



INSTITUTE OF
SPACE TECHNOLOGY & SPACE APPLICATIONS

der Bundeswehr

Universität  München

- Ghosthunter - moderne Systeme zur automatischen Detektion von Geisterfahrern

Kathrin Frankl, Hanno Beckmann, Bernd Eissfeller

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress (DLRK) 2017

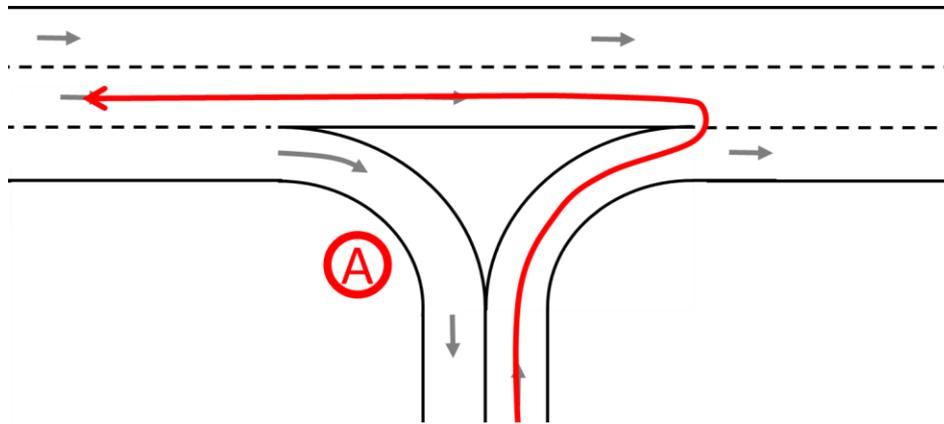
Garching, 06.09.2017

Übersicht

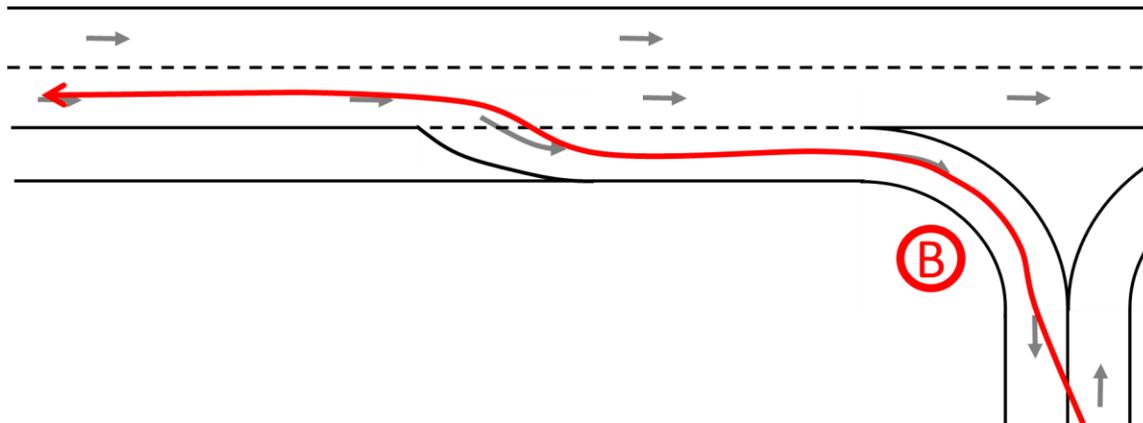
- Geisterfahrer-Problematik 
- Bewertung moderner Detektionssysteme
- Projekt: Ghosthunter
 - Idee & Abgrenzung
 - Funktionsweise & Algorithmen
 - Ergebnisse der Fallstudien
- Zusammenfassung & Ausblick

Kürzliche Geisterfahrten (1)

- 14.08.2017 schwerer Geisterfahrerunfall auf A96

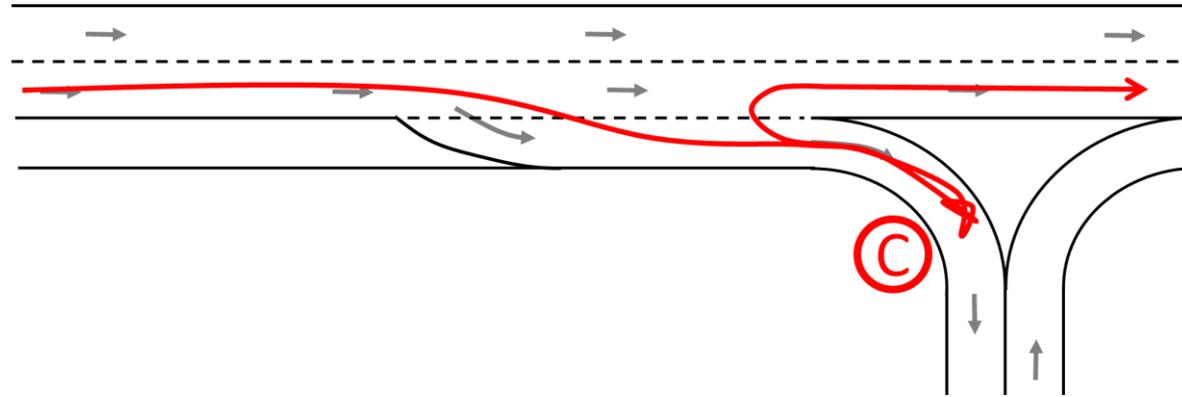


- 14.08.2017 Geisterfahrer auf A9

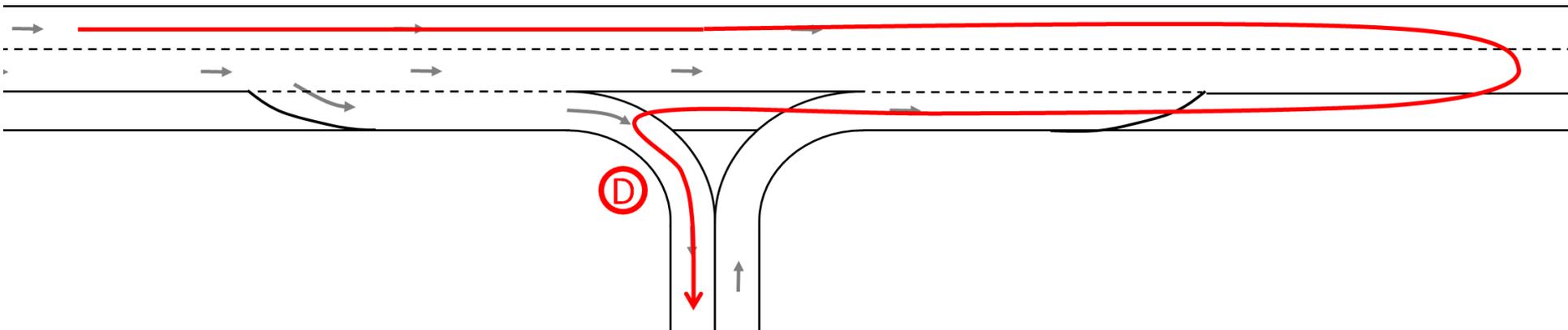


Kürzliche Geisterfahrten (2)

- 24.07.2017 Wenden auf Abfahrt



- 19.07.2017 Zurück über Rettungsgasse



Geisterfahrer-Problematik

- Deutschland: ~2.000 Geisterfahrer auf Autobahnen pro Jahr [1]
 - 14% versehentliche Falschfahrer [2]:
 - Versehentliches Verfahren, Orientierung nach Navi, Irritation durch Baustellenführung
 - 6% absichtliche Falschfahrer [2]:
 - Suizidabsicht, Vermeidung von Stau, Mautgebühr
- Niederlande: vergleichbare Situation [3]
 - 50% fahren über die Abfahrt auf die Autobahn [4]
 - 40% wenden auf der Autobahn [4]

Quellen:

[1] Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation, „Falschfahrer: Jede sechste Fahrt endet tödlich“, 2013.

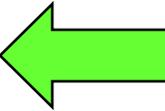
[2] Statista, „Verteilung der Motivationen von Falschfahrern in Deutschland“, Stand: 2012.

[3] SWOV, „SWOV Fact sheet: wrong-way driving“, Netherlands, 2009.

[4] M. Niet, A. Blokpoel, „Tegen de stroom in; Beschrijvend onderzoek naar spookrijden op autosnelwegen: achtergronden, oorzaken, aansprakelijkheden en maatregelen“, D-200-.6, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Netherlands, 2000.

Übersicht

- Geisterfahrer-Problematik
- Bewertung moderner Detektionssysteme
- Projekt: Ghosthunter
 - Idee & Abgrenzung
 - Funktionsweise & Algorithmen
 - Ergebnisse der Fallstudien
- Zusammenfassung & Ausblick



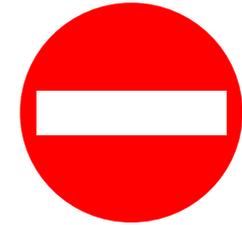
Bewertungskriterien

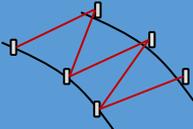
1. Adressierte Geisterfahrer-Gruppe
 - Absichtliche vs. Versehentliche Geisterfahrer
2. Adressierten Falschfahrer-Szenarien:
 - Falsches Auffahren, Wenden, Rückwärtsfahren
3. Systemreaktion
 - Warnen / Stoppen des Geisterfahrers, Warnen anderer Verkehrsteilnehmer, Entwarnung?
4. Zeitverzug bis zur Systemreaktion
5. Notwendige Infrastrukturmaßnahmen
6. Kosten
 - Einmalig und wiederkehrend
7. Flächenmäßige Abdeckung
8. Juristische Aspekte

Gegenmaßnahmen (1)

1) bessere Beschilderung und Straßenmarkierungen [1]

- vergrößert den Schilderwald
 - u.U. weitere Verwirrung
- eigentlich schon vorhanden

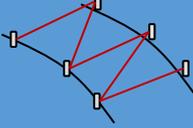


		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.					
Szenario	Abf.					
Reaktion	-					
Zeit						
Infra.	hoch					
Kosten	hoch					
Abdeck.	Abf.					
Jur. Asp.	-					

Gegenmaßnahmen (2)

2) straßenbautechnische Detektionssysteme: Induktionsschleifen [2]

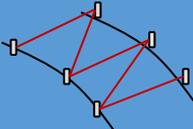
- aufwändige Wartung/Instandhaltung
- Entwarnung?

		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.	beide				
Szenario	Abf.	Abf.				
Reaktion	-	Warn.				
Zeit		sofort				
Infra.	hoch	hoch				
Kosten	hoch	hoch				
Abdeck.	Abf.	Abf.				
Jur. Asp.	-	-				

Gegenmaßnahmen (3)

2) straßenbautechnische Detektionssysteme: Video-Detektoren auf Autobahnbrücken [3]

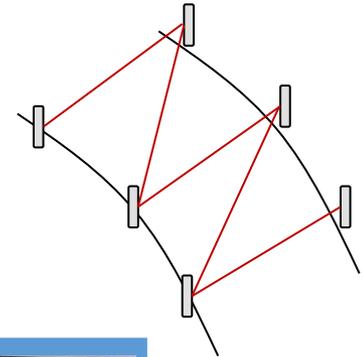
- aufwändige Wartung/Instandhaltung
- Entwarnung?

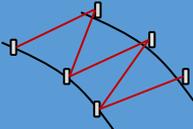
		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.	beide	beide			
Szenario	Abf.	Abf.	W+R			
Reaktion	-	Warn.	Warn.			
Zeit		sofort	Verz.			
Infra.	hoch	hoch	hoch			
Kosten	hoch	hoch	hoch			
Abdeck.	Abf.	Abf.	part.			
Jur. Asp.	-	-	-			

Gegenmaßnahmen (4)

2) straßenbautechnische Detektionssysteme: Laser-Systeme [4]

- aufwändige Wartung/Instandhaltung
- Entwarnung?



		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.	beide	beide	beide		
Szenario	Abf.	Abf.	W+R	Abf.		
Reaktion	-	Warn.	Warn.	Warn.		
Zeit		sofort	Verz.	sofort		
Infra.	hoch	hoch	hoch	hoch		
Kosten	hoch	hoch	hoch	hoch		
Abdeck.	Abf.	Abf.	part.	Abf.		
Jur. Asp.	-	-	-	-		

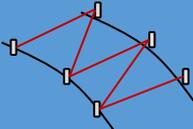
Gegenmaßnahmen (5)

3) Fahrbahnkrallen [5]

- sehr hohes Unfallrisiko / Gefahrenpotential
- behindert Krankenwagen, Feuerwehr, usw.



Quelle: Wikipedia
Nagelsperre

		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.	beide	beide	beide	beide	
Szenario	Abf.	Abf.	W+R	Abf.	Abf.	
Reaktion	-	Warn.	Warn.	Warn.	Stop	
Zeit		sofort	Verz.	sofort	sofort	
Infra.	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	
Kosten	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	
Abdeck.	Abf.	Abf.	part.	Abf.	Abf.	
Jur. Asp.	-	-	-	-	Sach.	

Gegenmaßnahmen (6)

4) GNSS-basierte Detektionssysteme [6-8]



digitale Straßenkarte

Ausschnitt aus Open Street Map
Zugriffsdatum 17.11.2016.

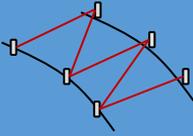
- ❖ **Sensoren**: Odometer und Kreisel [9]
- ❖ **Kameras** zur Erkennung von Stoppschildern [10] oder Fahrbahnmarkierungen [11]
- ❖ Erfassung des **Lenkeinschlags** [12,13]
- ❖ **Stoppen** /Ablenken des Fahrzeugs [12]
- ❖ **Warnung** über V2V [15] oder Smartphone [16]

Gegenmaßnahmen (7)

4) GNSS-basierte Detektionssysteme

- Verschiedene Ansätze möglich

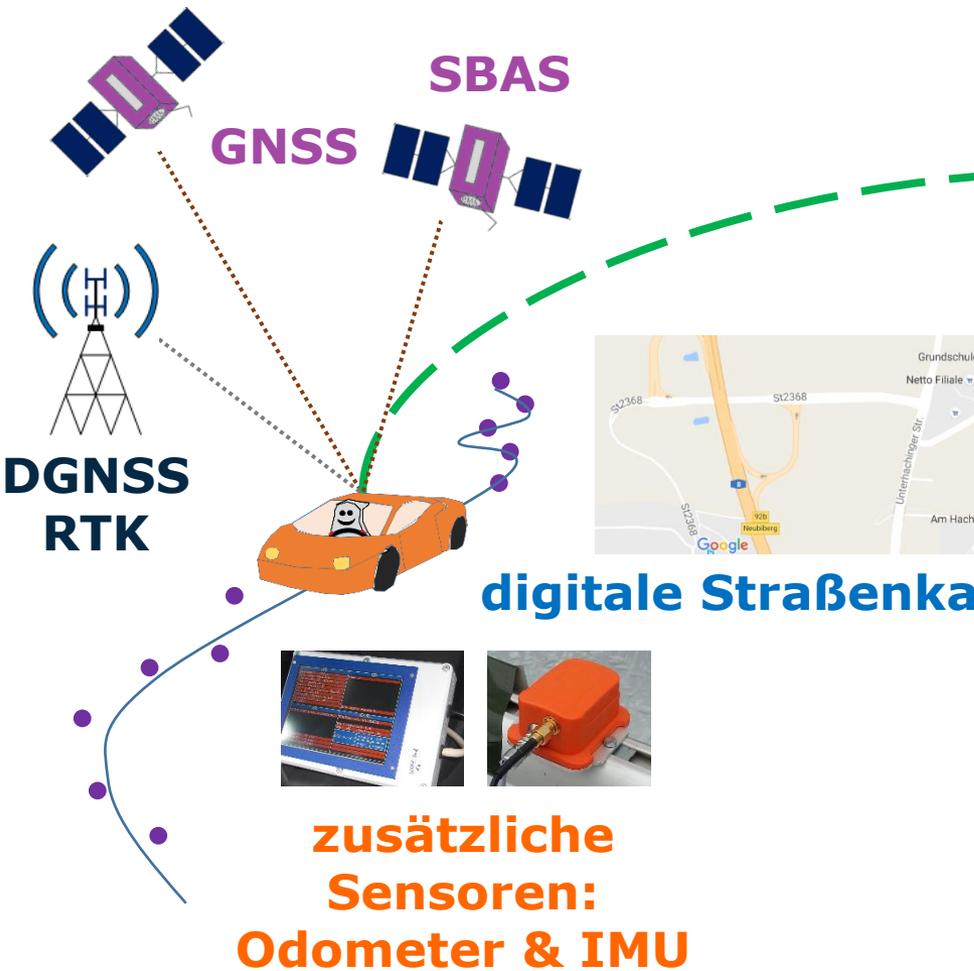


		Induktion.	Video-Detek.			
Gruppe	vers.	beide	beide	beide	beide	beide
Szenario	Abf.	Abf.	W+R	Abf.	Abf.	alle
Reaktion	-	Warn.	Warn.	Warn.	Stop	div.
Zeit		sofort	Verz.	sofort	sofort	Verz.
Infra.	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	-
Kosten	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	niedrig
Abdeck.	Abf.	Abf.	part.	Abf.	Abf.	überall
Jur. Asp.	-	-	-	-	Sach.	Daten.

Übersicht

- Geisterfahrer-Problematik
- Bewertung moderner Detektionssysteme
- Projekt: Ghosthunter 
 - Idee & Abgrenzung
 - Funktionsweise & Algorithmen
 - Ergebnisse der Fallstudien
- Zusammenfassung & Ausblick

Ghosthunter



Warnung
(99,9 % Wahrscheinl.)

- Indiv. über Navi
- Fremd. über eCall

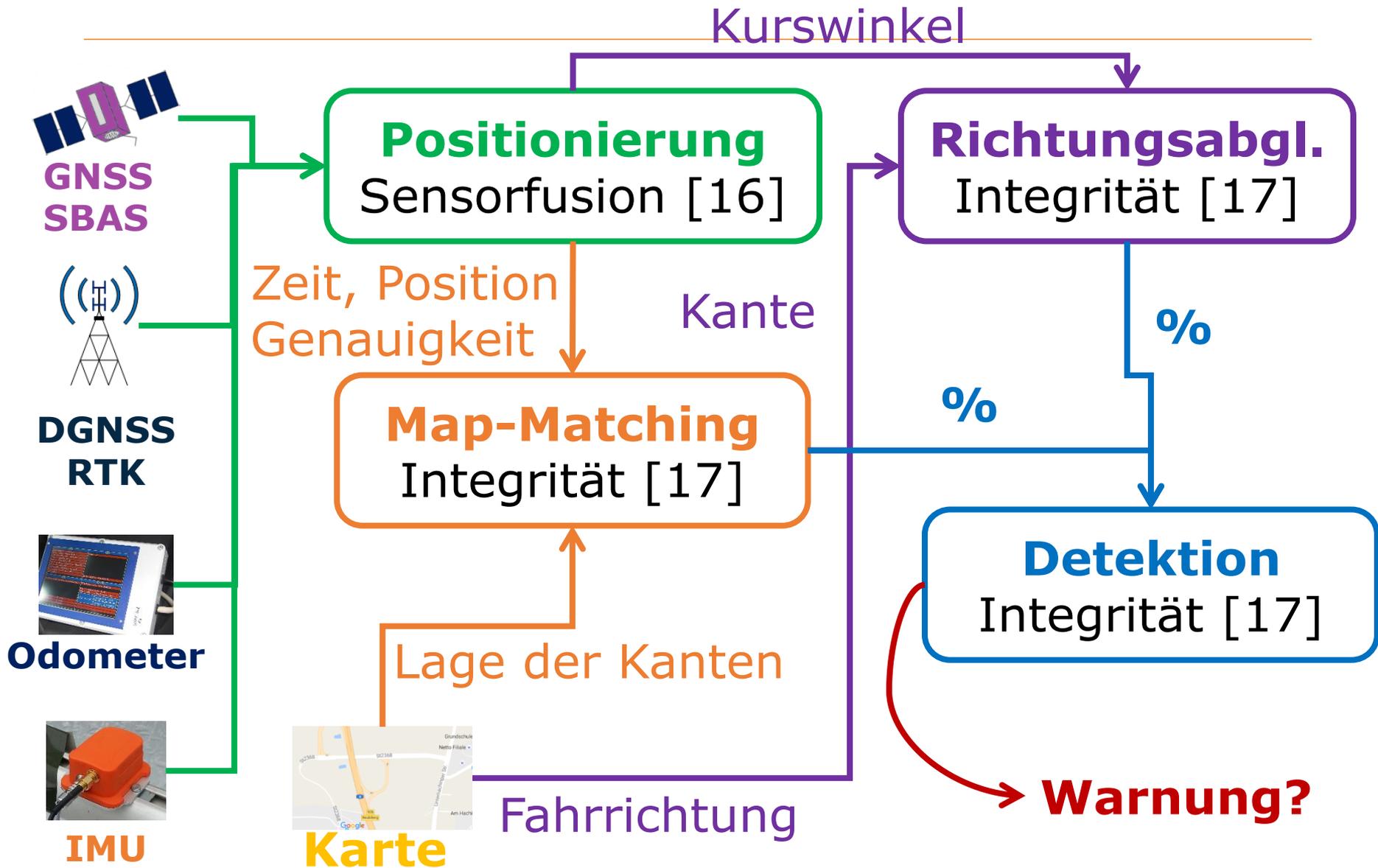
Integrität &
Zuverlässigkeit

[1] Ausschnitt aus Open Street Map (OSM), Zugriffsdatum 17.11.2016.

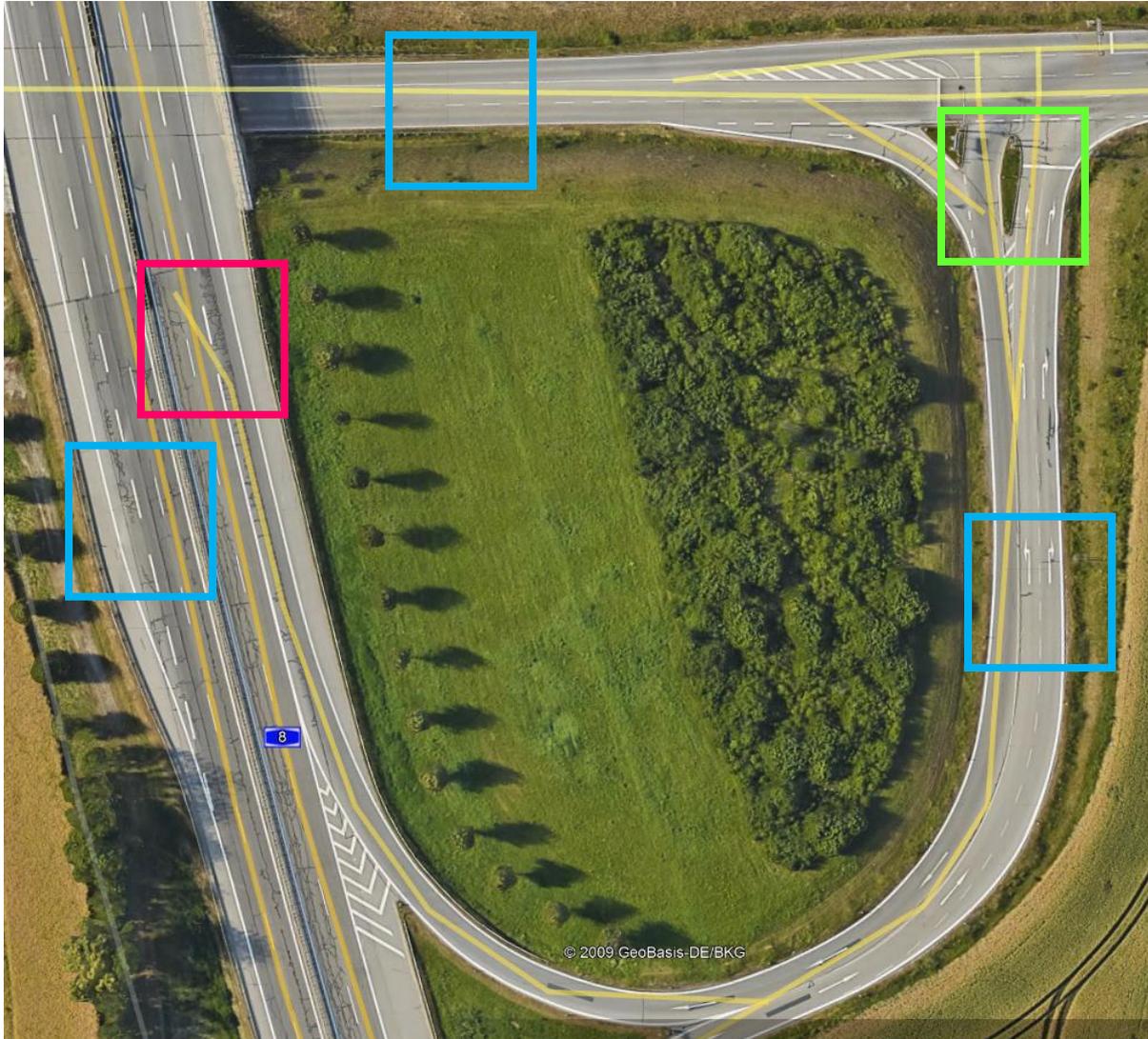
Ghosthunter - Kooperation

- Förderung durch **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**
- Verwaltung durch **Projekträger des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), Bonn**
- Verbundpartner
 - Institut für Ingenieursgeodäsie
Universität Stuttgart
 - Digitale **Straßenkarten** und Map Matching
 - Institut für Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung
Universität der Bundeswehr München
 - Positionierung mit **GNSS** und **Sensor Fusion**
 - **Integrität** der Positionierung und des Map-Matchings
 - **NavCert GmbH**
Braunschweig
 - Fremdwarnung mit **eCall**
- Idee & Initiative geht zurück auf **DLR Raumfahrtmanagement, Bonn**

Prinzipielle Funktionsweise

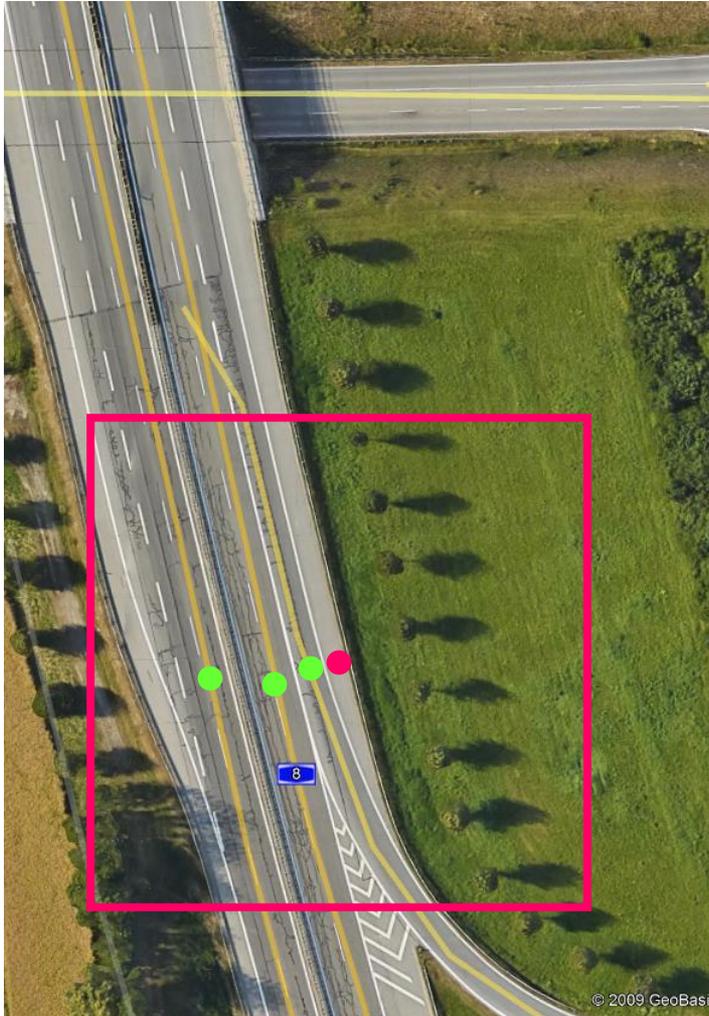


Digitale Straßenkarten



Google Earth
Zugriffsdatum
05.09.2017

Map Matching



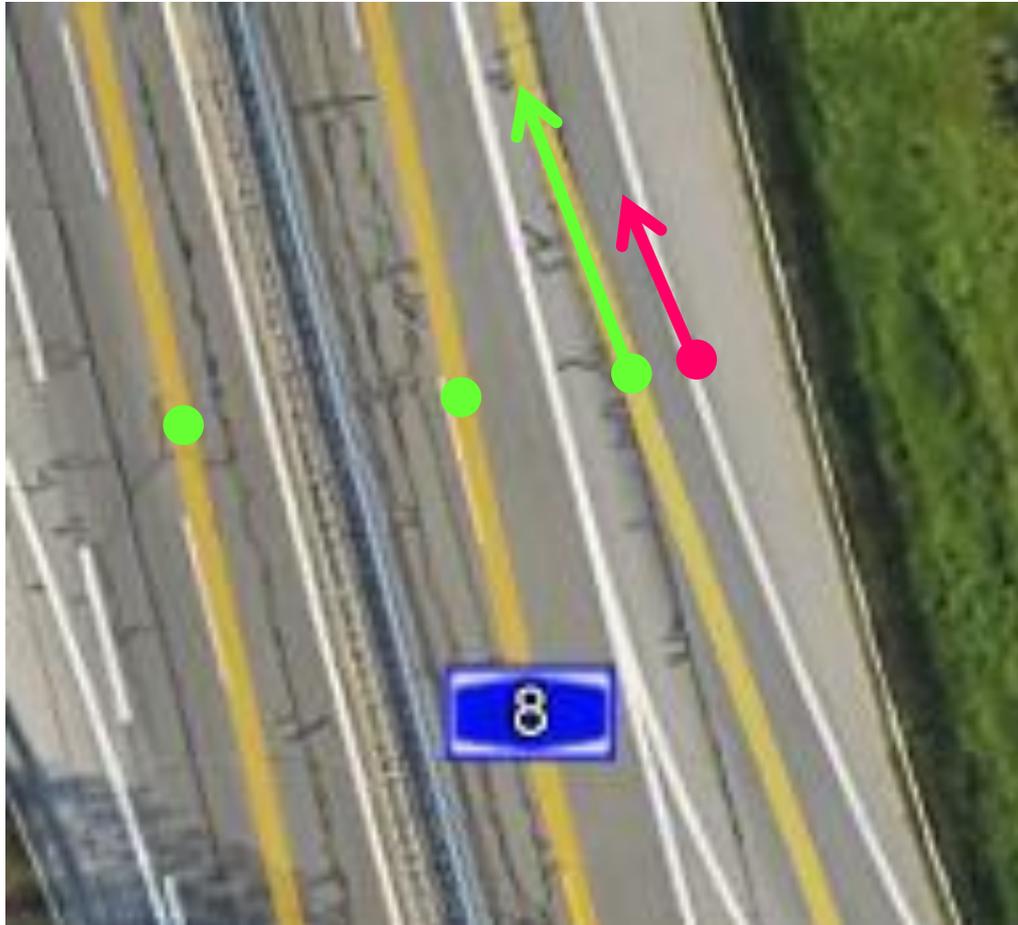
- GNSS Position
- Lotfusspunkte
- Suchfenster
 - GNSS Genauigkeit
 - Karten-Genauigkeit
 - Fahrbahnbreite
 - maximal tolerierbare Wahrscheinlichkeit für verpasste Detektion

Zuordnung

- maximal tolerierbare Wahrscheinlichkeit für Falschalarm

Google Earth, Zugriffsdatum 05.09.2017

Richtungsabgleich



↑ GNSS Kurswinkel
↑ erlaubte Fahrriichtung

Abgleich

- Kurswinkel **Genauigkeit**
- Karten-Genauigkeit
- maximal tolerierbare Wahrscheinlichkeit für **Falschalarm**
- maximal tolerierbare Wahrscheinlichkeit für **verpasste Detektion**

Google Earth, Zugriffsdatum 05.09.2017

Übersicht

- Geisterfahrer-Problematik
- Bewertung moderner Detektionssysteme
- Projekt: Ghosthunter
 - Idee & Abgrenzung
 - Funktionsweise & Algorithmen
 - Ergebnisse der Fallstudien
- Zusammenfassung & Ausblick

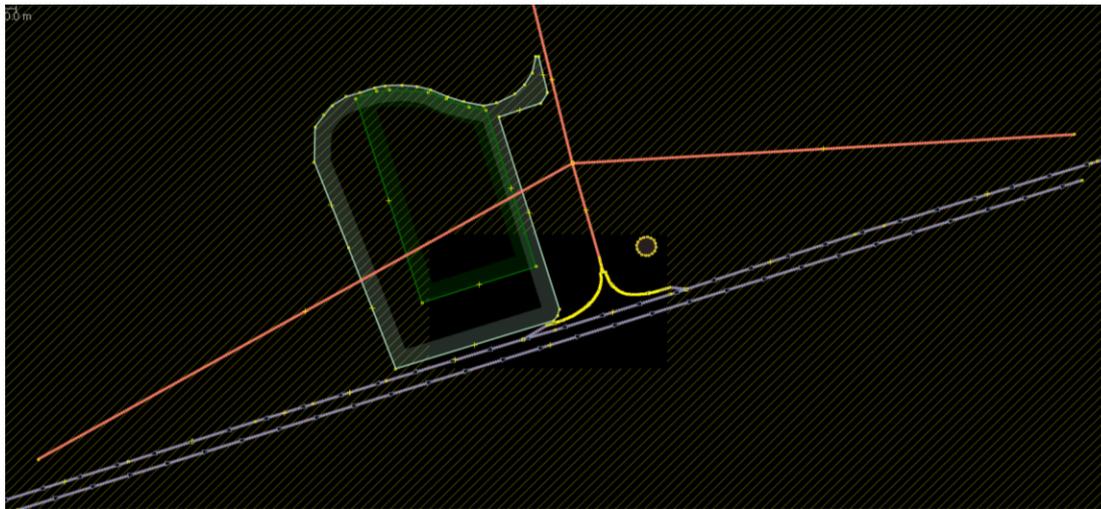


Teststrecke der Bundeswehr Uni. M.



Teststrecke mit Google Earth

Fahrbahnbreite der 2-spurigen Autobahn: 5m (RQ26)



Teststrecke mit JOSM

Karten-Genauigkeit:

- Position: 0.5m
- Fahrrichtung: 5°

Equipment & Settings

- **Equipment**

- GNSS Empfänger: Trimble R10 im SBAS Modus
- Odometrie-Daten von VW-Testbus
- IMU: Xsens MTI-G

- **Maximal tolerierbaren Wahrscheinlichkeiten**

- Wahrscheinlichkeit, dass Position innerhalb Suchfenster liegt: 99,9999 %
- Wahrscheinlichkeit für **Falschalarm**: $8 \cdot 10^{-8}$ %
 - ~ 1 Falschalarm pro Monat
- Wahrscheinlichkeit für **verpasste Detektion**: 0,6 %
 - ~ 1 verpasste Detektion pro Monat

Deutschland [1]

- 2000 Geisterfahrer pro Jahr
- 2100 Autobahnanschlusstellen
- 20,000 Fahrer pro Anschlussstelle

[1] K. Frankl et al., ION GNSS+ 2017, Tampa, Florida.

Szenarien A & B

- Richtig Auffahren auf die Auffahrt
- Links Abbiegen auf Autobahn



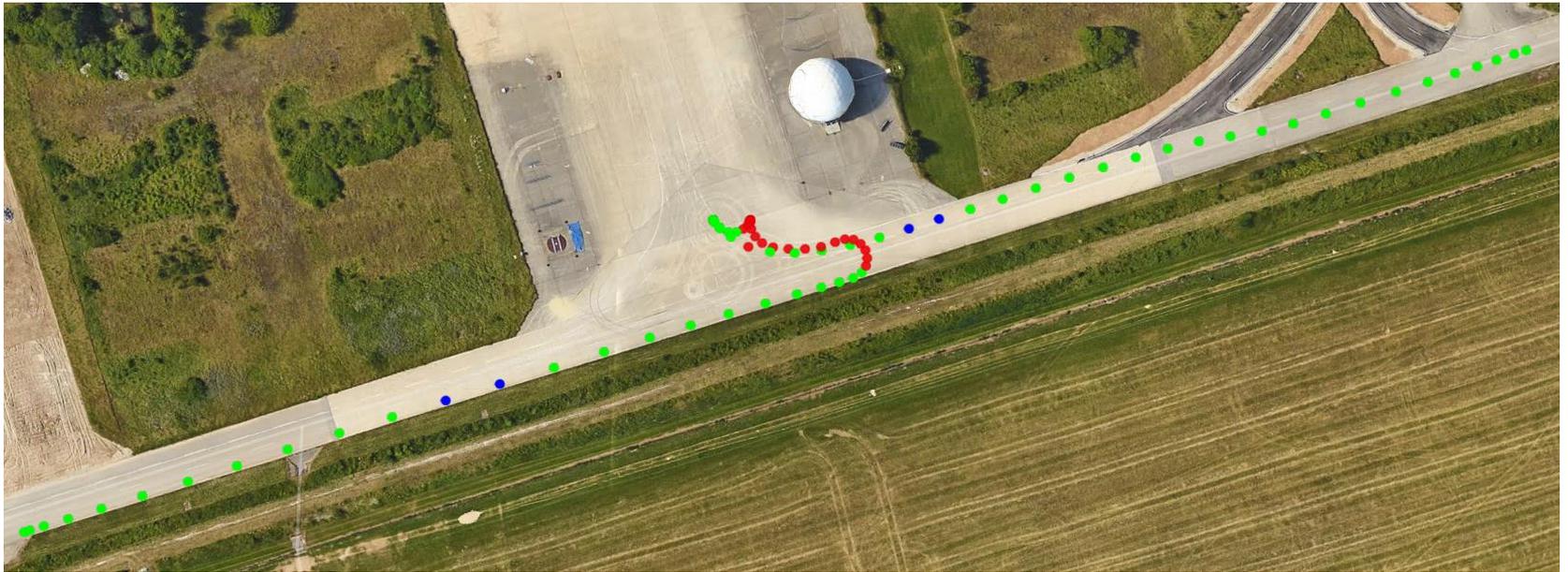
- Falsch Auffahren über die Abfahrt



weiß	nicht anwendbar
grün	Richtigfahrer $\beta \leq 5\%$
blau	Richtigfahrer $\beta > 5\%$
orange	Falschfahrer $\beta > 5\%$
rot	Falschfahrer $\beta \leq 5\%$

Szenario C: Falsche Ausfahrt genommen

- Richtig Abfahren über die Abfahrt
- Wenden auf der Abfahrt
- Falsches Befahren der Autobahn über die Abfahrt



Szenario D: Abfahrt verpasst

- Wenden auf der Autobahn
- Zurückfahren bis zur Abfahrt
- Autobahn über Abfahrt verlassen



Übersicht

- Geisterfahrer-Problematik
- Bewertung moderner Detektionssysteme
- Projekt: Ghosthunter
 - Idee & Abgrenzung
 - Funktionsweise & Algorithmen
 - Ergebnisse der Fallstudien
- Zusammenfassung & Ausblick 

Zusammenfassung & Ausblick

- GNSS-basierte Detektionssysteme sehr vorteilhaft
- Ghosthunter fordert Integrität & Zuverlässigkeit
 - Entwicklung eines Algorithmus mit Integritätsgewährleistung
 - Detektion einfach, Integrität sehr schwer
 - Präzise Karten und hohe GNSS Positionsgenauigkeiten erforderlich
- Baustellen-Szenarien
- Umsetzung in enger Zusammenarbeit mit Industrie

Quellenangaben

- [1] N. K. Vaswani, „Measures for preventing wrong-way entries on highways“, Virginia Highway Research Council, Charlottesville, Virginia, 1973.
- [2] Ruhr Nachrichten, „Dobrindt prüft Warnsystem gegen Geisterfahrer“, 2014.
- [3] S. Babic, M. I. Valic, S. Golob, T. Tekavec, „Proposal for a new method for wrong-way detection“.
- [4] VDI Nachrichten, „Sensoren in Leitpfosten erkennen Falschfahrer“, 2014.
- [5] Kfz-Innung Offenbach, „Hessisches Kfz-Gewerbe für Fahrbahnkrallen gegen Geisterfahrer“, 2013.
- [6] Audi AG, „Steuerung für ein Fahrzeug zum Vermeiden von Falschfahrten“, DE 19934774 B4, 1999.
- [7] Autobild, „Toyota will Geisterfahrten verhindern“, 2011.
- [8] BMW AG, „Automatische Erkennung von Falschfahrern“, DE 102012220138 A1, 2012.
- [9] Autobild, „Toyota will Geisterfahrten verhindern“, 06.06.2011, Zugriffsdatum 21.08.2017.
- [10] Bosch, WO2015032707A1, Martin Rous, 1. Sep. 2014.
- [11] Bosch, WO2015032704A1, Simon Geisler, 1. Sep. 2014.
- [12] Audi, DE19934774B4, Stephan Gabler, 23.07.1999.
- [13] BMW, DE102012220138A1, Holger Wick, 6. Nov 2012.
- [14] R. K. Schmidt, T. Leinmüller, B. Böddeker, Denso Automotive Deutschland GmbH, „V2X Kommunikation“, 17. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, 2008.
- [15] Golem, „Software warnt vor Geisterfahrten“, 10.09.2015, Zugriffsdatum 21.08.2017.
- [16] H. Beckmann et al., ESA navitec 2012, Noordwijk, The Netherlands, 2012
- [17] K. Frankl et al., ION GNSS+ 2017, Tampa, Florida



Kontakt



Kathrin Frankl

Institut für Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung

Universität der Bundeswehr München

Email: kathrin.frankl@unibw.de

Ghosthunter wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und vom Projektträger des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Bonn verwaltet. Die Idee und Initiative von Ghosthunter geht auf das DLR Raumfahrtmanagement in Bonn zurück.