

# Kamerabasierte Assistenz für Nutzfahrzeuge

Christian Fuchs

Dietrich Paulus

Arbeitsgruppe Aktives Sehen (AGAS)

Universität Koblenz–(Landau)

Koblenz

# Inhalt

1. Einleitung
2. Knickwinkelerkennung
3. Vogelperspektive
4. Zusammenfassung
5. Quellen

# Einleitung

## 1. Einleitung

# Dissertation Christian Fuchs

## Zwei Teile der Arbeit



**Gespanzuzustand artikulierter  
Fahrzeuge**



**Perspektivisch korrekte Ansicht  
aus der Vogelperspektive**

[FZP14; FNP14; FZP15; FNP15; FP18]

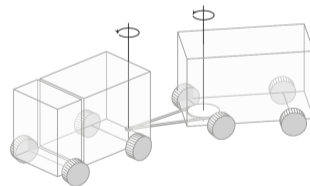
# Knickwinkelerkennung

## 2. Knickwinkelerkennung

# Begriffsdefinitionen

## Artikuliertes Fahrzeug

Fahrzeuge, die in ihrer Konfiguration Freiheitsgrade (abseits der Lenkung) besitzen.  
 Beispiel: Gespann aus Zugfahrzeug und Anhänger



## ZUSTAND ARTIKULIERTER FAHRZEUGE

# Stand der Technik (Auszug) I

- Lu et al. [Lu+12] (Patentschrift)  
Kamera-basierte Beobachtung eines Einachsanhängers vom Zugfahrzeug.  
Histogramm-basierte Bestimmung des Gierwinkels bei Annahme des ebenen Grunds.
- Caup et al. [Cau+13]  
Ermittlung eines Gierwinkels an der PKW-Anhängerkupplung durch Detektion der Deichsel des angekoppelten Anhängers.
- Buckley [Buc10] (Patentschrift)  
Detektion der Signatur eines Einachsanhängers in Abstandssensor-Daten. Kombination mit einem Kinematikmodell zur Warnung des Fahrers.

# Stand der Technik – eigen I

Balcerak, Zöbel und Weidenfeller [BZW06]

Kamera-Beobachtung eines künstlichen Musters zur Ermittlung von 2 Gierwinkeln mit Zweiachsanhänger. Patentiertes Verfahren, Universität Koblenz-Landau.

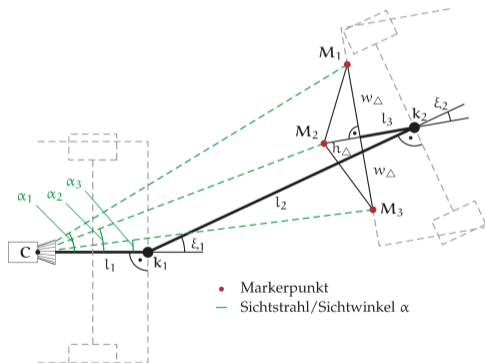
- Kamera am Zugfahrzeug beobachtet den Anhänger
- Am Anhänger: pyramidenförmig angeordnete Marker
- Bekannte Marker- und Gespanngeometrie
- Detektion der Marker am Anhänger
- Bestimmung horizontaler Sichtwinkel der Marker (2-D)
- Rückrechnung der Gierartikulation

Wurde bereits im CVC vorgestellt



## Stand der Technik – eigen II

## Aufbau und Winkelrelationen nach [BZW06]



Erweiterung auf AprilTags [Ols11]  
als künstliche Marker

# Christian Fuchs I

- Stabilere Detektion der Marker (April tags)<sup>1</sup>
- Integration über die Zeit
- Kalman-Tracker (lokal linearisierte Repräsentation der Posen über Manigfaltigkeiten)
- Evaluation in synthetischer Umgebung mangels Grundwahrheit
- Deutliche Verbesserung der Schätzung gegenüber Vorgängerverfahren
- Prinzipiell auch ohne Marker möglich

Projekt zusammen mit Motec (auch im CVC)

---

<sup>1</sup><https://april.eecs.umich.edu/people/ebolson/>

# Vogelperspektive

## 3. Vogelperspektive



## PERSPEKTIVISCH KORREKTE VOGELPERSPEKTIVENANSICHT

# Beispiele aus Real-Systemen

Bildquelle: Daimler AG



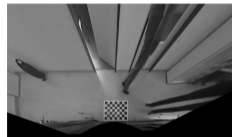
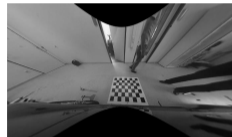
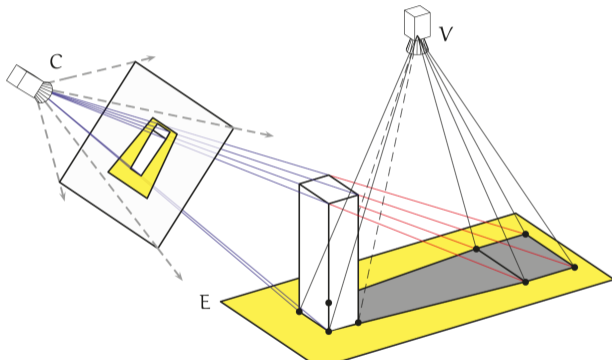
# Stand der Technik (Auszug) I

- Liu, Kin und Chen [LLC08]  
Am Fahrzeug verteilte Einzelkameras, Transformation mit Homographien, Zusammenfügen zu einer Ansicht.
- Luo et al. [Luo+09]  
Homographie-basiertes Verfahren, künstliche Fischaugenverzerrung um natürliches Aussehen zu erreichen.
- Badino, Franke und Pfeiffer [Bad+08]  
Freiraumermittlung mit sog. „Stixeln“ direkt auf Disparitätsbildern. Ziel: Bestimmung des Freiraumes vor dem Fahrzeug.

# Neuer Ansatz I

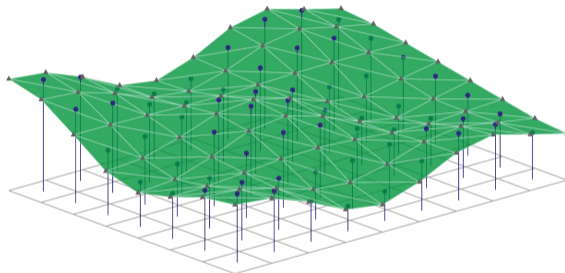
- Keine Annahme der Planarität
- Stereo oder Laserdaten
- 3D Modellierung
- korrekte Projektion auf eine virtuelle Ebene

# Homographie-Verschattungseffekt



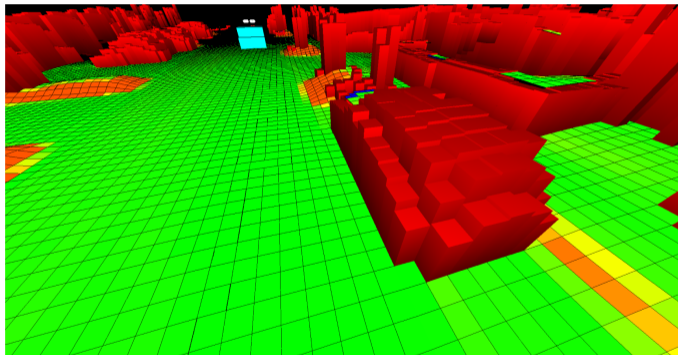


# Geschlossenes Oberflächenmodell

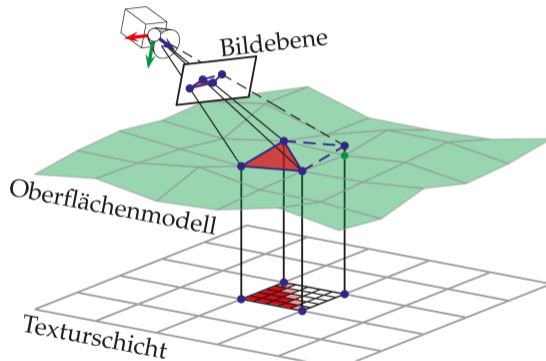


- Zellenhöhen
- ▲ Punkte der geschlossenen Oberfläche
- ▲ Planares Oberflächenelement

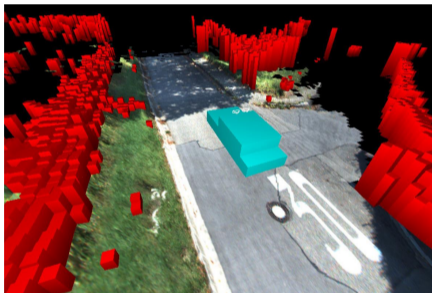
# Beispiel geschlossenes Oberflächenmodell



# Partielle Homographie-Transformation



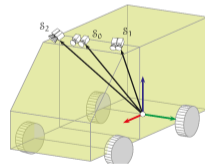
# Beispiel KITTI-Datensatz I



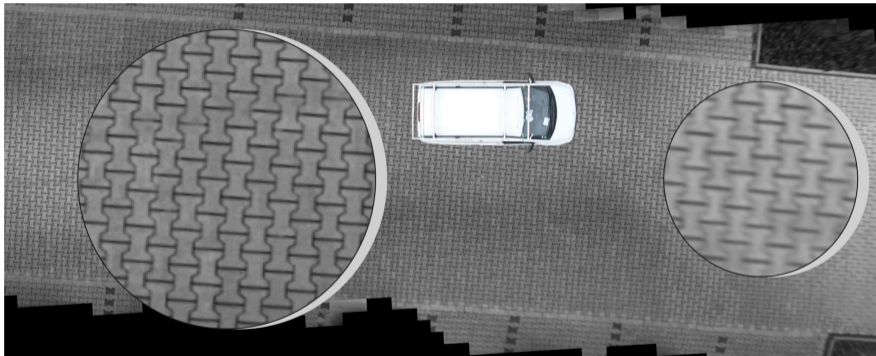
Datensatz: KITTI Odometry Dataset #3 [GLU12]



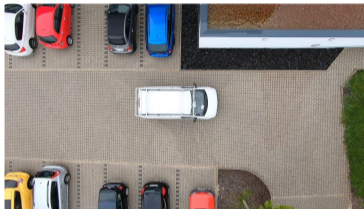
# Testfahrzeug



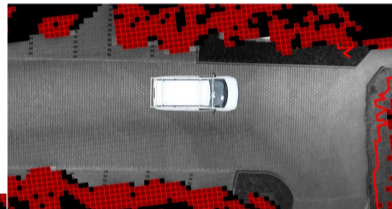
# Textur- und Geometriequalität



## Beispiel: Eigener Datensatz



Drohnenaufnahme



Nur  $S_0$



Alle Kameras

# Zusammenfassung

## 4. Zusammenfassung



# Beitrag Christian Fuchs I

## Gespannstatus

- Re-Implementierung und Evaluation des Verfahrens nach [BZW06]
- Erweiterung auf 3-D-Status
- (4 Winkel), Auflösung der Annahme ebenen Grundes
- Integration temporaler Kohärenz
- Ansatz zur Abschätzung der Genauigkeit in Fahrmanövern

## Vogelperspektivenansicht

- Analyse und Beschreibung der Verzerrungen bei Homographie-basierten Systemen
- Verfahren zur Bestimmung der perspektivisch korrekten Vogelperspektive
- Erweiterung des Ansatzes nach [BFP09] und Auflösen der Horizontbedingung (hier nicht gezeigt)

# Quellen

## 5. Quellen

# Quellen I

- [Bad+08] Hernán Badino u. a. „Stereo-based free space computation in complex traffic scenarios“. In: *Proceedings of the IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation* (2008), S. 189–192. DOI: [10.1109/SSIAI.2008.4512317](https://doi.org/10.1109/SSIAI.2008.4512317).
- [BFP09] Hernán Badino, Uwe Franke und David Pfeiffer. „The Stixel World - A Compact Medium Level Representation of the 3D-World“. In: *Pattern Recognition, DAGM 2009. LNCS Vol. 5748*. Hrsg. von Joachim Denzler, Gunther Notni und Herbert SüSse. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, S. 51–60. ISBN: 978-3-642-03798-6. DOI: [10.1007/978-3-642-03798-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03798-6_6).
- [Buc10] Stephen J Buckley. *Trailer detection system*. 2010. URL: <https://www.google.com/patents/US7786849>.

## Quellen II

- [BZW06] Elisabeth Balcerak, Dieter Zöbel und Thorsten Weidenfeller. *Patent DE 10 2006 056 408 A1*. Patent. 2006. URL: [http://www.img-rlp.de/fileadmin/media/T0/Offenlegung/img%7B%5C\\_%7Dp184%7B%5C\\_%7Dde102006056408a1.pdf](http://www.img-rlp.de/fileadmin/media/T0/Offenlegung/img%7B%5C_%7Dp184%7B%5C_%7Dde102006056408a1.pdf).
- [Cau+13] Lukas Caup u. a. „Video-based Trailer Detection and Articulation Estimation“. In: *Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2013 IEEE*. 2013, S. 1179–1184. ISBN: 9781467327541. DOI: [10.1109/IVS.2013.6629626](https://doi.org/10.1109/IVS.2013.6629626).
- [FNP14] Christian Fuchs, Frank Neuhaus und Dietrich Paulus. „Advanced 3-D Pose Estimation for Articulated Vehicles“. In: *9th Open German-Russian Workshop on Pattern Recognition and Image Understanding (OGRW 2014), Electronic on-site Proceedings*. Hrsg. von Dietrich Paulus, Christian Fuchs und Detlev Droege. University of Koblenz-Landau, 2014.

## Quellen III

- [FNP15] Christian Fuchs, Frank Neuhaus und Dietrich Paulus. „Advanced 3-D Pose Estimation for Articulated Vehicles“. In: *9th Open German-Russian Workshop on Pattern Recognition and Image Understanding (OGRW 2014), Proceedings*. Hrsg. von Dietrich Paulus, Christian Fuchs und Detlev Droege. Koblenz: University of Koblenz-Landau, 2015, S. 20–22.
- [FP18] Christian Fuchs und Dietrich Paulus. „Dense Surround View Computation with Perspective Correctness“. In: *Autonomous Vehicles and Machines Conference, IST Electronic Imaging 2018*. Springfield, USA: Society for Imaging Science und Technology, 2018, S. 282.1–282.8. DOI: [10.2352/ISSN.2470-1173.2018.17.AVM-282](https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2018.17.AVM-282).

## Quellen IV

- [FZP14] Christian Fuchs, Dieter Zöbel und Dietrich Paulus. „3-D Pose Detection for Articulated Vehicles“. In: *Intelligent Autonomous Systems 13 – Proceedings of the 13th International Conference IAS-13*. Hrsg. von Emanuele Menegatti u. a. Berlin: Springer, 2014, S. 459–472. ISBN: 978-3-319-08337-7. DOI: [10.1007/978-3-319-08338-4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08338-4).
- [FZP15] Christian Fuchs, Dieter Zöbel und Dietrich Paulus. „3-D Pose Detection for articulated Vehicles“. In: *Intelligent Autonomous Systems 13*. Springer, 2015. ISBN: 978-3-319-08337-7. DOI: [10.1007/978-3-319-08338-4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08338-4).
- [LLC08] Yu Chih Liu, Kai Ying Lin und Yong Sheng Chen. „Bird’s-eye view vision system for vehicle surrounding monitoring“. In: *RobVis 2008: Robot Vision*. Hrsg. von Gerald Sommer und Reinhard Klette. Bd. 4931 LNCS. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, S. 207–218. ISBN: 978-3-540-78156-1. DOI: [10.1007/978-3-540-78157-8\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78157-8_16).

# Quellen V

- [Lu+12] Y Lu u. a. *Rear vision system with trailer angle detection*. 2012. URL: <https://www.google.com/patents/WO2012103193A1?cl=en>.
- [Luo+09] LinBo Luo u. a. „A software-hardware cooperative implementation of bird's-eye view system for camera-on-vehicle“. In: *IEEE Conference on Network Infrastructure and Digital Content*. IEEE, 2009, S. 963–967. ISBN: 978-1-4244-4898-2. DOI: [10.1109/ICNIDC.2009.5360920](https://doi.org/10.1109/ICNIDC.2009.5360920). URL: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5360920>.