Einleitung

1

Markus Maurer

Inhaltsverzeichnis

1.1 Was ist autonomes Fahren? 2

1.2 Autonomes Fahren – Motivatoren in der Forschung 4

1.3 Gliederung des Buches 5

1.4 Arbeit im Projekt 6

Literatur 8

Autonomes Fahren wird heute in den Medien engagiert, gelegentlich auch sehr emotional diskutiert. Die Debatte wird angeheizt durch Erfolgsmeldungen von Automobilherstellern, Systempartnern und Unternehmen, deren Geschäftsmodelle bislang in anderen Bereichen liegen. Noch im Jahr 2011, in der Definitionsphase des Projektes „Autonomes Fahren – Villa Ladenburg“, das auch das vorliegende Buch ermöglicht hat, war nicht abzusehen, wie präsent das Thema in der öffentlichen Diskussion zu Projektende drei Jahre später sein würde.

Gemäß der Zielsetzung der Daimler und Benz Stiftung will das Projekt die Diskussion zu einem technischen Thema mit großer gesellschaftlicher Bedeutung anregen. Es wäre unbescheiden und sachlich falsch, die wachsende Diskussion auf das Konto dieses Förderprojektes zu verbuchen, wo doch gleichzeitig mehrere weltweit führende Konzerne sich mit ihren Forschungs- und Öffentlichkeitsabteilungen in einem für sie zukunftsweisenden Technologiefeld zu positionieren versuchen. Allerdings hat die öffentliche Diskussion

M. Maurer (✉)
TU Braunschweig, Institut für Regelungstechnik, Deutschland
maurer@ifr.ing.tu-bs.de

M. Maurer et al. (Hrsg.), *Autonomes Fahren*,
DOI 10.1007/978-3-662-45854-9_1, © The Editors and the Authors 2015.

entscheidende Impulse durch das Förderprojekt erhalten, auch wenn der Zusammenhang nicht immer auf Anhieb erkennbar wurde.

Unbestritten hat die Daimler und Benz Stiftung hervorragendes Gespür bewiesen und zur rechten Zeit dieses Projekt angestoßen: Gerade weil autonomes Fahren derzeit so viel Aufmerksamkeit erfährt, erscheint es den Herausgeberinnen und Herausgebern dieses Buches ein gut gewählter Zeitpunkt, einen möglichst ganzheitlichen Blick auf das Thema zu wagen. Für diese Diskussion haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedenster Disziplinen die Aufgabe angenommen, ihre Sicht auf das autonome Fahren verständlich für den Kreis der interessierten Öffentlichkeit zu formulieren und dadurch viele relevante Aspekte in die Diskussion einzubringen.

Als Wissenschaftler bewegen wir uns dabei auf ungewohntem Terrain: Wir sprechen gleichermaßen das Fachpublikum, potenzielle Stakeholder und die interessierte Öffentlichkeit an. Natürlich kann dieses Buch nicht alle Wünsche befriedigen. Zur vertiefenden Lektüre sei daher bereits an dieser Stelle auf die ebenfalls entstehenden Fachartikel der Projektbeteiligten in den einschlägigen Zeitschriften und Konferenzbänden ihrer jeweiligen Fachbereiche verwiesen. Auch wird die Stiftung begleitend zu diesem Band Publikationen fördern, die die Kernthesen des Buches noch stärker zusammenfassen und in Alltagssprache übersetzen.

1.1 Was ist autonomes Fahren?

Bereits der oberflächliche Blick auf die aktuelle öffentliche Debatte des autonomen Fahrens zeigt, dass es kein einheitliches Begriffsverständnis gibt. Um eine gewisse Konvergenz im Begriffsverständnis zum autonomen Fahren unter den Akteuren im Projekt zu erzeugen, wurden zu Beginn des Projektes sehr subjektiv ausgewählte Definitionen angeboten. Veranschaulicht wurden diese Definitionen durch detailliert beschriebene Anwendungsfälle (s. Kap. 2). Bei aller Subjektivität seien auch diese Definitionen hier dokumentiert.

Seit Jahrzehnten kursiert unter den Pionieren im Bereich des autonomen Fahrens ein Wortspiel mit dem Wort Automobil: Bei der Erfindung des Autos wurde durch die Begriffsbildung „Automobil“ mit dem griechischen *autòs* („selbst, persönlich, eigen“) und dem lateinischen *mobilis* („beweglich“) [1] das „Selbstbewegliche“ betont. Es überwog die Freude daran, dass der Fahrer ohne Unterstützung von Pferden mobil wird. Nicht gewürdigt wurde in dieser Begriffsbildung, dass beim Automobil durch die fehlenden Pferde auch eine gewisse Form von Autonomie des Gefährts verloren ging. Durch Training und Dressur hatten die Kutschpferde gelernt, sich in Grenzen selbst (griech. *autòs*, s. o.) an einfache Gesetze (griech. *nómos*: „menschliche Ordnung, von Menschen gesetztes Recht“) zu halten. In diesem Sinne hatten sie und damit das Gespann eine gewisse Autonomie erlangt.

Beim Übergang von der Pferdekutsche zum Automobil gingen wichtige Fähigkeiten zur Hindernisvermeidung und gelegentlich wohl auch zu „autonomen Missionen“ verloren. Manches Mal werden die Pferde einen Kutscher sicher nach Hause gebracht haben, auch wenn er nicht mehr voll fahrtauglich war, oder sie überführten zumindest das Fuhrwerk

in einen „sicheren Zustand“, indem sie sich am Gras des Wegesrandes gütlich taten. Das autonome Automobil will dem Fahrzeug seine verloren gegangene Autonomie zurückgeben, ja die historische Form noch weit übertreffen.

Wichtig für das Verständnis des „autonomen Fahrens“ im Projekt wurde eine spezielle Perzeption des Begriffs Autonomie bei Kant, wie sie Feil formuliert: Autonomie als „Selbstbestimmung im Rahmen eines übergeordneten (Sitten)-Gesetzes“ [2]. Im Fall des autonomen Fahrzeugs gibt der Mensch dieses Sitten-Gesetz vor, indem er das Verhalten des Fahrzeugs programmiert: Immer wieder muss das Fahrzeug im Verkehr Verhaltensentscheidungen treffen – bzw. werden Entscheidungen ausgeführt, die zuvor von Menschen für alle erdenklichen Fälle programmiert wurden.

Es soll nicht verschwiegen werden, dass die Reaktion von Expertinnen und Experten unterschiedlichster Fachdisziplinen von völliger Ablehnung dieser Definition bis hin zu abgewogener Zustimmung reichte und reicht. Unabhängig davon war es aber mit dem Verweis auf den so verstandenen und interpretierten Kantschen Autonomie-Begriff möglich geworden, die unmittelbare Verknüpfung von technischer Entwicklung und ethischen Überlegungen aufzuzeigen.

Die Bedeutung dieser Definition für Techniker zeigt sich nach meiner Erfahrung deutlich im Dialog mit Studierenden: Konfrontiert mit dieser Definition konnten Studierende der Ingenieurwissenschaften in Braunschweig und München bereits in den letzten zehn Jahren erkennen, dass sie bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge nicht nur Technik erforschen und entwickeln sollen, sondern in aller Konsequenz auch „Sittengesetze“ implementieren werden: Wie verhält sich ein autonomes Fahrzeug in einer Dilemma-Situation, wenn bei einem Unfall unvermeidlich der eine oder andere Verkehrsteilnehmer zumindest verletzt wird? Diese Diskussion wird in diesem Buch von Patrick Lin und Chris Gerdes vertieft (s. Kap. 4 und Kap. 5).

Zur Verständigung von Technikern und Juristen wurden in einer von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geleiteten Arbeitsgruppe unterschiedliche Assistenz- und Automatisierungsgrade definiert [3]. Der höchste definierte Automatisierungsgrad wird dort „vollautomatisiert“ genannt: Das vollautomatisierte Fahrzeug fährt selbst ohne menschliche Überwachung. Bei Degradation der Leistungsfähigkeit des Systems wird das Fahrzeug selbstständig „in den risikominimalen Systemzustand zurückgeführt“. Aus technischer Sicht besteht die besondere Herausforderung darin, dass kein menschlicher Überwacher zur Verfügung steht, der Systemgrenzen oder Systemfehler erkennt und bei Bedarf das Fahrzeug in den sicheren Zustand überführt. Das vollautomatisierte Fahrzeug muss selbstständig seinen eigenen Zustand überwachen, mögliche Systemfehler und Degradationen der Leistungsfähigkeit rechtzeitig erkennen und dann – bei drohendem Leistungsabfall – den Übergang in einen sicheren Zustand einleiten und durchführen. Offensichtlich nimmt der sichere Zustand eine zentrale Rolle in der Definition ein: Worin besteht aber der sichere Zustand, wenn sich ein Fahrzeug vollautomatisiert mit 130 Stundenkilometern über die Autobahn bewegt?

Pointiert folgert Ohl [5], dass die in den letzten Jahrzehnten von Forschungsinstituten, Fahrzeugherstellern und IT-Konzernen gezeigten Prototypen für autonome Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr im Sinne der Definitionen der BASt nur teilautomatisiert

unterwegs waren und sind. Sicherheitsfahrer überwachen das automatisierte Fahrzeug; damit bleibt der technische Nachweis für die Serienreife des Sicherheitskonzeptes letztendlich aus. Im Sinne der Definition für vollautomatisiertes Fahren fehlt damit bis heute der Machbarkeitsnachweis für Fahrten auf öffentlichen Straßen, selbst wenn der Sicherheitsfahrer bei mancher Fahrt nicht eingreifen musste.

Bei aller Expertenkritik am Begriff seien autonome Fahrzeuge in diesem Buch durch ihre „Selbstbestimmung im Rahmen eines übergeordneten (Sitten)-Gesetzes" (Kant, nach [2], s. o.) gekennzeichnet, das der Mensch vorgibt; im Sinne der Definitionen der BASt sind sie vollautomatisierte Fahrzeuge [3].

Aus Platzgründen sei in diesem Buch auf eine vollständige Dokumentation des Standes der Forschung und der Technik und auf eine Schilderung der Forschungshistorie verzichtet. In Bezug auf autonome Straßenfahrzeuge haben Matthaei et al. [4] den aktuellen Stand der Technik zusammengetragen. Fabian Kröger gibt in Kap. 3 einen eindrucksvollen Überblick über autonomes Fahren als Vision oder Science-Fiction in der Geschichte vor allem der bildgebenden Medien.

1.2 Autonomes Fahren – Motivatoren in der Forschung

In der Vergangenheit und auch heute wird die Forschung an vollautomatisierten Fahrzeugen [3] aus einer Vielzahl von Gründen betrieben. Hier seien nur die meistgenannten erwähnt.

Auch wenn in Deutschland die Zahl der Unfalltoten beinahe jährlich sinkt, so sind doch die weltweit geschätzten Zahlen Anlass genug für eine weitere Erhöhung der Sicherheit des Verkehrssystems. Laut WHO starben 2010 weltweit 1,24 Millionen Menschen durch Verkehrsunfälle [7]. Thomas Winkle beschäftigt sich in Kap. 17 mit der Frage, unter welchen Voraussetzungen sich die unfallvermeidende Wirkung von automatisierten Fahrzeugen bereits vor der Markteinführung eines Systems prognostizieren lässt.

Im Mittelpunkt des jeweiligen Fahrzeugsystems sollte der Assistenzbedarf der Fahrerin/des Fahrers oder der potenziellen Nutzerin/des potenziellen Nutzers stehen. Ist sie oder er mit Tätigkeiten konfrontiert, die ermüden und keinen Fahrspaß generieren (Stop-and-go-Verkehr, lange Autobahnstrecken)? Oder ist sie oder er temporär nicht fahrtauglich, beispielsweise unter dem Einfluss von Medikamenten oder durch Müdigkeit, oder schlicht zu unaufmerksam für aktives Fahren? Besteht Assistenzbedarf, weil die Sinne alters- oder krankheitsbedingt nachlassen, die Muskulatur oder das Skelett erkranken? Dann eröffnen autonome Fahrfähigkeiten des Autos neue Chancen für die individuelle Mobilität.

Vollautomatisiertes Fahren [3] bietet große Potenziale bei der Optimierung des Verkehrsflusses. Bereits das wohl bekannteste europäische Programm zur Fahrzeugautomatisierung des vergangenen Jahrhunderts wies auf dieses Ziel hin: „**Pro**gra**m**me for a **E**uropean **t**raffic with **h**ighest **e**fficiency and **u**nprecedented **s**afety" (1987–1994), kurz „Prometheus" [6]. Jüngere Projekte zeigen technische Lösungen auf, die speziell der Erhöhung des Verkehrsflusses dienen. In Kap. 15, Kap. 16 und Kap. 19 befassen sich die Autoren mit den

Potenzialen von autonomen Fahrzeugen in Hinblick auf den Verkehrsfluss und neue Nutzungskonzepte für Fahrzeuge.

Besondere Beachtung verdient die Bedeutung autonomer Fahrfähigkeiten für Nutzfahrzeuge. Heike Flämig untersucht, welche Möglichkeiten sich für autonome Fahrzeuge im Bereich des Güterverkehrs ergeben (s. Kap. 18).

Bislang nicht im Fokus der Forschungsgemeinschaft stehen die Potenziale, die sich durch die Einführung autonomer Fahrzeuge für eine weitreichende Umgestaltung des Verkehrssystems, ja der Städte an sich ergeben. Die Autorinnen und Autoren der Teile „Mobilität" und „Akzeptanz" dieses Buches zeigen auf, wie vielschichtig die Veränderungen sein können, die durch die Einführung autonomer Fahrzeuge möglich werden. Diese potenziellen Veränderungen können Motivatoren, aber auch Hemmnisse für die Einführung sein.

1.3 Gliederung des Buches

Im Anschluss an diese Einleitung werden zunächst Use-Cases erläutert, die zum gemeinsamen Verständnis von autonomem Fahren bei den Autorinnen und Autoren beigetragen hatten und dies auch für die Leserschaft leisten sollen (s. o.). Darauf folgen sechs Teile, die jeweils von fachlich kompetenten Herausgeberinnen und Herausgebern betreut wurden. Aus deren Federn stammen auch die kurzen Einführungen, die jedem dieser Teile vorangestellt sind.

Den ersten Teil zum Thema „Mensch und Maschine" eröffnet Fabian Kröger mit einer Zusammenfassung der öffentlichen, meist medialen Auseinandersetzung mit autonomen Straßenfahrzeugen seit dem Beginn erster Arbeiten zur Fahrzeugautomatisierung vor fast hundert Jahren. Chris Gerdes und Patrick Lin adressieren, wie autonomes Fahren unter ethischen Gesichtspunkten zu bewerten ist und ob sich autonome Fahrzeuge ethisch korrekt verhalten können. Berthold Färber und Ingo Wolf diskutieren Fragen des Miteinanders von Mensch und Maschine.

Im Teil „Mobilität" wird untersucht, wie sich die Mobilität generell und in einzelnen Aspekten durch die Einführung autonomer Fahrzeuge verändern könnte. Dazu geben Miranda Schreurs und Sibyl Steuwer einen Überblick über die politischen Rahmenbedingungen. Barbara Lenz und Eva Fraedrich diskutieren die Potenziale für neue Mobilitätskonzepte, die sich durch autonomes Fahren ergeben könnten. Sven Beiker stellt unterschiedliche Einführungsszenarien für vollautomatisierte Fahrzeuge [3] vor; außerdem diskutiert er einen ganz konkreten Anwendungsfall. Dirk Heinrichs untersucht Konsequenzen und neue Fragestellungen für die Stadtentwicklung, die durch autonomes Fahren entstehen könnten. Hermann Winner und Walther Wachenfeld diskutieren die Auswirkungen, die autonomes Fahren auf das Fahrzeugkonzept an sich haben könnte. Rita Cyganski geht der Frage nach, wie autonome Fahrzeuge die Nachfrage nach Mobilität verändern können und wie sich dies in Modellen zur Verkehrsplanung abbilden ließe.

Im Teil „Verkehr" prognostizieren Peter Wagner und Bernhard Friedrich, welche verkehrlichen Wirkungen autonome Fahrzeuge haben könnten. Thomas Winkle vertieft die

Diskussion um das Sicherheitspotenzial assistierter, teil- und vollautomatisierter Fahrzeuge [3]. Heike Flämig untersucht die besondere Bedeutung für den Gütertransport. Marco Pavone diskutiert das Potenzial von „Mobility-on-demand".

Im Teil „Sicherheit" werden grundlegende Fragen der technischen Zuverlässigkeit in der maschinellen Wahrnehmung (Klaus Dietmayer), der funktionalen Sicherheit (Andreas Reschka, Walther Wachenfeld, Hermann Winner) und der Datenintegrität (Kai Rannenberg) erörtert.

Im Teil „Recht und Haftung" beschäftigen sich Tom Gasser, Stephen Wu und Bryant Walker Smith mit den geltenden Rechtsordnungen und rechtlichen Rahmenbedingungen für autonomes Fahren in Deutschland und den USA; Thomas Winkle empfiehlt die Einbeziehung von Expertenerfahrungen aus Haftungsfällen in den Entwicklungsprozess.

Im Teil „Akzeptanz" gehen Eva Fraedrich und Barbara Lenz den Fragen zur individuellen und gesellschaftlichen Akzeptanz des automatisierten Fahrens nach. Armin Grunwald vertieft Fragen der gesellschaftlichen Risikoperzeption im Zusammenhang mit autonomem Fahren. Eva Fraedrich und Barbara Lenz untersuchen den Zusammenhang zwischen heutigen Praktiken der Autonutzung und Einstellungen zum autonomen Fahren. David Woisetschläger diskutiert ökonomische Konsequenzen für die klassische Automobilindustrie und neue Marktteilnehmer.

1.4 Arbeit im Projekt

Die Arbeitsweise im Projekt „Autonomes Fahren – Villa Ladenburg" hat das vorliegende Buch beeinflusst. Daher sei sie hier kurz skizziert und transparent gemacht. „Motor" des Projektes war das Kernteam bestehend aus Chris Gerdes, Barbara Lenz, Hermann Winner und Markus Maurer. Es konnte sich dabei auf die wissenschaftliche Mitarbeit von Eva Fraedrich, Walter Wachenfeld und Thomas Winkle stützen, denen an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Im ersten Jahr der zweijährigen Projektlaufzeit – das Projekt dauerte insgesamt von Oktober 2012 bis September 2014 – wurden im Kernteam über 200 Fragen identifiziert, die relevant sind für das autonome Fahren. Diese Fragen waren die Basis für Lastenhefte, die den Autorinnen und Autoren dieses Buches als Leitfaden dienten. Drei Workshops wurden durchgeführt, um ein ähnliches Verständnis vom autonomen Fahren unter den Akteuren im Projekt zu erzeugen und die unterschiedlichen Perspektiven aus den verschiedenen Fachdisziplinen im Projekt bekannt zu machen: Auf einem ersten Workshop im November 2013 in Stuttgart-Möhringen wurde das Konzept des Projektes und das Grundverständnis vom autonomen Fahren – gegeben durch die oben diskutierten Definitionen und die Use-Cases (s. Kap. 2) – vorgestellt und erörtert. Auf zwei weiteren Workshops in Monterey (Februar 2014) und Walting (März 2014) präsentierten die Autorinnen und Autoren ihre Antworten auf die Lastenhefte und stellten sie damit allgemein im Projekt zur Diskussion. Der Disziplin, der Offenheit und der Expertise der Autorinnen und Autoren ist es zu verdanken, dass mit diesem Buch eine umfassende Diskussion über autonome Fahrzeuge vorgelegt werden kann, die gleichermaßen die gesellschaftlichen Potenziale und die Herausforderungen

auf dem Weg zur Serienreife adressiert. In diesem Sinne will dieses Buch Startpunkt für die nachhaltige Erforschung und Entwicklung autonomer Straßenfahrzeuge sein.

Ein besonders herzlicher Dank geht an alle Autorinnen und Autoren, die sich in diesem Buchprojekt zielorientiert, diszipliniert und immer offen für den interdisziplinären Dialog engagiert haben.

In der Schlussphase der Entstehung dieses Buches wurden die Autorinnen und Autoren von den Herausgeberinnen und Herausgebern der einzelnen Teile betreut, die dabei sehr engagiert die Konvergenz der Beiträge in den einzelnen Teilen unterstützten. Die Herausgabe der Teile gehörte zu den Aufgaben der Mitglieder des Kernteams. Ein besonderer Dank geht an Tom Gasser und Bernhard Friedrich, die jeweils die Herausgabe eines Teiles übernommen haben, obwohl sie nicht Mitglieder des Kernteams waren. Die entsprechende Fachkompetenz war im Kernteam nicht vorhanden.

Schon vor seinem Abschluss hat das Projekt die öffentliche wie auch die fachliche Diskussion zum autonomen Fahren in Deutschland und den USA erheblich beeinflusst. Als besonders positiv erwies sich, dass viele Akteure im Projekt seit Dezember 2013 auch am runden Tisch zum „automatisierten Fahren“ auf Initiative des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und seinen Arbeitsgruppen mitarbeiteten. Ergebnisse aus dem Projekt flossen und fließen daher in die Berichte des runden Tisches ein. Das Interesse der Fachwelt und der Öffentlichkeit wurde deutlich in der Resonanz auf die zahlreichen Vorträge, Pressegespräche und Veröffentlichungen, die im Projektkontext durchgeführt wurden. In den Projektzeitraum fallen auch erhebliche Korrekturen in der Kommunikation führender Fahrzeughersteller und Technologieunternehmen in Bezug auf das autonome Fahren. Es ist nicht auszuschließen, dass dieses Projekt hier schon erste sehr relevante Spuren hinterlassen hat.

Auch wenn es im Projekt selbst um autonomes Fahren im Sinne einer klaren, wissenschaftlich abgegrenzten Definition ging, wird ein Teil seiner Ergebnisse sicher unmittelbare Praxisrelevanz haben für hochautomatisierte Fahrzeuge und auch für Fahrerassistenzsysteme, die schon bald in Serienfahrzeugen auf die Straßen kommen werden.

Dieses Buch ist nur möglich geworden dank der Förderung durch die Daimler und Benz Stiftung, für die wir herzlich danken. „Wir“ sind in diesem Kontext alle Autorinnen, Autoren, Herausgeberinnen und Herausgeber dieses Buches. Wir danken auch für die gute Zusammenarbeit mit dem Springer-Verlag und die hochwertige Ausstattung der Druckausgabe. Dank der Förderung durch die Stiftung ist dieses Buch kostenlos elektronisch verfügbar. Ein besonderer Dank geht an verschiedene Mitarbeiter der Daimler AG für interessante Diskussionen, vor allem aber für das Verständnis, dass sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in diesem Projekt – unabhängig von Unternehmensinteressen – von wissenschaftlich motivierten Fragestellungen leiten ließen.

Mein ganz persönlicher Dank geht an Barbara, Chris und Hermann für die Bereitschaft, im Kernteam mitzuwirken, für die intensive Zusammenarbeit, für die Offenheit in den Diskussionen, für das ständige Streben, die eigene Erfahrung einzubringen, die eigenen Konzeptionen weiterzuentwickeln und das stete Ringen, gemeinsam zur nachhaltigen Erforschung und Entwicklung von autonomen Fahrzeugen beizutragen.

Literatur

1. Duden Deutsches Universalwörterbuch A–Z, Mannheim. Duden-Verlag (1989)
2. Feil, E.: Antithetik neuzeitlicher Vernunft – ‚Autonomie – Heteronomie' und ‚rational – irrational'. 1. Auflage Göttingen Vandenhoeck & Ruprecht (1987)
3. Gasser, T., Arzt, C., Ayoubi, M., Bartels, A., Bürkle, L., Eier, J., Flemisch, F., Häcker, D., Hesse, T., Huber, W., Lotz, C., Maurer, M., Ruth-Schumacher, S., Schwarz, J., Vogt, W.: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung – Gemeinsamer Schlussbericht der Projektgruppe. In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach (2012)
4. Matthaei, R., Reschka, A., Rieken, J., Dierkes, F., Ulbrich, S., Winkle, T., Maurer, M.: Autonomes Fahren in: Winner, H., Hakuli, S., Lotz, F., Singer, C.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme, Vieweg-Teubner-Verlag, 3. Auflage (2015)
5. Ohl, S.: Fusion von Umfeld wahrnehmenden Sensoren in städtischer Umgebung, Dissertation, TU Braunschweig (2014)
6. Nagel, H.-H.: EUREKA-Projekt PROMETHEUS und PRO-ART (1986–1994) in: Reuse, B., Vollmar, R.: Informatikforschung in Deutschland, Springer, 2008
7. WHO 2013: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/road_safety_20130314/en/; abgerufen am 8.11.2014