

Telematische Falschfahrerwarnsysteme auf dem Digitalen Testfeld Autobahn A9

Ergebnisbericht einschließlich Ausblick

I. Einleitung

Auf dem Digitalen Testfeld Autobahn (DTA) A9 zwischen München und Nürnberg wurden seit dem Jahr 2015 an drei Anschlussstellen drei infrastrukturseitige Falschfahrerwarnsysteme unterschiedlicher Hersteller durch ein externes Ingenieurbüro untersucht. Im Rahmen der Untersuchung wurden neben den Ergebnissen von Kurzzeitbeobachtungen auch Sondersituationen sowie Langzeitbeobachtungen ausgewertet. Der Schlussbericht [1] zu diesem Projekt liegt seit dem Frühjahr 2018 vor.

Basierend auf dem Schlussbericht sowie weiteren Erkenntnissen und Erfahrungen aus dem Digitalen Testfeld Autobahn werden hier im Ergebnisbericht der aktuelle Sachstand bzgl. Falschfahrer bzw. Falschfahrerwarnanlagen dargestellt sowie ein Ausblick über die zukünftige Entwicklung in diesem Themenbereich gegeben. Abschließend wird eine gesamthafte Wertung vorgenommen.

II. Ausgangssituation

Grundsätzlich lässt sich zu Falschfahrten konstatieren, dass diese relativ seltene Ereignisse sind, jedoch beim Auftreten einen relativ hohen Schaden verursachen können. Basierend auf den Ergebnissen von verschiedenen Studien treten ca. 2.000 „gemeldete“ Falschfahrten pro Jahr auf.

Im Jahr 2016 wurde in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik die „Falschfahrt auf Straßen mit nach Fahrtrichtung getrennten Fahrbahnen“ als neue Unfallursache bundesweit eingeführt. Danach wurde 2016 auf Autobahnen bei 37 Kraftfahrzeugführern (Hauptverursacher von Unfällen mit Personenschaden) diese Ursache polizeilich registriert. Bei diesen Unfällen wurden insgesamt 11 Personen getötet, 20 schwer- und weitere 42 leicht verletzt. Das entspricht 0,2 Prozent der Unfälle mit Personenschaden und 2,8 Prozent der Getöteten auf Autobahnen [2].

Unfälle aufgrund von Falschfahrten sind somit sehr seltene Ereignisse, bei denen meist ganz spezielle Umstände eine Rolle spielen, die sich mit den im Rahmen der amtlichen Unfallstatistik erfassten Daten nicht im Detail beschreiben lassen.

In einigen Bundesländern werden zudem separate Listen mit Falschfahrtereignissen und -unfällen geführt. Auch die Erhebungen in den Ländern untermauern, dass es sich bei Unfällen aufgrund von Falschfahrten um vergleichsweise seltene, wenn auch relativ schwere, Unfallereignisse handelt. Auf Basis von Daten aus sechs Bundesländern [3], die der BAST für das Jahr 2006 vollständig gemeldet wurden, waren 0,3 Prozent der Unfälle mit Personenschaden auf Autobahnen „Falschfahrerunfälle“. Eine neuere Datenerhebung der Jahre 2008 bis 2010 bestätigt die Werte von 2006, wobei der Anteil der Unfälle mit Personenschäden mit etwa 0,2 Prozent sogar noch etwas niedriger liegt und damit etwa beim Wert der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik für das Jahr 2016. Insgesamt machten in dieser Datenerhebung Falschfahrerunfälle auf Autobahnen einen Anteil von etwa 0,05% an allen Unfällen (Personen- und Sachschaden) auf Autobahnen aus. Der volkswirtschaftliche Schaden durch diese Unfälle im Jahr 2016 beträgt 17,2 Mio. € (basierend auf [4]).

Weitere wissenschaftliche Untersuchungen (wie auch in [3] dargestellte) haben gezeigt, dass bei den Falschfahrten, die erfasst und belegt werden konnten, Autobahnanschlussstellen mit

etwa einem Drittel am häufigsten Ausgangspunkt für Falschfahrten zu sein scheinen. Es sind jedoch auch andere Ausgangspunkte betroffen (knotenpunktfreie Strecke 15%, Autobahnkreuze, -dreiecke 5% und Tank-/Rastanlagen 4%, Autobahn-Anfang 1,5% sowie andere Ausgangspunkte 2%). Zudem ist festzuhalten, dass in 40% der Fälle keine Informationen über den Ausgangspunkt vorlagen.

Eine räumliche Häufung von Falschfahrten an bestimmten Auf- und Abfahrten bzw. Raststätten (Hotspots) konnte in den bisherigen Statistiken ebenfalls nicht signifikant nachgewiesen werden.

Wenn Falschfahrten als Ausgangspunkt eine Anschlussstelle hatten, tritt mit ca. 61% am häufigsten das falsche Einfahren in die Ausfahrtrampe auf [3], wobei das Fehlverhalten im falschen Abbiegen aus dem nachgeordneten Straßennetz oder einem falschen Fahrstreifenwechsel im Bereich der Rampen liegt. Ein weiterer Teil (ca. 11%) fährt zunächst korrekt über die Einfahrtrampe auf und biegt dann nach links falsch in die Hauptfahrbahn der Autobahn ein [3]. Bei den restlichen ca. 28% konnte keine Aussage getroffen werden. Das zeigt, dass Maßnahmen an bestimmten Örtlichkeiten, wie etwa in der Ausfahrtrampe einer Anschlussstelle, allenfalls auf eine Teilmenge der Falschfahrten einwirken können. Überdies sind die Voraussetzungen zur Beseitigung einer Gefahrenlage durch eine Falschfahrt nicht immer gegeben, wie etwa bei einer vorsätzlich oder mutwillig durchgeführten Falschfahrt. Auf diese Teilmenge werden verkehrstechnische Maßnahmen, die auf den Falschfahrer visuell oder haptisch einwirken, grundsätzlich keinen positiven Effekt haben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Falschfahrten vorsätzlich, mutwillig oder unter besonderen persönlichen Zuständen (z.B. Wenden, Suizid, Mutprobe, Fahren unter erheblichem Alkoholeinfluss) durchgeführt wird. So standen 18% der Falschfahrer unter Einfluss berauschender Mittel [3].

Zudem zeigte sich im Rahmen von Versuchen mit aufmerksamkeits erhöhenden Maßnahmen, die das Verbot der Einfahrt visuell hervorheben sollten, dass diese selbst bei Personen ohne besondere persönliche Zustände grundsätzlich bestenfalls in beschränktem Maße geeignet sind, das falsche Einfahren auf die Autobahn zu unterbinden. Vergleichsweise banale persönliche Motive (z.B. Erreichen des eigenen Ziels oder Umgehen eines Staus) in Verbindung mit einer mangelnden Gefahreinschätzung und/oder einer subjektiv empfundenen geringen Entdeckungswahrscheinlichkeit scheinen durchaus geeignet, dass sich Verkehrsteilnehmer dem Verbot der Einfahrt widersetzen und eine Falschfahrt begehen. Dementsprechend können visuell oder haptisch wirkende Maßnahmen das maximale Vermeidungspotential nicht erreichen.

Zur Verringerung der Falschfahrerunfälle wurden unter Federführung der BAST in jüngerer Vergangenheit bereits verschiedene Maßnahmen entwickelt und den Ländern zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel V).

III. Falschfahrerwarnsysteme auf dem DTA

Die an den drei Anschlussstellen Eching, Garching Nord und Garching Süd auf der BAB 9 installierten Falschfahrerwarnanlagen detektieren die Bewegungsrichtung eines Fahrzeuges im Bereich der Ausfahrtrampe einer Anschlussstelle und entscheiden auf dieser Grundlage, ob es sich um einen Falschfahrer handelt oder nicht. Die Detektion erfolgte bei den Systemen auf Basis unterschiedlicher Verfahren: Funkfeld, Doppelinduktionsschleife mit Radarsensor sowie ein Tracking-Radar. Auf Basis des Detektionsergebnisses wird der Falschfahrer durch verschiedene Leuchtzeichen visuell auf seinen Fehler aufmerksam gemacht. Bei der Untersuchung ging es ausschließlich um die Detektion von Falschfahrten und nicht um die nachgelagerte Signalisierung des Ereignisses. Alle von den Systemen detektierten Ergebnisse wurden auf Speichermedien zur späteren Auswertung aufgezeichnet. Neben den

detektierten Ergebnissen wurden durch die jeweiligen Betreiber der drei Systeme auch sogenannte Keep-Alive Meldungen (mindestens alle 5 Minuten) aufgezeichnet und in regelmäßigen Abständen (i.A. wöchentlich) übermittelt. Durch diese Keep-Alive Meldungen konnte die Verfügbarkeit der unterschiedlichen Systeme evaluiert werden. Zusätzlich wurde an jeder der drei Anschlussstellen ein Referenzsystem, bestehend aus jeweils zwei Videokameras zur Überwachung der Ausfahrtrampen, eingerichtet. Durch dieses System wurden sekundlich Bilder aufgenommen und ebenfalls auf einem Speichermedium für die nachgelagerte Evaluierung gespeichert.

Im Rahmen der Evaluierung der drei Falschfahrerwarnanlagen wurden neben Kurz- und Langzeitbeobachtungen auch Sondersituationen einbezogen. Die Kurzzeitbeobachtungen erfolgten jeweils unter Sperrung der Ausfahrt der jeweiligen Anschlussstelle durch die Autobahnmeisterei. Dabei erfolgten zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten gezielte Falschfahrten mit zwei unterschiedlichen Fahrzeugklassen in der jeweiligen Ausfahrtrampe. Bei den Sondersituationen wurden bei einer Messkampagne zu den Kurzzeitbeobachtungen jeweils verschiedene Situationen, z.B. stehendes Fahrzeug in der Rampe und zweites Fahrzeug fährt vorbei (jeweils Falsch- und Normalfahrt) sowie Stop-and-Go Situation gezielt im Detektionsbereich der Anlagen, nachgestellt. Durch die Langzeitbeobachtung (ca. 40 Kalenderwochen) konnten Zeiten der Nichtverfügbarkeit der Systeme u.a. durch System- oder Stromausfälle sowie mögliche Fehldetektionen der Systeme evaluiert werden.

Nach der ersten Messkampagne der Kurzzeitbeobachtung sowie auch der Langzeitbeobachtung wurde den Herstellern der Falschfahrerwarnanlagen die Möglichkeit eingeräumt, unter dem Eindruck der bis zu diesem Zeitpunkt erzielten Ergebnisse, durch ein Update die Falschfahrerwarnanlagen umzurüsten sowie zu optimieren. Nach der Optimierungsphase durch die Systembetreiber hat sich die Verfügbarkeit der Anlagen deutlich verbessert. Allerdings wurde bei dieser Untersuchung zur Systemverfügbarkeit bei den Ursachen für die Ausfälle nicht zwischen Komponenten der Falschfahrerwarnsysteme, der Datenübertragung oder der Energieversorgung unterschieden.

Bei der zweiten Messkampagne der Kurzzeitbeobachtung wurden systemseitig alle tatsächlichen Falschfahrten auch als Falschfahrten und alle Normalfahrten während der Messkampagne auch als Normalfahrten erkannt. Aus der Messkampagne zu den Sondersituationen lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

Nicht alle Sondersituationen wurden durch die Systeme richtig zugeordnet, u.a. führten rückwärts rollende Fahrzeuge im Detektionsbereich teilweise zu Fehldetektionen. Auch ein vollständig im Detektionsbereich abgestelltes Fahrzeug verhinderte die Erkennung einer Falschfahrt. Die Fahrbewegungen zur Abbildung von Sondersituationen wurden durch die Falschfahrerwarnanlagen aber größtenteils richtig erfasst.

Im Rahmen der Langzeitbeobachtung zeigten sich Auffälligkeiten hinsichtlich der Systemverfügbarkeit. Die Zeiten der Nichtverfügbarkeit betragen für alle Systeme jeweils ca. 1% der betrachteten Zeiträume. Die Ursachen für die Nichtverfügbarkeit konnten aber aufgrund der Untersuchungsmethodik nicht einer einzelnen Komponente des Gesamtsystems zugeordnet werden. Daher wurde im Schlussbericht der Evaluierung [1] vorgeschlagen, die bisherigen Keep-Alive Meldungen zum Beispiel auf Basis der Funktionsmeldungen aus der Eigenüberwachung des Systems zu erweitern. Neben dem eigentlichen System ist bei der Systemverfügbarkeit auch die Energieversorgung sowie Datenanbindung zu berücksichtigen. In beiden Fällen sollte ebenfalls ein Wert von 100% angestrebt werden. Daraus würde u.a. resultieren, dass die Hersteller der Falschfahrerwarnanlagen unter Berücksichtigung der jeweiligen Systemleistung eine adäquate alternative Stromversorgung ihrer Systeme vorschlagen sollten, um einen noch zu definierenden Zeitraum zu überbrücken. Ebenso ist die bisher gewählte Datenübermittlung über Mobilfunk anfällig für Störungen. Daher sollten durch die Hersteller

der Systeme auch bzgl. der Datenübertragung (u.a. Priorisierung des Datentransfers) Verbesserungsvorschläge unterbreitet werden. Bei einem möglichen Dauereinsatz muss durch die Hersteller ein Verfahren vorgeschlagen werden, das den Nachweis der Systemverfügbarkeit auf allen Systemebenen in Echtzeit bietet.

Ebenfalls negativ zu bewerten ist, dass bei der Langzeitbeobachtung einige Falschfahrtereignisse registriert wurden, die nicht als solche zu werten sind. Dazu gehören vor allem Stausituationen sowie Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes (z.B. Mäharbeiten). Des Weiteren werden durch die Systeme auch Einsatzfahrzeuge, u.a. die die Ausfahrtrampe in verkehrter Richtung bei gesperrter Hauptfahrbahn befahren, „richtigerweise“ als Falschfahrt erkannt.

Insgesamt ist die daraus resultierende relativ hohe Fehlalarmquote als besonders kritisch zu werten, da diese negative Auswirkung auf die beim Verkehrsteilnehmer wichtige „Glaubwürdigkeit“ und somit auch auf die Wirksamkeit einer Falschfahrtermeldung hat.

Vor einem Regelbetrieb der Falschfahrerwarnanlagen wäre deshalb zunächst zu klären, ob bei Unterhaltungsarbeiten regelmäßig auftretende und momentan als Falschfahrt detektierte Ereignisse vermieden werden können. Zwar könnten mögliche unerwünschte Fehldetektionen, etwa durch Mähfahrzeuge, ausgeschlossen werden, indem beispielsweise der Geschwindigkeitsbereich bis ca. 10 km/h über eine definierte Weglänge unberücksichtigt bleibt. Dies hätte aber den Nachteil, dass zum einen sehr langsam fahrende tatsächliche Falschfahrer nicht erkannt würden und zum anderen andere Betriebsfahrzeuge der Straßenbaubehörde sowie Fahrzeuge diverser Einsatzkräfte (Polizei, Feuerwehr u.a.), die mit höheren Geschwindigkeiten fahren, weiterhin fehlerhaft detektiert würden. Zwar wären hier weitergehende technische Ansätze denkbar, diese wären aber noch zu entwickeln und würden eine weitere potentielle Fehlerquelle bei der Detektion darstellen sowie zusätzliche neue zulassungsrechtliche Fragen aufwerfen.

Der Umstand, dass es weiterhin zu einer nicht geringen Anzahl an Auslösungen z.B. durch Einsatzfahrzeuge kommen kann, ist umso wichtiger, da im Regelbetrieb nicht nur ein Kraftfahrer durch visuelle Hinweise zum Abbruch seiner Falschfahrt aufgefordert werden soll, sondern insbesondere auch die sich der betroffenen Anschlussstelle auf der Richtungsfahrbahn nähernden Kraftfahrer gewarnt werden sollen. Beim Befahren der Anschlussstelle in falscher Richtung durch Einsatzfahrzeuge ist zwar davon auszugehen, dass der Bereich der Anschlussstelle zu diesem Zeitpunkt infolge der Ereignisse gesperrt ist, dennoch sind Situationen, in denen eine spontane Fahrt eines Einsatzfahrzeuges in falscher Richtung durch eine Anschlussstelle auftritt, denkbar. Um in solchen Fällen keine Falschfahrtermeldungen zu generieren, könnten neben aufwendigen, infrastrukturseitigen, technischen Lösungen auch die jeweiligen Einsatzkräfte bei ihren Leitstellen die anstehenden Falschfahrten anmelden. Daraus resultiert jedoch zwangsläufig auch ein nicht unerheblicher administrativer sowie personeller Aufwand, der zudem mit einer Fehlerquote behaftet ist. Auch eine denkbare alternativ in den Einsatzfahrzeugen positionierte On-Board-Unit (Kommunikationseinheit), welche die Anmeldung des entsprechenden Fahrzeugs am Falschfahrerwarnsystem übernimmt, wäre, neben dem hohen technischen Aufwand, erst bei Vollausstattung aller mit Sonderrechten ausgestatteten Fahrzeuge ein zuverlässiger Ansatz. Diese „Vollausstattung“ ist aber vor dem Hintergrund der zahlreichen mit Sonderrechten beliehenen Institutionen und Fahrzeugen in absehbarer Zeit nicht vorstellbar.

Der Evaluationsbericht, der sich primär auf die technischen Ergebnisse bezieht, stützt die oben dargestellten Argumente. Im Fazit des Berichts werden neben den Schwächen der Energieversorgung und Datenübertragung auch weitere Punkte aufgeführt, die zur Verbesserung des Systems umgesetzt und dann ggf. auch wieder in einem Feldtest erprobt werden müssten. Dazu gehört, dass die Erfassungszuverlässigkeit bei der Weiterentwicklung des

Detektionsprinzips bzw. des Auswertungsverfahrens mit Blick auf die Ergebnisse der Langzeitbeobachtung und der Untersuchung der Sondersituationen insbesondere auf die Vermeidung einer Fehldetektion bei Stausituationen mit zurückrollenden Fahrzeugen berücksichtigt werden sollte. Zudem sollte der Einfluss von im Detektionsbereich abgestellten Fahrzeugen auf die Nichterkennung eines Falschfahrtereignisses minimiert werden.

Aufgrund der Ergebnisse aus der Untersuchung auf dem DTA ist eine direkte Einleitung der ursprünglich geplanten zweiten Phase mit der Warnung der richtig fahrenden Verkehrsteilnehmer nicht realisiert worden. Ein genehmigtes Forschungsprojekt, welches sich mit der Entwicklung eines am Fahrbahnrand aufgestellten Systems zur Warnung der Verkehrsteilnehmer sowie eines Systems zur Warnung der Falschfahrer im Bereich der Abfahrt befassen sollte, wurde aufgrund der bisherigen Ergebnisse ebenfalls noch nicht ausgeschrieben.

Aus Sicht der BASt ist insgesamt eine Fortführung der Erprobung auf dem DTA als nicht zielführend zu bewerten. Zum einen da die bisherigen Ergebnisse gezeigt haben, dass alle Systeme fehleranfällig sind und diese auch mit weiteren technischen Optimierungen mit erheblichem Mehraufwand nicht gänzlich beseitigt werden können. Zum anderen sprechen die in den folgenden Abschnitten dargestellten Überlegungen gegen eine Fortführung der Erprobung auf dem DTA.

IV. Warnung anderer Verkehrsteilnehmer und Detektionsgenauigkeit

Durch die besonderen Umstände von Falschfahrten (sehr seltene Ereignisse, Unfälle jedoch relativ folgenschwer) sind hohe Anforderungen an Detektionsgüte, Zuverlässigkeit und Systemverfügbarkeit zu stellen, damit das seltene Ereignis verlässlich erkannt wird und sich eine Wirkung der Anlagen einstellen kann. Grundsätzlich ist vor dem Hintergrund der unmittelbaren Unfallvermeidung zwar eine nicht detektierte Falschfahrt kritischer zu bewerten als ein Fehlalarm (falsche Falschfahrerdetektion). Zu häufige Fehlalarme führen jedoch zum Vertrauensverlust der Verkehrsteilnehmer in die Glaubwürdigkeit solcher Systeme und letztlich zu deren Nichtbeachtung und Wirkungslosigkeit. Außerdem kann eine Warnung bei den auf der Richtungsfahrbahn fahrenden Verkehrsteilnehmern kritische Fahrmanöver, wie plötzliches Bremsen oder Fahrstreifenwechsel, hervorrufen und so die Verkehrssicherheit gefährden.

Bei Systemen, die lediglich den Falschfahrer in der Ausfahrtrampe adressieren und nicht den Verkehr auf der Richtungsfahrbahn warnen, könnte eine Fehlalarmrate bis zu einem gewissen Grad in Kauf genommen werden, wenn dafür eine hohe Detektionsgüte bei den Falschfahrten gewährleistet ist. Dagegen müssten Systeme, die zusätzlich den Verkehr auf der Richtungsfahrbahn wahrnehmen, neben einer hohen Detektionsrate bei den Falschfahrten auch extrem geringe bzw. keine Fehlalarmraten aufweisen.

Im Rahmen der Erprobung der unterschiedlichen Falschfahrerdetektionssysteme auf dem DTA hat sich gezeigt, dass keines dieser Systeme den Anforderungen im ausreichenden Maß standhalten konnte. Auf Basis der Ergebnisse aus [1] (4 Fehldetektionen in 39 Wochen u.a. infolge von Stau an einer AS sowie 12 Fehldetektionen durch Unterhaltungsarbeiten und Einsatzfahrzeugen an zwei AS'n) ergäben sich bei einer Hochrechnung auf das gesamte Autobahnnetz (2.254 Anschlussstellen unter der Annahme mit je zwei Ausfahrtrampen und weiteren 2.075 Autobahnrastanlagen (Stand: September 2016)) jährlich bundesweit 11.700 Fehlalarme durch Stau und 35.100 Fehlalarme durch Unterhaltungsarbeiten und Einsatzfahrten. Dies würde bedeuten, dass pro Tag im Bundesgebiet ca. 128 Fehlalarme zu erwarten wären.

V. Gesamtbewertung

Die BAST ist unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Unfallgeschehens von Falschfahrern der Ansicht, dass an Autobahnanschlussstellen eine unter Beachtung des bestehenden technischen Regelwerks ausgeführte eindeutige, unmissverständliche Verkehrsführung bereits einen effizienten Beitrag zur Verhinderung von Falschfahrten leistet. Um im verkehrstechnischen Bereich weitere Verbesserungen zu erreichen, werden grundsätzlich Maßnahmen präferiert, die unbeabsichtigte Falschfahrten erst gar nicht entstehen lassen. Es wird daher als zielführend erachtet, dem Verkehrsteilnehmer eine Situation anzubieten, in der er intuitiv richtig fährt. Von Bedeutung sind hierbei neben der baulichen Ausführung vor allem die Beschilderung und Markierung. Die aktuell in der Fertigstellung begriffenen "Richtlinien für die Markierung von Straßen" wurden u. a. mit dem Ziel fortgeschrieben, eine bessere optische Führung im Bereich der Knotenpunkte an der Verknüpfung der Autobahnzufahrten mit dem nachgeordneten Netz zu ermöglichen. Vorab erfolgten bereits mit Schreiben vom 28.10.2014 (AZ: StB 11/7123.5/8-2287084) Empfehlungen zur Gestaltung von Anschlussstellen, die ein intuitiv richtiges Verhalten der Verkehrsteilnehmer fördern.

Auch hat das BMVI mit Schreiben vom 05.09.2013 (AZ: StB 11/7123.5/8-2058682) den Ländern Checklisten zur Überprüfung von Anschlussstellen und Rastanlagen zur Verhinderung von Falschfahrten zur Verfügung gestellt [5] [6].

Eine überschlägige Kosten-Betrachtung auf der Basis einer Kostenkalkulation für eine abschnittsweise Ausstattung möglicher Gefahrenstellen für Falschfahrten mit infrastrukturseitigen Falschfahrerwarnsystemen ergibt bei einer bundesweiten Hochrechnung auf 2303 Anschlussstellen und 2215 Parkplätze/Rastanlagen [7] (Stand: Juli 2018) Investitionskosten von min. 116 Mio. € (netto). Bei einer angenommenen Abschreibungsdauer von 10 Jahren ergeben sich (ohne Verzinsung) rund 11,6 Mio. € (netto) als Kosten pro Jahr für die Investition. Hinzu kommen rund 14,1 Mio. € jährliche Kosten für Datenhaltung, -übertragung, Wartung und Pflege. Dies entspricht insgesamt Kosten von rund 25,7 Mio. € pro Jahr. Hierbei wurden keine Kosten für Energieanschluss, Baumaßnahmen, Datenbankpflege, Versicherung, etc. berücksichtigt.

Auf der Nutzenseite steht eine mögliche Reduktion der Unfallkosten. Von dem unter II. dargestellten jährlichen volkswirtschaftlichen Schaden in Höhe von 17,2 Mio. € dürfte allenfalls die Hälfte (8,6 Mio. €) mithilfe dieser Systeme einsparbar sein. Basierend auf den eher konservativen Annahmen auf der Kostenseite würde sich ein NKV von ca. 0,33 ergeben. Auch schon diese grobe Abschätzung macht deutlich, dass unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Investition in derartige Systeme nicht sinnvoll ist und den Grundsätzen der BHO widerspricht.

Aus den existierenden Statistiken zu Falschfahrtereignissen muss geschlussfolgert werden, dass ausschließlich lokale Detektionen nicht zielführend sind. Aufgrund der Besonderheiten von Falschfahrten (u.a. geringe Anzahl an Falschfahrten sowie Nicht-Vorhandensein von Hotspots) sind derartige infrastrukturseitige Systeme, auch nur bei abschnittsweiser Ausstattung, als nicht wirtschaftlich einzustufen.

Vor diesem Hintergrund ist die technologische Entwicklung im Zusammenhang mit der Vernetzung der Fahrzeuge die zielführendere Alternative. Durch den Einsatz von kooperativen und vernetzten Systemen, und letztlich beim automatisierten und vernetzten Fahren, wird es zukünftig möglich sein, auf Basis von fahrzeugseitigen Sensoren sowie hinterlegten Kartendaten Falschfahrten unabhängig von den örtlichen Randbedingungen zu erkennen. Die Systeme werden den Fahrzeugführer entsprechend warnen/informieren und eine Meldung (über Mobilfunk und/oder mobiles WLAN [8] [9]) für weitere Verkehrsteilnehmer auf der Rich-

tungsfahrbahn zur Verfügung stellen und an infrastrukturseitige Informationsdienste via Mobilfunk weiterleiten können, ohne dass dies einer Selbstanzeige gleichkommt. Durch eine reine fahrzeugseitige Detektion können ebenfalls Falschfahrer erkannt werden, die auf der Richtungsfahrbahn durch Wenden oder am Ende der Auffahrt durch verkehrtes Abbiegen auf die Richtungsfahrbahn entstehen.

Auch das Auswerten der von den Fahrzeugen versendeten Nachrichten (beispielsweise CAM [10] bzw. DENM [11] nach ETSI-Standard) in anderen Fahrzeugen oder infrastrukturseitigen Zentralen würde es ermöglichen, eine entsprechende Falschfahrt zu erkennen. Für die zentralenseitige Lösung wäre die infrastrukturseitige Installation von Road-Side-Units einschließlich der entsprechenden Stromversorgung und Datenanbindung ein möglicher Weg.

Hinsichtlich der Vernetzung der Fahrzeuge ist bereits 2018 eine Marktdurchdringung von 20% zu erkennen [12], deren Anstieg bis 2030 auf ca. 95% prognostiziert wird. Dies zeigt, dass auch mit vernetzten Fahrzeugen innerhalb weniger Jahre keine netzweite Abdeckung erreicht werden wird. Jedoch würde selbst bei der Existenz eines völlig funktionssicheren infrastrukturseitigen Falschfahrererkennungssystems eine netzweite Ausstattung aller ca. 2.300 Anschlussstellen sowie ca. 2.200 Park- und Rastplätze [7] auch nicht innerhalb kürzester Zeit erfolgen können. Zudem fallen hier immens hohe Kosten für infrastrukturseitige Installation und Unterhaltung von Falschfahrerwarnanlagen an, die bei den kooperativen Lösungen eingespart werden können.

VI. Fazit und Ausblick

Unter Berücksichtigung der dargelegten Fakten und Ergebnisse aus den Erprobungen auf dem DTA wird der Einsatz von telematischen Falschfahrerwarnanlagen als nicht sinnvoll eingeschätzt. Auch die weitere unterstützte Erprobung ist als nicht sinnvoll zu bewerten.

Zusammenfassend stützen die folgenden Argumente die Wertung:

- Falschfahrten haben nur einen sehr geringen Anteil an allen Unfällen auf BAB.
- Die Ausgangsorte von Falschfahrten sind sehr inhomogen und nicht auf Hotspots konzentriert.
- Punktuelle Maßnahmen zur Vermeidung von Falschfahrten können nur auf einen kleinen Teil aller Falschfahrten einwirken.
- Vorsätzliche sowie durch Rauschmittel beeinflusste Falschfahrtentscheidungen können mit informierenden Systemen nicht vermieden werden.
- Auch der beobachtete Effekt, Falschfahrten durch banale persönliche Gründe ohne direkten absichtlichen Vorsatz durchzuführen, kann durch die telematischen Systeme nicht verhindert werden.
- Die Zuverlässigkeit der erprobten Systeme konnte nicht ausreichend nachgewiesen werden.
- Falschfahrwarnungen wurden auch bei Sonderfahrzeugen ausgelöst, die berechtigt falsch aufgefahren sind.
- Berechtigte Falschfahrten würden sich nur mit hohem technischem Aufwand als solche detektieren lassen, was allerdings eine weitere mögliche Fehlerquelle erzeugen würde.
- Falsch ausgelöste Falschfahrerwarnungen sind insbesondere inakzeptabel, wenn auch die anderen Verkehrsteilnehmer auf dieser Basis gewarnt werden sollen, was den eigentlichen Nutzen der getesteten Systeme ausmachen sollte.

- Falsche Falschfahrerwarnungen, die vom Nutzer als falsch erkannt werden, senken die Akzeptanz für solche Systeme drastisch und führen im schlechtesten Fall dazu, dass die Warnungen gar nicht mehr beachtet werden und somit das System komplett unwirksam ist.
- Die hohen Investitionskosten für solche telematischen Systeme liegen weit über den erzielbaren Nutzen, und entsprechende Investitionen wären damit unwirtschaftlich.
- Die bereits erfolgreich etablierten infrastrukturseitigen Maßnahmen sowie die zukünftigen kooperativen Systemlösungen lassen eine effektivere Bekämpfung der Falschfahrten erwarten.

Hinsichtlich einer netzweiten „Ausstattung“ wird auch unter Berücksichtigung von Nutzen-Kosten-Aspekten der Einsatz von kooperativen und vernetzten Systemen zur Erkennung von Falschfahrten auf Basis der Fahrzeug-Sensoren sowie der hinterlegten Kartendaten als am zielführendsten erachtet. Auch wenn aufgrund der prognostizierten Marktdurchdringung eine Komplettausstattung wahrscheinlich mehr als 10 Jahre erfordern wird und auch weiterhin ein geringer Teil von Fahrzeugen ohne Vernetzung unterwegs sein werden, ist von diesem Ansatz die größte Wirkung zu erwarten.

Literaturverzeichnis

- [1] SSP Consult Beratende Ingenieure GmbH, Dr.-Ing. Matthias Kölle, „Endbericht Digitales Testfeld Autobahn A9 Betreuung und Evaluierung Falschfahrerwarnsystem,“ München, 2018.
- [2] Bundesanstalt für Straßenwesen, „Sonderauswertung der BASt zu Unfällen infolge Falschfahrten auf Autobahnen,“ Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2018.
- [3] Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik Bergische Universität Wuppertal Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gerlach, Dipl.-Ing. Sebastian Seipel, „Falschfahrten auf Autobahnen (FE89.231/2009),“ Bundesanstalt für Straßenwesen, Wuppertal, 2012.
- [4] Bundesanstalt für Straßenwesen, „Volkswirtschaftliche Kosten von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland,“ Bergisch Gladbach, 2018.
- [5] Bundesanstalt für Straßenwesen, Technische Hochschule Mittelhessen Fachgebiet Straßenwesen und Vermessung, „Checkliste Falschfahrer Anschlussstellen,“ 2013.
- [6] Bundesanstalt für Straßenwesen, Technische Hochschule Mittelhessen Fachgebiet Straßenwesen und Vermessung, „Checkliste Falschfahrer Rastanlagen,“ 2013.
- [7] Bundesanstalt für Straßenwesen, „BISStra - Bundesinformationssystem Straße,“ Bundesanstalt für Straßenwesen, 2018.
- [8] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), „European Standard, Intelligent Transport Systems (ITS); Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band, EN 302 663,“ European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2012.
- [9] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), „IEEE STANDARD, IEEE Std 802.11p-2010,“ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2010.
- [10] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), „European Standard, Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service, EN 302 637-2,“ European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2014.
- [11] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), „European Standard, Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service EN 302 637-3,“ European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2014.
- [12] Bundesanstalt für Straßenwesen, „Jahresbericht 2015/16,“ Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2017.