



Technische
Universität
Braunschweig



Elektronische Fahrzeugsysteme 2011

Jahresbericht: Akademisches Jahr 2010/2011

Markus Maurer (Hrsg.)



Technische Universität Braunschweig
Institut für Regelungstechnik
Hans-Sommer-Str. 66
38106 Braunschweig

ISBN: 978-3-9814969-0-1

Impressum

Copyright:

© 2011

Technische Universität Braunschweig

Institut für Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Markus Maurer (Hrsg.)

ISBN:

978-3-9814969-0-1

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Mitarbeiter	7
2.1	Neue Mitarbeiter	8
2.2	Abgänge	13
3	Lehre	15
3.1	Übersicht	15
3.2	Neues aus der Lehre	16
3.3	Qualitätssicherung in der Lehre	28
4	Berichte aus der Forschung	31
4.1	Autonomes Fahren und Fahrerassistenz	31
4.2	Fahrzeugsystemtechnik	42
5	Ereignisse	61
5.1	Presseevent „Stadtpilot“	61
5.2	Weihnachtsfeier	64
5.3	Professor Hesselbach am Institut	64
5.4	Carolo Cup 2011	65
5.5	Hybrid-Symposium	68
5.6	Workshop FAS2011 in Walting	68
5.7	Neues aus Uni-DAS	69
5.8	Leonie auf der Hannover Messe	70
5.9	Abschlussdemonstration Intersafe	72
5.10	Die Maus dreht mit Leonie	73
5.11	IV 2011 in Baden-Baden	77
5.12	DFG-Begutachtung der NFF-Großgeräteanträge	77

5.13 Semesterabschluss	78
6 Veröffentlichungen	81
7 Auswahl von Medienberichten	85
7.1 Rundfunk und Fernsehen	85
7.2 Zeitungen	85
7.3 Veröffentlichungen auf Internetseiten	90
8 Preise	93

1 Vorwort

von Markus Maurer

Am Ende des Kalenderjahres können wir uns den Jahresrückblicken kaum entziehen. In der Presse wird zunehmend Bilanz gezogen. Kurz vor Weihnachten erreichen uns gemeinsam mit besten Segenswünschen jährlich die Jahresberichte renommierter Institute und Arbeitsgruppen. In diesem Jahr hat unsere noch junge Arbeitsgruppe so viel Positives erlebt, dass auch wir unsere Bilanz gerne öffentlich dokumentieren. Als Berichtszeitraum nehmen wir das akademische Jahr, in der Hoffnung, den druckfrischen Bericht mit der Weihnachtspost zu verteilen.

Den Auftakt für viele Höhepunkte bildete die weltweit erste Pressevorführung einer autonomen Fahrt im öffentlichen Stadtverkehr am 8. Oktober 2010, über die in den führenden Nachrichtensendungen berichtet wurde. Sehr zufrieden bin ich, dass unsere Arbeiten nicht nur in den Medien gewürdigt wurden, sondern dass die wissenschaftlichen Veröffentlichungen auch in führenden Konferenzen und Handbüchern - teilweise an prominenter Stelle - aufgenommen wurden. Wenn wir es in Zukunft auch noch schaffen, unsere Arbeiten regelmäßig in den IEEE Transactions zu platzieren, haben wir uns wissenschaftlich etabliert.

Bislang nur in der Fachöffentlichkeit wahrgenommen wurde die Kompetenz im Bereich der Elektromobilität, die unter den beiden Projektleitern Peter Bergmiller und Karsten Cornelsen in der Arbeitsgruppe unter Mitwirkung von vielen Studierenden gestärkt wurde. Dank der aktiven Anfragen von Daimler und Wabco ist uns der Einstieg in die Fahrdynamikforschung gelungen. Zwei erfolgreiche Großgeräteanträge bei der DFG erlauben es uns, unsere Ausstattung durch Prüfstände für die Referenzierung von Sensoren und die VIL-Simulation zu ergänzen.

Motor aller Aktivitäten sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, denen ich ganz herzlich für ihr großes Engagement, die offene Atmosphäre, den Teamgeist und die gute Laune danke. Offensichtlich zahlt sich dieses Engagement langfristig nicht nur für die Gruppe, sondern auch für die Mitarbeiter selbst aus: Zwei unserer letztjährigen Absolventen haben nach ihrer Tätigkeit am Institut Führungspositionen in der Forschung übernommen. Optimistisch für die Zukunft stimmt mich, dass wir auch in Zeiten des wirtschaftlichen Aufschwungs sehr gute Absolventen als Verstärkung für unser Team gewinnen konnten. Die zahlreichen engagierten Studierenden im Team machen mich zuversichtlich, dass sich unser Team auch langfristig in der Forschungslandschaft etablieren kann.

Zuversichtlich stimmt mich auch, dass wir unsere Kooperationen mit international führenden Wissenschaftlern und Forschergruppen ausbauen konnten. So freuen wir uns, dass sich Sven Beiker von der Stanford University als Lehrbeauftragter jährlich für das Team engagiert. Persönlich erlebe ich die wöchentlichen Austauschrunden mit meinen Kollegen in Uni-DAS als sehr stimulierend. Ganz herzlich danken wir allen Kooperationspartnern aus der Industrie für ihr Vertrauen und die konstruktive Zusammenarbeit. Ohne öffentliche Forschungsförderung könnten wir unsere Forschungsziele nicht umsetzen. Daher danken wir allen Förderern für ihre Unterstützung, besonders dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Der besondere Dank geht an das Präsidium der TU Braunschweig, die Fakultät für Elektrotechnik und das Niedersächsische Forschungszentrum für Fahrzeugtechnik, die uns weit über das übliche Maß Aufmerksamkeit geschenkt haben. Ohne die tatkräftige Mitarbeit aller Autoren sowie von Simon Ulbrich und von Veronika Krapf wäre dieser Bericht nicht rechtzeitig zu Weihnachten fertig geworden - auch dafür herzlichen Dank.

Wolfsburg, den 6.12.2011

Mitarbeiter

Meister Andreas Rusniok
Peter Schwetge
Denise Arenhövel
Tim Holland
Michelle Klages
Tina Neitzel

Aufgabenbereich

Technik
Technik
Auszubildende
Auszubildender
Auszubildende
Auszubildende

2.1 Neue Mitarbeiter

Das Institut für Regelungstechnik freut sich sehr, vier neue Mitarbeiter in unserem Team willkommen zu heißen.

2.1.1 Horea Cernat

von Horea Cernat



Abbildung 2.1: Horea Cernat

Ich bin in Rumänien aufgewachsen und habe dort im frühen Alter auf der „Johannes Honterus“ Schule die deutsche Sprache erlernt. Mit der Elektrotechnik bin ich durch meinen Vater, der in diesem Bereich lehrt, auch sehr früh in Kontakt gekommen, so dass die Entscheidung dieses zu studieren sehr leicht gefallen ist. Nach meinem Vordiplom

an der „Transilvania“ Universität Brasov kam ich durch das Erasmus-Austauschprogramm nach Braunschweig. Die „wunderschöne“ Stadt im Norden des Harzes hat mich in wenigen Monaten überzeugt, hier weiter zu studieren. Im Juli 2010 war das Studium der Elektrotechnik durch Erlangen des Diploms beendet. Kurz darauf fing ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Regelungstechnik der TU an. Zu den Aufgaben am Institut gehören die Betreuung der Übung zur Erstsemester-Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ und die Entwicklung eines Beschleunigungsreglers im InDrive-Projekt. Außerdem arbeite ich zusammen mit Wabco an der Simulation von Nutzfahrzeugen (mehr dazu in Abschnitt 4.2.8).

2.1.2 Fabian Schuldt

von Fabian Schuldt

Mein Name ist Fabian Schuldt und ich wurde am 1. August 2011 herzlich in das Team von Markus Maurer als wissenschaftlicher Mitarbeiter aufgenommen. Aufgewachsen bin in der Region um Gifhorn, wo ich meine ersten schulischen Erfahrungen sammelte und schlussendlich auch mein Abitur erfolgreich abgeschlossen habe.

Nach meinem Abitur konnte ich ohne Pause meinen persönlichen Werdegang an der Universität Braunschweig fortführen. Dort habe ich von Oktober 2005 bis März 2011 den Studiengang Wirtschaftsingenieur mit Fachrichtung Elektrotechnik belegt. Die eine oder der andere von Ihnen wird sich sicherlich fragen, warum ich den Studiengang Wirtschaftsingenieur und nicht direkt eine Fachrichtung wie BWL oder Elektrotechnik gewählt habe. Diese Frage habe ich mir auch lange gestellt. Im Grunde sind es die Verknüpfungen zwischen der Wirtschaft und der Technik, die diesen Studiengang interessant machen. Viele Verfahren aus der Wirtschaft können auch in der Technik angewandt werden und andersherum. Somit erschließen sich zwei verschiedene Fachkreise, die sich doch an verschiedenen Stellen ergänzen.

Da der Studiengang erfordert, dass zwei Vertiefungen in den Wirtschaftswissenschaften und eine in der Elektrotechnik gewählt werden, habe ich mich auf der wirtschaftswissenschaftlichen Seite für die Richtungen „Produktion und Logistik“ und „Controlling“ entschieden. Als Elektrotechnikvertiefung habe ich Fahrzeugelektronik im Institut von Markus Maurer gewählt. Somit konnte ich schon während meines Studiums erste Kontakte zu den Mitarbeitern knüpfen. Die Zusammenarbeit zwischen den Mitarbeitern vom Institut und mir wurde während meiner Diplomarbeit, die ich am Institut für Regelungstechnik geschrieben habe, weiter vertieft. So konnte ich nach dem Studium auch direkt als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut starten und meine Promotion beginnen.



Abbildung 2.2: Fabian Schuldt

Neben dem Studium konnte ich schon erste praktische Erfahrungen in Betrieben wie der IAV oder Bertrandt sammeln und so das theoretische Wissen aus den Vorlesungen erweitern. Am Institut betreue ich aktuell

mit Richard Matthaei den Carolo-Cup, der in einem separaten Artikel beschrieben wird. Zudem bin ich in ein Forschungsprojekt integriert, in dem zusätzlich der VW Konzern mitwirkt.

In meiner Freizeit versuche ich, viel Sport zu treiben und spiele aus diesem Grund regelmäßig Badminton im Verein. Wenn dies gerade mal nicht möglich ist, entwickle ich zusätzliche Soft- und Hardware für meine Carrera-Bahn, um den Anreiz für die Fahrer weiter zu erhöhen.

2.1.3 Sven Beiker

von Sven Beiker

Seit Sommer 2011 lehre ich die Blockvorlesung „System Dynamics“, die sich an Studierende von Bachelor- und Masterstudiengängen in der Elektrotechnik wendet (s. auch separater Artikel in dieser Ausgabe). An der Stanford University in Kalifornien leite ich das Center for Automotive Research und dadurch bin ich nur für begrenzte Zeit im Sommer am IfR.



Abbildung 2.3: Sven Beiker

Als gebürtiger Niedersachse und ehemaliger Student der TU Braunschweig komme ich immer wieder gerne nach Braunschweig zurück. 1995 habe ich hier das Maschinenbaustudium mit der Fachrichtung Fahrzeugtechnik abgeschlossen. Von 1995 bis 1999 habe ich im Rahmen einer Industriepromotion bei der BMW AG in München und unter Betreuung von Prof. Mitschke vom Institut für Fahrzeugtechnik der TU Braunschweig auf dem Gebiet fahrdynamischer Regelsysteme meine Dissertation angefertigt.

Nach diesem Einstieg bei BMW habe ich über verschiedene Stationen in Fahrwerksentwicklung und Innovationsmanagement den Weg an den BMW Standort Palo Alto in Kalifornien gefunden, wo ich nun seit 2008 und dem Wechsel an die Stanford University die Industriekontakte im automobilen Umfeld betreue. Neben der Leitung des Industrieprogramms halte ich Vorlesungen an Stanfords School of Engineering ('The Future of the Automobile', 'Electric Vehicle Design') sowie an der Graduate School of Business ('Strategic Thinking in Action —Automotive Industry'). Wenn ich in meiner Freizeit nicht gerade Vorlesungen für die TU Braunschweig vorbereite oder dem 'Next Big Thing' auf der Spur bin, genieße ich das Radfahren auf den Bergen zwischen Pazifik und San Francisco Bay.

2.1.4 Michelle Klages

von Michelle Klages

Mein Name ist Michelle Klages. Ich bin 18 Jahre alt und wurde am 02.04. 1993 in Geesthacht bei Hamburg geboren. Im Jahr 2010 habe ich meinen erweiterten Realschulabschluss gemacht. Meine Hobbies sind unter anderem Gitarre spielen, interessante Bücher lesen und an schönen Tagen Radtouren mit der Familie und Freunden unternehmen. Am 01.08.2011 habe ich die Ausbildung zur Kauffrau für Bürokommunikation am Institut für Regelungstechnik begonnen. Zusammen mit Thomas Form, Veronika Krapf, Richard Matthaei und Fabian Schuldt werde ich den Carolo-Cup 2012 organisieren.



Abbildung 2.4: Michelle Klages

2.2 Abgänge

von Markus Maurer

Im Berichtszeitraum haben uns vier Mitarbeiter verlassen. Michael Reichel hat hauptberuflich die Geschäftsführung unserer Spin-off Firma ADAS Consulting übernommen. Jörn Marten Wille wurde bei der Konzernforschung der Volkswagen AG als zukünftiger Leiter der Unfallforschung eingestellt. Karsten Schultze hat ebenfalls eine Stelle bei der Volkswagen AG angenommen. Tina Neitzel hat ihre Ausbildung erfolgreich beendet; sie unterstützt jetzt die Geschäftsleitung der Fakultät für Maschinenbau als Assistentin.

Allen Mitarbeitern danke ich für ihren Einsatz und ihre Beiträge. Mareen danke ich für die vorbildliche Betreuung von Tina.

3 Lehre

3.1 Übersicht

Folgende Veranstaltungen haben wir im vergangenen Jahr angeboten:

Vorlesungen	Vortragender	Zeitraum
Datenbussysteme in Straßenfahrzeugen	Prof. Maurer & Bergmiller	WiSe 10/11
Elektromagnetische Verträglichkeit in der Fahrzeugtechnik	Prof. Form	SoSe 11
Elektronische Fahrzeugsysteme 1	Prof. Form	WiSe 10/11
Elektronische Fahrzeugsysteme 2	Prof. Maurer	SoSe 11
Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung	Prof. Maurer	SoSe 11
Grundlagen der Elektrotechnik	Prof. Maurer	WiSe 10/11
Industrielle Kommunikation mit Feldbussen	Prof. Maurer & Bergmiller	WiSe 10/11
System Dynamics	Dr. Beiker	SoSe 11

Labore	Zeitraum
Entwurf von vernetzten eingebetteten Fahrzeugsystemen	WiSe 10/11 & SoSe 11
Feldbussysteme in der Automatisierungstechnik	SoSe 11
Vernetzung und Diagnose im Kraftfahrzeug	WiSe 10/11

3.2 Neues aus der Lehre

3.2.1 System Dynamics

von Sven Beiker

Im August 2011 wurde erstmals die Blockvorlesung ‘System Dynamics’ als Testdurchlauf abgehalten. Ziel der Lehrveranstaltung, die ab dem Sommer 2012 als fester Bestandteil ins Vorlesungsangebot aufgenommen wird, ist es, Studierende von Bachelor- und Masterstudiengängen der Elektrotechnik an die Grundlagen der Fahrdynamik und -regelung heranzuführen. Als Lehrbeauftragter der TU Braunschweig (s. auch gesonderte Vorstellung in dieser Ausgabe), halte ich die Lehrveranstaltung an zehn Vorlesungstagen als Blockveranstaltung und vermittele dabei theoretisches Wissen aus dem eigenen Studium der Fahrzeugtechnik am Institut für Fahrzeugtechnik der TU Braunschweig sowie praktische Erfahrungen aus meiner Tätigkeit von über 13 Jahren bei der BMW Group.

Die Motivation für die Blockvorlesung ‘System Dynamics’ ist der weiter zunehmende Anteil an Regelsystemen im Automobil und die daraus erwachsende Komplexität in Systementwurf, Applikation sowie Absicherung im Versuch. Die klassischen Disziplinen ‘Fahrdynamik’ und ‘Regelungstechnik’ lassen sich dabei nicht mehr trennen, sondern erfordern eine eng vernetzte Betrachtung. Aus dem Grunde baut die Vorlesung ‘System Dynamics’ zunächst auf den Grundlagen der Fahrdynamik auf, verbindet diese aber ganz gezielt mit Anwendungen aus der Regelungstechnik und bedient sich dieser Betrachtungsweisen wie z.B. in der Systemidentifikation oder Stabilitätsanalyse. Damit wird beinahe an jedem Vorlesungstag von Neuem der Bogen von technischer Mechanik zur Regelungstechnik gespannt, wenn vom Kräftefreischneiden am Freikörperbild ausgehend Differentialgleichungen aufgestellt werden, Zustandsraumdarstellungen hergeleitet werden sowie Eigenwerte bestimmt werden.

Die Vorlesung gliedert sich in drei Teile: Längs-, Vertikal- und Querdy-

namik mit dem Reifen als dem A&O der Fahrdynamik und Fahreigenschaften. Das zeigt sich im Rahmen der Lehrveranstaltung auch ganz besonders in den eingebundenen Rechenbeispielen, die die Eigenschaften des konventionellen Fahrzeugs mit denen des aktiv geregelten vergleichen. In dem Zusammenhang werden Regelsysteme wie ABC, ABS, ACC, AFS, ARS, EDC, ESP, TCS betrachtet, erläutert und verglichen. Wem diese Abkürzungen verwirrend erscheinen, der ist herzlich eingeladen, sich für die Blockvorlesung ‘System Dynamics’ im kommenden Sommer einzuschreiben und dabei neben den fachlichen Inhalten auch die Möglichkeit zu nutzen, die Fachterminologie in englischer Sprache zu trainieren. Um die Lehrinhalte auch internationalen Studierenden zugänglich zu machen, wird ‘System Dynamics’ auf Englisch abgehalten.

3.2.2 Das CDLC-Team 2011

von Johanna Matthaei

Unser Team Im letzten Jahr hat unser Team eine große Wandlung durchzogen. Nachdem die Besetzung vor dem letzten CaroloCup auf vier Teammitglieder gesunken war, konnten wir nach einigen Werbeaktionen in Vorlesungen und Übungen einen deutlichen Mitgliederzuwachs verzeichnen. Derzeit setzt sich das Team aus zwölf Studenten aus den Bereichen Informations-Systemtechnik und Elektrotechnik zusammen. Dabei sind vom 3. Bachelorsemester bis zum 3. Mastersemester fast alle Jahrgänge vertreten. Wir hoffen daher einen weiteren harten Generationenwechsel in Zukunft zu vermeiden.

Öffentlichkeit Nachdem es beim letzten Carolo-Cup einen Bericht im NDR über den Wettbewerb und unser Team gegeben hatte, folgten noch weitere Auftritte in der Öffentlichkeit:

- Im März bildete Carolinchen III auf der Cebit einen dynamischen Anziehungspunkt. Im Auftrag des Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF) drehte Carolinchen am Stand von ITS Niedersachsen e.V. ihre Runden.



Abbildung 3.1: Carolinchen 3 auf der CeBit

- Im April gab es einen Bericht über uns im Newsletter einer unserer größten Sponsoren, LRP, der an 14.000 Adressaten gerichtet war.
- Im Juli veranstaltete das Orchester der TU Braunschweig zwei Wissenschafts-Konzerte mit dem Titel 'Mobil sein, sicher ankommen'. Wir durften hier unser Projekt, in einem ungewöhnlichen Rahmen, an zwei Abenden im gut gefüllten AudiMax vorstellen.

Entwicklung Hardware Durch den großen Zuwachs im Team und einige Stresssituationen auf Grund defekter Hardware, fiel der Beschluss ein Schwesterfahrzeug zu Carolinchen III aufzubauen. Über das Frühjahr wurden wieder fleißig Mails verschickt und Sponsoren konnten gewonnen bzw. zu einer erneuten Sachspende überzeugt werden. Die Mehrheit der benötigten Bauteile haben wir so erneut gesponsert bekommen Chassis, Kamera, Objektiv, Laser, SSD, etc.

Im Rahmen dieses neuen Aufbaus werden auch die Lochrasterplatinen durch geätzte Platinen ersetzt. Außerdem liegt auch ein Schwerpunkt in der stabilen Anbringung von Kamera und Sensorik. Im Herbst 2011 wird das Auto fertiggestellt und kann so die Entwicklungsarbeiten in der heißen Phase vor dem nächsten Wettbewerb erleichtern.

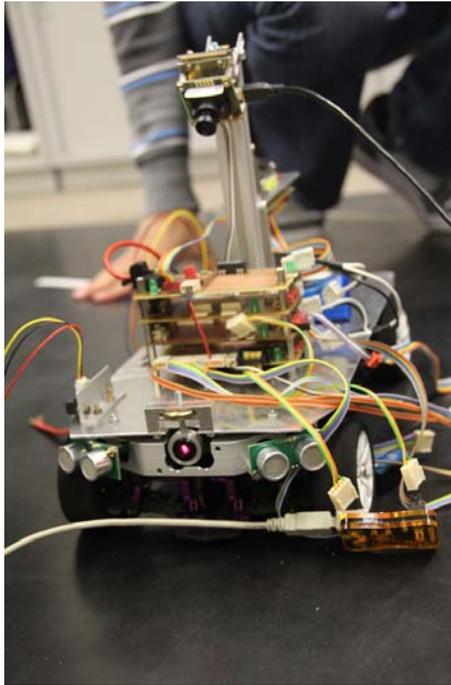


Abbildung 3.2: Früher Entwicklungsstand von Carolinchen 4

Entwicklung Software Im Bereich der Software ist eine wichtige Entscheidung gefällt worden. Um für die Zukunft gewappnet zu sein und die Weiterarbeit mit bestehender Software zu ermöglichen, wurde das System auf ADTF umgestellt. Wir hoffen durch den modularen Aufbau, auch bei der weiteren Entwicklung einzelne Filter wiederverwenden zu können.

Während der Übungen zu den Lehrveranstaltungen Elektronische Fahrzeugsysteme 2 (EFS2) und Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung (FAS) wurde es unserem Team ermöglicht, die Aufgaben auf unserem Fahrzeug umzusetzen und damit auch die Framework-Umstellung voranzutreiben. Durch neue Konzepte und ADTF sind wir gezwungen große Teile der Software vollständig neu zu implementieren. Nur einzelne Funktionen und Algorithmen aus der bestehenden Software können übernommen werden.

Wichtige Konzeptänderungen sind im Bereich der Bildverarbeitung und Sensordatenfusion aufgetreten. Für die Objekterkennung testen wir zurzeit, zusätzlich zu der alten Variante (über schwarz-weiß Kantenerkennung), die Möglichkeiten mit einem Linienlaser eine rote Linie an Hindernisse zu projizieren. Hierbei wird dann der Rot-Kanal unserer neuen Farbkamera ausgewertet, um mit Hilfe der roten Linien Hindernisse erkennen zu können.

Bei der Sensordatenfusion erweitern wir unsere bisherige Variante auf Carolinchen III um ein Grid, das alle Informationen, auch aus der Kamera, zusammen führt. Somit erhoffen wir uns eine höhere Genauigkeit bei der Objekterkennung.

Entwicklungsstand Das Team ist bereits mitten in der Entwicklung und die ersten Erfolgserlebnisse haben sich bereits eingestellt. Zum Abschlussgrillen der Vorlesungen EFS2 und FAS konnten die normale Fahrt in der Fahrspur und erste Einparkversuche bereits demonstriert werden.

Mit der Verstärkung im Team, guter Stimmung und Motivation blicken wir zuversichtlich auf den Carolo-Cup 2012.

3.2.3 SummerCamp 2011

von Sebastian Ohl

Das SummerCamp 2011 war ein voller Erfolg. Für das einwöchige Planspiel fanden sich am 28.8. insgesamt 25 Teilnehmer in dem Schulungsheim Schulenberg im Harz ein. Die Teilnehmer waren bunt gemischt.

Unter ihnen fanden sich Studenten der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informatik sowie aus Kombinationsstudiengängen. Ziel des Planspiels war es, den Entwicklungsprozess eines Steuergerätes am Beispiel des V-Modells, wie es bei Automobilherstellern üblich ist, zu durchlaufen. Hierfür stand ein AUTOSAR-3.1.2-Laufzeitsystem zur Verfügung. Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, mit den unterschiedlichsten Tools zu arbeiten, die für die Entwicklung und zur Unterstützung des V-Modell-Prozesses nötig sind.



Abbildung 3.3: SummerCamp 2011: Von Studenten programmierte Steuergeräte

Um auch das Arbeiten und Organisieren in einer Gruppe kennenzulernen, wurden drei Entwicklungsteams gebildet, die jedes für sich vier über CAN vernetzte Steuergeräte entwickeln sollten. Zwischen den drei Gruppen zeichnete sich schnell ein kleiner Konkurrenzkampf ab, der die Motivation der Teilnehmer steigerte und zu dem großen Erfolg des Planspiels beitrug. Bei den Präsentationen der Gruppen ließen sich immer wieder kleinere Entwicklungsvorsprünge des einen oder anderen Teams erkennen, die wohl ohne Einbremsen der Planspielleitung von den Teilnehmern auch gerne in Nachtschichten aufgeholt worden wären. Die praktische Arbeit wurde immer wieder durch Vorträge zum Thema AUTOSAR und der damit verbundenen Arbeitsschritte und Tools unterstützt. Die Vortragenden kamen aus den beteiligten

Instituten der TU Braunschweig und von externen Firmen wie zum Beispiel Volkswagen, Carmeq oder dSPACE. Speziell die externen Referenten gaben immer wieder Einblicke in die Arbeit als Ingenieur in ihren Unternehmen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass das Planspiel ein großer Erfolg war. Von den Studenten kam ein sehr positives Feedback und auch die Ausrichter waren sehr zufrieden. Ganz herzlich danken wir allen Referenten, den unterstützenden Unternehmen, die uns die Räume und die Werkzeuge zur Verfügung gestellt haben sowie den beteiligten Instituten für Programmierung und reaktive Systeme und für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik für die gute Zusammenarbeit.

3.2.4 Forschungsaufenthalt in Stanford

von Torben Stolte

Im Rahmen der Kooperation zwischen dem Institut für Regelungstechnik und dem Dynamic Design Lab an der Stanford University hatte ich die Möglichkeit, vom 4. Januar bis zum 17. Juni diesen Jahres den praktischen Teil meiner Master-Thesis in den USA durchzuführen.

Zum Anfang meines Master-Studiums in Braunschweig wurde von Peter Bergmiller die Möglichkeit zum Aufenthalt in Stanford vorgestellt und damit mein Interesse geweckt. Nachdem ich 2009 bei Peter mein Interesse an dem Aufenthalt bekundet hatte, wurde es erst einmal relativ ruhig um die Sache und das Studium nahm seinen gewohnten Lauf.

Mitte letzten Jahres wurde es dann konkreter. Das Okay von beiden Institutionen war da und das Thema meiner Master-Thesis wurde abgesteckt. Die Zeit der Vorbereitung begann. Bewerbungen für Stipendien mussten verfasst und der Flug gebucht werden. Die Beantragung des Visums verursachte einige schlaflose Nächte, da es zu einigen Verzögerungen kam, so dass die Deadline für eine fristgerechte Beantragung bedrohlich nahe rückte. Nach einer Fahrt in die amerikanische Botschaft nach Berlin bei heftigem Schneefall konnte ich dann aber zwei Tage später glücklich meinen Reisepass mit dem Visum in den Händen

halten. Jetzt war klar, ich durfte in die USA einreisen, falls man mich denn am Flughafen lässt.

Nun galt es noch eine Unterkunft in der Nähe der Uni zu finden. Letztendlich wurde ich auch hier fündig und fand eine 6er WG rund 20 Fahrradminuten vom Dynamic Design Lab entfernt. Nach der intensiven Vorbereitungszeit standen die Weihnachtsfeiertage vor der Tür, richtig realisiert hatte ich noch nicht, dass ich bereits zwei Wochen später auf der anderen Seite der Erde sein würde. Die Nervosität setzte zum Jahreswechsel ein. Letzte kleine Dinge mussten noch organisiert werden und der Abschied von Freunden und Familie stand an. Am 4. Januar ging es dann früh morgens vom Flughafen Hamburg bei Schnee und Eis los. Nach rund 11 Stunden Flug bin ich dann in San Francisco, Kalifornien gelandet und wurde von blauem Himmel, Sonne und 15°C begrüßt.



Abbildung 3.4: Avinash, Torben and Erjie, Wanderausflug

Avinash, mein Projektkollege am DDL, holte mich vom Flughafen ab und brachte mich zu dem Haus, in dem ich die nächsten sechs Monate leben sollte. Am nächsten Morgen holte er mich auch ab und wir fuhren zum Uni Campus. Dort erfolgte die Vorstellung mit allen Mitarbeitern und ich konnte grundlegende Dinge wie Fahrrad, Handy, Bankkonto

und vor allem eine Campus-Karte organisieren. Ohne Karte ist man anfangs auf dem sehr eindrucksvollen Campus auf Grund der Größe nämlich aufgeschmissen.

Nach einer kurzen Eingewöhnungsphase konnte dann schließlich die eigentliche Arbeit losgehen. Avinash und meine Aufgabe war es, in dem by-Wire-Versuchsträger „X1“ Force-Feedback für die Lenkung zu etablieren. Bis dahin bestand das Lenksystem aus einem Lenkrad, an dem mittels Sensorik der Lenkradwinkel gemessen wurde. Diesen verwendet dann ein Mikrocontroller als Sollwertvorgabe und stellt entsprechend den Lenkwinkel der einzeln lenkbaren Vorderräder.

Durch die fehlende mechanische Kopplung geht auf diese Weise aber ein Informationskanal über die Kontaktfläche Reifen/Straße verloren. Diesen galt es im Rahmen unserer Arbeit künstlich wieder herzustellen. Hierfür wurden ein neues Lenkradmodul entwickelt, bei dem die Lenksäule um eine Aktuatorik aus Elektromotor und Getriebe erweitert wird, welche es erlaubt, am Lenkrad ein Drehmoment und damit ein Lenkgefühl zu erzeugen. Des Weiteren musste für das Lenksystem noch ein CAN Bus implementiert werden, um die Kommunikation zwischen Mikrocontroller und den Verstärkern der drei Antriebe - einen für das Lenkrad und zwei für die Lenkung - zum einen weniger anfällig für EMV zu machen und zum anderen bidirektionale Kommunikation zu ermöglichen. Hierbei lagen meine Aufgabenschwerpunkte sowohl in der elektrischen Implementierung des Systems als auch in der Erweiterung der Mikrocontroller-Software. Avinashs Aufgabe war vor allem der mechanische Entwurf und der Aufbau des Lenkmoduls. Dabei haben wir uns während der ganzen Zeit immer eng abgestimmt und zusammengearbeitet sowie wesentliche Entscheidungen gemeinsam getroffen.

Auch wenn die Arbeit in Stanford im Mittelpunkt stand, bietet Stanford viel mehr. So gibt es auf dem Campus die Gelegenheit für Aktivitäten jeglicher Art. Ich habe mich hierbei vor allem sportlichen Aktivitäten gewidmet. So gibt es zum Beispiel in den Hügeln hinter der Uni tolle Möglichkeiten zum Laufen. Zudem habe ich am Wochenende ein- oder

zweimal mit einer großen Gruppe Thailändern Fußball gespielt. Es wurde immer sehr viel gelacht und immer so lange gespielt bis keiner mehr laufen konnte, manchmal bis es dunkel wurde.

Neben den Aktivitäten auf dem Campus bietet die Gegend um Palo Alto, aber auch die ganze Bay Area zahlreiche Möglichkeiten für Ausflüge. Unter anderem mit Avinash habe ich viel unternommen, wobei wir auch immer wieder Restaurants mit Küche aus unterschiedlichsten asiatischen Ländern besucht haben. Er hat es dabei geschafft mich, der vorher immer recht verhalten gegenüber asiatischer Küche war, wahrlich dafür zu begeistern. Als Gegenleistung waren wir dann Currywurst essen. Auch wenn die Wurst nicht wirklich authentisch war, hat sie Avinash geschmeckt. Unter unseren Ausflugszielen hat mich vor allem San Francisco beeindruckt. Empfehlenswert ist hier unter anderem die Golden Gate Bridge mit dem Fahrrad zu überqueren, was wesentlich eindrucksvoller als mit dem Auto ist.

Im Allgemeinen wird an der Westküste eher in Richtung Asien geguckt als gen Europa, auch das DDL selber hat neben Amerikanern mehrheitlich Studenten aus dem asiatischen Raum, was ich sehr als Bereicherung empfunden habe. Eine interessante Erfahrung war vor allem auch die Arbeitskultur. So gibt es am DDL ebenfalls das wöchentliche Lab Meeting, in dem reihum jeder den aktuellen Stand seiner Projekte vorstellen darf. Auch die Herangehensweise an Dinge ist etwas anders. Platt formuliert wird in den USA getreu dem Motto 'Wir machen mal und gucken was bei rum kommt' gehandelt, während in Deutschland erst einmal sehr viel geplant wird.

Zum Ende hin ging die Zeit viel zu schnell um. Kaum hatte man sich richtig eingelebt, hieß es Mitte Juni auch schon wieder Abschied nehmen. Gerne wäre ich noch ein wenig länger geblieben. Zusammenfassend kann ich nur ein sehr positives Fazit ziehen. Das halbe Jahr war eine intensive und schöne Zeit, die ich nicht missen möchte. Mein besonderer Dank gilt Professor Maurer und Professor Gerdes vom DDL, die diesen Aufenthalt ermöglicht haben, aber auch Peter Bergmiller für die sehr gute Betreuung während der Zeit.

3.2.5 Seminarvorträge

Im letzten Jahr wurden wieder zahlreiche interessante Seminarvorträge gehalten. Dabei wurden Inhalte und Vortragstechnik intensiv diskutiert.

Wintersemester 2010/2011

- Traktionsbatterien und Batterie-Management-Systeme im Automobil, Jan Rohde
- Grundlagen und Anwendungsgebiete des Controller-Area-Netzwerk (CAN), Friedemann Laue
- Car2X-Kommunikation, Yu Tieyi
- Diagnoseprotokolle in Kraftfahrzeugen, Gerrit Bagschik
- Einführung in Profibus-DP, Jens Rieken
- Energieversorgungsarchitekturen in Elektrofahrzeugen, Ingo Kern
- Grundlagen und Anwendungsgebiete von FlexRay, Bayram Balkan
- Local Interconnect Network - Einführung und Anwendung, Alexander Rain
- Überblick über die AUTOSAR Versionen und ihre Verwendung im Kraftfahrzeug, Thorsten Volz

Sommersemester 2011

- Stand der Technik - Lichtassistentz, Andreas Peters
- Stand der Technik - Nachtsichtsysteme, Marcus Nolte
- Stand der Forschung - SLAM - Simultaneous Localization and Mapping, Till Menzel
- Stand der Technik - Unfallschwereminderung und Unfallvermeidung/Notbremssysteme, Denis Kutsenok

3.2.6 Studentische Arbeiten

Während des vergangenen Jahres haben wir folgende studentische Arbeiten an unserem Institut betreut:

- Entwurf und Implementierung eines Fähigkeitenkonzepts für intelligente Kraftfahrzeuge, Bachelorarbeit, Jan Rohde
- Implementierung eines Data-Streaming-Konzepts für ein frei konfigurierbares Fahrzeug-Armaturenbrett, Bachelorarbeit, Jan Laskowski
- Development and Implementation of a Force-Feedback System for a Steer-by-Wire Vehicle, Masterarbeit, Torben Stolte
- Entwicklung einer fehlertoleranten Lenkeinheit für das Steer-by-Wire System eines vollelektrischen Versuchsfahrzeugs, Bachelorarbeit, Björn Hackel
- Entwicklung einer fehlertoleranten Force-Feedback Lenkeinheit zur Erfassung von Fahrereingaben in Steer-by-Wire Systemen, Bachelorarbeit, Alexander Freier
- Entwicklung eines Systems zur Regelung der Fahrzeugquerdynamik basierend auf Gierrate und Schwimmwinkel, Studienarbeit, Holger Gemeiner
- Entwicklung einer Rahmenstruktur für die vordere Karosseriestruktur des fahrbaren Versuchsträgers MOBILE (am Institut für Konstruktionstechnik), Bachelorarbeit, Andreas Homann
- Entwicklung eines Softwaresystems zur Zustandserfassung und -regelung im Kraftfahrzeug, Diplomarbeit, Jan Lieberam
- Entwurf und Implementierung eines Batteriemangement-Systems zur Überwachung von Blei-Säure-Traktionsbatterien in einem Elektrofahrzeug, Bachelorarbeit, Gerrit Bagschik
- Entwurf und Implementierung einer Informationsbasis für intelligente Kraftfahrzeuge, Bachelorarbeit, Toni Günther

- Verschleißoptimale Koordination funktional redundanter Aktorik im Elektrofahrzeug, Diplomarbeit, Fabian Schuldt
- Implementierung eines Sicherheitskonzepts zur Realisierung aktiver Redundanz im by-wire Fahrzeug, Bachelorarbeit, Carsten Temming
- Design and Implementation of a Data Acquisition Module with Protection against Electromagnetic Interference for an Experimental By-Wire Vehicle, Diplomarbeit, Michael Homann
- Entwicklung eines Abgleichreglers für die Fahrzeug-Längs- und Querdynamik, Diplomarbeit, Sven Töpler
- Entwurf, Implementierung und Test einer graphischen Programmierumgebung für Mikrocontroller basierend auf MATLAB/Simulink, Studienarbeit, Jens Bliedung
- Entwurf, Implementierung und Test einer dynamischen Wissensbasis für intelligente Kraftfahrzeuge, Bachelorarbeit, Johanna Matthaei

3.3 Qualitätssicherung in der Lehre

von Markus Maurer

Bei meinem Start vor bald vier Jahren hatte ich mir vorgenommen, in Braunschweig qualitativ hochwertige Lehre anzubieten: „Die Studenten der Universität Braunschweig erhalten eine aus Sicht der Industrie und der Hochschulen exzellente Ausbildung im Bereich ‘Elektronische Fahrzeugsysteme’“ hieß es ziemlich reißerisch im Konzeptpapier, das ich im Rahmen meiner Bewerbung vorgestellt hatte.

Wie lässt sich eigentlich die Qualität in der Lehre messen? Zunächst nehmen wir an der studentischen Evaluierung am Ende jedes Semesters teil. Seit dem letzten Wintersemester hängen wir die Ergebnisse aller Veranstaltungen am schwarzen Brett des Institutes aus und schaffen dadurch Transparenz für die Lehrenden und Studierenden.

Bis auf die Pflichtvorlesungen stimmen die Studierenden auch „mit den Füßen ab“ und zeigen damit, wie gut die Veranstaltungen ankommen. Wir sind sehr froh darüber, dass alle Veranstaltungen im vergangenen Jahr erfreulich beliebt waren. Ebenfalls angegeben sind die Durchschnittsnoten, die aufzeigen, dass wir unseren Zulauf nicht bekommen, weil wir inflationär gut bewerten.

Im Berichtszeitraum wurden folgende Prüfungen abgelegt:

Name des Fachs	Anzahl der Prüfungen	Durchschnitts- note
Datenbussysteme	57	2,6
Elektromagnetische Verträglichkeit	37	2,1
Elektronische Fahrzeugsysteme 1	52	2,7
Elektronische Fahrzeugsysteme 2	25	2,4
Fahrerassistenzsysteme mit maschi- neller Wahrnehmung	23	2,5
Grundlagen der Elektrotechnik	224	3,6

Tabelle 3.1: Anzahl der Prüfungen

Ganz herzlich danke ich allen Mitarbeitern für ihr außergewöhnliches Engagement in der Lehre. Mein besonderer Dank geht an unsere beiden externen Lehrenden Prof. Dr. Thomas Form und Dr. Sven Beiker.

4 Berichte aus der Forschung

von Markus Maurer

Im vergangenen Jahr wurde das Profil der beiden Arbeitsgruppen am IfR weiter geschärft. Walter Schumacher arbeitet zunehmend auf Themen außerhalb der Automobilindustrie. Dazu gehören Elektrische Antriebstechnik, Robotik, Mechatronik, nichtlineare und robuste Regelung. Unsere Arbeitsgruppe konzentriert sich auf die automotiven Schwerpunktthemen „autonomes Fahren und Fahrerassistenz“ und „Elektromobilität“. Im Bereich „Fahrzeugsystemtechnik“ sind beide Arbeitsgruppen aktiv, teilweise auch gemeinsam.

Die internationale Sichtbarkeit der Arbeitsgruppe nimmt weiter zu. Dazu beigetragen haben in besonderem Maße die Aktivitäten des „Stadtpiloten“, die entsprechend auf Konferenzen und in den Medien gewürdigt wurden. Die Mitglieder des Stadtpiloten durften erleben, dass diese Aufmerksamkeit nicht nur angenehm ist. Bisweilen haben die zahlreichen Präsentationen den Forschungsbetrieb deutlich beeinträchtigt.

Der wohl wichtigste Akquise-Erfolg im Berichtszeitraum ist uns bei der DFG gelungen: Über die Vorhaben „Referenzsensorik“ und „Vehicle-in-the-Loop“ berichten wir in eigenen Abschnitten.

4.1 Autonomes Fahren und Fahrerassistenz

4.1.1 Autonomes Fahren im Straßenbetriebsdienst

von Sebastian Ohl

Im Straßenbetriebsdienst auf Autobahnen kommt es immer wieder zu schweren Unfällen mit Personenschaden. Bedingt durch den unmittel-

baren Arbeitsplatz an und auf der Fahrbahn sind die Mitarbeiter hier einem besonders hohen Risiko ausgesetzt. Während ihrer Tätigkeiten führen sie vor allem Arbeiten durch, die stark vom üblichen Verhalten im Autobahnverkehr abweichen. So werden beispielsweise sehr langsame Fahrten (< 10 km/h) auf dem Stand- oder linken Fahrstreifen durchgeführt, um Reinigungs- oder Mäharbeiten durchzuführen sowie statische Arbeitsstellen aufgebaut.

Eine typische Arbeitskolonne für mobile Arbeitsstellen besteht dabei aus einem Arbeitsfahrzeug und einem oder mehreren Fang- bzw. Vorwarnfahrzeugen. Neben der eigentlichen Arbeitsaufgabe ist demnach noch mindestens ein weiterer Mitarbeiter dem Unfallrisiko ausgesetzt. Im Ergänzungsbericht „Autonomes Fahren im Straßenbetriebsdienst“ zum Projekt „Informations- und Kommunikationstechnologien zur Optimierung des Betriebs-Managements“¹ wurde dies zum Anlass genommen, für die Absicherungs- und Vorwarnfahrzeuge autonome Systeme vorzuschlagen, um die Anzahl der Mitarbeiter im Gefahrenbereich erheblich zu reduzieren.

Im Rahmen dieses Berichts wurde zusammen mit der Hochschule Biberach die Fragestellung untersucht, wie autonome Systeme im Straßenbetriebsdienst aussehen können und welche Voraussetzungen hierfür nötig wären. Erarbeitet wurden dabei zwei unterschiedliche Ausbaustufen mit verschiedenen, weitreichenden Einsatzmöglichkeiten. Die vorgestellten Systeme wurden nach dem „Systematischen Entwurf für Fahrerassistenzsysteme“² entwickelt. Das zentrale Element stellt in diesem Prozess die Motivation für das System dar. In diesem Fall liegt die Motivation in der Erhöhung der Arbeitssicherheit für die Mitarbeiter des Straßenbetriebsdiensts. Mögliche Einsatzbereiche stellen hierbei vor allem die Einsatzpläne D III 2a/3b/7 der Richtlinie zur Absicherung

¹Holldorb, C.; Häusler, K; Träger, D. (2011): Informations- und Kommunikationstechnologien zur Optimierung des Betriebsmanagements, Hochschule Biberach, Institut für Immobilienökonomie und Projektmanagement

²Maurer, M. (2009): Entwurf und Test von Fahrerassistenzsystemen, in: Winner, H.; Hakuli, S.; Wolf, G., „Handbuch Fahrerassistenzsysteme“, Vieweg+Teubner Verlag, S. 43-54

von Arbeitsstellen dar, die sich mit mobilen Arbeitsstellen beschäftigen, welche durch Absperr- und Vorwarnfahrzeuge abgesichert werden.

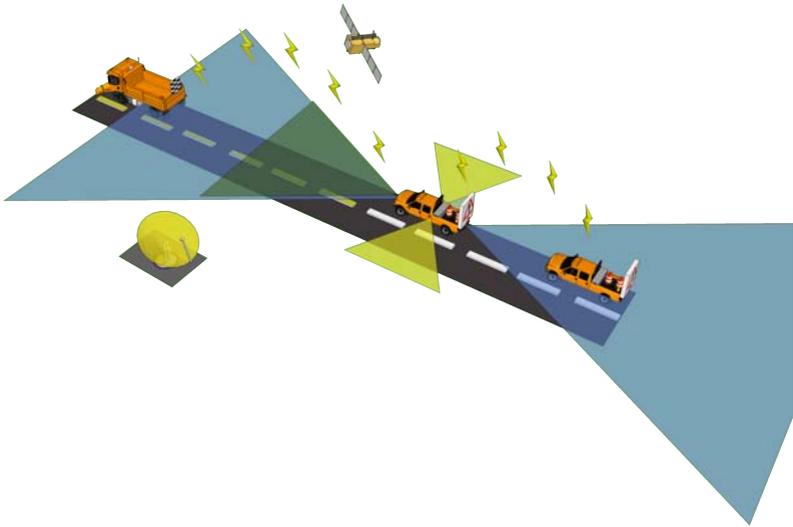


Abbildung 4.1: System „Selbstfahrende Absperr- und Vorwarnfahrzeuge“

Das erste System „Selbstfahrende Sicherungstafel“ stellt die Basisvariante eines autonomen Fahrzeugs für diesen Einsatzzweck dar und folgt dem Arbeitsfahrzeug in einem definierten Abstand bei geringen Geschwindigkeiten. Dieses verhältnismäßig einfache System lässt sich in viele Arbeitsabläufe des Straßenbetriebsdiensts eingliedern und so die Sicherheit erhöhen. So könnte der Einsatz von Warnschildern mit diesem System obligatorisch werden oder während des Aufbaus von Arbeitsstellen kürzerer Dauer könnte eine zusätzliche Absicherung die Mitarbeiter schützen.

Das zweite System „Selbstfahrende Absperr- und Vorwarnfahrzeuge“ ersetzt die vollständige Absicherung einer Arbeitskolonne durch manuell gefahrene Fahrzeuge. Hierbei arbeiten mehrere Fahrzeuge in einer Formation zusammen, um eine den Richtlinien entsprechende Absi-

cherung zu gewährleisten. Mit diesem System ließ sich die Absicherung aller erwähnten Einsatzpläne vollständig automatisieren und dabei bis zu drei Personen aus dem Gefahrenbereich entfernen.

4.1.2 Stadtpilot

von Bernd Lichte

Ziel des ausschließlich aus Institutsmitteln der Technischen Universität Braunschweig geförderten Projekts „Stadtpilot“ ist das vollkommen autonome Fahren entlang des inneren Braunschweiger Stadtrings im regulären, öffentlichen Straßenverkehr unter Einhaltung der Straßenverkehrsordnung. Das Projekt wurde im Sommer 2008 als Nachfolgeprojekt zur DARPA Urban Challenge gestartet. Neben dem Institut für Regelungstechnik (IfR) und dem Institut für Flugführung (IFF) der TU Braunschweig ist als weiterer Partner das Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Projekt beteiligt.

Das IfR besitzt zwei Versuchsträger für die Forschungsarbeiten im Bereich des autonomen Fahrens und der Fahrerassistenz. Derzeit wird das mit aktueller Prototypen- und Vorseriensensorik ausgestattete autonom fahrende Fahrzeug „Leonie“ (siehe Abbildung 4.3) genutzt. Des Weiteren wird das zweite Fahrzeug „Henry“ gerade aufgebaut (siehe Abbildung 4.2). Dabei ist geplant, bei „Henry“ seriennähere Sensorik zu nutzen.

Höhepunkte im Projekt Stadtpilot waren die Pressekonferenz der Pressestelle der TU Braunschweig (siehe 5.1), die Hannover Messe (siehe 5.8), die Dreharbeiten für die Sendung mit der Maus (siehe 5.10) sowie aus wissenschaftlicher Sicht die Intelligent Vehicles 2011 in Baden-Baden (siehe 5.11). Aus dem Team des Stadtpiloten verabschiedete sich im Januar 2011 Jörn Marten Wille, der das Projekt bis dahin erfolgreich leitete und nun in der Unfallforschung bei Volkswagen eine anspruchsvolle und herausfordernde Stelle gefunden hat. An dieser Stelle möchten wir uns als Team noch einmal bei ihm persönlich für sein Engagement bedanken.



Abbildung 4.2: Aufbau von „Henry“ im Technikum des Mobile Life Campus (Quelle: IfR)

Am 8. Oktober 2010 fand im Rahmen einer von der Pressestelle der TU Braunschweig organisierten Presseveranstaltung eine Weltpremiere statt, die erste autonome Fahrt im öffentlichen Stadtverkehr (siehe 5.1). Ende 2010 hatte „Leonie“ dann bereits über 1.000 km im öffentlichen Stadtverkehr erfolgreich absolviert.

Die nächsten kurzfristigen Zielsetzungen sind die Implementierung der Fahrzeug-Ampel-Kommunikation auf Basis des simTD-Standards sowie autonome Spurwechsel im öffentlichen innerstädtischen Verkehr. Des Weiteren möchten wir in Kürze die zurückgelegte Strecke bis zum Rudolfplatz ausweiten und die hochgenaue DGPS-basierte Lokalisierung durch die Umfeldwahrnehmung stützen. Aus Sicht des Teams stehen im kommenden Jahr weitere personelle Veränderungen bevor.

4.1.3 Koline

von Falko Saust

Ziel der Forschungsinitiative KOLINE (Kooperative und optimierte Lichtsignalsteuerung in städtischen Netzen) ist die Verbesserung des innerstädtischen Verkehrsflusses durch kooperative Optimierung der Lichtsignalsteuerung und des Fahrzeugverhaltens. Neben dem Institut für Regelungstechnik (IfR) und dem Institut für Verkehr und Stadtbauwesen (IVS) der TU Braunschweig sind als weitere Partner das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Institut für Automation und Kommunikation, die TRANSVER GmbH und die Volkswagen AG an dem vom BMWi geförderten Projekt beteiligt.

Der Fokus liegt auf der Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit im Stadtverkehr. Darüber hinaus können durch eine Verringerung von Fahrzeughalten an Lichtsignalanlagen und den damit verbundenen Brems- und Beschleunigungsvorgängen die Emissionen und der Energieverbrauch verringert und ein gleichmäßiger Verkehrsfluss erzeugt werden.

Für die Entwicklung einer verbesserten Lichtsignalsteuerung sollen einerseits weiterentwickelte Verfahren zur modellbasierten Optimierung von Versatzzzeiten und andererseits genauere Informationen zum aktuellen Verkehrszustand genutzt werden. Die Einrichtung der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur unter Nutzung von Car-2-Infrastructure- und Car-2-Car-Technologien ermöglicht die Erforschung und Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen zur Optimierung der Fahrzeugführung.

Neben der Bewertung der Verbesserungspotenziale des Verkehrsflusses durch den Aufbau des Gesamtsystems in einer Simulationsumgebung erfolgt nach Abschluss der technischen Tests eine Felduntersuchung im realen Straßennetz. Durch diese soll das System unter realen verkehrlichen Einsatzbedingungen und in Bezug auf die Fahrerakzeptanz untersucht werden.

Als Versuchsträger des IfR kommt das mit aktueller Prototypen- und Vorseriensensorik ausgestattete autonom fahrende Fahrzeug „Leonie“ zum Einsatz (siehe Abb. 4.3), das im Projekt Stadtpilot bereits erste autonome Fahrten auf dem Braunschweiger Stadtring absolviert hat (siehe Abschnitt 5.1).



Abbildung 4.3: Versuchsträger „Leonie“ auf dem Braunschweiger Stadtring

Grundlage des autonomen Fahrens ist der im Vergleich zur Serientechnik deutlich vergrößerte Erfassungsbereich der Sensorik und das daraus aufgebaute erweiterte Umfeldmodell. Ziel ist es, zu untersuchen, inwieweit dadurch eine Funktionssteigerung des Fahrerassistenzsystems möglich ist.

Die Optimierung der Fahrstrategie basiert zunächst auf fahrstreifen-genauen Informationen zum aktuellen Verkehrszustand, mit denen ein präferierter Fahrstreifen bestimmt werden kann. Die verwendeten Daten beinhalten u.a. den aktuellen Rückstau je Fahrstreifen, die durchschnittlichen Verkehrsstärken und die Progressionsgeschwindigkeiten. Der Empfang der Daten erfolgt durch eine im Fahrzeug verbaute WLAN-Kommunikationseinheit. Auf Basis der empfangenen Verkehrsinformationen können zusammen mit den analysierten Umfeldaten

neben einer optimierten Längsführung verschiedene Ausbaustufen einer Querführung im Versuchsträger realisiert werden. Dabei ist in einem ersten Schritt eine reine Empfehlung zum Wechsel des Fahrstreifens vorgesehen, der in der nächsten Ausbaustufe durch einen aktiven Eingriff in die Querführung des Fahrzeugs automatisiert durchgeführt werden soll.

4.1.4 Urban Assist

von Richard Matthaei und Helgo Dyckmanns

„Urban Assist“ ist ein von Volkswagen im Kontext von GENEVA³ entwickelter Kreuzungsassistent. Die Laufzeit des Projekts GENEVA ist von Januar 2010 bis Dezember 2011⁴.

Im Rahmen von GENEVA werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Entwicklung einer innovativen Fahrerassistenzfunktion
- Unterstützung des Fahrers in komplexen Verkehrssituationen
- Effiziente Kombination von aktuellen Sensor- und Aktuatorssystemen
- Entwicklung von Algorithmen zur Verifikation von Kartendaten mit Umfeldwahrnehmungssensoren wie Kamera, Laser und Radar

Dafür wurde eine Architektur entwickelt, in der die Fahrzeugplattform eine zentrale Rolle spielt. Das Fahrzeug wurde mit einem Netzwerk ausgestattet, das eine echtzeitfähige Kommunikation zwischen Sensoren, Aktuatoren und Subsystemen ermöglicht. Zu diesen Subsystemen zählen ADA-Systeme (Advanced Driver Assistant Systems) und Ortungssysteme.

Der Fokus von Urban Assist liegt auf der Kollisionsvermeidung. Im GENEVA-Kontext sollen zwei Kreuzungsszenarien gezeigt werden: „Links-Abbiege-Assistent“ und „Stoppllinien-Assistent“. Beim „Links-Abbiege-

³<http://www.geneva-fp7.eu>

⁴<http://www.gsa.europa.eu/go/projects/galileo/-egnos-enhanced-driver-assistance>

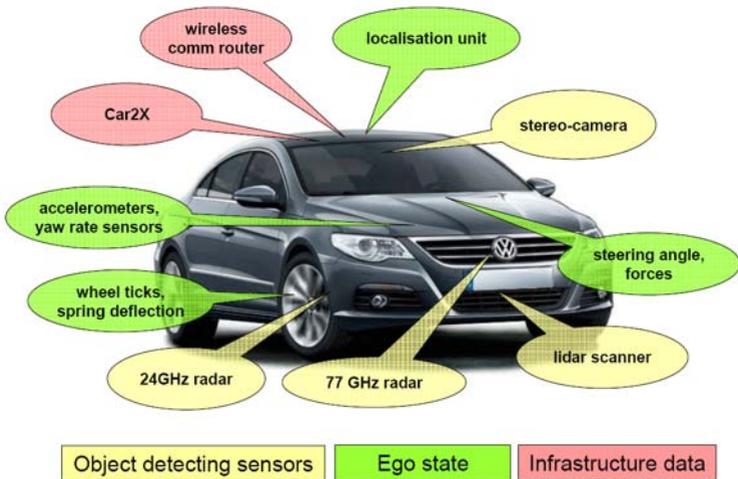


Abbildung 4.4: Ausstattung des Urban-Assist-Versuchsträgers im Kontext von GENEVA

Assistenten“ bekommt der Fahrer eine Warnung, wenn eine Kollision mit entgegenkommendem Verkehr droht. Dabei ist eine spurgenaue Zuordnung aller Objekte und des eigenen Fahrzeugs notwendig. Das ist nur mit einer verlässlichen Ortung des Fahrzeugs und genauem Kartenmaterial der Kreuzung möglich. Beim „Stoppllinien-Assistenten“ wird der Fahrer vor dem unbeabsichtigten Überfahren einer Stopplinie gewarnt.

Urban Assist konzentriert sich dabei auf die Reduzierung der Anzahl der urbanen Unfälle und deren Unfallfolgen. Neben diesem Hauptziel hat Kollisionsvermeidung im Allgemeinen auch noch andere wichtige Aspekte für die Gesellschaft wie Stauvermeidung, Ressourcenschonung und Umweltschutz. Die verbesserte Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer soll durch die Verwendung von kostengünstiger und seriennaher Sensorik sowie von sicherheitsrelevanten Fahrerassistenzsystemen für Kollisionsvermeidung und Unfallschwereminderung erreicht werden.

Wir unterstützen hier im Bereich der Umfeldwahrnehmung.

4.1.5 Projektgruppe „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“

von Markus Maurer

In den Berichtszeitraum fällt auch die Arbeit der Projektgruppe „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“, die die Bundesanstalt für Straßenwesen einberufen hat und die von Anfang 2010 bis Mitte 2011 arbeitete. Teilnehmer der Arbeitsgruppe waren Professor Dr. Clemens Arzt von der HWR in Berlin, Dr. Arne Bartels von der Volkswagen AG, Dr. Lutz Bürkle von der Robert Bosch GmbH, Dr. Jürgen Schwarz von der Daimler AG, Herr Rechtsanwalt Vogt als Verkehrsrechtsexperte aus München, wechselnde Mitarbeiter von BMW, gegen Ende auch wechselnde Mitarbeiter des DLR und ich als unabhängiger technischer Experte. Die Leitung und Moderation der Gruppe lag bei Frau Dr. Christine Lotz und Herrn Rechtsanwalt Tom Gasser, beide von der BAST.

Ziel der Projektgruppe war es zu untersuchen, welche rechtlichen Rahmenbedingungen noch zu klären sind, um autonomes und hochautomatisiertes Fahren aus juristischer Sicht möglich zu machen. Das Konzept der BAST, drei Unteraufträge mit verschiedenen Schwerpunkten zu vergeben und deren Ergebnisse im Plenum der genannten Teilnehmer diskutieren zu lassen, erwies sich als sehr erfolgreich.

Als Unterauftragnehmer für die technischen Fragestellungen entwickelte Volkswagen verschiedene fiktive Funktionsausprägungen. Diese erwiesen sich als sehr wichtig für die Diskussion, dienten sie doch auch dazu, die Begriffe unter den Teilnehmern zu harmonisieren und das Gefühl für das technisch Machbare abzugleichen.

Diese fiktiven Funktionsausprägungen wurden in zwei weiteren Unteraufträgen juristisch bewertet. Rechtsanwalt Vogt untersuchte, wie fiktive Schadensfälle nach dem bestehenden Produkt- und Straßenverkehrshaftungsrecht zu beurteilen wären. Professor Arzt analysierte, ob der aktuelle Rechtsrahmen die Zulassung und den Betrieb von hochautomatisierten und autonomen Fahrzeugen überhaupt zulässt.

Am Rande des 4. Präsenztreffens der Projektgruppe am 21.2.2011 in Braunschweig am IfR konnten sich die Teilnehmer bei einer Fahrt mit „Leonie“ vom aktuellen Stand der Wissenschaft im Bereich der autonomen Fahrzeuge überzeugen.

Das Ziel der Arbeitsgruppe wurde erreicht: Intern liegen bereits klare Empfehlungen für alle diskutierten Rechtsdisziplinen vor. Da die Abschlussberichte aber noch durch die teilnehmenden Firmen ratifiziert werden müssen und noch nicht veröffentlicht sind, bleibt an dieser Stelle nur der Hinweis auf den - hoffentlich bald - veröffentlichten Bericht.

4.2 Fahrzeugsystemtechnik

4.2.1 InDrive

von Karsten Cornelsen

Hybridantriebe sind hochkomplexe Systeme. Ihre Wirksamkeit hängt maßgeblich von der richtigen Auslegung der Komponenten und ihrer sorgfältigen Abstimmung aufeinander ab. Bei der Wahl der Betriebsstrategie müssen die vorgesehene Einsatzart und das Gesamtsystem, bestehend aus Umwelt, Verkehr, Fahrer, Fahrzeug und Antrieb berücksichtigt werden. Ausgelegt werden Antriebssysteme heute offline in einer Gesamtfahrzeugsimulation, die die quantitativen Werte der Fahreigenschaften eines Hybridkonzepts schon in der Entwurfsphase relativ genau vorhersagt. Qualitative Werte und das eigentliche Fahrgefühl werden hingegen unzureichend beschrieben. Sie können bisher erst in einer späteren Phase des Entwicklungsprozesses mit dem Bau fahrfähiger Prototypen vermittelt werden.

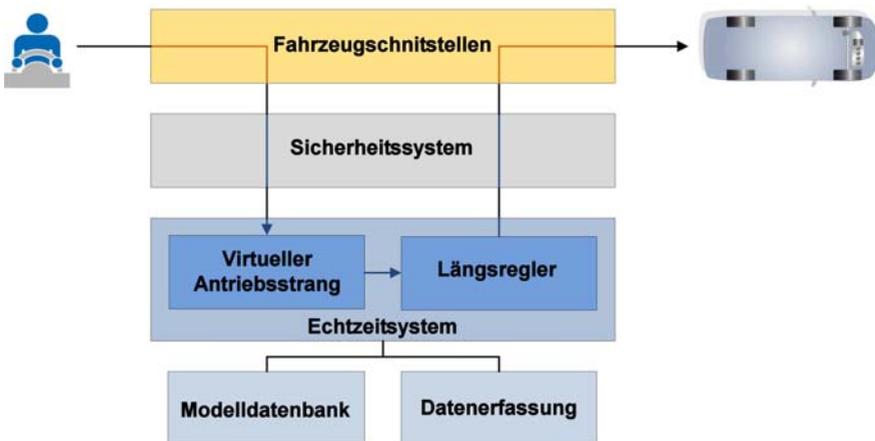


Abbildung 4.5: InDrive Konzept

Das InDrive Projekt schließt die Lücke zwischen Entwurf und Prototypen-Erprobung. Im Rahmen des Projektes wurde ein im realen Straßenverkehr fahrfähiger Simulator entwickelt, der die Längsdynamik eines projektierten Antriebsstrangs unter Nutzung der Modelle aus der Offline-Simulation noch vor dem Bau von Prototypen im wahrsten Sinne des Wortes „erfahrbar“ macht.

Für Entwickler und Kundenakzeptanzuntersuchungen steht damit ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem es möglich wird, neuartige Antriebssysteme schon in der frühen Entwurfs- bzw. Entwicklungsphase zu erproben, zu überprüfen, zu vergleichen, zu bewerten und zu präsentieren. Damit sind präzise Aussagen über die zu erwartende Wirksamkeit des Konzepts in Abhängigkeit von der jeweiligen Einsatzsituation möglich.

Das Projekt wurde vom BMWi über eine Laufzeit von knapp 2 Jahren gefördert. Es wurde zusammen mit den Partnern IAV GmbH, der TU Berlin sowie zwei weiteren Lehrstühlen der TU Braunschweig (IMAB, Prof. Dr. Canders und IfR Prof. Dr. Schumacher) durchgeführt und endete Ende Oktober 2011.

Die Eingaben des Fahrers werden erfasst und über ein Sicherheitssystem einem Echtzeitrechner zugeführt. Dieser berechnet unter Nutzung von vorhandenen Modellen aus der Offline-Simulation die Beschleunigung, Geschwindigkeit, aber auch weitere Daten wie Energieverbräuche oder Abgaswerte und führt diese einem Beschleunigungsregler zu. Dieser steuert den Antrieb des Trägerfahrzeugs an. Im Rahmen des Projektes wurden zwei Trägerfahrzeuge aufgebaut.

Ein Passat CC demonstriert den kostengünstigen Einsatz des Simulationssystems in einem Serienfahrzeug mit Verbrennungsantrieb. Das Simulationssystem greift über wenige Schnittstellen in die Architektur des Trägerfahrzeugs ein und kann mit wenig Aufwand in nahezu beliebige Fahrzeuge mit Automatikgetriebe eingerüstet werden.

Ein T5 mit Elektroantrieb demonstriert den Einsatz des Simulationssystems in einem spezialisierten Trägerfahrzeug mit Elektroantrieb.



Abbildung 4.6: Fahrender Simulator mit Verbrennungsmotor (Passat CC)



Abbildung 4.7: Fahrender Simulator mit Elektroantrieb (T5 mit neuem Antriebsstrang)

Elektromotoren bieten gegenüber Verbrennungsmotoren eine erheblich bessere Regelbarkeit. Das geforderte Moment wird innerhalb weniger Millisekunden aufgebaut und tozeitbedingte Effekte entfallen nahezu vollständig. Zusätzlich besitzen Elektroantriebe eine erheblich größere Dynamik. Diese erlaubt auch die Darstellung von Rucken und Vibrationen. Da für einen Simulationsträger ausreichend motorisierte Serienfahrzeuge mit Elektroantrieb zu Beginn des Projektes noch nicht verfügbar waren, wurde ein normales Serienfahrzeug, ein Volkswagen T5, mit einem Elektroantrieb ausgestattet. Drei Asynchronmotoren a 150 kW Leistung erlauben eine hinreichend starke Beschleunigung des Trägerfahrzeugs, um auch Zielfahrzeuge mit stärkerem Hybridantrieb darstellen zu können.

4.2.2 Mobile

von Peter Bergmiller

Im Projekt MOBILE wird am Institut für Regelungstechnik in Kooperation mit dem Institut für Konstruktionstechnik der TU Braunschweig das in Abb. 4.8 dargestellte vollelektrische und flexible Versuchsfahrzeug aufgebaut. Das Dynamic Design Lab an der Stanford University von Prof. J. Chris Gerdes ist beratend im Projekt tätig. Das Ziel des Projekts ist die Schaffung einer leistungsfähigen Versuchsplattform zur Erprobung elektronischer Fahrzeugsysteme und vollelektrischer Antriebskonzepte am Lehrstuhl in Braunschweig sowie die Ausbildung von Studenten im Bereich Elektromobilität. Dabei bauen die Arbeiten am Versuchsfahrzeug auf den Erfahrungen mit dem Versuchsfahrzeug X1 (Kap. 4.2.4) auf. Gleichzeitig werden zusätzliche Freiheitsgrade insbesondere im Antriebssystem und Innenraum des Fahrzeugs ergänzt.

Das Fahrzeug verfügt an allen vier Rädern über elektrischen Einzelradantrieb und elektrische Einzelradlenkung sowie elektrische Bremsen. Das entsprechende bereits 2009 und 2010 entwickelte Achskonzept mit jeweils zwei Antriebsmotoren der Firma BRUSA (mit jeweils einer Spitzenleistung von 108kW bei 400V) sowie den beiden stehenden bürs-



Abbildung 4.8: Rendering des im Projekt MOBILE aufgebauten Versuchsfahrzeugs

tenlosen Motoren mit Getriebe zur Einzelradlenkung ist in Abb. 4.10 dargestellt. Das elektrische Bremssystem wird von der Firma VE Vienna Engineering zugeliefert und soll bereits Ende des Jahres für erste Testläufe zur Verfügung stehen. 2011 konnten wesentliche Schritte zur Erreichung der Ziele im Projekt MOBILE umgesetzt werden:

- Als Grundlage für das Elektroniksystem im Fahrzeug wurden leistungsfähige Steuergeräte auf Basis von Mikrocontrollern mit bis zu 100 MHz Taktrate entwickelt (Abb. 4.9). Die Module bieten zahlreiche I/O Schnittstellen (CAN, FlexRay, Digital, Analog) und geeignete Schutzbeschaltungen zum Einsatz im automotiven Umfeld. Die Einheiten lassen sich über eine bereits bis 2009 entwickelte und kontinuierlich verbesserte Toolkette graphisch auf Basis von Mathworks SIMULINK-Umgebung programmieren.
- Darüber hinaus konnten die Komponenten des in Abb. 4.10 dargestellten Antriebssystems in ersten Prüfständen aufgebaut und



Abbildung 4.9: Entwickelte Steuergeräte für das Versuchsfahrzeug MOBILE

in Betrieb genommen werden. Dabei wurde insbesondere das Sicherheitskonzept für das Lenk- und Antriebssystem betrachtet.

- Für die Energieversorgung des Antriebsprüfstands wurde eines der beiden für MOBILE geplanten Batteriepacks fertig aufgebaut und in Betrieb genommen. Im Zentrum der Arbeiten standen dabei die Integration des Balancing Systems, die Absicherung des Packs durch ein Notaus-System und Schaltkreise zum Hochfahren des Hochstromnetzes beim Start des Fahrzeugs. Zusätzlich wurde ein erstes Batteriemangement-System zur zellindividuellen Überwachung der Traktionsbatterie in einer Simulation aufgebaut und erprobt.
- Als Ergänzung zu Lenk- und Bremssystem wurde in Zusammenarbeit mit VE Vienna Engineering das Brake-by-Wire System spezifiziert und beauftragt. Zentrale Punkte waren dabei die einfache Ansteuerung der Bremsanlage sowie die Bereitstellung hinreichender Bremsleistung für das Fahrzeug.
- Zur online Absicherung der sicherheitskritischen Fahrfunktionen auf Modulebene wurde ein wahrscheinlichkeitbasierter Ansatz zur Fehlererkennung und -behandlung entwickelt und wissen-

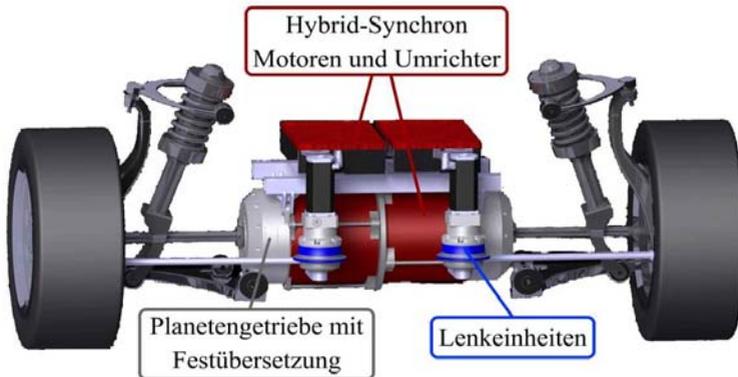


Abbildung 4.10: Achskonzept des Versuchsfahrzeugs MOBILE mit Antriebseinheiten und Lenksystem

schaftlich publiziert. Das System ermöglicht eine deutliche Sicherheitssteigerung im Betrieb des Versuchsfahrzeugs verglichen mit X1. Eine Besonderheit des Ansatzes zielt auf die Berücksichtigung wenig getesteter und vorab unbekannter Entwicklersoftware auf Steuergeräten im Fahrzeug ab. Zusätzlich wurde ein hierarchischer Ansatz zur kontinuierlichen Überwachung der Weiterentwicklung der Sicherheitsfunktionen auf Gesamtfahrzeugebene entwickelt. Darauf basierend liegt zu jedem Zeitpunkt in der Entwicklung eine aktuelle Sicherheitsbewertung des Gesamtfahrzeugs vor und kann als Grundlage für gezielte Verbesserungen oder notwendige Weiterentwicklungen dienen.

- Zur Visualisierung von Fähigkeiten und Eigenschaften des Versuchsfahrzeugs als Charakteristika des aktuellen Systemzustands wurde eine zentrale Informationsbasis geschaffen, die entsprechende Daten an Auswerteeinheiten und Visualisierungseinheiten weitergeben kann. Das System adaptiert sich automatisch an geänderte Konfigurationen des Fahrzeugs und ermöglicht dem Nutzer somit eine unkomplizierte Überwachung der aktuellen

Leistungsfähigkeit des Versuchsträgers. Das System dient als Ergänzung zu dem in Kap. 4.2.4 gezeigten und für den Versuchsträger X1 entwickelten Mensch-Maschine-Interface.

- Unter Federführung des Instituts für Konstruktionstechnik wurde der Fahrzeugrahmen in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Regelungstechnik 2011 vom Konzept zu einem gewichtsoptimierten Stahlrohrrahmen weiterentwickelt. Dabei wurden verschiedene Rahmenstrukturen und Materialien virtuell aufgebaut und hinsichtlich Steifigkeitsanforderungen, Packageanforderungen sowie finanziellen Aspekten bewertet. Die in Abb. 4.8 dargestellte Rahmenstruktur stellt dabei eine erste Vorstufe des Rahmens dar. Die Fertigstellung des Rahmens wird Anfang nächsten Jahres erwartet und stellt damit einen weiteren Meilenstein im Projekt dar.

2011 konnten damit wesentliche Arbeitspunkte im Projekt MOBILE in Richtung Gesamtfahrzeug-Fertigstellung umgesetzt werden. Insbesondere die Unterstützung durch zahlreiche studentische Arbeiten erlaubte dabei das parallelisierte Arbeiten an verschiedenen Aspekten. Darauf aufbauend soll 2012 die Gesamtfahrzeugintegration zu einem fahrfähigen Fahrzeug mit Basisfunktionen aufsetzen.

4.2.3 Miniaturversuchsfahrzeug MAX

von Peter Bergmiller

Das Modellfahrzeug MAX (Abb. 4.11) im Maßstab 1:5 bietet am Institut für Regelungstechnik die Möglichkeit zur frühzeitigen Erprobung elektronischer Fahrzeugsysteme. MAX ist mit einigen Einschränkungen funktional dem im Projekt MOBILE (Kap. 4.2.2) aufgebauten Versuchsfahrzeug nachempfunden. Das Modellfahrzeug verfügt über einen Antrieb pro Achse, eine elektrische Einzelradlenkung für alle vier Räder sowie Sensorik zur Erfassung des fahrdynamischen Eigenzustands. Im Vergleich zum großen Vorbild wurde bei MAX auf ein dediziertes elektromechanisches Bremssystem sowie die Möglichkeit zum Einzel-

radantrieb verzichtet. Im Fahrzeug sind bis zu vier Steuergeräte auf Basis von Mikrocontrollern sowie ein Simulationsrechner verbaut. Dabei kommen die gleichen Mikrocontroller wie im Versuchsfahrzeug des Projekts MOBILE zum Einsatz. Damit ist eine gute Übertragbarkeit der auf Basis von MAX entwickelten Algorithmen gewährleistet.



Abbildung 4.11: Miniaturversuchsfahrzeug MAX

Das Fahrzeug dient als wichtiges Werkzeug bei der Erprobung neuer Software-Algorithmen im Bereich der Drive-by-Wire Funktionen sowie zur Fahrzeugregelung. Mittels des Modellfahrzeugs kann im Rahmen der Entwicklung und Erprobung neuer Algorithmen die Lücke zwischen Simulation und realem Versuchsfahrzeug geschlossen werden. Das Fahrzeug dient als erste Erprobungsplattform für sicherheitskritische Algorithmen. In abgesicherter Umgebung können damit gefahrlos Messfahrten durchgeführt werden, die bei Bedarf gut reproduzierbar sind.

2011 wurde mittels des Versuchsträgers ein Spektrum an Forschungsaufgaben bearbeitet: Einerseits wurden Sicherheitsmechanismen für das Drive-by-Wire System des Versuchsfahrzeugs MOBILE vorentwickelt,

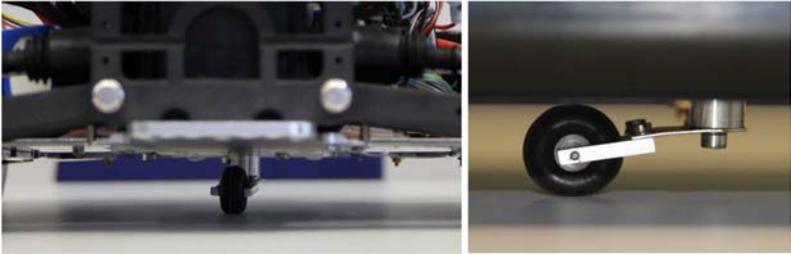


Abbildung 4.12: Schwimmwinkelmessrad am Versuchsfahrzeug MAX

andererseits wurden fahrdynamische Experimente bezüglich der Flexibilitäten des Drive-by-Wire Antriebsstrangs durchgeführt. Als wesentliche wissenschaftliche Beiträge resultierten dabei Algorithmen zur Fehlerkompensation im Antriebsstrang auf Basis funktionaler Redundanz sowie Betrachtungen zur online-Optimierung der Aktorikansteuerung mit dem Ziel der Verschleißreduktion im Versuchsfahrzeug. Hardwareseitig wurde der Versuchsträger 2011 für fahrdynamische Experimente mit dem in Abb. 4.12 dargestellten Nachlaufrad zur Schwimmwinkelmessung ausgerüstet und durch die Endbearbeitung der Fahrzeughülle komplettiert. Durch einen kurzen Hebelarm kann mittels des Rades der Schwimmwinkel nahezu ohne Phasenversatz aus dem gemessenen Nachlaufwinkel berechnet werden. Das Nachlaufrad erlaubt eine gute Plausibilisierung der Schätzwerte der Inertialplattform für den Schwimmwinkel mittels direkter Messungen. Damit steht mit MAX ab 2011 eine erprobte Versuchsplattform zur Verfügung, die als Arbeitsgrundlage für Studenten genauso wie für erste reale Experimente bei Untersuchungen zur Fahrzeugdynamik und zu Drive-by-Wire Systemen herangezogen werden kann.

4.2.4 X1

von Peter Bergmiller

Im Projekt X1 wird am Dynamic Design Lab von Prof. J. Chris Gerdes an der Stanford University ein flexibles Experimentalfahrzeug aufgebaut. Das Institut für Regelungstechnik ist im Bereich der Fahrzeugelektronik seit 2008 am Aufbau beteiligt. Das Fahrzeug ist an der Stanford University stationiert und dient zur Untersuchung elektronischer Fahrzeugsysteme und insbesondere fahrdynamischer Regelalgorithmen. Ein wesentliches Ziel des Projekts, neben den Forschungsfragestellungen, ist der Know-How-Austausch zwischen den beteiligten Lehrstühlen durch gemeinsam bearbeitete Fragestellungen und ein Studentenaustausch-Programm. X1 ist, wie in Abb. 4.13 dargestellt, mechanisch modular aufgebaut und erlaubt den Austausch von Achsmodulen.

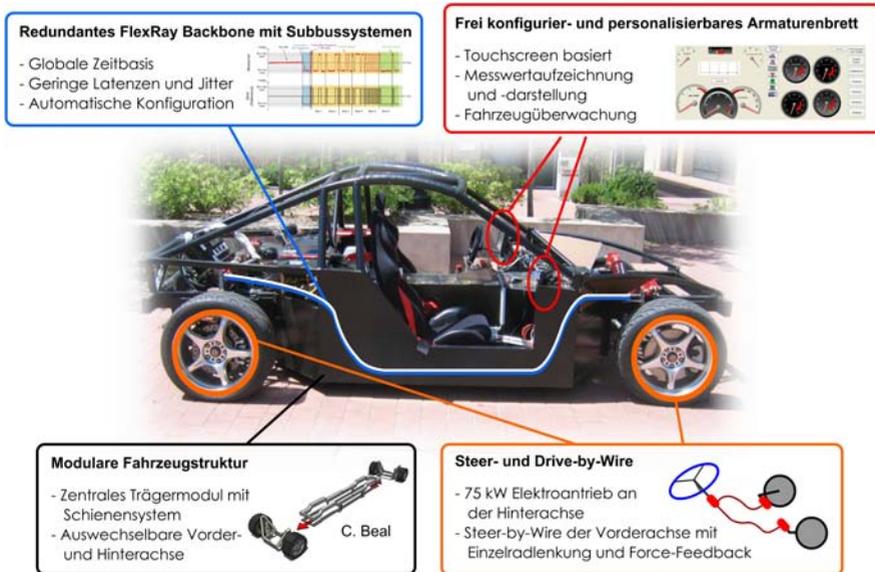


Abbildung 4.13: Modulare Struktur und Vernetzungsschema des Versuchsfahrzeugs X1

Dies ermöglicht flexible fahrdynamische Untersuchungen mit unterschiedlichen Achskonzepten und reduziert notwendige Änderungsmaßnahmen oder Neuaufbauten von Versuchsfahrzeugen durch den gleichbleibenden Mittelteil des Fahrzeugs. Diese Modularität des Fahrzeugs wird auch auf elektronischer Ebene erhalten und stellt in Kombination mit der deterministischen Kommunikation im Fahrzeug sowie der benutzerfreundlichen Bedienung eine Herausforderung für die Forschungsarbeiten dar. Eine zentrale Aufgabe des Instituts für Regelungstechnik im Projekt war daher die bis 2009 im wesentlichen abgeschlossene Gesamtvernetzung des Forschungsfahrzeugs. Darauf aufbauend wurden verschiedene elektronische Komponenten wie ein bis Ende 2009 entwickeltes, frei konfigurierbares Mensch-Maschine-Interface oder ein automotive-taugliches Datenerfassungsmodul (2010) entwickelt und in das Fahrzeug integriert.

2011 wurde das Projekt von Seiten des Instituts für Regelungstechnik im Rahmen eines Austauschprojekts mit Torben Stolte (siehe auch Bericht von Torben Stolte) unterstützt. Torben Stolte wirkte dabei im Rahmen seiner Diplomarbeit am Aufbau eines Force-Feedback-Moduls im Fahrzeug mit. Dabei war der Kernarbeitspunkt die Ansteuerung des Force-Feedback-Aktuators am Lenkrad. In enger Koppelung zur Entwicklung des Moduls in USA wurde am Institut in Braunschweig ein gleichartiges Force-Feedback-Modul für das Versuchsfahrzeug MOBILE entworfen und aufgebaut. Abb. 4.13 zeigt den Ausrüstungsstand von X1 mit wesentlichen, bis Ende 2011 realisierten Komponenten.

4.2.5 Referenzsensorik

von Mohamed Brahmi

Mit dem Ziel, den Komfort und die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen, werden Fahrerassistenzsysteme (FAS) entwickelt und erprobt. Die Güte solcher Systeme hängt sehr stark von den eingesetzten Sensoren und somit der Umfeldwahrnehmung ab. Um die Qualität der Umfeldwahrnehmung zu bewerten, sind Referenzsysteme erforderlich,

die Fahrsituationen mit höherer Genauigkeit als die eigentliche FAS-Sensorik erfassen können. Ziel dieses Projekts ist die systematische Herleitung der Anforderungen an so ein Referenzsystem und die Entwicklung von Metrik-basierten Bewertungsmethoden der in FAS eingesetzten Sensoren und Wahrnehmungsalgorithmen. Diese erarbeitete Methoden werden bei der Bewertung ausgewählter Sensoren und Wahrnehmungsalgorithmen prototypisch umgesetzt.

Die DFG hat in diesem Jahr einen Prüfstand für unser Institut bewilligt, der uns die Möglichkeit eröffnen wird, viele relevante Mess- und Zustandsgrößen zu referenzieren, die mit maschineller Wahrnehmung ermittelt werden (siehe auch Abschnitt 5.12).

4.2.6 Stabilisierung von Gelenkbussen

von Benjamin Bieber

Im öffentlichen Personennahverkehr werden Gelenkbusse bei großem Passagieraufkommen eingesetzt. Neben deren Verwendung im innerstädtischen Verkehr wird der Einsatz der Gelenkbusse zunehmend auf Strecken in die vorstädtischen Gemeinden ausgedehnt. Am weitesten verbreitet ist die Bauform mit einem gelenkten zweiachsigen Vorderwagen und einem angetriebenen ein- oder zweiachsigen Hinterwagen. Zur Stabilisierung des Gesamtfahrzeuges bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und zum Schutz des Gelenkes vor extremen Knickwinkeln bei niedriger Geschwindigkeit wird eine elektrohydraulische Dämpfung verwendet.

Ein Ziel dieses Promotionsvorhabens besteht darin zu analysieren, ob die Funktion der Gelenkdämpfung das Stabilisierungspotential einer über Bremsengriffe realisierten ESP-Funktion besitzt. Dazu wird eine Stabilitätsdefinition für einen Gelenkbus erarbeitet, mit der Stabilisierungskonzepte beurteilt werden können. Gegenübergestellt wird das Stabilisierungspotential einer ESP-Umsetzung über den Aktorikpfad Radbremse mit dem der Gelenkdämpfung. Dazu wird das Fahrverhalten eines Gelenkbusses in ESP-relevanten Manövern an Hand der Stabilitätsdefinition beurteilt.

Die Entwicklung der Fahrstabilitätsregler erfolgt für ein Gesamtfahrzeug-Mehrkörpersimulationsmodell eines Gelenkbusses, welches die fahrdynamischen Zustandsgrößen generiert. Die Abbildungsgenauigkeit des Simulationsmodells wurde mit Messwerten aus Fahrversuchen validiert. Der Steuergerätecode für die Gelenkdämpfung des Serienfahrzeuges wurde in die Simulationsumgebung eingebunden, um das Fahrverhalten des Gelenkbusses zu untersuchen.

In einer ersten Instanz wurde das Fahrverhalten des Busses mit aktiver Gelenkdämpfung mit jenem der inaktiven Gelenkdämpfung in ESP-relevanten Manövern für verschiedene Beladungskonfigurationen untersucht. Die Dämpfung bewirkt eine deutliche Abnahme der Gierwilligkeit, was sich in einem verzögerten Aufbau der Gierrate des Vorderwagens widerspiegelt. Durch die Bedämpfung der Gierrate des Hinterwagens nimmt die Fahrstabilität zu, wodurch Instabilitäten analog zu dem bei PKWs bekannten Schleudern nicht auftreten können. Die Fahrzeugreaktionen weisen einen deutlichen Zusammenhang mit der Beladungskonfiguration des Gelenkbusses auf, wobei die Hinterachse des Vorderwagens die Kurvengrenzbeschleunigung bestimmt.

Aus den Ergebnissen dieser Voruntersuchungen werden die zentralen Anforderungen an eine Gelenkdämpfung im Sinne einer ESP-Funktion abgeleitet. Die Gierwilligkeit des Fahrzeuges ist im Hinblick auf dessen Fahrbarkeit zu gewährleisten, wobei ein Sicherheitsabstand zur Fahrstabilitätsgrenze einzuhalten ist. Eine fahrzustandsabhängige Regelung des Dämpfungsmomentes im Knickgelenk erlaubt dies und stellt daher den zentralen Ansatzpunkt für das weitere Vorgehen dar.

4.2.7 Vehicle in the Loop

von Fabian Schuldt und Simon Ulbrich

Zusätzlich zu dem Referenzsensorik-Prüfstand (siehe 4.2.5) wurde von der DFG noch ein weiterer Vehicle-in-the-Loop (VIL) Prüfstand für unser Institut genehmigt (siehe Abschnitt 5.12).

Die Grundidee des VILs ist es, eine möglichst realistische Testumgebung für fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme zur Verfügung zu stellen. Dabei soll mittels des VILs ein weites Spektrum von Fahrerassistenzsystemen einschließlich sicherheitskritischer Systeme (z.B. automatische Notbremse, automatisches Ausweichen) mit geringem Aufwand erprobt werden können. Wie in Abbildung 4.14 dargestellt, vereint das VIL hierzu die Vorteile von Simulatoren einerseits und realen Testfahrzeugen andererseits.

Dies wird realisiert, indem der Fahrer in einem realen Fahrzeug auf einem Testgelände durch virtuellen Verkehr oder sogar durch eine komplett virtuelle Umgebung fährt. Dem Fahrer werden die virtuellen Komponenten durch ein semitransparentes Head-Mounted-Display (HMD) in das Blickfeld eingeblendet. Entsprechend ausführlicher Voruntersuchungen reagieren die Fahrer in vielen Situationen auf den virtuellen Verkehr wie auf reale Hindernisse. Dieser Aspekt der natürlichen Reaktion des Fahrers ist für die Evaluierung von Fahrerassistenzsystemen essentiell, da die Systemakzeptanz durch den Fahrer sowie dessen realistische Reaktionen auf einen Systemeingriff wichtige Informationen für die Auslegung des technischen Systems liefern.

In der VIL-Simulation lassen sich definiert komplexe Szenarien mit realer Fahrdynamik und hohem Verkehrsaufkommen reproduzierbar durchfahren. Im realen Verkehr wären diese Situationen in der Umgebung Braunschweig z.T. schwierig oder nur mit sehr hohem Aufwand nachstellbar und die frühzeitige Erprobung des Assistenzsystems aufgrund des aktiven Eingriffs in Bremse und Gas mit sehr hohem Risiko verbunden. Zusätzlich werden mit dem Großgerät die Reaktionen des Fahrers auf die Eingriffe des Assistenzsystems untersucht. Nur so kann ein optimal auf den Fahrer abgestimmtes und transparentes System entwickelt werden, das für den Fahrer bedien- und kontrollierbar bleibt. Fahrsimulatoren könnten an dieser Stelle alternativ verwendet werden, insbesondere bei der Modellierung von komplexen Fahrscenarien zeigen sich aber selbst bei dynamischen Fahrsimulatoren deutliche Einschränkungen in der Realitätsnähe.

Simulatoren

Vorteile:

- Wiederholbarkeit
- Sicherheit
- Ressourcenerhaltend



Anwendungsgebiete:

- Ergonomieaspekte von Fahrer-assistenzsystemen
- Untersuchungen zum Fahrverhalten

Testfahrzeuge

Vorteile:

- Reale Fahrdynamik
- Reale Umgebung
- Keine "Simulatorkrankheit"



Anwendungsgebiete:

- Funktionserprobungen
- Demonstration von neuen Funktionalitäten

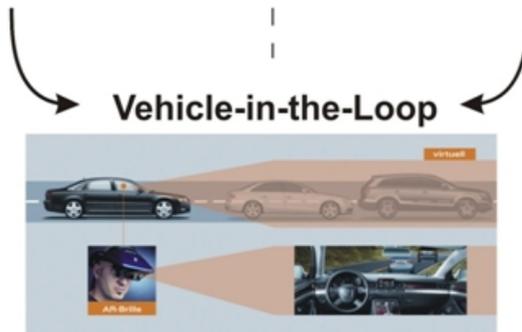


Abbildung 4.14: Grundidee von Vehicle-in-the-Loop. Quelle: Bock 2008

Das VIL soll in einem eigenen Projekt gekoppelt an das Projekt Stadtpilot in Zusammenarbeit der Institute IfR und IKI eingesetzt werden. Ziel des Vorhabens ist es, innovative adaptive Assistenzfunktionen für den städtischen Bereich mit Hilfe des Prüfstands zu entwickeln. Zahlreiche Assistenzfunktionen können dabei aus den im Stadtpilot entwickelten Algorithmen zum autonomen Fahren abgeleitet werden. Technisch kann so auf einen breiten Pool an bereits vorentwickelten Funktionalitäten und umfassendes Know-How zurückgegriffen werden. Im Projekt soll darauf basierend jeweils eine geeignete Adaption der vorhandenen Funktionen zusammen mit neu entwickelten Bausteinen in innovative Fahrerassistenzsysteme umgesetzt werden. Im Zentrum der Forschungen mit dem Prüfstand stehen dabei die technische Validierung und die Fahrer-Akzeptanzuntersuchungen der neuen Assistenzfunktionen.

4.2.8 Erweiterung der SIL-Fähigkeiten der WABCO EBS-Software

von Horea Cernat

Simulationen sind heutzutage aus den Entwicklungsprozessen der Automobilindustrie nicht mehr wegzudenken. Besonders bei der Homologation von Nutzfahrzeugen gewinnen sie aufgrund der enormen Versionsvielfalt und des zunehmenden Kostendrucks immer mehr an Bedeutung. Darüber hinaus ermöglicht die Simulation zum Beispiel bei Fahrerassistenzsystemen, die in sicherheitskritischen Verkehrsszenarien eingreifen, ein sinnvolles Testen und Entwickeln solcher Applikationen. Vorteile der Simulation sind dabei unter anderem die Reproduzierbarkeit und die Automation der Testversuche. Die Herausforderung bei der Nutzung von Simulation ist, die Realität in Bezug auf die zu entwickelnden Applikationen hinreichend genau abzubilden. Folglich ist es wichtig, die Grenzen der Simulation zu kennen.

Zusammen mit der Firma WABCO wurde ein Antiblockiersystem unter Einsatz der Simpack-Simulationsumgebung modelliert. Dabei wurde unter anderem das physikalische Verhalten der Ventile beim Druckaufbau bzw. -abbau berücksichtigt, da es für die betrachtete

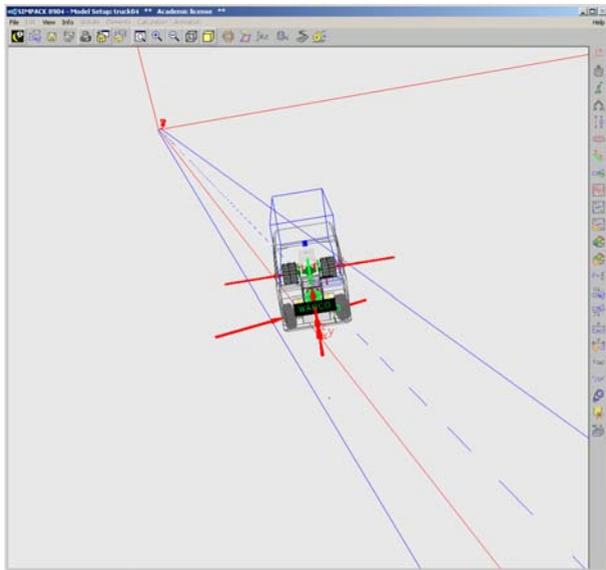


Abbildung 4.15: Simulation WABCO LKW (Screenshot: SIMPACK)

ABS-Applikation von Bedeutung ist. Anschließend wurden Tests unter unterschiedlichen, realitätsnahen Bedingungen durchgeführt, um die Simulation durch Expertenwissen und reale Fahrversuche validieren zu können.

Um eine Automatisierung der Testversuche zu realisieren, wurde ein Skript geschrieben. Mit diesem Skript können über externe Dateien, die eine Reihe von Strecken- und Modellparametern enthalten, automatisiert Simulationen durchlaufen werden. Auf diese Weise kann ein ganzer Testkatalog in Abhängigkeit sowohl unterschiedlicher Teststrecken als auch zum Beispiel modifizierter Regelparameter erzeugt werden.

5 Ereignisse

5.1 Presseevent „Stadtpilot“

von Bernd Lichte

Am 8. Oktober 2010 fand im Rahmen einer von der Pressestelle der TU Braunschweig organisierten Presseveranstaltung eine Weltpremiere statt: Erstmals fährt ein Fahrzeug autonom im alltäglichen Stadtverkehr. Bei Geschwindigkeiten bis 60 km/h kann das Forschungsfahrzeug „Leonie“ auf der zweispurigen Fahrbahn des Braunschweiger Stadtrings die Spur halten, Hindernisse beachten sowie Abstände und Geschwindigkeiten dem fließenden Verkehr anpassen. Ein Sicherheitsfahrer, der notfalls eingreifen kann, ist dabei vorgeschrieben. Ein weiterer Bediener gab seinerzeit noch die Ampelphasen ein, die noch nicht von „Leonie“ erkannt wurden. Die Fahrstrecke führte über einen Teil des Braunschweiger Stadtrings von der Hans-Sommer-Straße bis zur Kreuzung Mühlenpfordtstraße und zurück.

Das Forschungsprojekt „Stadtpilot“ war derzeit weltweit das erste Forschungsprojekt, das automatisches Fahren im realen Stadtverkehr öffentlich demonstrierte. Das Land Niedersachsen hatte kurz vor dem Termin die Ausnahmegenehmigung für die Fahrten im realen Stadtverkehr auf dem Braunschweiger Stadtring erteilt. Sie basiert auf einem Gutachten des TÜV Nord Mobilität. Bereits seit Anfang des Jahres führte das „Stadtpilot“-Projektteam Fahrversuche auf dem Gelände der ehemaligen Heinrich-der-Löwe-Kaserne in Braunschweig-Rautheim durch.

Das Projekt wurde größtenteils am MobileLifeCampus, dem Wolfsburger Standort des Niedersächsischen Forschungszentrums Fahrzeugtech-



Abbildung 5.1: Das Stadtpiloten-Team mit dem Forschungsfahrzeug „Leonie“ vor dem Altgebäude der TU Braunschweig (Quelle: TU Braunschweig); von links: Sven Böhme, Bernd Lichte, Karsten Cornelsen, Tobias Nothdurft (Institut für Flugführung), Andreas Reschka (hockend, Universität Hildesheim), Jörn Marten Wille, Falko Saust, Markus Maurer, Richard Matthaei, Sebastian Ohl (hockend)

nik (NFF), entwickelt. Experten aus Regelungstechnik (Elektrotechnik) und Luft- und Raumfahrttechnik (Maschinenbau) der TU Braunschweig sind am Projekt beteiligt, ebenso wie das Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Universität Hildesheim. Für das NFF, das zum Ziel die Erforschung neuer Konzepte für eine nachhaltige automobilen Mobilität hat, stellt das „Stadtpilot“-Projekt ein zentrales Forschungsvorhaben dar, für das am Standort Wolfsburg ein eigenes Projekthaus aufgebaut wurde. Das Projekt wird derzeit ausschließlich aus Institutsmitteln der Technischen Universität Braunschweig finanziert.



Abbildung 5.2: „Leonie“ auf dem Braunschweiger Stadtring (Quelle: TU Braunschweig)

Die Veranstaltung selbst sorgte für eine für die TU Braunschweig unerwartete, enorme Resonanz in der regionalen und überregionalen Presse, die sogar zu Presseauftritten „Leonies“ in den Heute-Nachrichten beim ZDF und in der Tagesschau bei der ARD führte (siehe Abschnitt 7). Zufällig oder nicht erschien zwei Tage später, am 10. Oktober 2010, in

der New York Times, dass Google Inc. mit insgesamt 7 Testfahrzeugen bereits 1.000 Meilen im öffentlichen Straßenverkehr ohne jeglichen menschlichen Eingriff und über 140.000 Meilen mit gelegentlichen Fahrereingriffen zurückgelegt habe.

5.2 Weihnachtsfeier

von Horea Cernat

Ende Oktober gingen die Vorbereitungen für die Weihnachtsfeier schon los. Abstimmungen, an welchem Tag sie stattfinden soll oder zu welchen Aktivitäten man bereit wäre, wurden durchgeführt. Der langwierige, demokratische Prozess hat die Vorfreude ein wenig geschmälert, aber man möchte ja möglichst ein Mitspracherecht haben. Die Mehrheit entschied, am 6. Dezember einen möglichst netten Abend im Bogenschießcenter Wolfenbüttel zu verbringen. Um Verletzungen zu vermeiden, gab es zu Beginn eine kurze Einführung, wie man mit Pfeil und Bogen umzugehen hat. Danach ging es sofort los und man durfte etliche Zielscheiben durchlöchern oder Luftballons zum Zerplatzen bringen. Später konnte man sich auch in komplexeren Aufgaben messen, was allen Teilnehmern sichtlich viel Spaß bereitet hat. Bewegte Ziele verlangten den Schützen eine gute zeitliche Koordinierung ab, andere Ziele konnten hingegen nur gemeinsam „zerstört“ werden. Neben dem Bogenschießen gab es ein leckeres Buffet und natürlich reichlich Getränke, um den Durst nach der sportlichen Betätigung zu löschen. Trotz der winterlichen Verhältnisse war aber Glühwein nicht dabei. Insgesamt war es ein sehr angenehmer Abend, an dem man mit den Kollegen etwas Zeit verbracht hat und sich ein wenig näher gekommen ist.

5.3 Professor Hesselbach am Institut

von Markus Maurer

Ein besonderer Höhepunkt des akademischen Jahres war der Besuch von Professor Hesselbach mit dem gesamten Präsidium in unserem

Institut. Der Präsident dankte dem Stadtpilotenteam, bestehend aus Mitarbeitern des Instituts für Regelungstechnik, des Instituts für Flugführung, der Universität Hildesheim und des DLRs, für die herausragenden Forschungserfolge des Teams und die professionelle öffentliche Präsentation. Sein besonderer Dank galt der Pressestelle unter Leitung von Frau Hoffmann für den herausragenden Erfolg. Er drückte sein Bedauern aus, dass er aufgrund seines Urlaubs persönlich nicht bei der Fahrdemonstration dabei sein konnte und diesen kommunikativen Höhepunkt nicht selbst erleben konnte.

5.4 Carolo Cup 2011

von Richard Matthaei

Der seit 2008 jährlich stattfindende Hochschulwettbewerb Carolo-Cup bietet Studententeams die Möglichkeit, sich mit der Entwicklung und Umsetzung von autonomen Modellfahrzeugen auseinander zu setzen. Die Herausforderung liegt in der Realisierung einer bestmöglichen Fahrzeugführung in unterschiedlichen Szenarien, die sich aus den Anforderungen eines realistischen Umfelds ergeben. Der Wettbewerb selbst ermöglicht es den Studierenden, das eigene Können vor einer Jury aus Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft zu präsentieren und sich mit anderen Hochschulteams zu messen.

Die Studententeams werden von einem fiktiven Fahrzeughersteller beauftragt, anhand eines Modellfahrzeugs im Maßstab 1:10 ein möglichst kostengünstiges und energieeffizientes Gesamtkonzept eines autonomen Fahrzeuges zu entwickeln, herzustellen und zu demonstrieren. Beim Wettbewerb müssen bestimmte Fahraufgaben (Einparken, Langstrecke ohne und mit Hindernissen, Kreuzungssituationen und Markierungsausfällen) möglichst schnell und fehlerfrei bewältigt und das erarbeitete Konzept in Präsentationen erläutert werden.

Den diesjährigen Hochschulkonstruktionswettbewerb Carolo-Cup der Technischen Universität Braunschweig hat das autonome Modellfahrzeug „Spatz 2“ des Teams Spatzenhirn der Universität Ulm souverän



Abbildung 5.3: Gruppenfoto aller Teilnehmer nach dem Wettbewerb im Februar 2011.

gewonnen. Bei den im Februar 2011 ausgetragenen dynamischen Disziplinen überzeugte „Spatz 2“: Bereits die erste Aufgabe, das Fahren im Rundkurs ohne Hindernisse, konnte „Spatz 2“ für sich entscheiden. Das Ulmer Modellfahrzeug im Maßstab 1:10 hielt hervorragend die Spur und legte insgesamt 397 Meter in drei Minuten mit nur einem einzigen Fehler zurück.

Beim Einparken hatte das Team S.A.D.I. der Westsächsischen Hochschule Zwickau die Nase vorn, das in der Gesamtwertung den dritten Platz belegte. Die abschließende Königsdisziplin, den Hindernisparcours, hat das Team Spatzenhirn wieder mit großem Vorsprung vor dem Team GalaXis der RWTH Aachen gewonnen. Außerdem erhielten die Ulmer auch für ihr kostengünstiges und energieeffizientes Gesamtkonzept die beste Wertung. Der Titelverteidiger, das Team GalaXis der RWTH Aachen, belegte in der Gesamtwertung mit ihrem silbernen Orion-Flitzer den zweiten Platz vor dem Team S.A.D.I. der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Das Preisgeld beträgt insgesamt 10.000

Euro. Das Sieger-Team aus Ulm erhielt dieses Jahr 5.000 Euro. Die Zweit- und Drittplatzierten jeweils 3.000 bzw. 2.000 Euro.



Abbildung 5.4: Das Team „Carolinnen“ der TU Braunschweig: v. l. Dennis Bondarenko, Till Menzel, Lars Kählke, Johanna Matthaei

Neu beim Carolo-Cup 2012 wird der erstmalig stattfindende Junior-Cup sein. Dieser Wettbewerbsteil richtet sich gezielt an Einsteiger-Teams, für die so die Hürde für eine erfolgreiche Teilnahme an dem Wettbewerb gesenkt werden soll. Im Regelwerk des Junior-Cups wurden dazu die Anforderungen reduziert, um die Entwicklung eines eigenen Fahrzeugs in kürzerer Zeit möglich zu machen. Während im regulären Wettkampf in den dynamischen Disziplinen neben dem Einparken auch Zeitfahrten auf einer Strecke mit Kreuzungen und Linienunterbrechungen und anschließend zusätzlich mit stehenden und bewegten Hindernissen zu absolvieren sind, müssen beim Junior Cup lediglich eine Einparkaufgabe und eine Zeitfahrt auf einem Kurs ohne Linienunterbrechungen und ohne Hindernisse bewältigt werden. Der Junior-Cup findet allerdings nur statt, wenn sich mindestens drei neue Teams anmelden.

Der Wettbewerb 2012 wird am 6. und 7.2.2012 im Haus der Wissenschaft der TU Braunschweig ausgetragen. Nähere Information zu Regeln und Anmeldevoraussetzungen bzw. -verfahren sind unter www.carolo-cup.de verfügbar.

5.5 Hybrid-Symposium

von Karsten Cornelsen

Im Rahmen des achten Symposiums für Hybrid- und Elektrofahrzeuge in der Stadthalle Braunschweig wurde das Projekt InDrive erstmalig offiziell präsentiert. Nach einem Vortrag, der von einem Mitarbeiter des Projektpartners IAV GmbH gehalten wurde, konnte der zu diesem Zeitpunkt einsatzbereite Passat CC von interessierten Besuchern im Rahmen des traditionellen Fahrevents am Abend auf dem Gelände der IAV Probe gefahren werden. Dabei wurde ein Modell eines Hybridfahrzeugs mit einem automatischen Schaltgetriebe eingesetzt. Besonders interessant war die Funktion der Unterdrückung des typischen Schalt-rucks des ASG durch den Elektroantrieb des Fahrzeugs. Bis kurz vor Beginn der Präsentation wurde am Längsregler und der Visualisierung des Passats optimiert. Trotzdem ist alles rechtzeitig fertig geworden und die Präsentation verlief sehr erfolgreich.

5.6 Workshop FAS2011 in Walting

von Markus Maurer

Bereits zum 7. Mal fand der Workshop FAS200X vom 30.3.2011 bis zum 1.4.2011 statt, in diesem Jahr wieder am Gründungsort Walting. Dieser Workshop war von Christoph Stiller und mir im Jahr 2002 initiiert worden, um ausgewählten Experten im Bereich der Forschung und Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen ein Austauschforum zu bieten. Von Anfang an setzte diese Workshopreihe auf Qualität der Beiträge und einen überschaubaren Workshoprahmen. Entsprechend wurde

auch der Tagungsort ausgewählt: Das Konferenzhotel in Walting kann nicht mehr als 65 Teilnehmer beherbergen.

Der thematische Schwerpunkt im traditionellen Diskussionsteil des Workshops lag dieses Jahr auf der individuellen Fahrerassistenz und den besonderen Assistenzbedarfen einzelner Gruppen.

Organisatorisch gab es zahlreiche Neuerungen. So fand der Workshop in diesem Jahr erstmalig unter der Schirmherrschaft des Uni-DAS e.V. statt - einem Verein zur Förderung der Erforschung von Fahrerassistenzsystemen an Universitäten, dessen Mitglieder sich vor allem bei früheren FAS200X Tagungen kennen und schätzen gelernt hatten.

Erstmalig wurden auch zwei Preise vergeben: Mit dem Wissenschaftspreis von Uni-DAS wurde Mirko Mählich für seine Dissertation ausgezeichnet, die er an der Universität Ulm im Team von Klaus Dietmayer angefertigt hatte. Hans-Georg Metzler wurde für sein Lebenswerk mit dem ADAS Award geehrt. Er hatte über mehrere Jahrzehnte maßgeblich die Innovationen der Daimler AG im Bereich Fahrerassistenzsysteme und Fahrdynamikregelungen verantwortet und damit den Grundstein gelegt für den hervorragenden Stand dieses Unternehmens in diesen Bereichen.

Den reibungslosen Ablauf der Tagung verdanken wir wieder maßgeblich Frau Dr. Veronika Krapf, die den Workshop in bewährter Manier wieder bis ins Detail durchorganisiert hatte. Veronika, ganz herzlichen Dank!

5.7 Neues aus Uni-DAS

von Markus Maurer

Nach dem Workshop FAS2011 in Walting wurde ich zum Sprecher von Uni-DAS, Klaus Dietmayer zum stellvertretenden Sprecher gewählt. Weitere Mitglieder sind Berthold Färber, Christoph Stiller und Hermann Winner. Außerdem freuen wir uns, dass Klaus Bengler vom Lehrstuhl für Ergonomie von der TU München diesen Verein verstärkt.

Im Schwerpunkt der aktuellen Vereinsarbeit steht die Förderung der individuellen Assistenz. Noch stehen die Aktivitäten unter Geheimhaltungsvereinbarungen. Wir hoffen, dass wir im nächsten Jahr detaillierter darüber berichten können.

5.8 Leonie auf der Hannover Messe

von Bernd Lichte

Auf der Hannover Messe, der größten Industriemesse der Welt, wurde im Frühjahr 2011 das Forschungsfahrzeug „Leonie“ aus dem Projekt Stadtpilot auf dem Stand des Niedersächsischen Forschungszentrums Fahrzeugtechnik (NFF) präsentiert.



Abbildung 5.5: Forschungsfahrzeug „Leonie“ auf der Hannover Messe 2011 (Quelle: NFF-Pressestelle)

Leonie ist derzeit wohl eines der bekanntesten Fahrzeuge der Region und über die Region hinaus, nachdem es bereits im Oktober 2010 auf einem Teil des Braunschweiger Stadtrings seine Fähigkeit demonstrierte,

automatisch und ohne Fahrer eine vorgegebene Strecke im regulären Verkehr zu fahren. Leonie wurde im Rahmen des Forschungsprojekts Stadtpilot unter der Federführung des Instituts für Regelungstechnik unter der Leitung von Professor Maurer gemeinsam mit dem Institut für Flugführung der TU Braunschweig und dem DLR am Wolfsburger Standort des NFF entwickelt.

Ein Höhepunkt der diesjährigen Hannover Messe war dabei der Besuch der Ministerin für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen, Professorin Dr. Johanna Wanka. Im Rahmen ihres Rundgangs über die Hannover Messe nutzte die Ministerin die Gelegenheit in Leonie Platz zu nehmen und sich von Professor Maurer die Technik erklären sowie einen Ausblick auf Weiterentwicklungen und neue Forschungsansätze geben zu lassen.



Abbildung 5.6: Ministerin Wanka und Prof. Maurer mit „Leonie“ (Quelle: NFF-Pressestelle)

5.9 Abschlussdemonstration Intersafe

von Richard Matthaei und Helgo Dyckmanns

Viele der Unfallschwerpunkte auf unseren Straßen sind bereits entschärft worden. Dennoch sind Kreuzungen nach wie vor als solche anzusehen. Abhängig von Land und Region passieren bis zu 60% aller Unfälle mit Personenschaden und bis zu einem Drittel der tödlichen Unfälle an Kreuzungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Kreuzungssituationen zu den komplexesten Situationen im Straßenverkehr zählen, da viele unterschiedliche Verkehrsteilnehmer in diesen begrenzten Bereichen auftreten.

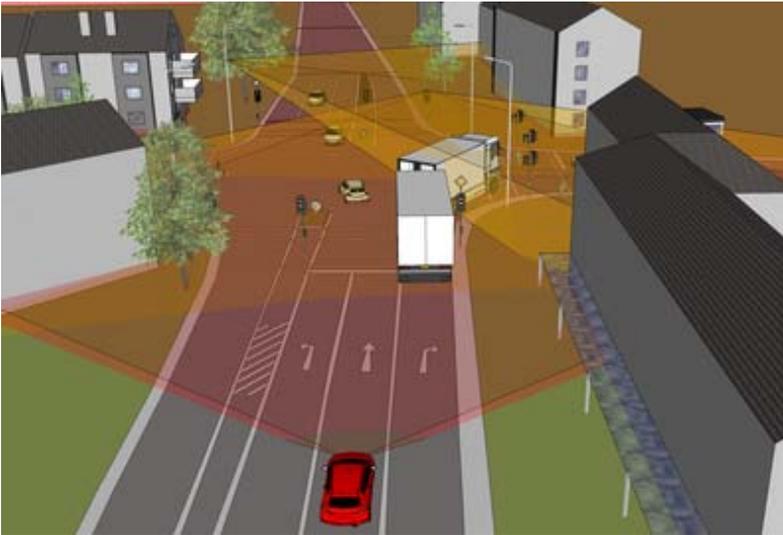


Abbildung 5.7: Typische Kreuzungsszene

INTERSAFE-2¹ hat sich zum Ziel gesetzt, ein kooperatives Kreuzungssistenzsystem (CISS - Cooperative Intersection Safety System) zu entwickeln und in Betrieb zu nehmen, um die Anzahl der Unfälle signifikant

¹Details unter: <http://www.intersafe-2.eu/>

zu reduzieren. Das neue CISS kombiniert warnende und eingreifende Systeme, die in drei Versuchsfahrzeugen demonstriert wurden. Die Sensordatenfusion basiert auf seriennaher und zukünftiger Onboard-Sensorik für Objektdetektion sowie relativer Lokalisierung in Kombination mit Standard-Navigationskarten.

Die Abschlusspräsentation fand am 17./18.05.2011 in Wolfsburg statt. In diesem Projekt unterstützen wir im Bereich der Umfeldwahrnehmung.

5.10 Die Maus dreht mit Leonie

von Bernd Lichte

Die Anfrage, ob „Leonie“, unser Forschungsfahrzeug im Projekt Stadtpilot, für die Sendung mit der Maus zur Verfügung stehen würde, war für viele Mitarbeiter am Institut das persönliche Highlight des Jahres. Die Sendung mit der Maus ist eine Kindersendung der ARD. Bereits seit 1971 existiert die Sendung und wird heute fast jeden Sonntag um 11:30 Uhr von der ARD und vom KI.KA (Kinder-Kanal) ausgestrahlt. Die Sendung wurde seitdem vielfach ausgezeichnet, unter anderem erhielt sie bereits 1973 den Goldenen Bambi, 1988 den Adolf-Grimme-Preis in Gold oder 1997 die Goldene Kamera. Von der akribischen Arbeit des Filmteams konnten wir uns während der Drehaufnahmen selbst überzeugen und waren begeistert von der Konzeption, der Detailgenauigkeit und der Professionalität des Filmteams.

Mit Herrn Johannes Büchs, Mitarbeiter beim NDR, und dem Kameramann Matthias Wegmann wurden zunächst zwei Drehtage im Juni vereinbart. Gedreht wurde dann letztendlich an insgesamt drei Tagen. Am 9. Juni fand nach einer kurzen Vorbesprechung der erste Drehtag auf unserem Testgelände, der ehemaligen Heinrich-der-Löwe-Kaserne in Braunschweig-Rautheim, statt. In Abbildung 5.8 sind einige Impressionen vom Drehtag auf dem Testgelände festgehalten. Unter anderem wurde Leonie mit einem Gymnastikball „herausgefordert“, und Herr Büchs betätigte sich als nimmermüder „roter Blitz“, um das Prinzip der Laserlaufzeitmessung zu veranschaulichen.



Abbildung 5.8: Impressionen vom Drehtag auf dem Testgelände (Quelle: Matthias Wegmann Filmproduktion)

Am 10. Juni wurden dann im realen Verkehr auf dem Braunschweiger Stadtring autonome Fahrten mit unserem Forschungsfahrzeug „Leonie“ gefilmt (siehe Abbildung 5.9).

Ein Nachdrehtermin wurde dann für den 26. Oktober in der Werkstatt des NFF am Mobile Life Campus in Wolfsburg vereinbart. An diesem Tag wurden einige spezielle Detailaufnahmen gedreht. Mit einer Nebelmaschine und einer Infrarotkamera wurde zusätzlich der Versuch unternommen, ähnlich wie bei einer Lasershow im sichtbaren Laserlicht auch den Strahlengang bei unserer im Forschungsfahrzeug verwendeten Lasersensorik im nicht sichtbaren Bereich zu visualisieren. Dieser Versuch hatte nicht den erwarteten Erfolg.

Ein besonderer Dank geht an dieser Stelle an das NFF, besonders an Frau Pape und Herrn Labenski, die durch Ihre hartnäckigen Bemühungen der Volkswagen AG eine Drehgenehmigung am Standort Mobile Life Campus für die Sendung mit der Maus abringen konnten.

Gerne wiederholen wir solch einen Drehtermin, freuen uns auf die hoffentlich baldige Ausstrahlung und bedanken uns ganz herzlich bei Herrn Büchs und Herrn Wegmann, dass wir diese Erfahrung machen durften. Abschließend ein Foto vom 10. Juni, das vom Team während der Drehaufnahmen auf dem Stadtring gemacht wurde (siehe Abbildung 5.10).

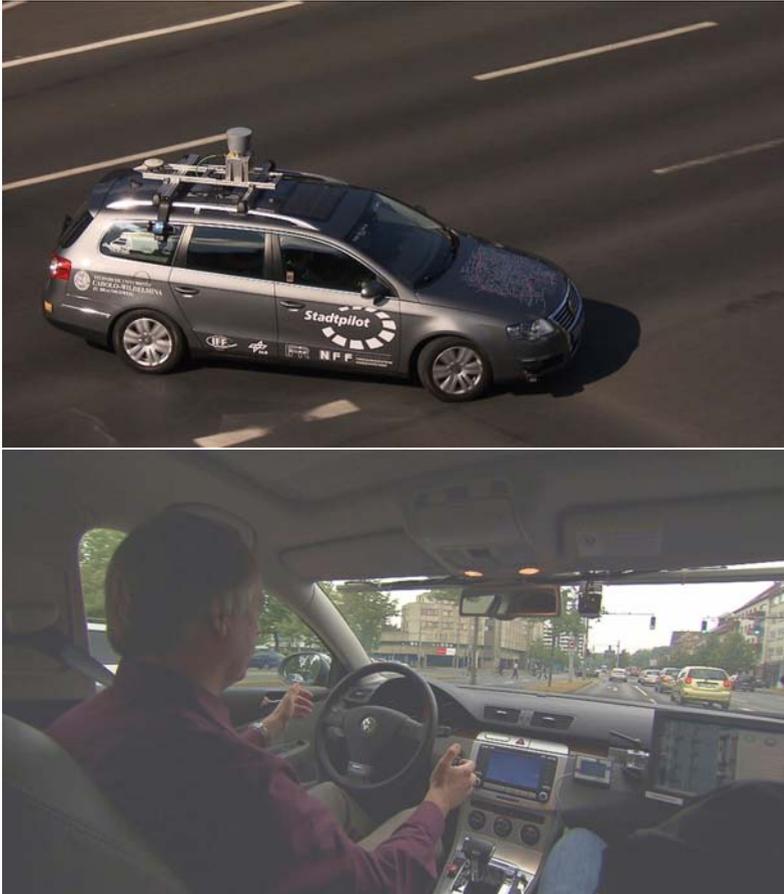


Abbildung 5.9: Die Sendung mit der Maus mit „Leonie“ auf dem Braunschweiger Stadtring (Quelle: Matthias Wegmann Filmproduktion)

5.11 IV 2011 in Baden-Baden

von Markus Maurer

Einen Höhepunkt der diesjährigen Veröffentlichungstätigkeit stellte die IEEE Konferenz *Intelligent Vehicles* von 5.-9. Juni 2011 in Baden-Baden dar. Diese Konferenz ist wohl die wichtigste weltweit im Bereich der autonomen Fahrzeuge und der Fahrerassistenz.

Gleich drei Papiere wurden aus unserem Team angenommen. Falko Saust kam die Ehre eines Plenarvortrags zu, in dem er über die jüngsten Erfolge im Stadtpilot-Projekt berichtete.

Die Organisation der Konferenz lag in diesem Jahr weitgehend in Uni-DAS Händen. Christoph Stiller verantwortete die Konferenz als General Chair. Klaus Dietmayer übernahm die Rolle des Program Chairs. Hermann Winner organisierte als Demonstration Chair die Fahrdemonstrationen. Unsere Arbeitsgruppe stellte den Exhibition Chair. Auch hier haben wir wieder maßgeblich vom Organisationstalent von Veronika Krapf profitiert. Herzlich danken wir auch ITS Niedersachsen, von deren Erfahrung bei der Organisation von Ausstellungen wir erheblich profitieren konnten.

5.12 DFG-Begutachtung der NFF-Großgeräteanträge

von Markus Maurer

Ein besonderer Höhepunkt ereilte uns nach der Urlaubszeit in Niedersachsen. Zu unserer großen Überraschung lud die DFG ein zu einer Begutachtung der Großgeräteanträge, die das NFF gemeinsam gestellt hatte.

In der kurzen Vorlaufzeit, den Termin vom 23.8.2011 hatten wir erst einige Wochen vorher erfahren, zeigte sich, wie gut das NFF inzwischen zusammen gewachsen ist. Die fünf Anträge präsentierten Dr. Roman Henze, die Kollegen Bernhard Friedrich und Rüdiger Candors und ich eng verzahnt, so dass wir das erstklassig besetzte Gutachterteam über-

zeugen konnten. Auch an dieser Stelle danke ich besonders nochmal dem Kollegen Rolf Ernst, der uns mit seiner DFG-Erfahrung in der Vorbereitung gecoach und wichtige Tipps für die Präsentation der Anträge gegeben hat.

5.13 Semesterabschluss

Auch in diesem Jahr haben wir den Abschluss des Sommersemesters gemeinsam mit den Studierenden mit einem Grillfest gefeiert. Wegen der Blockvorlesung System Dynamics von Sven Beiker begingen wir das Semesterende erstmalig nicht im Juli sondern erst am vorletzten Tag dieser Veranstaltung am 25.8.2011.

Das CaroloCup Team nutzte diesen Termin, um sein neues Konzept vorzustellen und sorgte damit für den wissenschaftlichen Akzent.

Für das leibliche Wohl sorgte Grillmeister Falko Saust. Der ADAS Consulting GmbH danken wir herzlich für die finanzielle Unterstützung bei dieser Feier.



Abbildung 5.10: Das „StadtPiloten“-Team vor dem Haus der Elektrotechnik an der TU Braunschweig (Quelle: Matthias Wegmann Filmproduktion)

6 Veröffentlichungen

Im Berichtszeitraum wurden die folgenden Beiträge veröffentlicht:

- Bergmiller, P.; Ibele, P.; Maurer, M.; Gerdes, J. C.: Werkzeug zur Entwicklung fahrdynamischer Regelungssysteme. In: *ATZelektronik 06/2011*, 2011.
- Bergmiller, P.; Maurer, M.: Flexible Versuchsträger als Testplattform für Antriebskonzepte in Elektrofahrzeugen. In: Schäfer, Heinz (Hrsg.): *Tagung Trends in der elektrischen Antriebstechnologie für Hybrid- und Elektrofahrzeuge*, München, 2011.
- Bergmiller, P.; Maurer, M.: Wahrscheinlichkeitsbasierte Fehlererkennung und -behandlung für ein drive-by-wire Versuchsfahrzeug. In: *AUTOREG 2011 - Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren*, Baden-Baden, 2011.
- Bergmiller, P.; Schuldt, F.; Maurer, M.: Reifenverschleißausgleich in Elektrofahrzeugen mit funktionaler Aktorredundanz. In: *13. VDI-Fachtagung Reifen - Fahrwerk, Fahrbahn*, Hannover, 2011.
- Bergmiller, P.; Maurer, M.; Lichte, B.: Probabilistic Fault Detection and Handling Algorithm for Testing of Stability Control Systems With a Drive-by-Wire Vehicle. In: *2011 IEEE International Symposium on Intelligent Control*, Denver, 2011.
- Bley, O.; Kutzner, R.; Friedrich, B.; Saust, F.; Wille, J. M.; Maurer, M.; Wolf, F.; Naumann, S.; Junge, M.; Langenberg, J.; Niebel, W.; Schüler, T.; Bogenberger, K.: Kooperative Optimierung von Lichtsignalsteuerung und Fahrzeugführung. In: *AAET 2011 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel*, Braunschweig, 2011, S. 57-77.

- Dyckmanns, H. ; Matthaei, R. ; Maurer, M. ; Lichte, B.: Object tracking in urban intersections: active interacting multi model filter with handling of uncertainties in map matching. In: *Fusion 2011*, Chicago, 2011.
- Dyckmanns, H.; Matthaei, R.; Maurer, M.; Lichte, B.; Effertz, J.; Stüker, D.: Object tracking in urban intersections based on active use of a priori knowledge: Active interacting multi model filter. In: *IEEE International Conference on Intelligent Vehicles (IV)*, Baden-Baden, 2011.
- Dyckmanns, H.; Matthaei, R.; Maurer, M.; Lichte, B.; Effertz, J.; Stüker, D.: Tracking und Konturschätzung in urbaner Umgebung auf Basis von Laserdaten. In: *AAET2011 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel*, Braunschweig, 2011.
- Holldorb, C.; Häusler, K.; Maurer, M.; Ohl, S.: Autonomes Fahren für den Straßenbetriebsdienst / Hochschule Biberach, Institut für Immobilienökonomie und Projektmanagement, Forschungsbericht, Ergänzungsbericht zum Forschungsbericht „Informations- und Kommunikationstechnologien zur Optimierung des Betriebsdienst-Managements“, 2011.
- Matthaei, R.; Dyckmanns, H.; Maurer, M.; Lichte, B.: Consistency-based Motion Classification for Laser Sensors Dealing with Cross Traffic in Urban Environments. In: *IEEE International Conference on Intelligent Vehicles (IV)*, Baden-Baden, 2011.
- Matthaei, R.; Dyckmanns, H.; Maurer, M.; Lichte, B.: Motion Classification for Cross Traffic in Urban Environments Using Laser and Radar. In: *Fusion 2011*, Chicago, 2011.

- Matthaei, R.; Dyckmanns, H.; Maurer, M.; Effertz, J.; Stüker, D.: Segmentierung von Laserdaten in urbaner Umgebung unter Nutzung von Kontur- und Geschwindigkeitsdaten. In: *AAET2011 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel*, 2011.
- Nothdurft, T.; Hecker, P.; Ohl, S.; Saust, F.; Maurer, M.; Reschka, A.; Böhmer, J. R.: Stadtpilot: First Fully Autonomous Test Drives in Urban Traffic. In: *14th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems*, Washington DC, 2011, S. 919-924.
- Ohl, S.; Maurer, M.: A Contour Classifying Kalman Filter Based On Evidence Theory. In: *14th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems*, Washington DC, United States, 2011, S. 1392-1397.
- Ohl, S.; Maurer, M.: Ein Kontur schätzendes Kalmanfilter mithilfe der Evidenztheorie. In: *7. Workshop Fahrassistenzsysteme - FAS 2011*, Hrsg.: Markus Maurer, Klaus Dietmayer, Berthold Färber, Christoph Stiller, Hermann Winner, Walting, 2011, S. 83-94.
- Ohl, S.; Maurer, M.: Fahrzeugsystemtechnik im Projekt Stadtpilot - am Beispiel der Architektur der objektbasierten Sensordatenfusion. In: *1. Workshop Fahrzeugsystemtechnik*, Wöltingerode, 2011.
- Ohl, S.; Matthaei, R.; Müller, M.; Maurer, M.: Softwarearchitektur der gitterbasierten Sensordatenfusion des Projekts Stadtpilot. In: *AAET2011 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel*, Braunschweig Gesamtzentrum für Verkehr Braunschweig e.V., Braunschweig, 2011, S. 281-297.
- Reschka, A.; Böhmer, J. R.; Gacnik, J.; Köster, F.; Wille, J. M.; Maurer, M.: Development of software for open autonomous automotive systems in the Stadtpilot-project. In: *8th International Workshop on Intelligent Transportation (WIT2011)*, Hamburg, Germany, 2011.

- Saust, F.; Wille, J. M.; Lichte, B.; Maurer, M.: Autonomous Vehicle Guidance on Braunschweig's inner ring road within the Stadtpilot Project. In: *2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Baden-Baden, Juni 2011, S. 169-174.
- Wille, J. M.; Saust, F.; Maurer, M.: Manöverübergreifende Trajektorienplanung. In: *ATZelektronik 02*, 2011.
- Wille, J. M.; Nothdurft, T.; Saust, F.; Hecker, P.; Maurer, M.: Projekthaus Stadtpilot - Autonomes Fahren auf dem Braunschweiger Stadtring. In: *26. VDI/VW Gemeinschaftstagung Fahrerassistenz und Integrierte Sicherheit*, Wolfsburg, 2010.
- Wille, J. M.; Nothdurft, T.; Saust, F.; Hecker, P.; Maurer, M.: Projekthaus Stadtpilot - Autonomes Fahren auf dem Braunschweiger Stadtring. In: *19. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik*, Aachen, 2010.

7 Auswahl von Medienberichten

Unser Institut konnte im akademischen Jahr 2010/2011 ein großes Medienecho erzielen. Im Folgenden findet sich eine Auswahl von Beiträgen und Artikeln.

7.1 Rundfunk und Fernsehen

Medium	Datum	Beitrag
N-TV.de	07.10.2010	„Leonie“ allein auf der Straße
ARD Tagesschau 20:00 Uhr	08.10.2010	Selbstfahrender PKW erstmals im öffentlichen Straßenverkehr getestet
ZDF heute Nachrichten 21:45 Uhr	08.10.2010	„Leonie“ rollt führerlos durch Braunschweig
RTL.de	08.10.2010	Irre: „Geisterauto“ in Braunschweig
NDR.de	09.10.2010	„Geisterauto“ fährt durch Braunschweig
Deutschlandfunk	01.05.2011	Moral in Silizium

7.2 Zeitungen

Medium	Datum	Artikel
Frankfurter Rundschau Online	05.10.2010	„Leonie“ braucht keinen Fahrer
NZZ Online	08.10.2010	„Leonie“ auf Jungfernfahrt

Medium	Datum	Artikel
Braunschweiger Zeitung	08.10.2010	Auto steuert sich selbst durch den Verkehr
Süddeutsche Zeitung	09.10.2010	Gelungene Testfahrt mit führerlosem Auto
Westdeutsche Allgemeine Zeitung	09.10.2010	Weltweit erster
Westdeutsche Zeitung	09.10.2010	Erstmals automatisch fahrendes Auto auf der Straße
Weser Kurier	09.10.2010	Auto ohne Fahrer unterwegs
Wetzlarer Neue Zeitung	09.10.2010	Auto fährt ohne Fahrer
Schlesig- Holsteinische Landeszeitung	09.10.2010	„Leonie“ rollt führerlos durch die Straßen
Sächsische Zeitung	09.10.2010	Führerloses Auto fährt durch Braunschweig
Südwest Presse	09.10.2010	„Leonie“ getestet
Straubinger Tagblatt	09.10.2010	Geschichtsträchtige Autofahrt
Trierischer Volksfreund	09.10.2010	Auto rollt führerlos durch Braunschweigs Straßen
Vlothoer Anzeiger	09.10.2010	Auto „Leonie“ lenkt vollautomatisch
Salzburger Nachrichten	09.10.2010	PKW fuhr automatisch durch die Stadt Braunschweig
Hannoversche Allgemeine Zeitung	09.10.2010	Wie von Geisterhand gelenkt
neue Braunschweiger	10.10.2010	Schlaues Auto heißt Leonie
neue Braunschweiger	10.10.2010	Leonie auf großer Bewährungsfahrt
Financial Times Deutschland	11.10.2010	Mensch gegen Maschine
Express	11.10.2010	Roboter-Auto im Test

Medium	Datum	Artikel
Rote Fahne	11.10.2010	Roboter-Autos auf den Straßen im Einsatz
IHK Wirtschaft	11.10.2010	Weltpremiere: Forschungsfahrzeug »Leonie« fährt automatisch auf dem Braunschweiger Stadtring
Ostthüringer Zeitung	12.10.2010	Weltweit einmaliges Experiment mit »Leonie«
Aachener Zeitung	13.10.2010	Zukunftsmusik: automatisches Fahren im realen Stadtverkehr
Braunschweiger Zeitung	13.10.2010	Braunschweiger Forscher kitzeln den Giganten Google
Braunschweiger Zeitung	13.10.2010	Kalifornisches Kompliment
Darmstädter Echo	13.10.2010	Automatisch fahrendes Auto ist unterwegs
Dolomiten - Südtiroler Zeitung	13.10.2010	Leonie hat ihre Probe bestanden: Führerlos bewegte sich das?
Pforzheimer Zeitung	13.10.2010	Leonie
Die Zeit	14.10.2010	Computerchauffeur
Die Zeit	14.10.2010	Das Letzte
VDI nachrichten	15.10.2010	Forschungsfahrzeug fährt ohne Hilfe eines Fahrers durch Braunschweig
Auto Bild	15.10.2010	In Kürze
die tageszeitung	15.10.2010	Im Stau auf Autopilot
Neues Deutschland	16.10.2010	Weltpremiere: automatisches Auto im Verkehr
Thüringische Landeszeitung	18.10.2010	Das Automatikgetriebe
die tageszeitung	18.10.2010	Fahren ohne Fahrer

Medium	Datum	Artikel
Bremer Nachrichten	19.10.2010	Der Kampf gegen die rote Welle
Südkurier	19.10.2010	Wie von Geisterhand
Neue Westfälische	22.10.2010	Einzelfall „Leonie“
Kölner Stadt-Anzeiger	23.10.2010	K.I.T.T. war gestern - jetzt gibt es Leonie
Welt am Sonntag	24.10.2010	Ruf schon mal das Auto!
Berner Zeitung	26.10.2010	mobil
Fränkischer Tag	26.10.2010	Vollautomatische Fahrt durch Braunschweig
VDI Nachrichten	29.10.2010	Autonome Fahrzeuge sind bereits im Straßenverkehr unterwegs
Zeit Wissen	07.12.2010	Intelligente Navigation
Aachener Zeitung	17.12.2010	Autos mit Eigenleben: Wenn Hightech den Fahrer ersetzt
Bremer Nachrichten	18.12.2010	Autos mit selbstständigem Eigenleben
Berliner Morgenpost Online	19.12.2010	Die Taxis von morgen kommen ohne Fahrer aus
RFCB Mosaik	20.12.2010	Weltweit automatisches Fahren im realen Stadtverkehr
Grafschafter Nachrichten	22.12.2010	Autos mit Eigenleben
Aachener Zeitung	24.12.2010	Wenn Hightech den Fahrer ersetzt
Braunschweiger Zeitung	24.12.2010	2010 Der andere Rückblick
Fränkischer Tag	24.12.2010	Kfz-Markt
Fuldaer Zeitung	24.12.2010	Wie von Geisterhand
Mannheimer Morgen	24.12.2010	Lenken wie von Geisterhand
Braunschweiger Zeitung	31.12.2010	REGION: Erstes Testauto ohne Fahrer im Stadtverkehr

Medium	Datum	Artikel
Braunschweiger Kalender	31.12.2010	Nachhaltigkeit? Geschichte und Gegenwart
Reutlinger General-Anzeiger	15.01.2011	Wenn Hightech den Fahrer ersetzt
DIE WELT	29.01.2011	Zeitungslesen bei Tempo 100
Berliner Zeitung	05.02.2011	Fahren und fahren lassen
OSTSEE-ZEITUNG	12.02.2011	Wenn man sein Auto wie einen Dackel heranpfeifen kann
Aachener Nachrichten	26.02.2011	Kurz notiert
Die Kitzinger	26.02.2011	Ein Auto, das alleine fährt
Kurier am Sonntag	27.02.2011	Schlaues Auto
Westfälische Nachrichten	28.02.2011	„Leonie“ ist anders
Augsburger Allgemeine	28.02.2011	Das schlaue Auto namens „Leonie“
Heilbronner Stimme	28.02.2011	Ein Auto für die Zukunft
Landeszeitung für die Lüneburger Heide	28.02.2011	„Leonie“ braucht keinen Fahrer
Mittelbayerische Zeitung	28.02.2011	Auto der Zukunft: „Leonie“ braucht keinen Fahrer
Nürtinger Zeitung	28.02.2011	„Leonie“ braucht keinen Fahrer
Neue Westfälische	28.02.2011	Auto der Zukunft? „Leonie“ braucht keinen Fahrer
Pforzheimer Zeitung	28.02.2011	„Leonie“ allein unterwegs
Ludwigsburger Kreiszeitung	01.03.2011	Das cleverste deutsche Auto heißt „Leonie“
Stuttgarter Nachrichten	01.03.2011	Wie von Geisterhand geführt
Pirmasenser Zeitung	08.03.2011	„Leonie“ kommt auch ohne Fahrer vorwärts

Medium	Datum	Artikel
P.M.	11.03.2011	Radar: Mein Freund und Helfer
Straubinger Tagblatt	14.03.2011	Ein Auto für die Zukunft?
Berliner Woche	22.06.2011	Alles automatisch

7.3 Veröffentlichungen auf Internetseiten

Medium	Datum	Artikel
Spiegel Online	08.10.2010	„Leonie“ rollt durch Braunschweig
Focus Online	08.10.2010	Roboterautos selbstständig unterwegs in Braunschweig
Stern.de	08.10.2010	Roboterauto „Leonie“ rollt durch Braunschweig
Bild.de	08.10.2010	Auto rollt ohne Fahrer durch den Verkehr
Financial Times Deutschland Online	08.10.2010	Pkw schlängelt sich fahrerlos durch Stadtverkehr
rp-online.de	10.10.2010	Autos fahren ohne Fahrer im Straßenverkehr
faz.net	10.10.2010	Roboterautos auf den Straßen
engadget.com	10.10.2010	Google und TU Braunschweig entwickeln unabhängig voneinander ein führerloses Auto
rautemusik.fm	10.10.2010	Vollautomatisches Auto rollt durch Braunschweig
Heise.de	10.10.2010	Von Street View zum „Street Drive“? Autonome Fahrzeuge

Medium	Datum	Artikel
autobild.de	11.10.2010	Auto „Leonie“ fährt ohne Fahrer
Golem.de	11.10.2010	Roboterautos kurven durch Niedersachsen und Kalifornien
Heise.de	11.10.2010	Autonome Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr
AT'Zonline	11.10.2010	Forschungsfahrzeug Leonie fährt automatisch im realen Straßenverkehr
Auto Bild.de	11.10.2010	Auto „Leonie“ fährt ohne Fahrer
auto-news.de	12.10.2010	TU-Passat ist selbstständig unterwegs; auch Google fährt autonom
Berliner-Morgenpost.de	12.10.2010	Auto „Leonie“ fährt ohne Fahrer
nachhaltigkeit.org	12.10.2010	Ohne Fahrer durch die Stadt
Heise.de	13.10.2010	Berliner Forscher zeigen autonomes Auto
Heise.de	13.10.2010	Da bewegt sich was
Autohaus online	15.10.2010	Das Auto denkt und lenkt
Handelsblatt.com	15.10.2010	Autonomes Fahren: Geisterautos erobern die Straße
welt-online	16.10.2010	Das Auto fährt in zehn Jahren allein
stern.de	16.10.2010	Die Zukunft der Roboter-Autos: Revolution auf der Straße
apfelnews.eu	17.10.2010	Fahrerloses Taxi per iPad-App bestellen!

Medium	Datum	Artikel
faz.net	18.10.2010	Autofahren ohne Fahrer - aber mit iPad
Automobilwoche.de	20.10.2010	Wettrennen ums autonome Fahren

8 Preise

Im März dieses Jahres sind wir darüber informiert worden, dass das Papier ‘Situation Aspect Modelling and Classification Using the Scenario Based Random Forrest Algorithm for Convoy Merging Situations’, das Michael Reichel unterstützt von Michael Botsch, Robert Rauschecker, Karl-Heinz Siedersberger und Markus Maurer bei der ITSC2010 platziert und präsentiert hatte, ausgezeichnet wurde mit dem IEEE ITSC2010 Best Paper Award in der Kategorie Intelligent Vehicle Technologies.

Einen herzlichen Glückwunsch an Michael und seine Koautoren.