



Sachstand

Kosten für die technische Aufrüstung von Verkehrsinfrastruktur zur Nutzung kooperativer Systeme für automatisiertes und vernetztes Fahren im Straßenverkehr

Kosten für die technische Aufrüstung von Verkehrsinfrastruktur zur Nutzung kooperativer Systeme für automatisiertes und vernetztes Fahren im Straßenverkehr

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 070/16
Abschluss der Arbeit: 23. September 2016
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Technologie; Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Tourismus

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

1. Einleitung

Im Bereich der Verkehrspolitik treibt die Bundesregierung die Entwicklung technischer Systeme zum automatisierten und vernetzten Fahren im Straßenverkehr weiter voran (kooperative Systeme). Mit ihrer „Strategie Automatisiertes und vernetztes Fahren“ verfolgt sie dabei drei Ziele:

- Deutschland soll Leitanbieter automatisierter Fahrzeugtechnologien bleiben.
- Deutschland soll der Leitmarkt für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge werden.
- Der dafür erforderliche Regelbetrieb der notwendigen Technologie ist zu ermöglichen.¹

Nach Ansicht des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (**BMVI**) können die entsprechenden Technologien in Verbindung mit intelligenten Verkehrssystemen die Entstehung kritischer Verkehrssituationen reduzieren, Verkehrsflüsse deutlich verbessern, die Fahrer entlasten, zusätzliche Wertschöpfung generieren und die Umwelt schonen.²

Um der zunehmenden Automatisierung und Vernetzung moderner Fahrzeuge Rechnung zu tragen, sie zu analysieren und zu unterstützen, wurde das „**Digitale Testfeld Autobahn A9**“ ins Leben gerufen, auf dem die Wirkungen von neuen, technischen Innovationen einzeln, aber auch im Zusammenspiel bewertet werden können.³

Daneben widmen sich verschiedene Forschungs- und Kooperationsvorhaben privatwirtschaftlicher und/oder öffentlicher Akteure den damit im Zusammenhang stehenden Fragen. So haben sich 31 Partner aus Automobil- und Zulieferindustrie, Elektronik-, Kommunikations- und Softwarefirmen, Universitäten sowie Forschungsinstituten und Städten zum Verbundprojekt „**Urbanner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement**“ (**UR:BAN**) zusammengeschlossen, um mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie **kooperative Fahrassistenz- und Verkehrsmanagementsysteme** für die Stadt zu entwickeln. Den Hintergrund

¹ Umfassend dazu **Bundesregierung (2015)**. Mobilität der Zukunft. Onlineinformationen der Bundesregierung vom 16.09.2015. Link: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2015/09/2015-09-16-o-top-automatisiertes-fahren.html> (letzter Abruf: 23.09.2016). **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016a)**. Die mobile Zukunft beginnt jetzt. Wie automatisiertes und vernetztes Fahren den Verkehr revolutioniert. März 2016. Link: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile (letzter Abruf: 23.09.2016). **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016b)**. Automatisiertes Fahren. Onlineinformationen des Ministeriums. Link: http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/AutomatisiertesFahren/automatisiertes-fahren_node.html (letzter Abruf: 23.09.2016). **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016c)**. Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr. Onlineinformationen des Ministeriums. Link: http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/IntelligenteVerkehrssysteme/intelligente-verkehrssysteme_node.html (letzter Abruf: 23.09.2016).

² So **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016d)**. Automatisierung und Vernetzung im Straßenverkehr. Onlineinformationen des Ministeriums. Link: http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/ForschungsprogrammAutomatisierung/forschungsprogramm-automatisierung_node.html (23.09.2016).

³ So **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016b)**. A. a. O. Nähere Informationen dazu bei **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016d)**. Digitales Testfeld Autobahn. Onlineinformationen des Ministeriums. Link: http://www.bmvi.de/DE/DigitalesUndRaumentwicklung/DigitalUndMobil/DigitalesTestfeldAutobahn/digitales-testfeld-autobahn_node.html (letzter Abruf: 23.09.2016).

bilden dabei Erfahrungen, die im Verlauf entsprechender Forschungsvorhaben u. a. in Düsseldorf und Kassel gemacht wurden.⁴

Auch das von Automobilherstellern, -zulieferern, Kommunikationsunternehmen und Forschungsinstituten gegründete und von zahlreichen Bundesministerien und dem Land Hessen geförderte Gemeinschaftsprojekt „Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland“ (**simTD**) untersuchte bestimmte Fragen im Zusammenhang mit der elektronischen Vernetzung von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur (**Car-to-X-Kommunikation**).⁵ Für ein 2013 abgeschlossenes Forschungsvorhaben wurde zu diesem Zweck in **Hessen** eine so genannte kooperative Verkehrszentrale aufgebaut, die mit den Verkehrszentralen des Landes Hessen und der Stadt Frankfurt am Main vernetzt war und über mehr als 100 im Straßenverkehr platzierte so genannte Roadside Stations mittels Car-to-X-Technologie mit 120 Fahrzeugen kommunizieren konnte.⁶ Das Forschungsvorhaben zeichnete sich dadurch aus, dass im Rahmen eines groß angelegten Feldversuchs und durch kontrollierte Fahrversuche die Anwendungen bestehender Car-to-X-Technologien erprobt und geprüft wurden.⁷

Vor diesem Hintergrund dient der vorliegende Sachstand der Beantwortung zahlreicher Einzelfragen im Zusammenhang mit den Kosten für Um- und Aufbau intelligenter Verkehrsinfrastruktur, ohne die zukünftig die flächendeckende Nutzung der Car-to-X-Kommunikation nicht möglich sein wird. Es geht um die folgenden Fragen:

- Wie hoch sind die Kosten für den Aufbau der notwendigen Technik beim Digitalen Testfeld Autobahn?
- Wie hoch sind die Kosten für die technische Aufrüstung einer Ampel/einer Ampelanlage bzw. einer großen Kreuzung mit vier Ampeln und wie wirkt sich das Alter der bestehenden aufzurüstenden Anlagen auf die Kosten aus (Eine alte Ampel ist ggf. neu zu errichten, während eine neue kostengünstiger mit der notwendigen Technik aufgerüstet werden kann.)?
- Wie hoch sind die Kosten der Vernetzung großer Kreuzungsampelanlagen mit einer Verkehrsleitzentrale und was kostet die technische Aufrüstung einer gesamten Verkehrsleitzentrale?
- Wie viele Ampelanlagen hat eine Stadt und was würde es folglich kosten, die Verkehrsinfrastruktur einer Stadt bzw. die Verkehrsinfrastruktur deutschlandweit mit der zum autonomen Fahren notwendigen Technik auszustatten?
- Welche Erfahrungen konnten im Rahmen von abgeschlossenen Forschungsprojekten wie UR:BAN und simTD diesbezüglich gemacht werden?

⁴ **UR:BAN (2016)**. Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite. März 2016. Link: <http://urban-online.org/de/downloads/index.html> (letzter Abruf: 23.09.2016).

⁵ Vgl. die zahlreichen Informationen auf der Internetseite des Projekts. Link: <http://www.simtd.de/index.dhtml/deDE/index.html> (letzter Abruf: 23.09.2016).

⁶ Weitere Informationen dazu auch auf der Internetseite des

⁷ Zu den Szenarien und Ergebnissen siehe **Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland – sim^{TD} (2013a)**. Abschlussbericht – Teil A. Stand: 30.06.2013. Link: http://www.simtd.de/index.dhtml/deDE/backup_publications/Projektergebnisse.html (letzter Abruf: 23.09.2016).

Um Antworten auf diese Fragen zu finden, wurden zum einen die einschlägigen Veröffentlichungen der genannten Projekte UR:BAN und simTD ausgewertet. Zum anderen wurden die Fragen verschiedenen mit diesen Themen befassten Institutionen mit der Bitte um Beantwortung übersandt. Soweit die angefragten Institutionen entsprechende Antworten übermittelt haben, werden diese nachfolgend wiedergegeben.

2. Publikationen der Projekte UR:BAN und simTD

In den Veröffentlichungen der genannten Projekte finden sich keine detaillierten Angaben zu den Kosten, die im Zusammenhang mit der technischen Aufrüstung von Verkehrsinfrastruktur und insbesondere Lichtsignalanlagen und Verkehrszentralen anfallen würden.

Im **Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite** des Verbundprojekts UR:BAN heißt es dazu explizit:

„Weiterhin macht der Leitfaden keine Angaben zu konkreten Kosten oder Kostensätzen, da diese aufgrund der Dynamik der Entwicklung kooperativer Systeme und der dazu benötigten Technologien nicht abzuschätzen sind. Eventuelle Skaleneffekte in der Herstellung einzelner Systemkomponenten bzw. Verbundeffekte bei der Bereitstellung von Komplettsystemen sind nicht vorhersehbar und deren Auswirkungen auf Preisentwicklungen somit nicht darstellbar.“⁸

Und auch das Projekt simTD untersuchte im Hinblick auf den volkswirtschaftlichen Nutzen intelligenter Mobilität vorwiegend die Frage, wie sich Anwendungen der Car-to-X-Kommunikation auf die Verkehrssicherheit und die Verkehrseffizienz und somit auf die Höhe der Kosten im Zusammenhang mit vermeidbaren Verkehrsunfällen auswirken könnten.⁹ Ohne weitere Nachweise oder nähere Erläuterungen heißt es zur Höhe der Kosten für Fahrzeugausstattung und Infrastruktur im maßgeblichen Teil des Abschlussberichts lediglich:

„Die gesamten einmaligen Investitionskosten der Verkehrsleitzentrale für kooperative Systeme werden mit 30 Millionen Euro beziffert.“¹⁰

Und für Lichtsignalanlagen geht der Abschlussbericht hinsichtlich der Investitions- und Betriebskosten ohne jede weitere Erläuterung von einer Höhe von insgesamt 0,2 Mrd. EUR über einen Zeitraum von 20 Jahren aus.¹¹

⁸ UR:BAN (2016). A. a. O. (Fn. 4). S. 2.

⁹ Vgl. **Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland – sim^{TD} (2013b)**. Volkswirtschaftliche Bewertung: Wirkungen von sim^{TD} auf die Verkehrssicherheit und die Verkehrseffizienz. Abschlussbericht – Teil B-1B. Link: http://www.simtd.de/index.dhtml/deDE/backup_publications/Projektergebnisse.html (letzter Abruf: 23.09.2016).

¹⁰ **Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland – sim^{TD} (2013b)**. A. a. O. (Fn. 9). S. 53.

¹¹ Ebd.

3. Antworten des BMVI

Hinsichtlich der Frage nach den Kosten für die Technik für das „Digitale Testfeld Autobahn“ führt das BMVI in seiner Antwort auf die entsprechende Anfrage des Fachbereichs aus:

„Auf dem Digitalen Testfeld Autobahn (DTA) sollen verschiedenste Projekte zur Digitalisierung der Straßeninfrastruktur und der Verbesserung der Straßendatenerfassung, der Nutzung der Daten zur besseren Information der Verkehrsteilnehmer und Erhöhung der Verkehrssicherheit, zur Straßenausstattung sowie zum automatisierten und vernetzten Fahren erprobt und getestet werden. Dabei werden von verschiedensten Akteuren (Bund, Industrie, Forschungsinstitute) unterschiedlichste Maßnahmen und System mit unterschiedlichsten technischen Ansätzen verfolgt. Die dabei für den Bund anfallenden Kosten werden den jeweiligen Haushaltstiteln zugeordnet. Die technischen Maßnahmen ergänzen dabei z. T. auch bestehende technische Systeme oder werden aktuell konzipiert bzw. entwickelt. Aus diesen Gründen können die Gesamtkosten für den Aufbau der technischen Einrichtungen auf dem DTA nicht beziffert werden.“

Im Hinblick auf die Fragen zu den Kosten für die Aufrüstung von Ampeln und Ampelanlagen und zu der Anzahl der Ampelanlagen in Städten heißt es in der Antwort des BMVI:

„Die „Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)“ bilden die Grundlage für Entwurf, Ausführung und Betrieb von Lichtsignalanlagen (LSA). Lichtsignalanlagen werden vorwiegend von den Kommunen errichtet. Lichtsignalanlagen im Zuge des Neu- oder Umbaus von Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes werden von den Auftragsverwaltungen der Länder geplant und errichtet. Über die Ausstattung und die Kosten von einzelnen Lichtsignalanlagen im Zuge von Bundesfernstraßen führt das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur keine Statistik. Für die Ausstattung eines Knotenpunktes mit einer LSA kann von durchschnittlichen Kosten in einer Größenordnung von 100.000 Euro ausgegangen werden.“

Zu den Kosten für die technische Aufrüstung von Verkehrsleitzentralen äußert sich das BMVI folgendermaßen:

„Auf Grund der erheblichen technischen und inhaltlichen Bandbreite bei der Aufrüstung einer Verkehrsleitzentrale (VLZ) kann die Frage nicht pauschal beantwortet werden. Erfahrungen mit der Umsetzung von kooperativen Komponenten einer VLZ liegen noch nicht vor.“

Die Frage nach den Erfahrungswerten aus den abgeschlossenen Projekten UR:BAN und simTD beantwortete das BMVI wie folgt:

„Im Rahmen des Projekts UR:BAN (Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement) wurden an einer ausgewählten Testkreuzung in Düsseldorf (Oberbilkler Markt) unterschiedliche kooperative und vernetzte Verkehrsmanagementmaßnahmen prototypisch implementiert und im Rahmen von Feldversuchen erprobt. Die Aufrüstung einer gesamten Verkehrsleitzentrale für kooperative und vernetzte Anwendungen

war jedoch nicht Gegenstand dieses Forschungsprojekts. Der Bundesregierung liegen deshalb keine belastbaren Informationen über die Investitions- und Betriebskosten von Verkehrsleitzentralen vor.

Im Rahmen des Projekts simTD (Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland) ist eine Versuchszentrale für das Projekt aufgebaut worden. Aus einem solchen Forschungsprojekt lassen sich für die Praxis keine verlässlichen Rückschlüsse hinsichtlich der Kosten herleiten.“

4. Antworten des OpenTraffic Systems City Association e. V.

Im Zuge der Recherche wurde auch die Stadt Kassel als Teilnehmerin des Projekts UR:BAN um die Beantwortung der Fragen gebeten. Beantwortet wurden sie vom OpenTraffic Systems City Association e. V. (**OCA e. V.**), dessen Mitglied Kassel ist. Dabei handelt es sich um einen Verband deutscher, österreichischer und schweizer öffentlicher Baulastträger. Nach seiner Satzung hat der OCA e. V. in Bezug auf Anlagen, Systeme und Komponenten der Straßenverkehrstechnik, Verkehrstelematik und des Verkehrsmanagements den Zweck, den Wettbewerb sowie die Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung bei Beschaffung und im Betrieb zu fördern und die Position der öffentlichen Baulastträger gegenüber der Industrie zu stärken. Daneben stehen Themen wie Verkehrsmanagement und die erforderliche Zusammenarbeit verschiedener Baulastträger, Qualitäts- und Sicherheitsstandards in der Verkehrstechnik sowie die Verbesserung der Systeme in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit im Fokus der Tätigkeiten des Verbands.¹²

In seiner Antwort führt der OCA e. V. einleitend aus, dass das Thema der kooperativen und vernetzten Verkehrsmanagementsysteme erst am Anfang einer Entwicklung stehe,

„in der nicht nur die Frage der technischen Komponenten sondern in besonderem Maße auch die Frage nach den dafür notwendigen Prozessen und den dazu erforderlichen Methoden beantwortet werden muss. Da hierzu bisher noch keine Erfahrungen mit dem Alltagsbetrieb bestehen, kann die Kostenfrage noch nicht befriedigend beantwortet werden.“

¹² So die Informationen auf der Internetseite des OCA e. V. Link: <http://www.oca-ev.info/oca-ev/die-oca-ihr-zweck-und-ihre-ziele/> (letzter Abruf: 23.09.2016).

Die Fragen nach den Kosten der technischen Aufrüstung einer Ampelanlage bzw. einer Kreuzung mit vier Ampeln sowie nach der Bedeutung des Alters der aufzurüstenden Anlagen beantwortete der OCA e. V. wie folgt:

„Hier ist vermutlich die Umrüstung eines Knotens^[13] mit einem LSA Steuergerät^[14] auf eine WLAN 802.11p Kommunikation gemeint. Dabei findet dann die lokale Kommunikation zwischen Fahrzeug und LSA Steuergerät statt. Dies ist allerdings nicht die einzig mögliche technische Lösung.

Durchschnittswerte für Investitionen können hier erst ermittelt werden, wenn sich diese Technik etabliert haben wird. Diese Investitionen reichen aber keinesfalls aus, um ein kooperatives System zu betreiben. Hier sind zusätzlich Kosten für die Anpassung von Zentralen, Planungssoftware, Steuergerätesoftware, Schnittstellen und die für den Betrieb notwendigen Prozesse zu berücksichtigen. Diese Kosten können für die einzelnen Kommunen sehr unterschiedlich ausfallen. Nimmt man eine Lösung mit WLAN Kommunikation über IEEE 802.11p Standard an, werden die Kosten abhängig sein von

- dem Alter des LSA Steuergerätes,
- dem verwendeten Schnittstellenstandard Zentrale – Steuergerät
- den örtlichen Gegebenheiten (wie viele Repeater werden benötigt, um Funkabdeckung zu erreichen).

Für bestimmte Einzelfälle ebenfalls möglich und im Projekt UR:BAN erprobt, ist eine zentralenbasierte Lösung, die in der Regel mit deutlich niedrigeren Investitionen auskommt.

Hier wird sich das Alter der Steuerungstechnik sicherlich in der [...] vermuteten Weise auswirken. Neben dem Alter ist aber auch die jeweils eingesetzte Technik von erheblicher Bedeutung. Daher kann es auch bei neuen Steuergeräten erforderlich werden, die komplette Technik auszutauschen. Bei sehr alter Infrastruktur können zusätzlich Tiefbauarbeiten erforderlich werden. Eine allgemeingültige Aussage ist daher nicht möglich. Es bedarf jeweils einer Einzelfallprüfung.

Die Fragen nach den Kosten der Vernetzung zwischen Ampelanlagen und Verkehrsleitzentralen sowie nach den Kosten der technischen Aufrüstung einer gesamten Verkehrsleitzentrale beantwortete der OCA e. V. wie folgt:

„Auch hier bedarf es einer Einzelfallanalyse, da die Kosten extrem stark von der eingesetzten Technologie und der Steuerungsmethode (z. B. zentral/dezentral) abhängen. Bereits breitbandig angeschlossene LSA müssten mitunter ebenfalls angepasst werden. Voraussetzung wäre eine Verbindung mit dem in der Entwicklung befindlichen OCIT O-V3 Schnittstellenstandard. Dieser setzt dann aber eine entsprechende Zentrale voraus. Gut die Hälfte

¹³ Dem Antwortschreiben ist ein Glossar beigefügt, in dem OCA e. V. Knoten als „Straßenkreuzung oder –einmündung – in diesem Kontext: mit Lichtsignalen (Ampeln) geregelt“ definiert.

¹⁴ Im dem dem Antwortschreiben beigefügten Glossar heißt es dazu: „LSA Steuergerät: Steuert die Signalgeber an 1-3 Knoten, entscheidende Komponente für den Anschluss an eine Zentrale und die Fähigkeit C-ITS nachzurüsten.“

der 37 OCA-Mitglieder verfügten im Jahr 2012 über eine Zentrale mit entsprechend breitbandiger Kommunikation (aktuellere Zahlen sind nicht verfügbar). Der OCIT O-V3 Kommunikationsstandard (Verfügbarkeit etwa III/16 – I/17) muss aber auch hier jeweils individuell installiert werden.

Auch sind die möglichen Kosten höchst individuell. Moderne Zentralen mit OCIT-Schnittstellen lassen sich allerdings mit vertretbarem Aufwand erweitern und müssen nicht zwingend erweitert werden."

Zur Frage, wie viele Ampelanlagen eine Stadt durchschnittlich hat, lässt sich der OCA e. V. wie folgt ein:

„Hier lässt sich die Faustformel anwenden, dass je 900 – 1.000 Einwohner etwa eine LSA installiert ist (z. B.: Kassel 200.000 EW – 215 LSA; Frankfurt 718.000 EW – 802 LSA; aber: Berlin 3.470.000 EW – 2.101 LSA)“.

Die Frage nach den möglichen Kosten der bundesweiten technischen Aufrüstung der Verkehrsinfrastruktur mit der zum autonomen Fahren notwendigen Technik beantwortete der OCA e. V. wie folgt:

„Wenn Sie den Begriff „autonomes Fahren“ verwenden, schließe ich daraus, dass Sie hier von der Automatisierungsstufe 5 sprechen.^[15]

Ich kann mir nicht vorstellen, dass zum heutigen Zeitpunkt jemand in der Lage ist, zu definieren, welche Infrastruktur für dieses Level erforderlich sein wird. Geschweige denn welche Kosten dafür aufzuwenden sein werden.

Aus unserer Sicht wird sich die Infrastruktur daher Schritt für Schritt weiterentwickeln und dabei zusätzliche Fähigkeiten bieten oder unterstützen. Projekte, die sich mit den möglichen Schritten dieser Implementierung befassen, sind z. B. cimec (<http://cimec-project.eu/>; hier ist Kassel Projektpartner) oder codecs (<http://www.codecs-project.eu/index.php?id=5>). Die EC DG MOVE befasst sich z. B. mit der CITS-Plattform ebenfalls mit diesen Themen.^[16] Auch die BASt^[17] forscht mit ihrem Projekt zur Entwicklung einer IVS-Rahmenarchitektur an diesem Thema, hier ist die OCA Projektpartner.

¹⁵ Zu den einzelnen Automatisierungsstufen vgl. die Grade der Automatisierung und ihre Definition bei **Bundesanstalt für Straßenwesen (2012)**. Rechtsfolgen zunehmender Automatisierung. Onlineartikel. Link: <http://www.bast.de/DE/Publikationen/Foko/2013-2012/2012-11.html> (letzter Abruf: 23.09.2016). Die Automatisierungsstufe 5 wird als „vollautomatisiertes Fahren“ bezeichnet. Charakteristisch für diesen Automatisierungsgrad ist etwa, dass der/die Fahrer/in das technische System nicht mehr überwachen muss.

¹⁶ Nähere Informationen dazu auf der entsprechenden Internetseite der Europäischen Kommission. Link: http://ec.europa.eu/transport/themes/its/c-its_en.htm (letzter Abruf: 23.09.2016).

¹⁷ Bundesanstalt für Straßenwesen. Link: http://www.bast.de/DE/Home/home_node.html (letzter Abruf: 23.09.2016).

Insgesamt sind also noch so viele Fragen offen, dass es wohl kaum möglich sein wird, kurzfristig verlässliche Daten über Art und Kosten der Infrastrukturanpassungen zu ermitteln.“

ENDE DER BEARBEITUNG