

Erfnungsmeldung: Anlage 1

5 Seiten Beschreibung der Erfnung inkl. 4 Skizzen/Zeichnungen

Technische Aufgabe und Gebiet

Das erfundene System ist dem Gebiet einer technischen Untersuchung von Kraftfahrzeugen zuzuordnen. Die Aufgabe des Systems ist es, die Funktionalität der fahrzeugeigenen Umfeldsensorik (z.B. Kamera, Radar, LiDAR) und der nachfolgenden Datenverarbeitung zu testen. In anderen Worten testet das System bei einem Kraftfahrzeug, ob die Objekte in der Umgebung des Kraftfahrzeugs vom Kraftfahrzeug korrekt wahrgenommen werden. Dabei wird das gesamte Fahrzeugsystem getestet, ohne in das Fahrzeug selbst einzugreifen. Das System kann eine Ergänzung der bestehenden periodischen technischen Hauptuntersuchung (HU, englisch: periodical technical inspection (PTI)) sein und ist daher mit diesem Gebiet verwandt. Das System ist unabhängig von Fahrzeugherstellern bzw. Prüforganisationen. Grundsätzlich ist das System modular aufgebaut und kann an bestehenden Verkehrsüberwachungssysteme (z.B. Toll Collect, fest installierten Geschwindigkeits-, Abstands- oder Rotlichtüberwachungsanlagen, Verkehrsdichtemessgeräten usw.) positioniert werden.

Stand der Technik

Fahrzeugumfeldsensoren sind von entscheidender Bedeutung für das automatisierte Fahren. Fahrzeugumfeldsensoren, wie Radare, Lidar und Kameras, sind verantwortlich für die Erfassung und Interpretation der Umgebung, wodurch das Fahrzeug in der Lage ist, präzise Entscheidungen in Echtzeit zu treffen. Die Fahrzeugumfeldsensorik ist also ein Grundbestandteil für das automatisierte Fahrerassistenzfunktionen (ADAS, advances driver assistance system). Dazu ist es unabdingbar, dass die Funktion der Fahrzeugumfeldsensorik sichergestellt ist, um potenzielle Risiken zu minimieren und Unfälle zu verhindern. Je höher die Automatisierungsstufe [1], desto zuverlässiger muss die Fahrzeugumfeldsensorik sein.

Die Homologation (Typgenehmigung) [2] neuer Kraftfahrzeuge ist der letzte Schritt der Fahrzeugentwicklung. Bei erfolgreicher Homologation wird das Fahrzeug zugelassen, ab dann ist das Fahrzeug in Betrieb. Im Rahmen der Homologation werden Fahrzeuge und deren Funktionsweise grundlegend geprüft, was auch automatisierte Fahrfunktionen und die Fahrzeugumfeldsensorik miteinschließt.

Im Betrieb selbst wird ein Kraftfahrzeug im Rahmen von Service Terminen, durch die Fahrzeugeigendiagnose und bei der Hauptuntersuchung überprüft. Die Service Termine sind lediglich Herstellerempfehlungen und rechtlich nicht verpflichtend. In der Regel sind Service Termine von Fahrzeugherstellern alle ein bis zwei Jahre bzw. nach 15.000 bis 30.000 km empfohlen [3]. In Kombination mit der Anzahl von 1,05 Wartungen pro Pkw in Deutschland im Jahr 2020 [4], kann abgeschätzt werden, dass Kraftfahrzeuge nicht häufiger als jährlich eine Werkstatt aufsuchen. Dabei muss die Fahrzeugumfeldsensorik nicht zwangsweise untersucht werden.

Die Vorstellung eines Kraftfahrzeugs zur HU ist gesetzlich vorgeschrieben und in der StVZO § 29 mit jeweiligen Anlagen geregelt [5]. Neuwagen müssen drei Jahre nach Zulassung zur HU vorgestellt werden, danach alle zwei Jahre (*Anlage VIII (§ 29 Absatz 1 bis 4, 7, 9, 11 und 13) Untersuchung der Fahrzeuge* [5]). In der *Anlage VIIIa (§ 29 Absatz 1 und 3, Anlage VIII Nummer 1.2) Durchführung der Hauptuntersuchung* [5] sind im *Absatz 6 Untersuchung* die vorgeschriebenen Untersuchungspunkte aufgelistet. Dabei ist die Fahrzeugumfeldsensorik nicht aufgeführt und demnach kein Prüfpunkt bei einer HU.

Die Eigendiagnose eines Kraftfahrzeugs überwacht das Fahrzeug kontinuierlich in Echtzeit. Die Überwachung beruht in der Regel auf den Daten verschiedenster Sensordaten (z.B. der Lambda Sensor zur Überwachung der Abgaszusammensetzung) und im Fahrzeug verbauter Steuergeräte. Andere Forschungsarbeiten [6, 7] haben gezeigt, dass die Eigendiagnose nicht immer in der Lage ist einen Fehler der Fahrzeugumfeldsensorik zu erkennen, sodass es keine fahrzeugseitige Fehlermeldung gibt und die Fahrzeugumfeldsensorik mit hohen Leistungseinschränkungen weiter aktiv bleibt. Hier besteht bei hohen Automatisierungsstufen ein enormes Potential zu schweren Unfällen.

Aus diesem Grund arbeiten die Überwachungsorganisationen (DEKRA, TÜV, KÜS, ...) und die FSD Fahrzeugsystemdaten GmbH (Zentrale Stelle nach StVG) an neuen unabhängigen Prüfmöglichkeiten für die Fahrzeugumfeldsensorik und automatisierter Fahrfunktionen modernen Fahrzeuge.

Die FSD erarbeitete hier bereits in dem Projekt ErVast [7] einen Fahrzeug-Demonstrator mit dem die Fahrzeugumfeldsensorik getestet werden kann [7]. Dies wird mit dem Demonstrator ermöglicht, der das zu testende Fahrzeug (vehicle under test, VUT) automatisiert umkreist und dabei alle Fahrzeugumfeldsensoren des VUT anregt.

Die vom VUT erkannte Position des Demonstrators wird anschließend mit einer Referenz verglichen. Die Auswertung gelingt hier nur aufgrund des vollständigen Zugriffs auf die Sensordaten, da das VUT in diesem Fall ein Forschungsfahrzeug und kein Serienfahrzeug ist.

Die KÜS stellte dieses Jahr einen ADAS-Rollenprüfstand vor, welcher das Überprüfen der Fahrzeugumfeldsensoren und ADAS-Funktionen übernehmen soll [8]. Prinzipiell soll hier der Radar über ein Radar Targetsimulator und die Kamera über verschiedene Videos auf Bildschirmen angeregt werden. Dieser Testvorgang ist stark limitiert da sich das VUT in einem Prüfstandsumgebung befindet und der Test somit nicht unter realen Bedingungen stattfindet. Auch der Unterschied zwischen realer Sensorstimulation und simulierter Sensorstimulation kann deutliche Einschränkungen in der Aussagekraft der Tests mit sich bringen.

Die Virtual Vehicle Research GmbH entwickelte den SPIDER (Smart Physical Demonstration and Evaluation Robot) um ADAS Funktionen und die Fahrzeugumfeldsensorik zu testen [9]. Der SPIDER ist dabei eine mobile Hardwareplattform, die ein zu detektierendes Objekt nachbilden soll. Es besteht lediglich aus einem Gerüst, auf welches wesentliche Fahrzeugumfeldsensorik und Steuergeräte montiert sind. Damit sollen Test an neuen Fahrzeugtypen nach dem HiL (Hardware in the loop) Prinzip durchgeführt werden, ohne, dass ein gesamter Prototyp aufgebaut werden muss.

Behebung bisheriger technischer Probleme / Nachteile

Probleme/Nachteile:

- Kraftfahrzeuge werden gesetzlich vorgeschrieben erst nach 3 Jahren (Neufahrzeuge) und dann alle 2 Jahre überprüft. Eine Überprüfung der Fahrzeugumfeldsensorik ist dabei nicht verpflichtend.
 - Die Eigendiagnose moderner Fahrzeuge ist nicht ausreichend, um die Fahrzeugumfeldsensorik zu testen [6, 7].
 - Aktuelle Prüfung der Fahrzeugumfeldsensorik nach der FSD [7] erfordert einen Sensordatenzugriff am VUT, was die Überprüfung von Serienfahrzeugen ausschließt.
 - Aktuelle Prüfung der Fahrzeugumfeldsensorik nach der KÜS [8] testet das VUT in einem Prüfstandsmodus, weshalb reale Reaktionen des VUT von den Prüfstandsreaktionen abweichen können. Signale der Sensoren müssten getilgt und künstlich erzeugt und an den Sensor zurückgeschickt werden, was selbst zu Fehlern und damit falschen Rückschlüssen führen kann. Da für die Fahrzeughersteller keine Sensorhardware vorgeschrieben ist, wird die ADAS-Funktionalität bzw. die Umgebungserkennung oft unterschiedlich realisiert. Ohne eine definierte Schnittstelle (welche gesetzlich vorzuschreiben wären, was erfahrungsgemäß sehr lange dauert) zur IT-Infrastruktur des VUT ist oftmals eine Stimulation der Sensorik nicht möglich.
 - Aktuelle Prüfung der Fahrzeugumfeldsensorik nach der Virtual Vehicle Research GmbH [9] benötigt eine gesonderte Teststrecke abseits des öffentlichen Straßenverkehrs
- ➔ Aufgrund der stark variierenden Umfeldsensorhardware kann mit den aktuellen Prüfverfahren nicht jedes Fahrzeug getestet werden. Die Ergebnisse der Prüfung der Fahrzeuge deren Fahrzeugumfeldsensoren mit den aktuellen Prüfverfahren testbar sind, können im Realbetrieb abweichen, da zu starke Limitierungen der aktuellen Prüfverfahren vorliegen (Prüfstandsbetrieb, Simulation, usw.). Aktuell sind demnach nur ungenaue Aussagen zur Funktionalität der Fahrzeugumfeldsensorik möglich. Eindeutige und reale Prüfergebnisse der Fahrzeugumfeldsensorik können aktuell nur mit realen Testfahrten abgebildet werden, die enorm zeitaufwändig und mit hohen Kosten verbunden sind. Eine genaue Reproduzierbarkeit ist je nach Fahrszenario kaum möglich.

Technische Lösung

Abbildung 1 zeigt schematisch den Prüfablauf der Fahrzeugumfeldsensorik unter Einsatz des erfundenen Systems am Beispiel einer Kreuzung. Wie zu erkennen ist besteht das **Technical Inspection – Road Side System (TI-RSS)** aus drei Komponenten: Einer Technical Inspection-Road-Side-Unit (TI-RSU), einem Referenzobjekt (RO) und einer Cloud Anbindung zur Speicherung und zum Austausch von Daten.

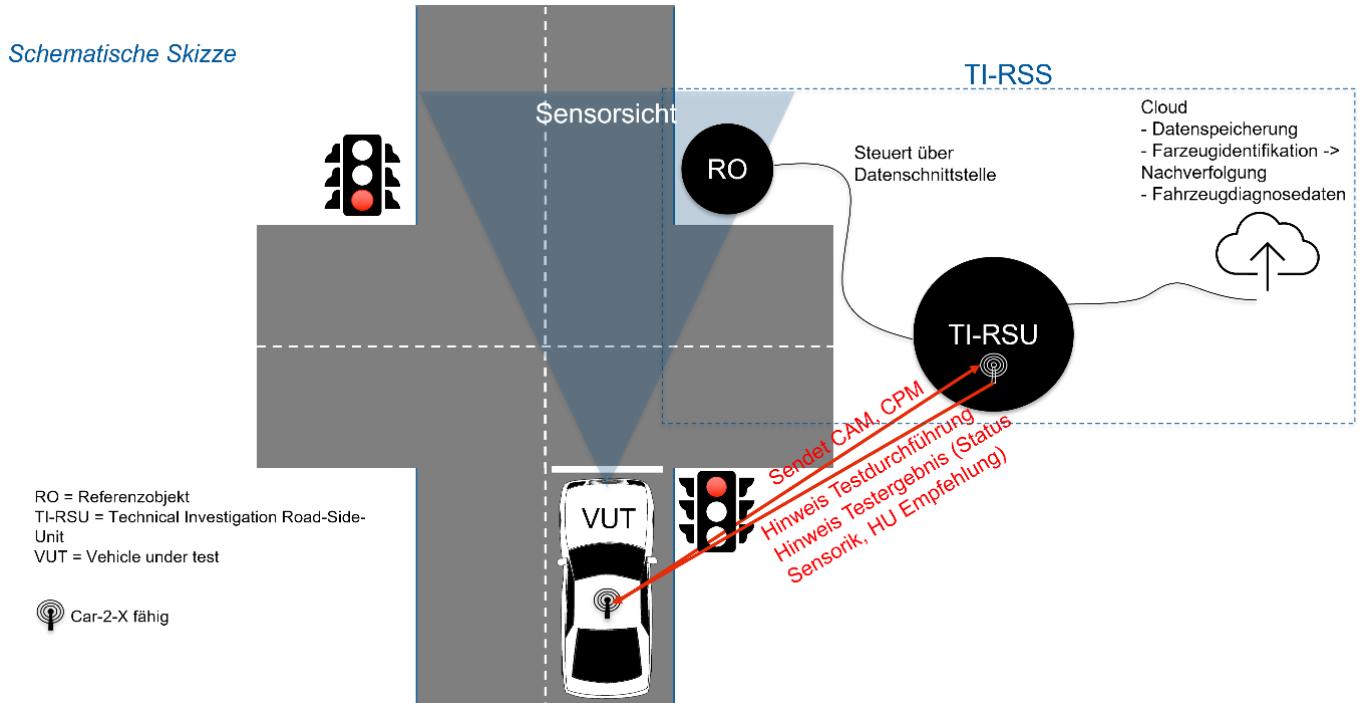


Abbildung 1: Schematische Skizze der Erfindung (TI-RSS) in einem Beispielhaften Einsatz an einer Kreuzung

Die TI-RSU ist hierbei das Herzstück der TI-RSS, da es mit dem zu prüfenden Fahrzeug (VUT) mittels Car-2-X Kommunikation (C2X) kommuniziert, das Referenzobjekt steuert und mit der Cloud verbunden ist, um die gewonnenen Daten zu speichern und zu übertragen. Die TI-RSU baut hierbei auf gewöhnlichen Road-Side-Units (RSU) zur C2X Kommunikation auf (z.B. Commsignia [10], Cohda [11]). Für die TI-RSU wird die gewöhnliche RSU jedoch um eine eigene Sensorik und einem Steuerungscomputer mit Ethernetschnittstelle erweitert, was nachfolgend detailliert erklärt wird. Über die Ethernetschnittstelle wird vom Steuerungscomputer der TI-RSU das Referenzobjekt gesteuert, welches vom VUT im Prüfszenario durch dessen Fahrzeugumfeldsensoren detektiert wird. Das Referenzobjekt wird ebenfalls nachfolgend detaillierter beschrieben.

Die Überprüfung der Sensoren der VUT funktioniert mit Hilfe der TI-RSS folgendermaßen:

Voraussetzung für die Überprüfung der Fahrzeugumfeldsensorik ist, dass das VUT mit der Car-2-X Kommunikation ausgestattet ist und die Nachricht Collective Perception Message (CPM) versendet [12]. Die CPM enthält Informationen über den Zustand detekтирter Objekte in der Umgebung, welche durch dessen Sensorinformationen gewonnen wurden. Diese Informationen innerhalb der Nachricht sollen durch das TI-RSS ausgenutzt werden, um die Funktionalität der Sensoren des VUT zu überprüfen. Grundprinzip ist somit die Gegenüberstellung zwischen der Verkehrssituation, wie sie das VUT über die eigene Sensorik erfasst und der tatsächlichen Verkehrssituation (ground truth). Somit können auch Sensordekalibration und -degradation detektiert werden, die der Eigendiagnose des VUT verborgen bleiben.

Die prinzipielle Idee ist hierbei, dass das Referenzobjekt durch die Fahrzeugumfeldsensorik des VUT detektiert wird und der Zustand des RO durch die CPM des VUT an die TI-RSU geschickt wird. Da die TI-RSU das Referenzobjekt selbst steuert und somit dessen Zustand kennt (Ground-Truth) kann die Information vom VUT innerhalb der CPM mit dem tatsächlichen Zustand des RO durch die TI-RSU ermittelt werden. Da das VUT den Zustand des Fahrzeugs jedoch aus dessen lokalen Koordinatensystems beschreibt, ist für die Überprüfung der Genauigkeit der übermittelten Daten die Position und Richtung des VUT notwendig. Dies soll von der TI-RSU durch dessen Sensorik sowie unter Zuhilfenahme der Cooperative Awareness Message (CAM) [13] des VUT erfolgen. Durch die Erfindung und unter Ausnutzung der C2X

Kommunikationsdaten kann somit eine Überprüfung der Fahrzeugumfeldsensorik auf der Straße unter realen Bedingungen durchgeführt werden, was einen wesentlichen Unterschied zu den bisherigen Methoden darstellt. Das Ergebnis der Prüfung sowie eine Empfehlung für einen Werkstattbesuch oder ein azyklische Hauptuntersuchung für eine weiterführende Untersuchung zur Problemlösung soll anschließend an das VUT mittels einer neuen C2X Nachricht gesendet werden. Sollte das VUT zu einer Untersuchung der Fahrzeugumfeldsensorik aufgefordert werden, werden die Daten ebenfalls an die zuständige Stelle per Cloud weitergeleitet.

Abbildung 2 zeigt noch einmal detailliert in einem Kontextdiagramm den Informationsaustausch zwischen den Entitäten innerhalb des TI-RSS und externen Akteuren (VUT, Stakeholder).

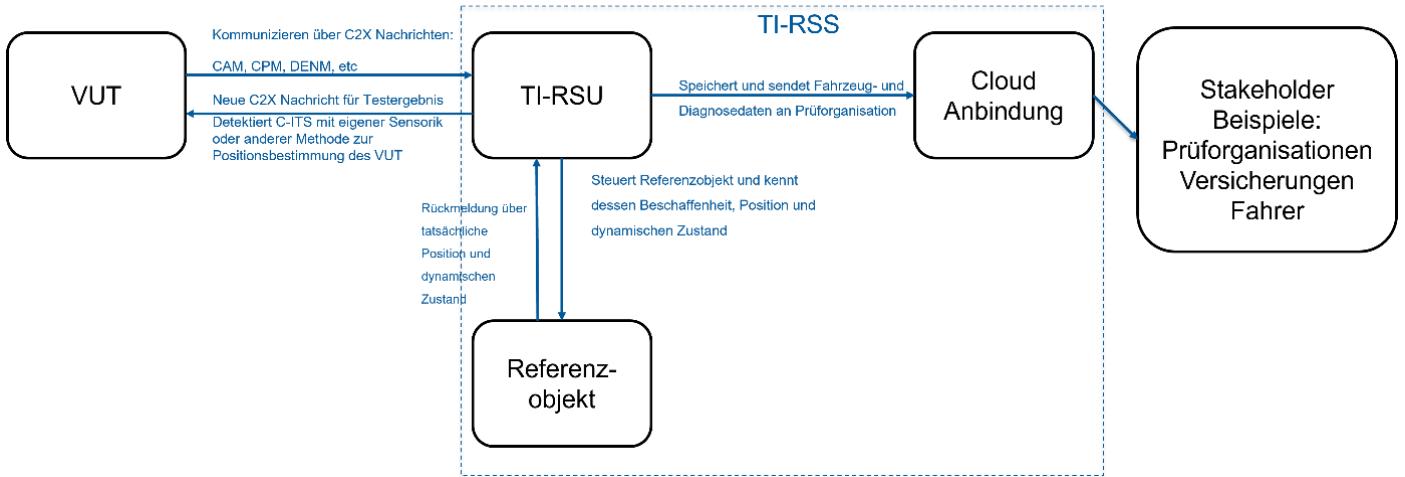


Abbildung 2: Kontextdiagramm der Erfindung. Darstellung der Datenflüsse zwischen den Einzelkomponenten der Erfindung sowie externen Akteuren.

Abbildung 3 illustriert ein mögliches Design des Referenzobjektes. So besteht das Referenzobjekt aus dem Objekt selbst, welches mit einer Antriebseinheit auf einer Führungsschiene fährt. In diesem Beispiel ist die Führungsschiene als Kreis ausgeführt, um eine zweidimensionale Zustandsänderung der Dynamik und Position zu realisieren.

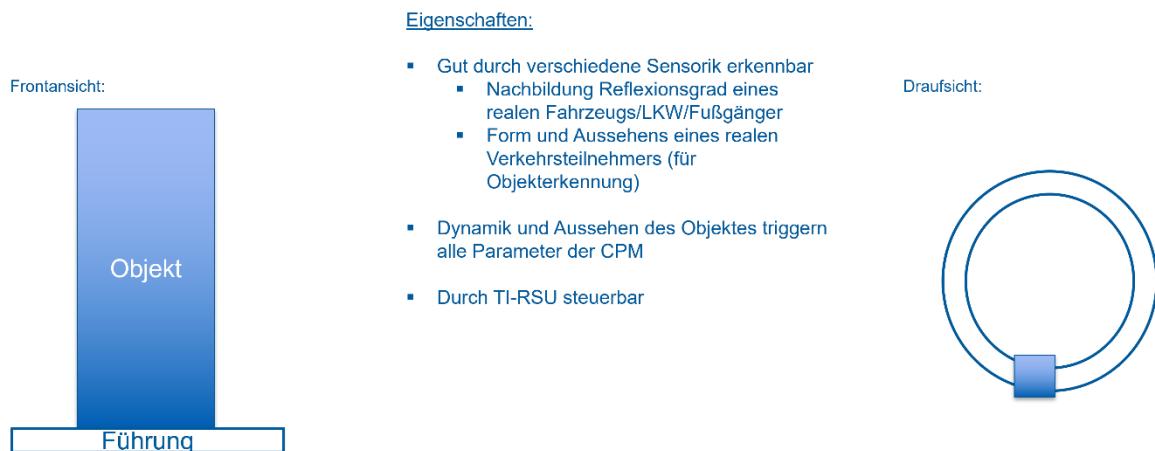


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Referenzobjektes. Das Objekt selbst besitzt Eigenschaften, damit es gut und realitätsnah von der Fahrzeugumfeldsensorik erkannt wird. Für die Prüfung der Fahrzeugumfeldsensorik bewegt sich das Referenzobjekt mit einer vorgegebenen Dynamik, gesteuert von der TI-RSU, auf einer Führungsschiene, welche in diesem Beispiel als Kreis ausgeführt ist.

Das Objekt kann sich somit mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen vom VUT entfernen oder annähern sowie nach links oder rechts fahren. Das konkrete Aussehen des Objektes ist aktuell noch nicht im Detail spezifiziert. Klar ist jedoch, dass es gewisse Eigenschaften erfüllen muss. So wird das Aussehen derart gestaltet sein, dass es für die drei Hauptarten von Fahrzeugumfeldsensoren (Kamera, Radar, Lidar) gut und realitätsnah zu detektieren ist. Beispielsweise sollte der Reflexionsgrad des Referenzobjektes, dem eines Autos entsprechen, falls das Referenzobjekt ein Auto darstellen soll. Analog gilt dies für die Darstellung anderer Verkehrsteilnehmer (LKW, Fußgänger). Des Weiteren kann das Objekt selbst die Form und das Aussehen eines Fahrzeuges haben oder dies wird

durch Bildschirme auf dem Objekt impliziert. Insgesamt ist es das Ziel eine gute Sichtbarkeit durch die Fahrzeugumfeldsensorik zu gewährleisten sowie möglichst alle Parameter der CPM anzusprechen, um möglichst viele Daten für die Beurteilung der Funktionalität der Sensoren verwenden zu können.

Abbildung 4 zeigt abschließend die Komponenten der Technical Inspection-Road-Side-Unit. Diese besteht aus einer klassischen C2X-Road-Side-Unit zur Realisierung der C2X Kommunikation, einem Steuerungscomputer für das Referenzobjekt sowie eigener Sensorik zur Positionsbestimmung des VUT. Da lediglich die Position und Fahrtrichtung des VUT bekannt sein muss zum Zeitpunkt des Tests, ist die Verwendung von Radar und/oder LiDAR Sensoren ausreichend.

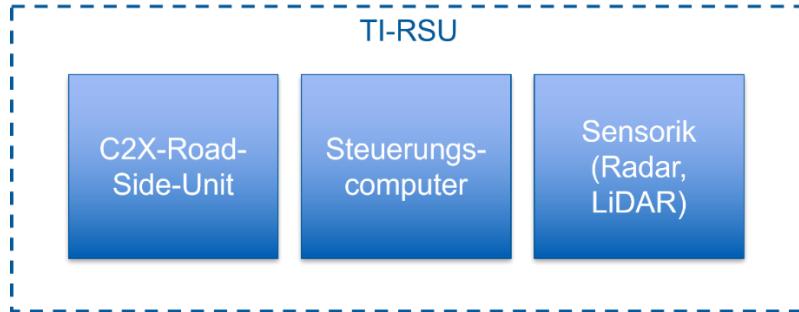


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Komponenten der TI-RSU

Vorteile gegenüber dem aktuellen Stand der Technik sind....

- Aperiodisches Überprüfen möglich
- Reale Prüfumgebung, kein Prüfstandsmodus
- Prüfung im Straßenverkehr (z.B. an Ampelanlage) oder auf separater Prüfstrecke möglich
- Überprüfung von Serienfahrzeugen möglich ohne Eingriff ins VUT
- Aufbauend auf bestehender Technologie (C2X Kommunikation)
- Informationen in der C2X Nachricht lassen direkt Rückschluss über Grad der Funktionalität zu (keine, leichte oder große Abweichungen von Ground Truth)
- Modularer Aufbau, der in Verbindung mit bestehenden Verkehrsüberwachungssystemen der Straßenverkehrsinfrastruktur (z.B. Toll Collect, fest installierten Enforcement-Anlagen: Geschwindigkeits-, Abstands- oder Rotlichtüberwachungsanlagen, sowie Verkehrsdictemessgeräten usw.) eingesetzt werden, um diese mit der C2X-Technologie zu vernetzen. In diesem Zusammenhang können, je nach Qualität der Daten und Einsatzzweck, die Messdaten der bestehenden Verkehrsüberwachungssysteme als Ground Truth verwendet bzw. vice versa Daten validiert und verifiziert werden.
- Bei entsprechender Sensorikausstattung der Verkehrsinfrastruktur kann im modularen Ansatz auch auf das Referenzobjekt verzichtet werden. Grundsätzlich können bei ausreichender Marktdurchdringung der Fahrzeuge mit C2X in diesem Setting auch teuere Enforcement-Anlagen („Blitzer“) teilweise durch den viel günstigeren TI-RSU-Ansatz ersetzt werden.

Das **wesentliche Neue** an der Erfindung ist, dass die Prüfung der Funktionalität der Fahrzeugumfeldsensorik nicht unter Laborbedingungen und simulierten Signalen, sondern direkt auf der Straße durch Ausnutzung der C2X Kommunikation funktioniert. Hierfür wird ein neuartiges System vorgestellt, welches den Input über das Design und die Dynamik des Referenzobjektes steuert und den Output des Fahrzeugs über die CPM überprüft. Das allgemeine Verfahren und das konkrete System TI-RSS stellen einen komplett neuen Ansatz zur technischen Überprüfung der Funktionalität der Fahrzeugumfeldsensorik dar. Die Hauptkomponenten (TI-RSU und RO) des TI-RSS sind in dieser Form noch nicht auf dem Markt zu finden und stellen deshalb ebenfalls komplett neuartige Produkte dar.

Das TI-RSS kann ebenfalls bei der HU eingesetzt werden. Die Integration dieses Systems in die gesetzlich vorgeschriebene HU würde einen enormen Markt erschließen (ca. 40mio HUs pro Jahr). Das System kann darüber hinaus bestehende, sehr teure Verkehrsüberwachungsanlagen (Blitzer, Verkehrszählungen, usw.) ersetzen. Informationen wie bspw. die Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Fahrzeuge kann mit dem System direkt erfasst werden. Für diesen Anwendungsfall wären alle Kommunen potenzielle Abnehmer, was einen enormen Markt darstellt. Blitzgeräte allein gibt es in Deutschland mehr als 4.600 [14]. Blitzgeräte können zwischen 65.000 bis 250.000 € kosten [15], das System hingegen kann rein für die „Blitzerfunktion“ mit 10.000 bis 20.000 € (geschätzt) aufgebaut werden.

Literaturverzeichnis

- [1] SAE INTERNATIONAL: *SAE J3016 LEVELS OF DRIVING AUTOMATION*. URL https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ Accessed: 2022-01-26
- [2] BUNDESAMT FÜR JUSTIZ: *VERORDNUNG (EU) 2018/858 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES*, 2018-05-30. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0858> Accessed: 2023-11-23
- [3] AUDI AG: *Audi Inspektion und Audi Wartungskonzept*. URL <https://www.audi-zentrum-duisburg.audi/de/angebote/service/inspektion.html> Accessed: 2023-11-24
- [4] DAT: *Anzahl der Wartungsarbeiten an Personenkraftwagen in Deutschland von 2010 bis 2020 : (pro Pkw)*. URL <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37145/umfrage/haeufigkeit-von-wartungsarbeit-bei-pkw/> Accessed: 2023-11-24
- [5] BUNDESAMT FÜR JUSTIZ: *Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO)*, 2012-04-26. URL https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/BJNR067910012.html Accessed: 2023-11-22
- [6] MANN, Clemens: *Untersuchungen zur Prüfung von kamerabasierten Fahrerassistenzsystemen im Rahmen der Hauptuntersuchung*. Zwickau, Hochschule Zwickau, Fakultät Kraftfahrzeugtechnik. Diplomarbeit. 01.2019 Accessed: 2023-07-06. Supervisor:
- [7] STOLLER, André ; LOTZE, Martin ; BAHNERT, Christoph ; AUERSWALD, Rico ; ZÄPER, Andreas ; RICHTER, Robert ; ENGELBERT, André ; UNGER, Thomas ; BALZER, Paul: *ErVast - Einsatz dynamischer Verkehrselemente für die Prüfung automatisierter Fahrfunktionen : Schlussbericht des Verbundes : AVF - automatisiertes und vernetztes Fahren (BMDV) : Laufzeit des Vorhabens: von: 01.01.2020 bis: 31.12.2021*. In: *ErVast - Einsatz dynamischer Verkehrselemente für die Prüfung automatisierter Fahrfunktionen*, 2022
- [8] KÜS: *Fahrerassistenzsysteme regelmäßig auf den Prüfstand : Regelmäßige Prüfungen als Schlüssel für dauerhafte Fahrzeugsicherheit*. In: *dSpace MAGAZIN*, 2/2023, pp. 56–61
- [9] VIRTUAL VEHICLE RESEARCH GMBH: *SPIDER : A MOBILE HIL PLATFORM FOR FAST, FLEXIBLE REPRODUCIBLE ADAS OR SENSOR TESTS*. URL <https://www.v2c2.at/spider/> Accessed: 2023-11-25
- [10] COMMSIGNIA LTD.: *High performance V2X enabled roadside unit with edge computing*. URL <https://www.commsignia.com/products/rsu/> Accessed: 2023-11-25
- [11] COHDA WIRELESS: *MK6 RSU*. URL <https://www.cohdawireless.com/solutions/hardware/mk6-rsu/> Accessed: 2023-11-25
- [12] ETSI (Hrsg.): *ETSI TR 103 562 : Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Analysis of the Collective Perception Service (CPS); Release 2*. V2.1.1. 2019
- [13] ETSI (Hrsg.): *ETSI EN 302 637-2 : Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service*. Final Draft: V1.3.1. 2014. URL https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302600_302699/30263702/01.03.01_30/en_30263702v010301v.pdf
- [14] SCDB.INFO: *Ranking der europäischen Staaten mit den meisten fest installierten Blitzgeräten im Straßenverkehr*. URL <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/3514/umfrage/anzahl-der-fest-installierten-blitzer-in-ausgewählten-laendern-europas/> Accessed: 2023-11-27
- [15] AHN, P.: *Stationäre Blitzer zur Geschwindigkeitskontrolle und Unfallprävention*. URL <https://www.bussgeldkatalog.net/blitzer/stationaere-blitzer> Accessed: 2023-11-27