

Automatisierte infrastrukturgestützte Klassifizierung und 3D-Lokalisierung nicht-motorisierter Verkehrsteilnehmer mittels Computer Stereo Vision

Peter Haiduk, Besondere Lernleistung,
2020

27.05.2020
Kolloquium zur Besonderen Lernleistung
(mündl. Abiturprüfung)

Inhalt

- Motivation
- Zielstellung
- Umsetzung
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick
- Quellen

Motivation

Motivation

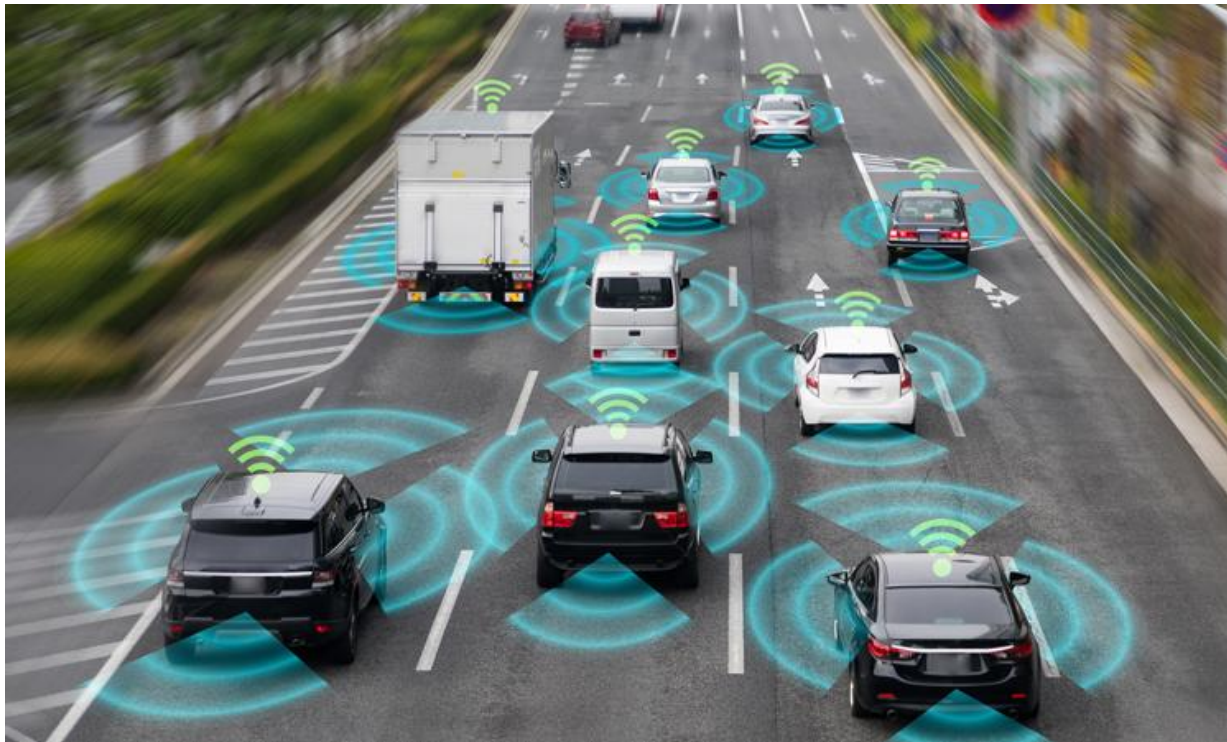
Autonomes Fahren



Motivation

Vernetztes Fahren

Car-to-Car Communication



Motivation

Vernetztes Fahren

Car-to-Car Communication

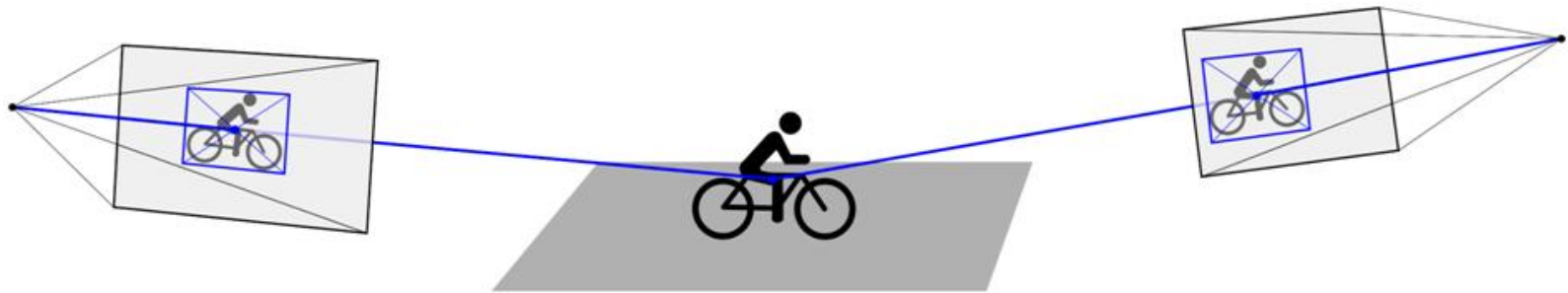
Car-To-Infrastructure Communication



Zielstellung

Zielstellung

“Infrastrukturgestützte Objektklassifizierung und -verortung zur Erhöhung der Sicherheit nicht-motorisierter Verkehrsteilnehmer”



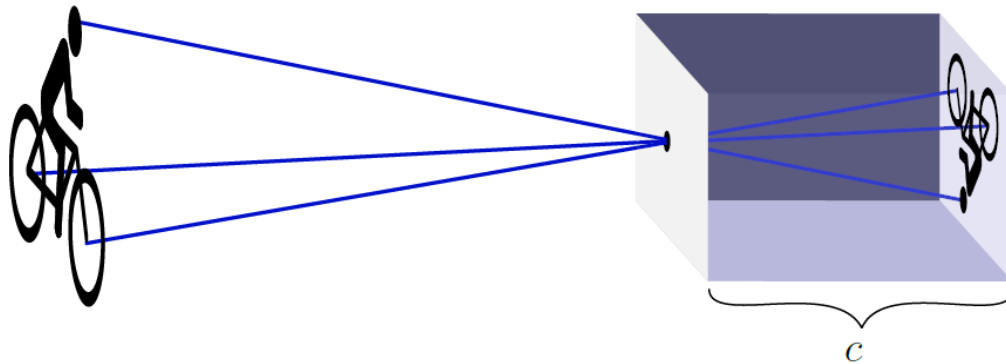
- 1) Entwicklung eines Prototyp-Konzepts
- 2) Implementierung & Versuch in konkreter Verkehrssituation

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Vorbedingungen

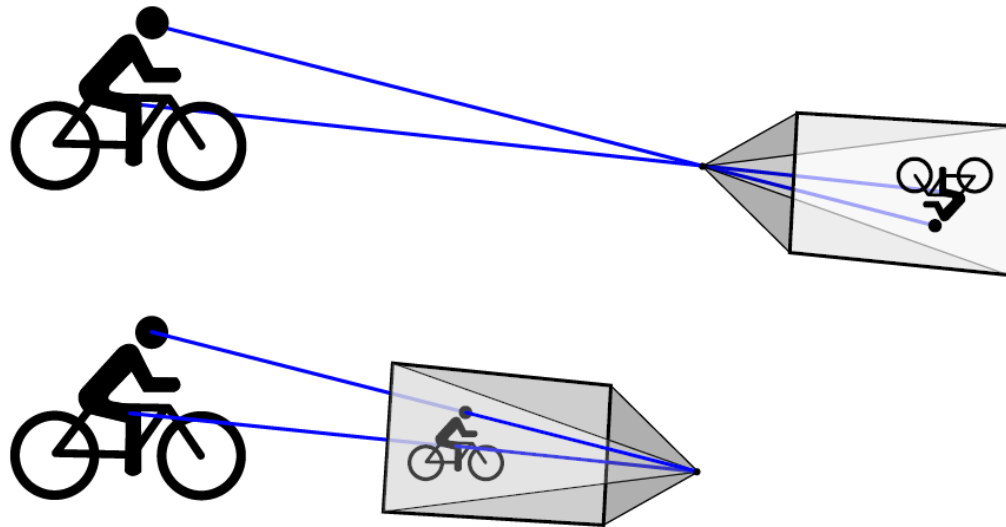
- Lochkamera-Modell
- Innere und äußere Parameter beider Kameras bekannt



Umsetzung - Prototyp-Konzept

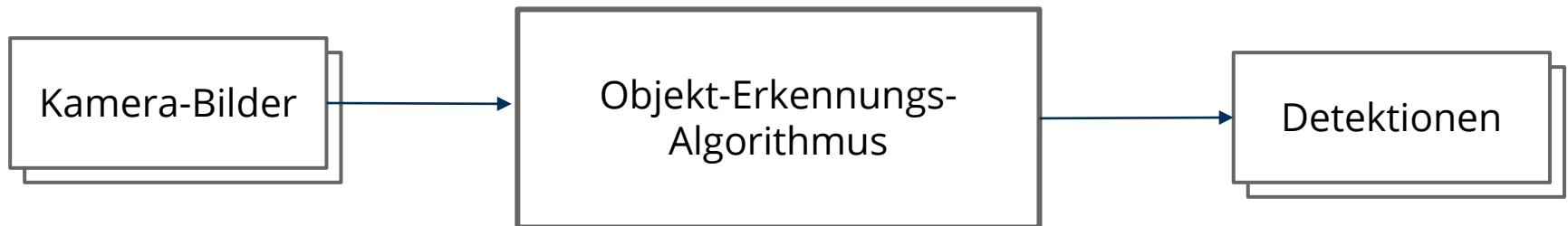
Vorbedingungen

- Lochkamera-Modell
- Innere und äußere Parameter beider Kameras bekannt



Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 1) Erkennung der Verkehrsteilnehmer



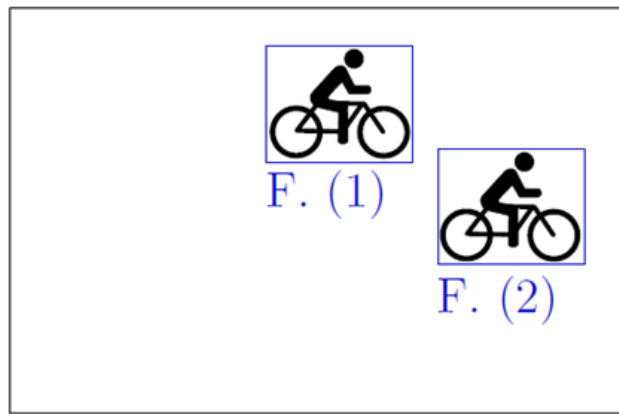
Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 1) Erkennung der Verkehrsteilnehmer

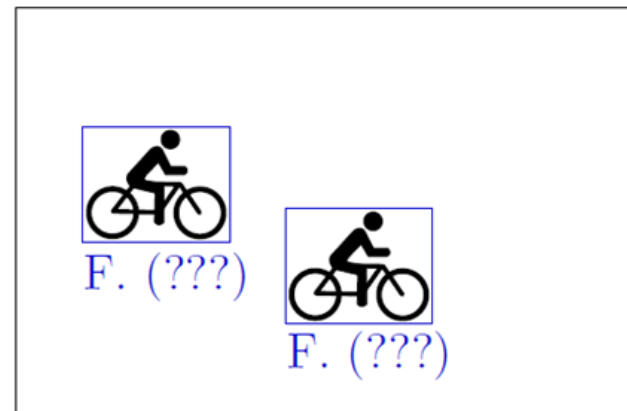


Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 2) Zuordnung der Detektionen



Kamera A

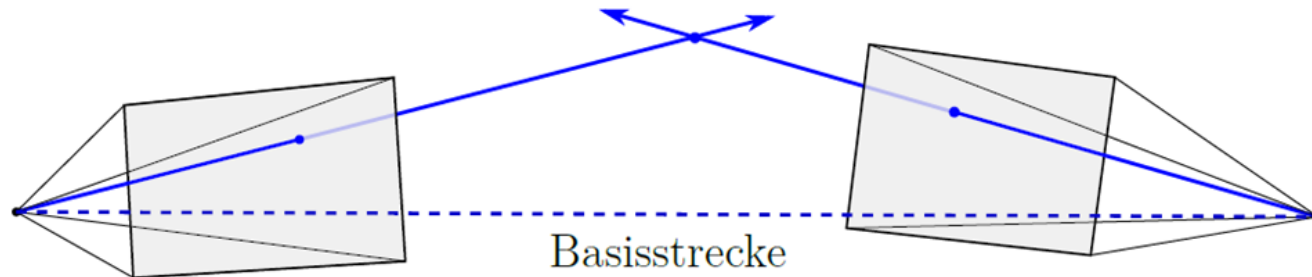


Kamera B

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 2) Zuordnung der Detektionen

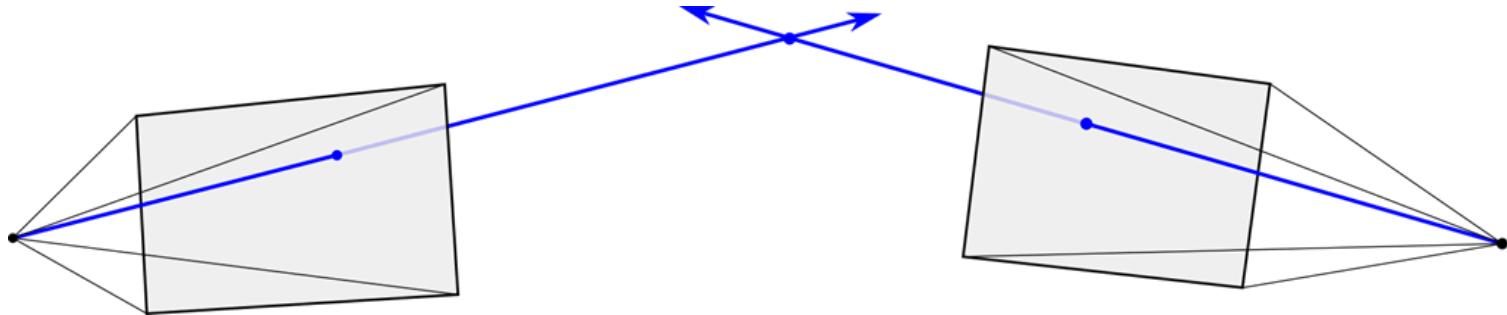
Übersicht der Epipolargeometrie



- Komplanaritätsbedingung
→ muss für passendes Paar erfüllt sein

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 3) Triangulation

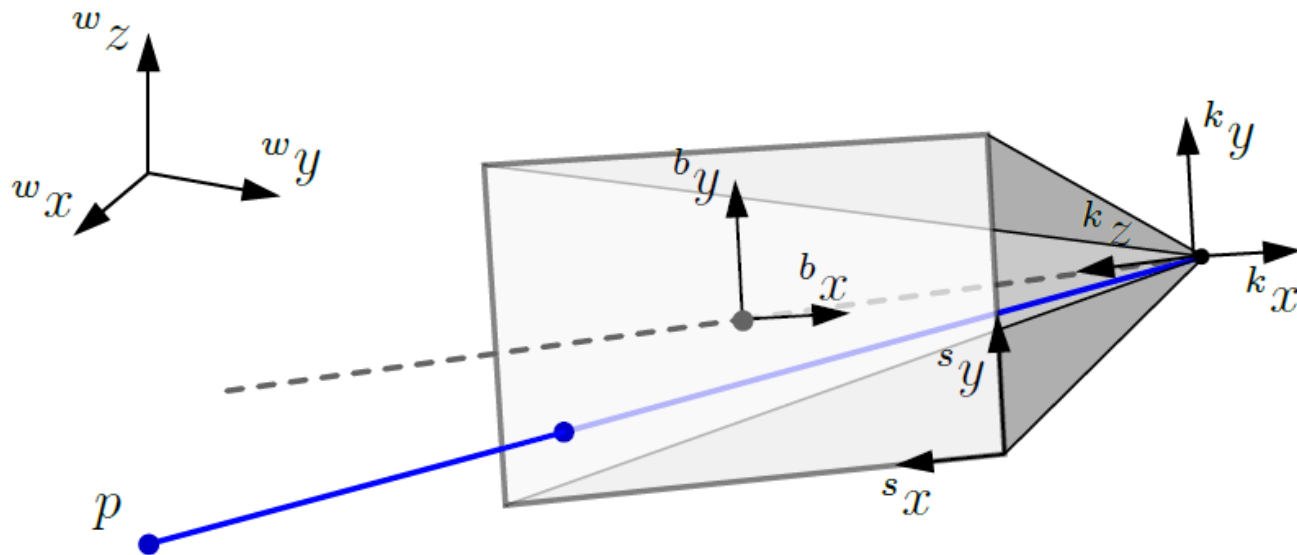


- Geraden berechnen
- Geraden schneiden

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 3) Triangulation

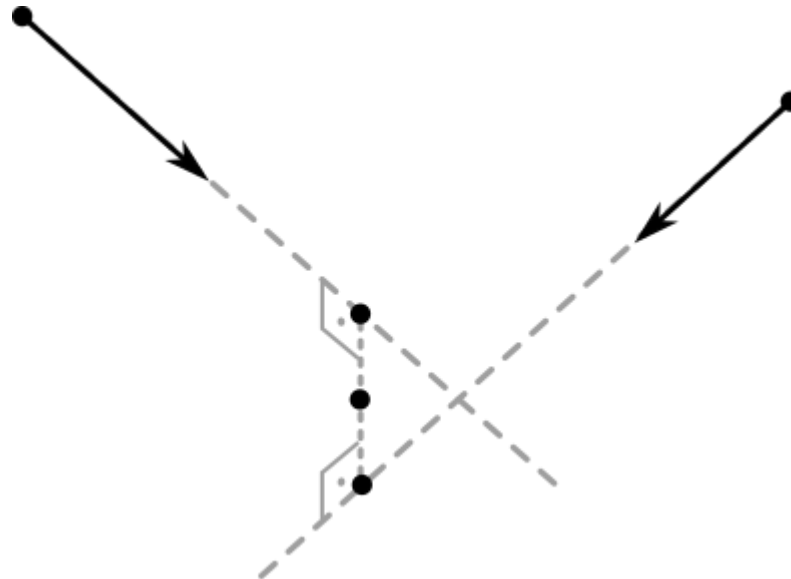
- Geraden berechnen



Umsetzung - Prototyp-Konzept

Ablauf 3) Triangulation

- Geraden schneiden



Umsetzung - Prototyp-Konzept

→ Beschreibung mit Gleichungen

- Lineare Algebra (Vektoren, Matrizen)
- Homogene Koordinaten
 - Vereinfachung
 - Rechen-Effizienz

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Kalibrierung

- Kalibrierungspunkte in der Szene,
mit bekannten...
 - ❖ 3D-Koordinaten in der Szene
 - ❖ 2D-Koordinaten im Kamerabild
- Gleichungssystem aufstellen
- Lösung gibt Gesamt-Projektionsmatrix
- Gesuchte Parameter extrahieren

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Zusätzliche Betrachtungen

- Grundvoraussetzungen:
 - geeignete Verkehrssituation
 - Installationsmöglichkeiten
 - rechtliche Grundlage
 - benötigte Hardware vorhanden
 - Kommunikation zu Informationsempfängern vorhanden

Umsetzung - Prototyp-Konzept

Zusätzliche Betrachtungen

- Installation:
 - Positionierung der Kameras
 - Art der Kameras
 - nicht mehr bewegen
- Kalibrierung:
 - Vermeidung kritischer Konfigurationen

Umsetzung - Versuch

Umsetzung - Versuch



Planung

- Aufnahme von Videos,
Auswertung im Nachhinein
- Programm für automatisierte Auswertung
- Visualisierung in Video-Form

Umsetzung - Versuch

Vorbereitung

- Wahl einer Verkehrssituation
- Smartphones als Kameras
- Installierung der Kameras

Durchführung

- Aufnahme von ausreichend Videomaterial

Umsetzung - Versuch

Kalibrierung

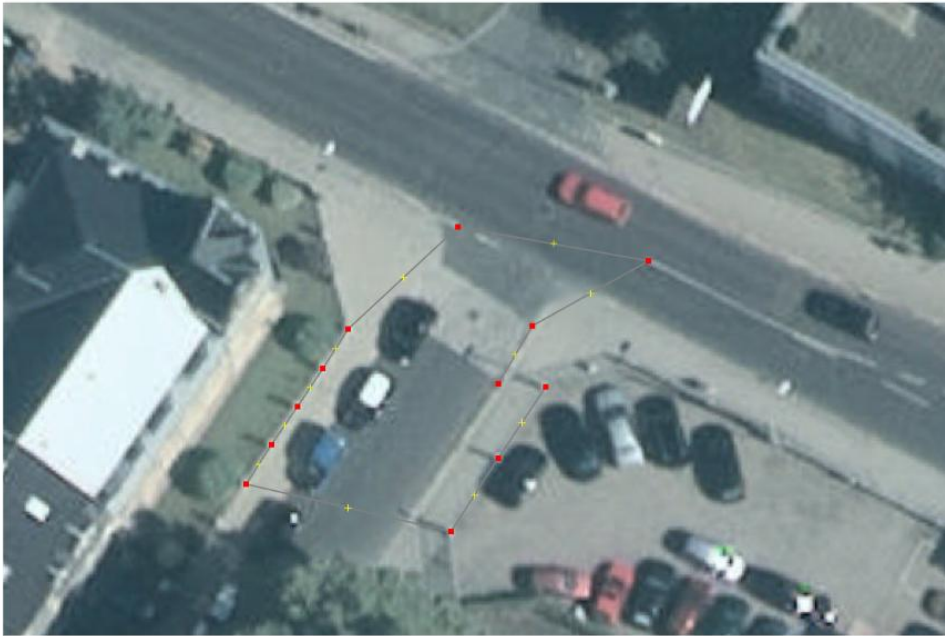
- 2D-Koordinaten in den Kamerabildern:



Umsetzung - Versuch

Kalibrierung

- 3D-Koordinaten im Welt-Bezugssystem:

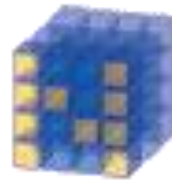


→ Umrechnung aus geographischen Koordinaten

Umsetzung - Versuch

Programmierung

- Programmiersprache:
 - Python
- Programmbibliotheken:
 - NumPy
 - OpenCV
- Objekt-Erkennungs-Algorithmus:
MobileNet Single Shot Detector, vortrainiert
- Unterprogramme für einzelne Funktionen



Umsetzung - Versuch

Visualisierung

→ Blender

- Python-Skripte:
 - automatisiertes Einfügen der Objekte in 3D-Szene
 - erstellen einer Animation mit Keyframes
- Export als Video



Ergebnisse

Ergebnisse

- System ist funktionstüchtig
→ Prototyp-Konzept validiert
- Schwächen:
 - kleine Aussetzer in der Erkennung
 - hohe Laufzeit

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

- Leistung der Arbeit:
 - Prototyp-Konzept mit allen theoretischen Betrachtungen
 - Proof of Concept durch erfolgreichen Versuch
- Nutzen:
 - Demonstrator für vernetztes Fahren
 - Grundlage für real einsetzbare Systeme
- weitere Forschung:
 - Weiterverarbeitung der Echtzeit-Daten
 - Vereinfachung der Kalibrierung
 - mehrere Kameras

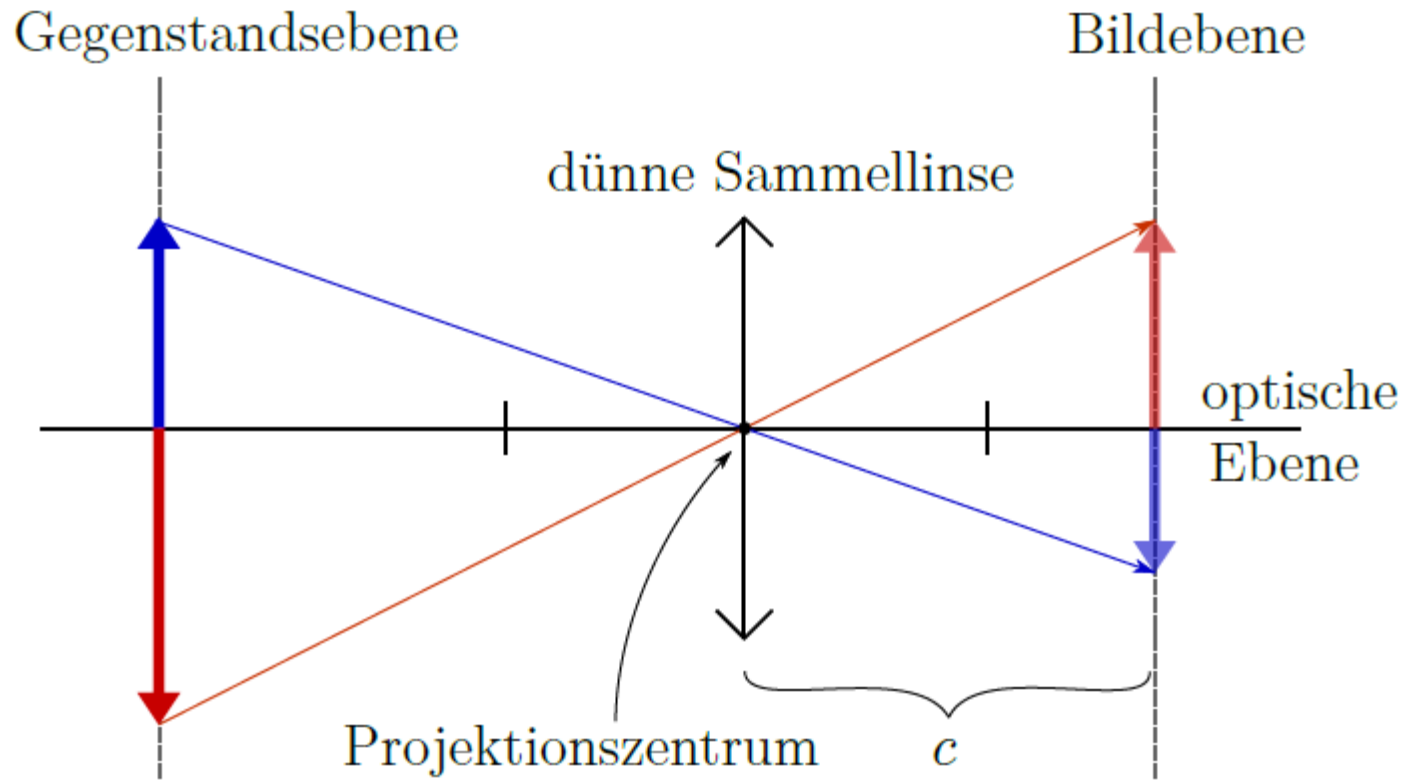
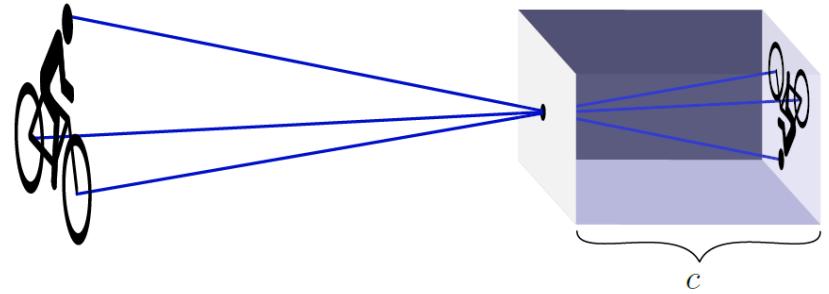
Vielen Dank!

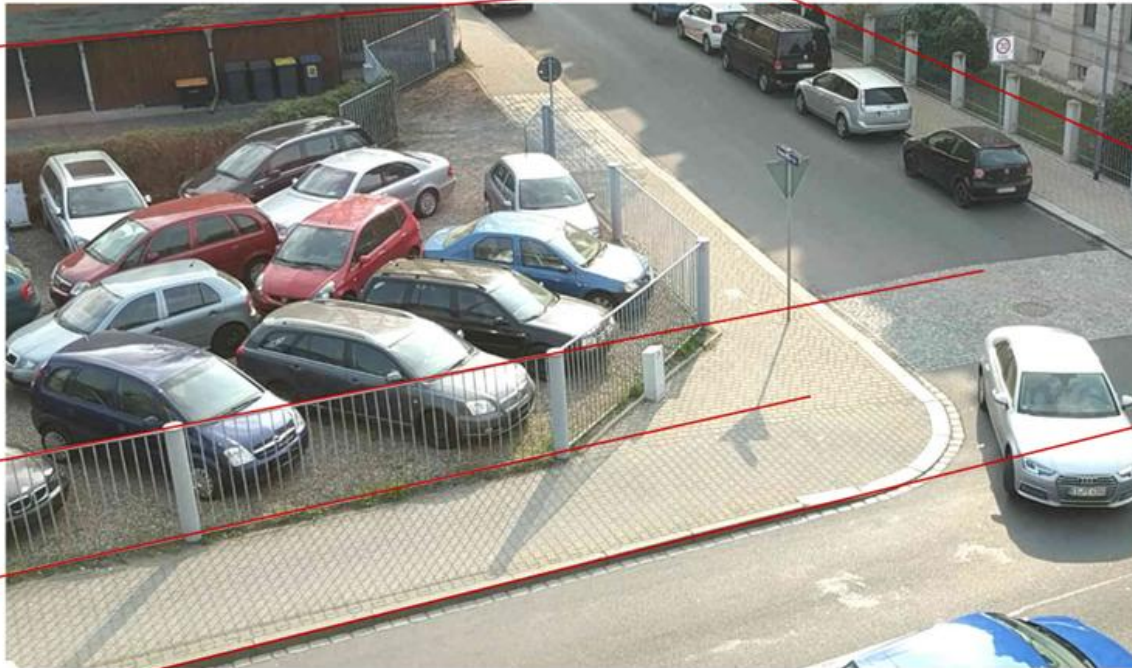
Quellen (Inhalt)

- “Automatisierte infrastrukturgestützte Klassifizierung und 3D-Lokalisierung nicht-motorisierter Verkehrsteilnehmer mittels Computer Stereo Vision” (Peter Haiduk, BeLL 2020)

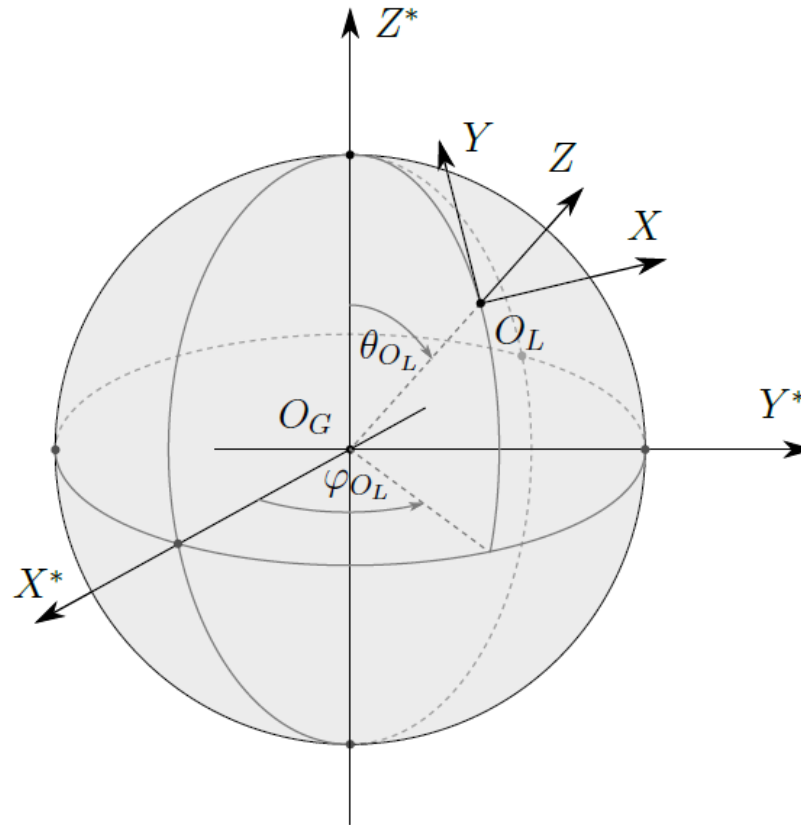
Quellen (Grafiken) letzter Zugriff: 26.05.2020

- <https://assets.t3n.sc/news/wp-content/uploads/2018/04/bmw-autonomes-fahren-campus-soeder-1.jpg>
- <https://www.intelligenttransport.com/wp-content/uploads/cav.jpg>
- https://media2.govtech.com/images/940*670/V2I+Communication+USDOT.jpg
- https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*RV0cEqiwrHauPxI33SJKNQ.png
- https://asset.re-in.de/isa/160267/c1/-/de/1511649_LB_00_FB/TOOLCRAFT-LDM100H-Laser-Entfernungsmesser-Messbereich-max.-100m.jpg
- <https://www.python.org/static/img/python-logo.png>
- https://scipy.org/_static/images/numpylogo_med.png
- <https://opencv.org/wp-content/uploads/2019/02/opencv-logo-1-150x150.png>
- https://download.blender.org/branding/blender_logo.png
- https://www.vocovo.com/wp-content/uploads/shutterstock_1257993892-1350x600.jpg





Testbild eines verwendeten *Google Pixel* Smartphones,
Geraden werden als Geraden abgebildet (*straight line preserving mapping*)



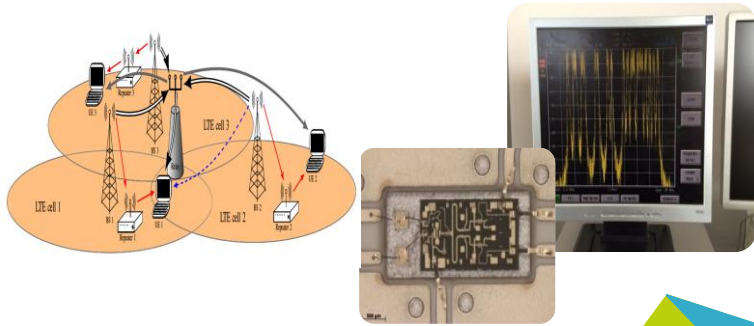
Euklidisches Koordinatensystem des globalen Bezugssystems (O_G, X^*, Y^*, Z^*) und
Euklidisches Koordinatensystem des lokalen Bezugssystems (O_L, X, Y, Z)

Deutsche Telekom Lehrstuhl für Kommunikationsnetze

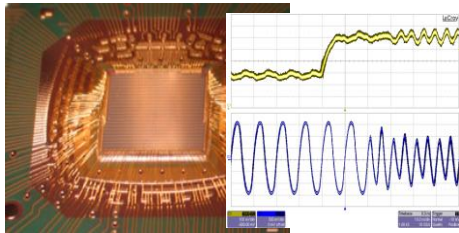
ComNets

Exzellenzcluster Center for Tactile Internet with Human-in-the-Loop
(CeTI)

5G Research Tracks



**Wireless &
Network**



**Silicon
Systems**



**Tactile Internet
Applications**

**5G LAB
GERMANY**



Mobile Edge Cloud

5G Lab Germany Members



SILICON SYSTEMS &



Frank Ellinger



Gerhard Fettweis



Karlheinz Bock



Dirk Plettmeier



Christian Mayr



Michael Schröter



Kambiz Jamshidi

NETWORK & CLOUD



Diana Göhringer



Frank Fitzek



Wolfgang Nagel



Hermann Härtig



Thorsten Strufe



Christel Baier



Christof Fetzer



Eduard Jorswieck

[Team of 600+
Researchers]

TACTILE INTERNET



Uwe Aßmann



Ercan Altinsoy



Thomas Herlitzius



Jens Krzywinski



Klaus Janschek



Leon Urbas



Jürgen Weber



Peter Birkholz

Auto Drive



- EU Leuchtturm Mobility.E Projekt
- Mobility as a service
- Mission Null Verkehrstote

“Fail-operational components and systems”

Unser Anteil (eher backend/Infrastruktur):

- Verzögerungsarme, resiliente Netzwerkfunktionalität
- Rahmen für Verkehrsflussoptimierung in AMEC

