



## Interdisziplinäres Teamprojekt

# oTToCAR

Hannes Heinemann (184256)

André Pieper (182541)

31. März 2014

Betreuer:

M. Sc. Juan Pablo Zometa \*,

M. Sc. Michael Maiworm \*

\*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Elektro- und Informationstechnik, Institut für Automatisierungstechnik - IFAT, Lehrstuhl für Systemtheorie und Regelungstechnik, Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Messdatenbeschaffung</b>	<b>2</b>
2.1	Kameratracking . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Modellschätzung</b>	<b>3</b>
3.1	Längsdynamik . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Modellbasierte Regelung</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>6</b>

# 1 Einleitung

Im VEGDFDIULS wurde bereits im Herbst 2012 ein Gesetz erlassen, das den Einsatz autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr erlaubt, solange sich ein Fahrer am Steuer befindet (vgl. [1]).

Im August 2013 fand die erste ca. 100km lange „autonome Langstreckenfahrt im Überland- und Stadtverkehr mit seriennaher Sensorik“ mit dem „Forschungsfahrzeug S 500 INTELLIGENT DRIVE“ [2] von Mercedes-Benz in Deutschland statt.

Die öffentliche Diskussion wird nicht nur durch ähnliche Ereignisse und die Verfügbarkeit von Fahrerassistenzsystemen wie Spurhalteassistenten und Einparkautomatik für den privaten Verbraucher bestimmt. Im Jahr 2012 waren 85 % der Unfälle in Deutschland auf das Fehlverhalten von Kraftfahrzeugführern zurückzuführen (vgl. [3]). Die Idee eines autonomen Fahrzeugs dient vor allem dazu die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen und die Anzahl von Unfällen zu senken.

In der vorliegenden Arbeit werden theoretische Überlegungen dargestellt, die im Rahmen der Vorbereitung zum Hochschulwettbewerb „Carolo-Cup“ der TU Braunschweig benötigt werden. Das interdisziplinäre Team oTToCAR der Otto-von-Guericke-Universität entwickelt ein autonomes Modellfahrzeug für die Teilnahme am Wettbewerb. Im Wettbewerb müssen verschiedene Fahraufgaben möglichst schnell und fehlerfrei absolviert werden. Dabei handelt es sich um das Abfahren eines Rundkurses unter verschiedenen Bedingungen und um das Einparken. Außerdem müssen Konzepte für die Fahrzeugherstellung und die Bewältigung der Szenarien präsentiert werden (vgl. [4]).

Zur Entwicklung des Fahrzeugs hat das oTToCAR-Team verschiedene Aufgaben definiert. Dabei handelt es sich u.a. um die Konstruktion des Modellautos inklusive Chassis, Motortreiber, Sensorik usw. sowie die Inbetriebnahme der On-Board Kommunikation bis hin zum Einsatz echtzeitfähiger Regelungskonzepte um schließlich die Wettbewerbsszenarien realisieren zu können. In der vorliegenden Arbeit werden die kinematische Bedingungen betrachtet, um ein Verständnis für das Fahrzeugverhalten zu gewinnen (Kapitel ??). Durch dynamische Modellierung (Kapitel ??) wird das Fahrzeugverhalten weiter abgebildet und schließlich simuliert (Kapitel ??). Zum Abgleich mit dem realen Modellauto werden Konzepte der Parameterschätzung anhand von Messdaten (Kapitel ??) vorgestellt.

## 2 Messdatenbeschaffung

In diesem Kapitel werden kinematische Zusammenhänge dargestellt, die dem Verständnis des dynamischen Modells dienen. Zunächst wird das Fahrzeug im globalen Koordinatensystem lokalisiert. Mithilfe der kinematischen Bedingungen an die Räder für das vorliegende Fahrzeug wird die Verwendung des Einspurmodells begründet. Dieses Modell ist Grundlage des Kapitels ???. Auf eine Herleitung eines erweiterten kinematischen Modells für niedrige Geschwindigkeiten, wie in [5], wird verzichtet und stattdessen ein dynamisches Modell auch für kleine Geschwindigkeiten verwendet.

### 2.1 Kameratracking

test test Es wird in der gesamten Arbeit davon ausgegangen, dass sich das Modellfahrzeug auf einer horizontalen Ebene befindet. Diese Annahme stimmt mit den im Carolo-Cup gestellten Rahmenbedingungen überein. Wie die Position aus der Umgebungswahrnehmung des Fahrzeuges in Roboterkoordinaten übersetzt werden kann, wird im Folgenden erläutert.

# 3 Modellschätzung

## 3.1 Längsdynamik

test test Bei der Herleitung des dynamischen Modells für das Modellfahrzeug des oTToCAR-Projekts wurde von einem Einspurmodell ausgegangen.

## 4 Modellbasierte Regelung

# 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist Bestandteil des oTToCAR-Projekts zur Erstellung eines autonomen Fahrzeugs im Rahmen des Carolo-Cup Wettbewerbs. Inhaltlich bezieht sich die Arbeit auf den systemtheoretischen und regelungstechnischen Aspekt von oTToCAR.

In Kapitel ?? wird ein erstes Fahrzeugverständnis durch die Untersuchung kinematischer Bedingungen für das spezifische Fahrzeug mit Ackermann-Lenkung gewonnen. Aus den kinematischen Bedingungen wird die Verwendbarkeit eines Einspurmodells abgeleitet. Anschließend wird im Kapitel ?? unter verschiedenen Annahmen ein dynamisches Einspurmodell für das Fahrverhalten in Zustandsraumdarstellung entwickelt. Dieses Modell ist in MATLAB implementiert und für verschiedene Parameter untersucht worden. Die Gültigkeit des Modells ist anhand der Plausibilität der Ergebnisse verschiedener Test-szenarien in Kapitel ?? geprüft. Im Anschluss an diese Arbeit soll die Aussagekraft des dynamischen Modells weiter geprüft und dazu mit realen Messdaten abgeglichen werden. Verändern sich Fahrzeug oder Fahrzeugumgebung während der weiteren Entwicklung, kann das implementierte Modell genutzt werden, um das neue Fahrzeugverhalten zu simulieren.

Die Implementierung des dynamischen Modells ermöglicht eine Identifikation der Modellparameter in Kapitel ?. Die Parameterschätzung wird mit dem Multiple Shooting Verfahren durchgeführt. Zunächst können in der Simulation eingesetzte Parameter zurück geschätzt werden. Anschließend können Tests an realen, vom Fahrzeug generierten Messdaten durchgeführt werden. Dabei wird darauf geachtet, dass die Durchführung des Verfahrens jederzeit und ohne viel Aufwand wiederholbar ist. Dies garantiert eine mögliche Anpassung der Parameter bei baulichen Veränderungen des Fahrzeugs sowie bei Änderungen der Untergrundbeschaffenheit beim späteren Wettkampf.

# Literaturverzeichnis

- [1] BIERMANN, K.: *Kalifornien lässt autonome Autos auf die Straße*. September 2012. – <http://www.zeit.de/digital/mobil/2012-09/google-autonome-autos> (Stand 22.11.2013)
- [2] Daimler Communications: *Mercedes-Benz & smart Media Night am Vorabend der IAA. Presseinformation*. 70546 Stuttgart Germany, September 2013. – [http://www.daimler.com/Projects/c2c/channel/documents/2370749\\_PM\\_MB\\_--smart\\_Media\\_Night\\_IAA2013\\_de.pdf](http://www.daimler.com/Projects/c2c/channel/documents/2370749_PM_MB_--smart_Media_Night_IAA2013_de.pdf) (Stand 22.11.2013)
- [3] Statistisches Bundesamt: *Verkehr - Verkehrsunfälle 2012*. Wiesbaden, 2013 (8)
- [4] Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig: *Carolo-Cup Regelwerk 2014*. – <https://wiki.ifr.ing.tu-bs.de/carolocup/wettbewerb/2014/regelwerk> (Stand: 09.06.2013)
- [5] WERLING, M.: *Ein neues Konzept für die Trajektoriengenerierung und -stabilisierung in zeitkritischen Verkehrsszenarien*. Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2010. – ISBN 978-3-866-44631-1