Erkennen von Features - sehr rechenintensiv - eingeschränkt echtzeitfähig 	<ul style="list-style-type: none"> - eingeschränkt echtzeitfähig 	<ul style="list-style-type: none"> - Rauschen
<ul style="list-style-type: none"> + Standard-Kameras 	<ul style="list-style-type: none"> + kontrastarme Szenen 	<ul style="list-style-type: none"> + echtzeitfähig + kontrastarme Szenen

Kalibrierung der PMD-Kamera



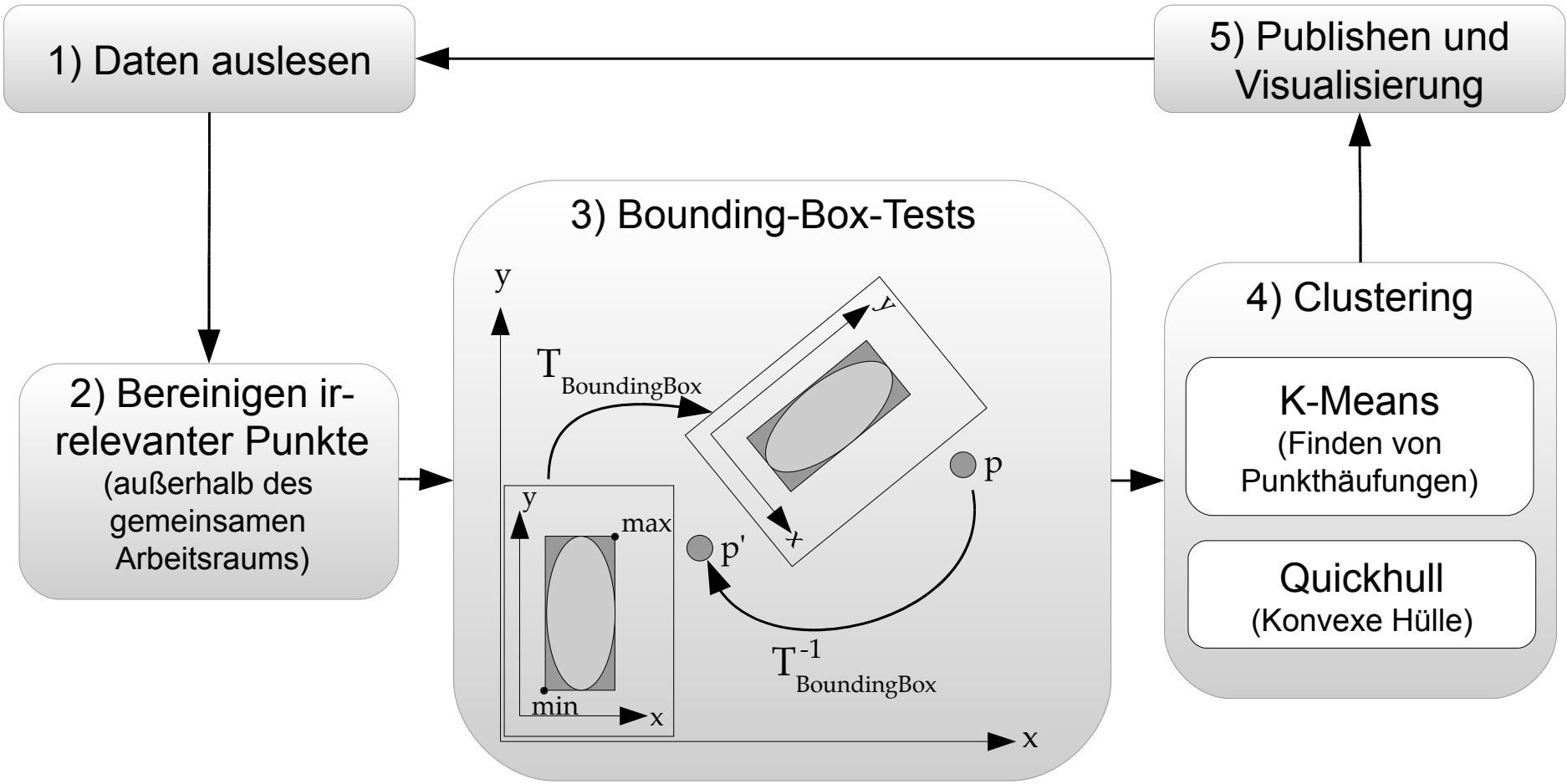
Szenenrepräsentation

- Zusammensetzung: Szene \rightarrow Models \rightarrow Bodies \rightarrow Shapes
- Statische Umgebung: dreidimensionales CAD-Modell



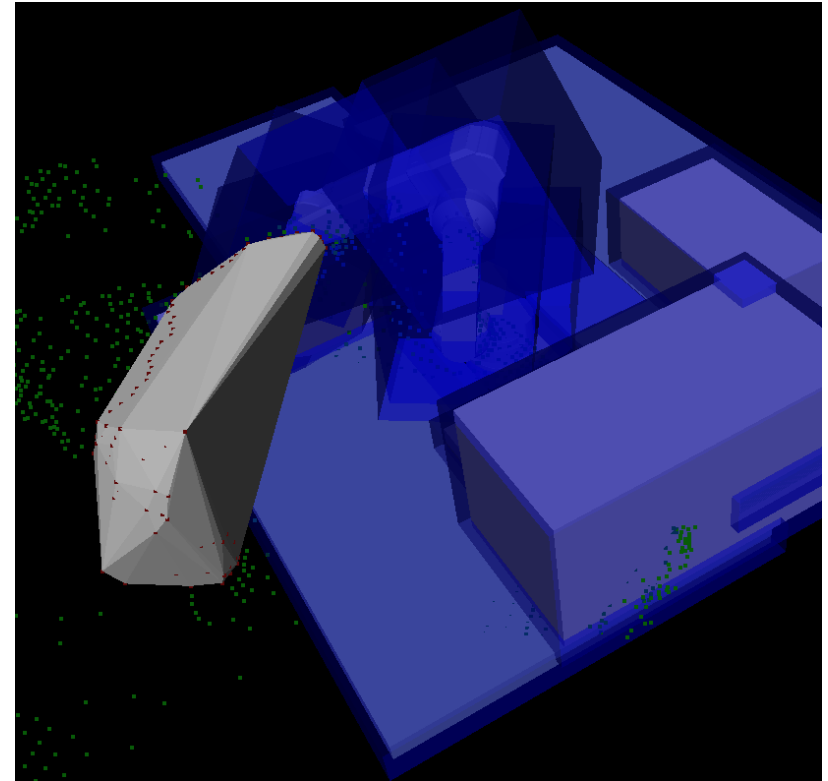
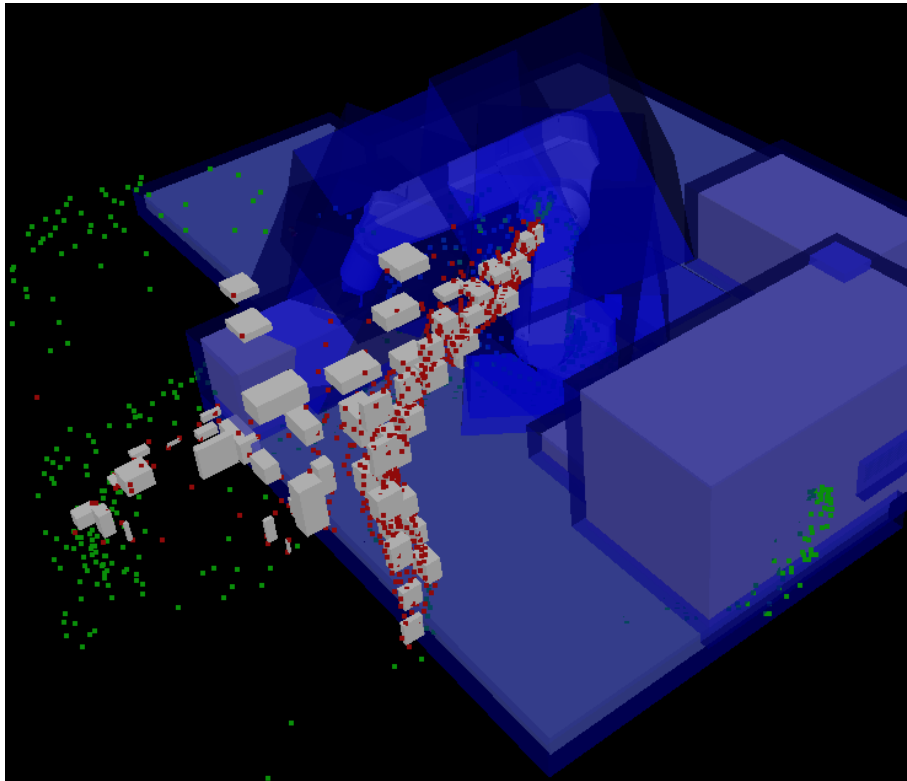
- Dynamische Umgebung: Änderungen der Umgebung über Ice-Interfaces
 - Änderungen der Roboter-Position und -Stellung
 - Hinzufügen, Ändern und Löschen von Models, Bodies und Shapes

Auswerten und Verarbeiten der Sensordaten



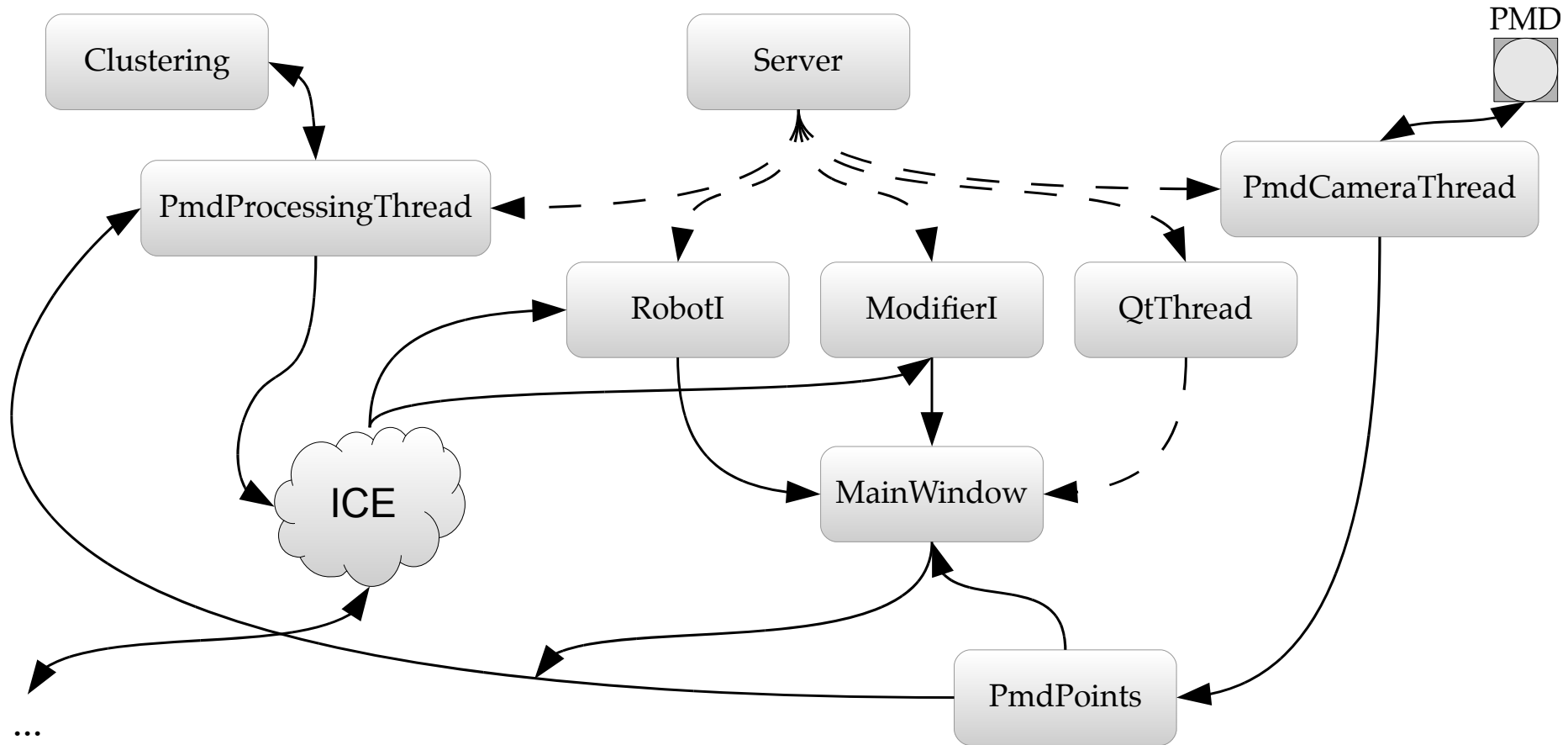
Wiedereinspeisen der verarbeiteten Daten und Visualisierung

- Visualisierung: Cluster-Boxen (K-Means) – konvexe Hülle (Quickhull)



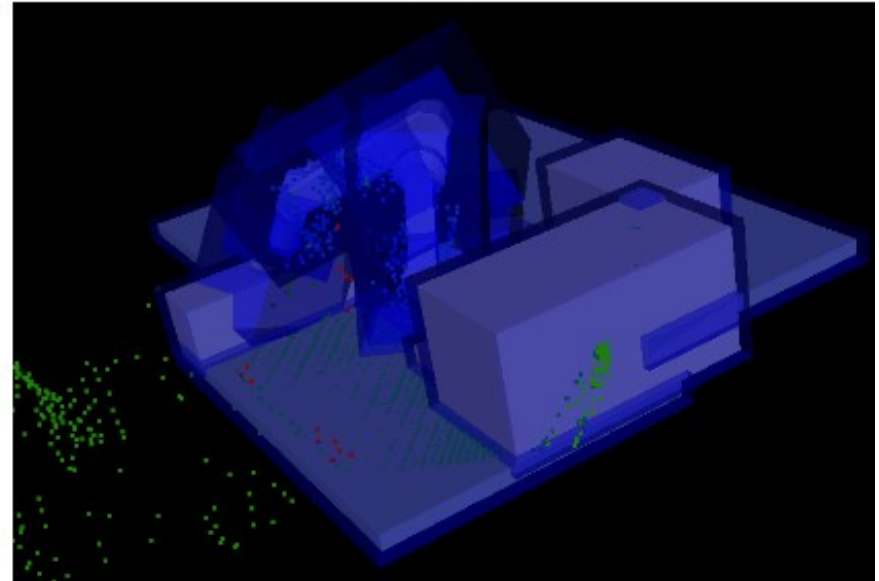
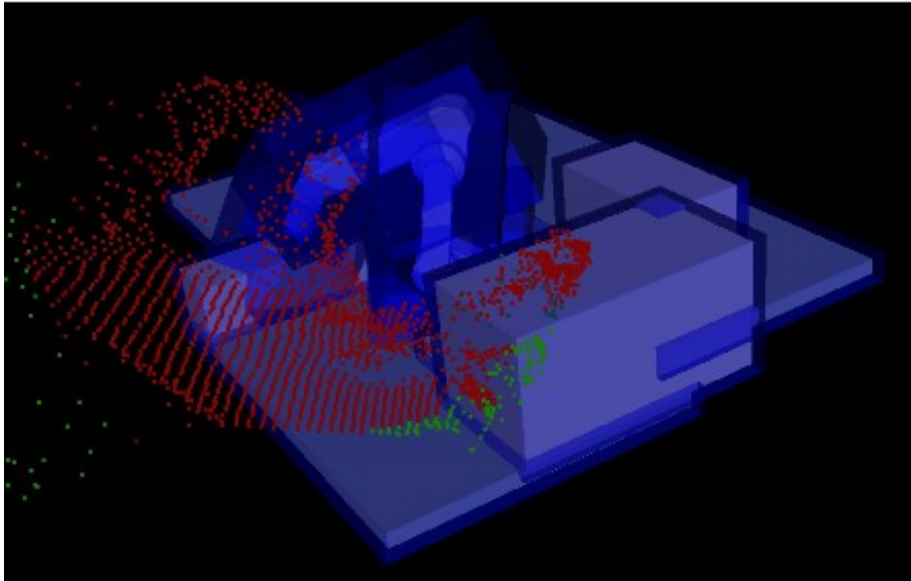
- Publishen der unbekanntnen Hindernisse im Arbeitsraum über Ice-Interfaces

Systemarchitektur der erstellten Komponente



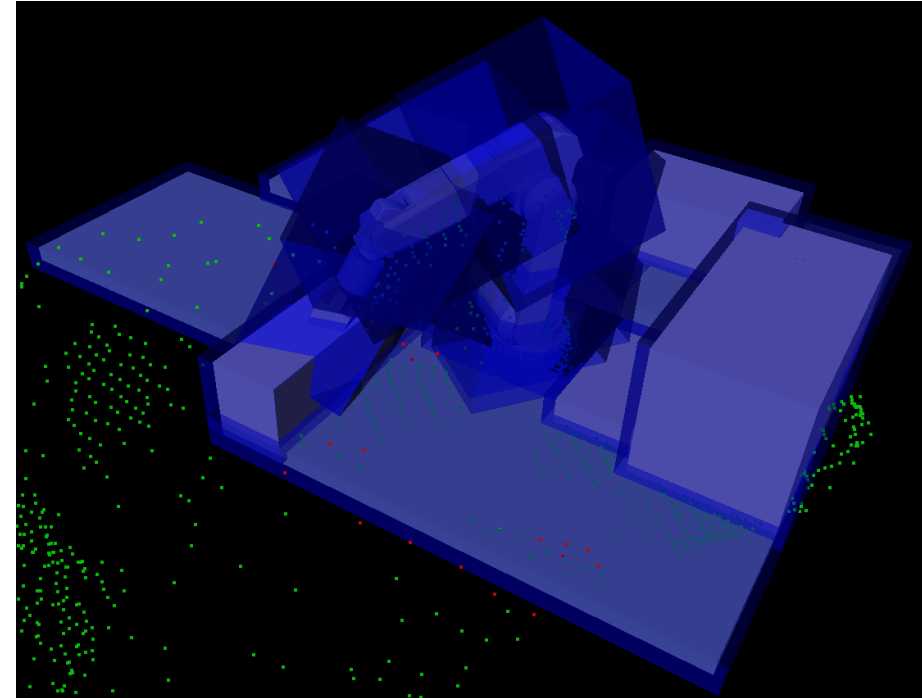
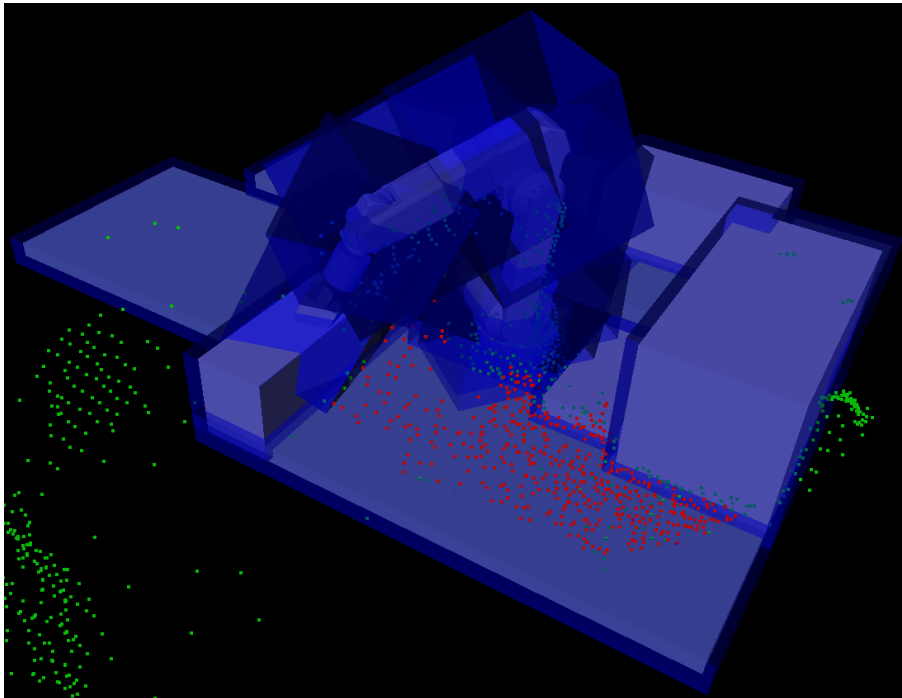
Evaluation: Genauigkeit (1)

- Manuelle Anpassungen der extrinsischen Kalibrierungsparameter nötig



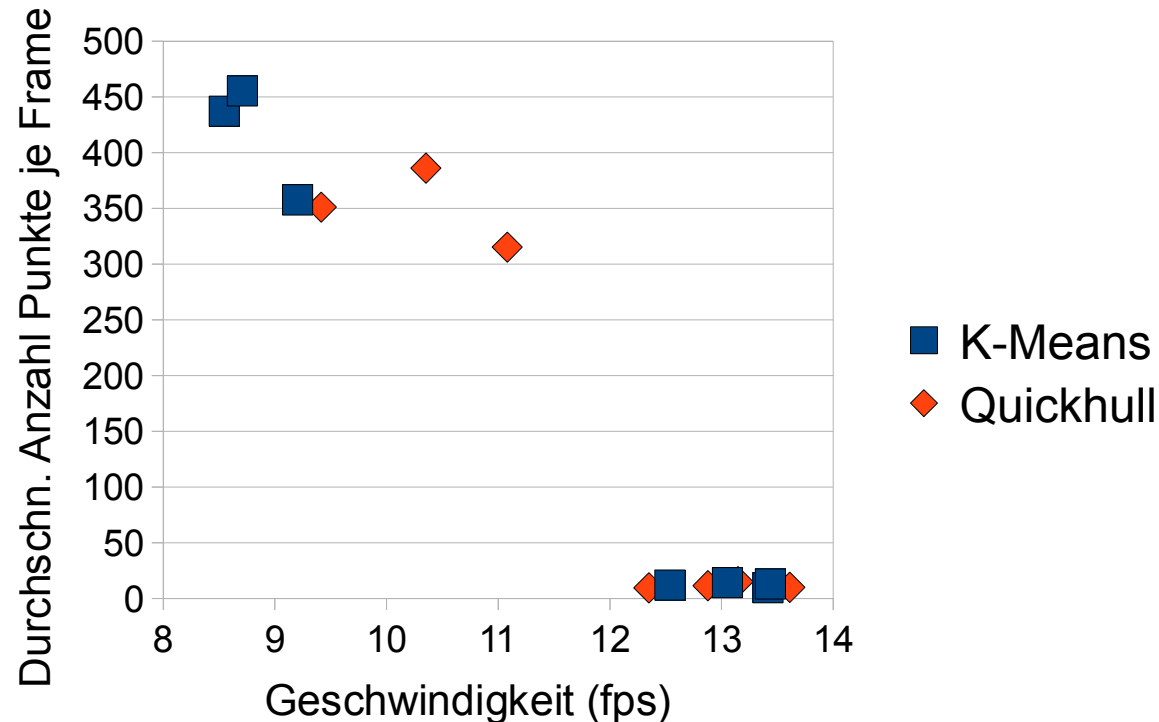
Evaluation: Genauigkeit (2)

- Zusätzlicher Sicherheitsabstand der Bounding-Boxen
- Fehler in den Tiefenwerten bei dunklen Flächen



Evaluation: Performanz

- Ausleserate der PMD-Kamera: ~14,2 fps
- Performanz: Verarbeitungsrate der Komponente



Zusammenfassung und Ausblick

- Fazit:
 - Zusätzliche Maßnahme zur Überwachung des Arbeitsraums
 - Auswahl, Montage und Kalibrierung einer PMD-Kamera
 - Verarbeitungszyklus zum Verarbeiten der Sensordaten
 - Veröffentlichen der gefundenen Hindernisse und Visualisierung
- Ausblick:
 - Einbinden von zusätzlichen PMD-Kameras
 - Fusion der Tiefendaten mit CCD-Bildern
 - Technische Weiterentwicklung von PMD-Kameras nötig