

Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme

Funktion, Prüfung, Kalibrierung



Manfred Rudhart

Krafthand Medien GmbH
ISBN 978-3-87441-142-4

powered by

HELLA **GUTMANN**
S O L U T I O N S

Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme

Funktion, Prüfung, Kalibrierung

von
Manfred Rudhart

Band 21

aus der Reihe
KRAFTHAND-Praxiswissen

Krafthand Medien GmbH
Bad Wörishofen



Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie;
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://www.dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-87441-142-4

Band 21
aus der Reihe
KRAFTHAND-Praxiswissen

1. Auflage, Mai 2018

Autor: Manfred Rudhart
Realisierung/Lektorat: Georg Blenk
Titelgestaltung/Layout: Martin Dörfler/Christoph Lindau
Titelbild: Hella Gutmann Solutions
Bilder/Grafiken*: AES Autoglas, Audi, BMW, Blenk Georg, Bosch, Continental, Daimler,
Hella Gutmann Solutions, Magna, Rudhart Manfred, Valeo, Volkswagen, Volvo, ZF Friedrichshafen

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Holzmann Druck, Bad Wörishofen
Printed in Germany

Das Werk entstand mit freundlicher Unterstützung der Hella Gutmann Solutions GmbH

Alle Rechte vorbehalten
© Krafthand Medien GmbH
Walter-Schulz-Straße 1 · 86825 Bad Wörishofen
Telefon (082 47) 3007-0 · Telefax (082 47) 3007-70
info@krafthand.de · www.krafthand-medien.de
Geschäftsleitung: Gottfried Karpstein, Andreas Hohenleitner, Steffen Karpstein

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

*Bild- und Grafikmaterial – insbesondere grafische Darstellungen –, welches nicht gesondert mit einem Quellverweis versehen ist, ist dem Autor Manfred Rudhart zuzuordnen.

Inhalt

Vorwort	5
1. Die Bedeutung umfeldorientierter Fahrerassistenzsysteme	7
1.1 Mehr Fahrzeuge, weniger schwere Unfälle	7
1.2 Unfallvermeidung durch FAS	8
2. Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme im Überblick	11
2.1 Assistenzfunktionen und ihre Aufgaben	11
2.1.1 Einparkhilfe	11
2.1.2 Einparkassistent	12
2.1.3 Automatische Distanzregelung (ACC)	12
2.1.4 Notbremsassistent	14
2.1.5 Spurhalteassistent	14
2.1.6 Spurwechselassistent (Totwinkelassistent)	15
2.1.7 Lichtassistent	16
2.1.8 Verkehrszeichenassistent	16
2.1.9 Nachtsichtassistent	17
2.1.10 Müdigkeitswarner	17
2.2 Die Grenzen von Assistenzsystemen	18
2.3 Herausforderung bei Instandsetzung und Justage	18
3. Umfeldsensoren und ihre Funktionen	19
3.1 Bauarten und Funktionsweisen von Sensoren	19
3.2 Einsatzbereiche unterschiedlicher Sensoren	19
3.2.1 Ultraschall-Sensoren	20
3.2.2 Radar-Sensoren	21
3.2.3 Laser-Sensoren (Lidar)	22
3.2.4 Kamerasysteme (optische Sensoren)	23
3.3 Datenfusion umfeldorientierter Sensoren	24
3.3.1 Datensicherheit durch Redundanz	24
3.3.2 Datenzusammenführung durch Komplementarität (ergänzend)	25
3.3.3 Erhöhung der Akquisitionsgeschwindigkeit (zeitlicher Aspekt)	25
3.3.4 Kostenreduzierung durch Sensoreinsparung	25
3.4 Erfassung von GPS-Koordinaten mit digitalem Kartenmaterial	25

Inhaltsverzeichnis

4. Der Umgang mit Assistenzsystemen in der Kfz-Werkstatt	27
4.1 Bedeutung und Herausforderung für die Werkstatt	27
4.2 Wann müssen FAS-Sensoren neu justiert werden?	27
4.3 Werkstattkompetenz	28
5. Die Diagnose und Kalibrierung von Fahrerassistenzsystemen	29
5.1 Erforderliche Prüfeinrichtungen und Investitionen	29
5.2 Diagnose mit dem Tester	30
5.3 Die Kalibrierung von Kameras & Sensoren	30
5.3.1 Die (statische) Kalibrierung der Frontkamera (hinter der Frontscheibe)	30
5.3.2 Die (statische) Kalibrierung der Radarsensoren	32
5.3.3 Die (statische) Kalibrierung der Umfeldkameras	33
5.3.4 Die (statische) Kalibrierung der Rückfahrkamera	34
5.4 Die dynamische Kalibrierung	36
6. Rechtliche Aspekte beim Umgang mit Fahrerassistenzsystemen	37
6.1 Gesetzliche Grundlage für den Fahrzeughalter und -führer	37
6.2 Anforderungen und Pflichten für die Kfz-Werkstatt	38
7. Ausblick in die Zukunft: Was erwartet uns?	39
7.1 Car-to-X-Kommunikation	39
7.2 Der Weg zum autonomen Fahren	40
7.3 Entwicklung neuer Assistenzfunktionen bis hin zum automatisierten Fahren	41
7.4 Gesetzliche Rahmenbedingungen	43
8. Beispiel Testumfeld: Das DEKRA Technology Center (DTC)	45
9. Abkürzungen	47

Vorwort

Fahrerassistenzsysteme (FAS) oder auch ADAS (Advanced-Driver-Assistance-Systems) gehören längst zu den zentralen Herausforderungen in der Automobilentwicklung. Der Fahrzeuglenker soll in seiner eigentlichen Aufgabe, das Fahrzeug sicher zu bewegen, bestmöglich unterstützt werden.

Zu Beginn waren Fahrerassistenzsysteme vordergründig komfortorientiert. Später rückten immer mehr sicherheitsrelevante Funktionen in den Vordergrund. Bereits 1912 war der erste elektrische Starter quasi ein Assistent, welcher die manuelle Kurbel ablöste um den Motor anzulassen. Nicht zu vergessen sind Helferlein wie die Tankanzeige, der Scheibenwischer, ein synchronisiertes Getriebe und vieles mehr.

Spätestens seit der Einführung des Bremskraftverstärkers im Jahre 1932 durch Chrysler, gefolgt von Zusatzfunktionen bei der Fahrzeugbeleuchtung, gewannen sicherheitsorientierte Assistenzfunktionen immer mehr an Bedeutung.

Typische Assistenzfunktionen sind anfangs überwiegend mechanisch umgesetzt worden. Systeme wie der Bremskraftverstärker, das Antiblockiersystem (ABS) oder die hydraulische Servolenkung sind nur einige Beispiele. Erst mit dem Einzug der Elektronik in das Kraftfahrzeug eröffneten sich völlig neue Möglichkeiten.

Moderne Sensorik kann die Situation am oder im Fahrzeug genau analysieren und gegebenenfalls entsprechende Hilfsfunktionen aktivieren. Beispiele hierfür sind die Raddrehzahlsensoren für die Geschwindigkeitsmessung einzelner Räder, Beschleunigungssensoren für die Beurteilung dynamischer Bewegungen und Schleudersituationen oder Sensoren zur Erfassung der Fahrzeugumgebung.

Die Vision der Zukunft ist das vollständig automatisierte Fahren. Die Entwicklungsabteilungen der Fahrzeughersteller und Zulieferer arbeiten mit Hochdruck daran. Einige Fahrzeuge sind bereits heute in der Lage, bestimmte Fahrsituationen in bestimmten Systemgrenzen selbstständig zu erkennen und entsprechend autonom zu reagieren. Einer der größten Herausforderungen dabei liegt in der Bewertung der jeweiligen Verkehrssituation.

Das intelligenteste Fahrerassistenzsystem ist jedoch nutzlos, wenn die Sensorik nicht korrekt justiert und kalibriert ist. Der Prüfung und Einstellung moderner Infrarot-, Radar-, Laser- oder Kamerasysteme in der Kfz-Werkstatt gilt deshalb ein besonderes Augenmerk.

Die vorliegende Fachbroschur informiert über die Funktion, den Aufbau und die Kalibrierung moderner Umfeldsensoren und die Funktion umfeldorientierter Fahrerassistenzsysteme. Es handelt sich dabei um gängige, werkstattrelevante Beispiele zur Umfelderkennung. Die Liste an Assistenzsysteme ließe sich beliebig erweitern.

Ich wünsche Ihnen einen spannenden Einblick und viel Freude bei der Lektüre*.



Manfred Rudhart, im Mai 2018

*Alle Ausführungen in dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich sowohl auf die weibliche als auch auf die männliche Form. Zur besseren Lesbarkeit wurde meist auf die zusätzliche Bezeichnung in weiblicher Form (zum Beispiel ‚Fahrerinnen‘) verzichtet.

3. Umfeldsensoren und ihre Funktionen

Damit Fahrzeuge ihre Umwelt wahrnehmen können, werden sie mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet. Es handelt sich quasi um die ‚Sinnesorgane‘, vergleichbar dem menschlichen Auge. Die Steuergeräte sind für die Informationsverarbeitung verantwortlich und leiten berechnete Steuersignale an die verantwortlichen Baugruppen der Assistenzsysteme weiter.

In den folgenden Kapiteln stellen wir die Bauarten und Eigenschaften sowie die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Sensoren dar. Die Fusion der gewonnenen Informationen ist dabei ein zentraler Aspekt.

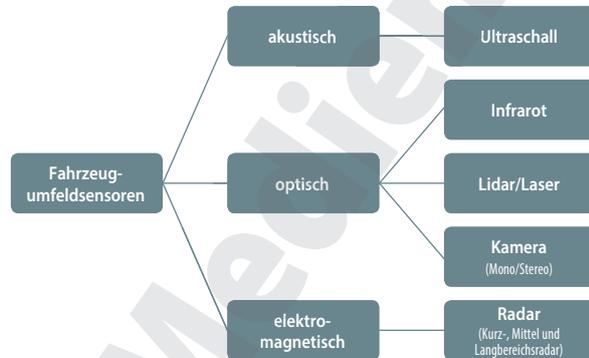


Bild 29
Einteilung von umfeldorientierten Sensorsystemen.
Grafik: Rudhart

3.1 Bauarten und Funktionsweisen von Sensoren

Damit umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme funktionieren, kommen Ultraschall-, Infrarot-, Radar-, Lidar-(Laser-)Sensoren sowie Kamerasysteme zum Einsatz. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen in ihrer Funktionsweise und damit auch in ihrer Leistungsfähigkeit.

Unterschiedliche Sensortypen haben technisch bedingt ihre spezifischen Stärken und Schwächen. Die fahrzeugseitigen Anforderungen unterscheiden sich ebenfalls stark. Je nach Systemdefinition sind beispielsweise Abstandsmessungen, die Erkennung von Licht- und Wetterverhältnissen, die Erkennung von Objekten sowie ein Mix aus entsprechenden Informationen notwendig.

3.2 Einsatzbereiche unterschiedlicher Sensoren

Welcher Sensortyp für welche Anwendung zum Einsatz kommt, hängt stark von den individuellen Systemanforderungen ab. So unterscheiden sich Sensoren in der Distanzerkennung, dem Erfassungswinkel, der Genauigkeit, in der Detektierungs-Sensibilität und bei den Kosten. Der Implementierungsaufwand in das Gesamtsystem ‚Fahrzeug‘ sowie die Instandhaltungsfreundlichkeit und das Handling für die Kfz-Werkstatt spielen ebenfalls eine Rolle.

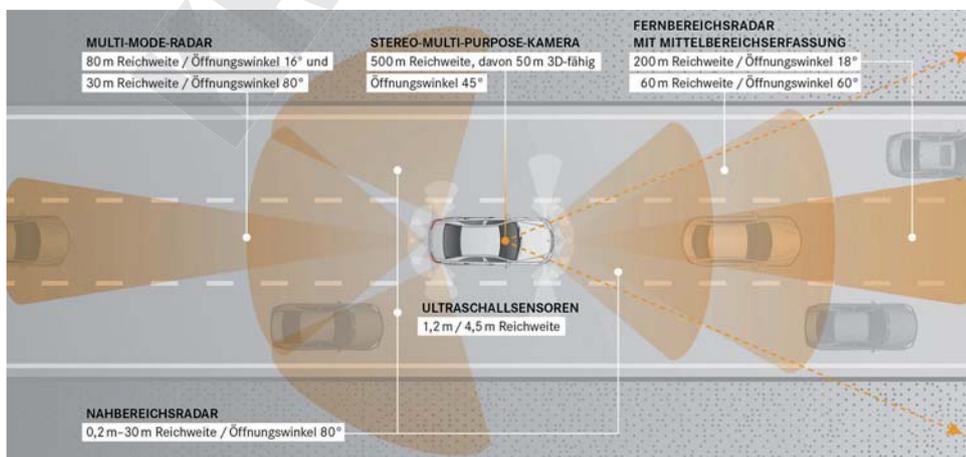


Bild 30
Mercedes-Benz GLC (2015). Leistungsfähigkeit (Beispiel) verschiedener Sensortypen.
Grafik: Daimler

Umfeldsensoren und ihre Funktionen

3

Audi SQ7 TDi

Fahrerassistenzsysteme – Sensorübersicht

02/16



Bild 31

Fahrerassistenzsysteme und Sensoren beim Audi SQ7. Grafik: Audi

Die oben dargestellte Übersicht liefert einen Überblick über die Sensorart, den Einsatzbereich sowie die Leistungsfähigkeit.



Bild 32

Ultraschallsensoren (unlackiert) kommen unter anderem bei der Einparkhilfe zum Einsatz. Bild: Blenk

3.2.1 Ultraschall-Sensoren

Einfachere Assistenzsysteme, wie zum Beispiel die Einparkhilfe, nutzen in den allermeisten Fällen Ultraschallsensoren. Sie sind aufgrund ihrer kompakten und preisgünstigen Bauweise besonders geeignet für diese Anwendung. Zudem sind diese unempfindlich gegenüber Verschmutzungen und Feuchtigkeit und können an der Vorderseite überlackiert werden.

Ultraschallsensoren arbeiten nach dem Echoprinzip. Sie nutzen hierfür Frequenzen oberhalb der menschlichen Hörschwelle. Ähnlich wie bei einem Lautsprecher werden Schallwellen ausgesendet, die von den Gegenständen reflektiert werden. Das so entstehende Echo wird vom Sensor (Mikrofon) wieder eingefangen und bewertet. Resultierend aus dem zeitlichen Versatz der Aus- und Eingangssignale kann so der Abstand zum jeweiligen Objekt bestimmt werden.

Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme



Bild 33
Anwendung eines Kurzbereichs-Radarsystems (Cross-Traffic-Alert). Das System warnt vor ankommenden Fahrzeugen und Personen beim Rückwärts-Ausparken. Bild: Ford



Bild 34
Die 77-GHz-Technologie soll laut Hersteller die Auflösung der Langbereichs-Radarsensoren weiter erhöhen und beispielsweise eine genauere Detektion kleinerer Gegenstände ermöglichen. Bild: Continental



Bild 35
Beim Fernbereichsradar (Long Range Radar) sind je nach gewünschter Leistung laut Continental bis zu 300 m Reichweite sowie ein Öffnungswinkel von $\pm 60^\circ$ möglich. Bild: Continental



Bild 36
Der Abstandsregel-Tempomat bei diesem Fahrzeug hat einen Arbeitsbereich von 0,2 bis 150 Meter. Der Radarsensor befindet sich hinter dem Markenlogo an der Kühlermaske. Bild: Daimler



Bild 37
Radarsensoren werden auch zur Überwachung des rückwärtigen Bereichs von Fahrzeugen verwendet. Zum Beispiel kommt ein 24-GHz-Sensor von Hella beim Spurwechselassistenten Side-Assist von Audi zum Einsatz. Bild: Hella

Mit einem Erfassungsbereich bis zirka 7 m sind Ultraschallsensoren besonders für die Anwendung im Nahbereich geeignet. Sie sitzen in den vorderen und hinteren Stoßfängern und erkennen entsprechende Hindernisse, berechnen den gegenwärtigen Abstand und weisen den Fahrzeuglenker entsprechend akustisch oder optisch darauf hin.



Stoßfänger vorne und hinten inklusive den entsprechenden Sensoren dürfen nur mit Lacken, die vom Fahrzeughersteller freigegeben sind, behandelt werden. Der falsche Lack kann zu Fehlfunktionen führen.

3.2.2 Radar-Sensoren

Die gängigste Technologie zur Messung von Entfernungen ist die Radar-Sensorik (Radio Detection and Ranging). Ein Sender strahlt elektromagnetische Wellen aus, die nach dem Auftreffen auf Objekte reflektiert werden. Ähnlich wie bei einem Ultraschallsensor werden reflektierte Signale über eine Empfängereinheit wieder empfangen. Der Abstand zum Objekt errechnet das Steuergerät aus dem zeitlichen Versatz der Aus- und Eingangssignale. Radarsensoren funktionieren weitestgehend witterungsunabhängig.

In der Fahrzeugtechnik kommen Kurz-, Mittel- und Langbereichs-Radarsensoren (Electronically Scanning Radars, ESR) zum Einsatz, die das Fahrzeugumfeld rundum überwachen. Während Kurzbereichs-Radarsensoren beispielsweise beim Totwinkelwarner zum Einsatz kommen, liefern Langbereichs-Sensoren

Umfeldsensoren und ihre Funktionen

3



Bild 38
Sensormodul mit Multifunktionskamera und Infrarot-Lidar in einer Einheit. Bild: Continental



Bild 39
Förderprojekt PLUS 2016 (Puls-Laser und Scanner) des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Der Lidar-Technologiebaukasten 'Time-of-Flight Lidar' besteht unter anderem aus den passenden Lasern, Treibern und Optiken. Bild: Bosch

Abstandsdaten, beispielsweise für die adaptive Geschwindigkeitsregelung. Radarsensoren kommen auch zusammen mit entsprechenden Kamerasystemen zum Einsatz.

3.2.3 Laser-Sensoren (Lidar)

Die unter der Bezeichnung Lidar (Light Detection and Ranging) bekannte Sensortechnik arbeitet auf Basis von sichtbarem Licht oder im Bereich von Ultraviolett- oder Infrarotstrahlung. Laserimpulse werden ausgesendet und ähnlich den zuvor beschriebenen Systemen durch Objekte reflektiert. Über die zurückempfängenen Lichtimpulse können auch größere Abstände zu Objekten berechnet werden.

Die Vielzahl aufgenommener Messwerte stellt bildlich eine hochauflösende Punktwolke dar. So ist auch in gewissen Systemgrenzen und je nach Wellenlänge des Laserlichts eine Objekterkennung möglich. In Kombination mit anderen Sensoren kann eine besonders aussagekräftige Analyse der Umgebungssituation generiert werden.

Lidar-Sensoren sind in der Lage, die vorausliegende Umgebung bis zu einer Distanz von rund 150 m zu scannen. Die Sensoren befinden sich im Regelfall im Bereich des Innenspiegelhalters, hinter der Windschutzscheibe. So sind sie vor Verschmutzung und Beschädigung geschützt. Ein Nachteil der Lidar-Sensorik ist Dämpfung bei Nebel oder schlechten Sichtverhältnissen.

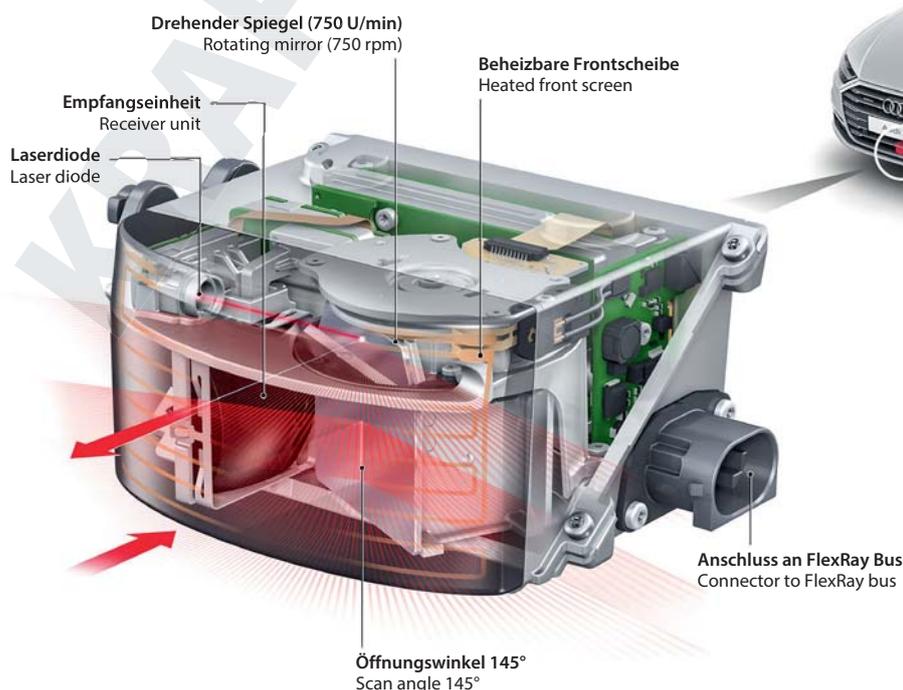


Bild 40
Der Laserscanner ist bei diesem Fahrzeug im vorderen Stoßfänger montiert und sendet bei jeder Geschwindigkeit modulierte Lichtimpulse aus. Grafik: Audi AG

3.2.4 Kamerasysteme (optische Sensoren)

Um die Fahrzeugumgebung noch exakter erfassen zu können, kommen Kamerasysteme zum Einsatz – entweder als Mono- oder Stereokamera. Platziert sind die Kameras oftmals zusammen mit dem Lidar- sowie dem Licht- und Regensensor in der Rückspiegelkonsole hinter der Windschutzscheibe.

Die Vorteile von Kamerasystemen liegen in der Wahrnehmung und Selektion von Objekten. Dafür sorgt eine intelligente, bildverarbeitende Software. Wärmebildkameras erkennen sogar Personen oder Tiere.

Monokameras sind preisgünstiger als Stereokameras und ermöglichen videobasierte Assistenzfunktionen wie die Warnung vor Fußgängern, Spurhalteassistent, Kollisionswarnung oder die Verkehrszeichenerkennung.

Stereokameras koppeln eine hochauflösende Kameraeinheit mit einer Infrarotkamera. Diese Systeme beherrschen beispielsweise die Fußgänger-, Fahrspur- und Fahrzeugerkennung. Die HD-Farbkamera erkennt ebenfalls Signale oder Verkehrszeichen. Die Infrarotkamera hingegen selektiert zusätzlich Fahrzeuge und Personen und erkennt auch kreuzende Tiere. Moderne Stereo-Kamerasysteme sind ebenfalls in der Lage, entsprechende Hindernisse unter schwierigen Bedingungen, wie bei Nacht und Nebel, zu erkennen.

Integriert werden die Kameraeinheit über CAN-, FlexRay- oder Ethernet-Schnittstellen. Bei der Entwicklung von Frontkamerasystemen kooperieren beispiels-



Bild 41

Die Mono-Kamera MFC soll den Komfort durch die Erkennung von Verkehrszeichen und Fahrspuren sowie die Steuerung des Fernlichts erhöhen und so zur Entlastung des Fahrers beitragen. Bild: Continental



Bild 42

Diese Stereo-Videokamera (SVC) erfasst das Umfeld und freie Flächen vor einem Fahrzeug komplett dreidimensional und bietet eine 3D-Messreichweite von über 50 Metern. Mithilfe der Kamera lassen sich laut Hersteller zahlreiche Sicherheits- und Komfortfunktionen realisieren. Bild: Bosch

Seitenblick: Regen-Licht-Sensoren

Regensensoren sind optische Sensoren, die auf Infrarotbasis funktionieren. Das abgegebene Infrarotlicht wird an der Außenseite der Windschutzscheibe reflektiert. Regnet es nicht, kommt der reflektierte Infrarotstrahl annähernd in gleicher Stärke wieder zurück. Trifft er einen Regentropfen, ist dies nicht der Fall – der Scheibenwischer wird aktiviert.

Lichtsensoren verfügen über zwei voneinander unabhängige, lichtempfindliche Halbleiterwiderstände. Sie erfassen das Umgebungslicht (großer Einfallswinkel) und die Beleuchtung vor dem Fahrzeug (kleiner Einfallswinkel). Gemessen wird die allgemeine Lichtintensität. In der Praxis werden Regen- und Lichtsensoren in einer Einheit verbaut. Sie steuern die Auf-/Abblendautomatik, den Scheibenwischer und entsprechende Interieur- und Klimafunktionen.



Bild 43

Regen-Licht-Sensor zur Erkennung von Regen, Sonneneinstrahlung und Temperatur, um beispielsweise Scheibenwischer, Scheinwerfer oder die Klimaanlage automatisch zu steuern. Bild: Hella

4. Der Umgang mit Assistenzsystemen in der Kfz-Werkstatt

4.1 Bedeutung und Herausforderung für die Werkstatt

Mit der Weiterentwicklung und der Verbreitung von Fahrerassistenzsystemen steigen die Anforderungen für die Kfz-Werkstatt was die Instandsetzung und Kalibrierung der Systeme angeht. Zusatzqualifikationen beziehungsweise die Schulung der Mitarbeiter sind unerlässlich. Der Kfz-Profi muss zudem geeignete Kalibrierplätze, Kalibriereinrichtungen sowie neueste Diagnosetechnik inklusive Software vorhalten. Deshalb macht es Sinn, einen entsprechenden Multimarken-Diagnosetester einzusetzen und sich das entsprechende Fachwissen anzueignen.

Ganzheitliches Verständnis für Fahrerassistenzsysteme

Eine wichtige Voraussetzung, um Instandsetzungs- und Kalibrierarbeiten durchführen zu können, ist ein ganzheitliches Verständnis für Fahrerassistenzsysteme. Das Zusammenspiel von Sensorinformationen, Datenverarbeitung und reaktivem Eingriff muss der Kfz-Mechatroniker verstehen.

In den meisten Fällen liegen ein Sensordefekt, eine Beschädigung entsprechender Bauteile oder auch der Tausch der Fahrzeugscheibe vor. Auch Veränderungen am Fahrzeug, wie die nachträgliche Montage einer Anhängerkupplung oder das Einbauen eines anderen Fahrwerks wirken sich auf die Sensorik aus. Gegebenenfalls muss eine Überprüfung und eine Kalibrierung des gesamten Systems erfolgen. Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen typische Problemsituationen aus der Praxis.

Verstellter Radarsensor nach einer Kollision

Die Radarsensoren für die Abstandsregelung (ACC) befinden sich in der Regel im Bereich des vorderen Stoßfängers oder hinter dem Kühlergrill und sind deshalb einer besonderen Beschädigungsgefahr ausgesetzt.

Bereits kleinere Kollisionen können die Einbaulage des Radarsensors, wenn auch nur geringfügig, verändern. Bei einer Reichweite von bis zu 300 Metern hat dies große Auswirkungen. Anstelle der eigentlichen zu erfassenden Hindernisse werden beispielsweise benachbarte Hindernisse erkannt. Das ACC funktioniert dann entweder gar nicht oder sogar kontraproduktiv.

Sensor-Kalibrierung nach dem Austausch der Frontscheibe

Die Frontscheibe dient heute auch als Träger für verschiedene Sensoren wie Licht-/Regensensoren oder Kamerasysteme. Die Technik befindet sich somit gut geschützt hinter der Windschutzscheibe und ist meistens in der Rückspiegeleinheit untergebracht. Bei einem Scheibentausch müssen die Sensoren neu platziert und eingersetzt werden. Bei Kamerasystemen ist in jedem Fall eine Kalibrierung notwendig. Dies geschieht entweder im statischen Verfahren im Kfz-Betrieb (mittels Kalibriertafel) oder dynamisch, während einer Kalibrierfahrt. Einige wenige Hersteller bieten beide Möglichkeiten an.

Die Veränderung der geometrischen Fahrachse

Schon ein Bordsteinrempler kann Auswirkungen auf die Funktion von Fahrerassistenzsystemen haben. Eine geringfügige Veränderung der relativen Ausrichtung zur geometrischen Fahrachse (zum Beispiel durch die Verstellung der Spur) kann den Arbeitsbereich von Radar- oder Lidarsensoren verändern. Auswirkungen hat dies auf entfernungsrelevante Fahrerassistenzsysteme.

Justage und Kalibrierung

Bei der Justage wird die Sensorposition manuell verändert. Mit der Kalibrierung ist die softwarebeziehungsweise systemseitige (Fein-)Einstellung gemeint.

Der Umgang mit Assistenzsystemen in der Kfz-Werkstatt

4



Bild 49

Nach dem Tausch der Windschutzscheibe müssen die Sensoren in den bereits lieferseitig angebrachten Kunststoffträger eingerastet werden. Die Kalibrierung der Kamera ist notwendig. Bild: Georg Blenk



Bild 50

Radar- und Einparksensor am Vorderwagen. Der Radarsensor ist hier einer besonderen Beschädigungsgefahr ausgesetzt. Bild: Manfred Rudhart

4.2 Wann müssen FAS-Sensoren neu justiert werden?

Aufgrund der Interaktion und der Zusammenführung von Daten (beispielsweise im Zusammenspiel von (Stereo-) Videokameras, Lidar und Nah- und Fernbereichs-Radar) ist die korrekte Einstellung aller Sensoren zwingend erforderlich. Erkennt das jeweilige Steuergerät unplausible Werte, sind im schlimmsten Fall gleich mehrere Fahrerassistenzsysteme außer Funktion. Eine präzise Einstellung beschränkt sich nicht nur auf die sensiblen Fernradarköpfe (Messbereich bis zu 300 Meter), sondern auch auf die Nahbereich-Radarsensoren und Kameras mit einem Messbereich bis zu 60 Meter.

In folgenden Fällen müssen Sensoren und Kameras neu justiert beziehungsweise kalibriert werden:

- Nach dem Aus- und Einbau,
- nach dem Scheibentausch (Kamerasysteme),
- nach Richtarbeiten an der Karosserie,
- nachdem das Fahrzeugniveau durch eine Modifikation am Fahrwerk verändert wurde,
- wenn die Einbaulage eines Sensors durch Gewaltwirkung verändert wurde,
- wenn das Steuergerät überschrittene Toleranzen des Messfeldes erkennt,
- wenn der vordere Schlossträger in Servicestellung gebracht wurde.

Tipp

Bei Fahrzeugen mit adaptiven Lichtsystemen muss nach einer Kalibrierung der Kamera auch eine Neueinstellung der Scheinwerfer erfolgen!

4.3 Werkstattkompetenz

Mit der Investition in neue Prüfeinrichtungen und der Schulung der Mitarbeiter eröffnen sich neue Chancen und Möglichkeiten für die Kfz-Werkstatt. Zukunftsorientierte Kfz-Profis beschäftigen sich ohnehin mit Fahrerassistenzsystemen, um sich weiterhin auf dem Markt behaupten zu können. So kann sich ein Betrieb entsprechend positionieren und sich aktiv und vor allem kommunikativ des Themas annehmen. Denn eines ist klar, den Kunden interessiert es brennend, was sein Fahrzeug alles kann und wie es funktioniert!

5. Die Diagnose und Kalibrierung von Fahrerassistenzsystemen

5.1 Erforderliche Prüfeinrichtungen und Investitionen

Für einen professionellen Service rund um das Thema Fahrerassistenzsysteme sind neben einem modernen Diagnosetester inklusive aktueller Software, entsprechende Kalibriertafeln sowie ein geeigneter Kalibrierplatz unerlässlich. Idealerweise wäre eine statische sowie eine dynamische Kalibrierung möglich, denn eine Kalibrierfahrt ist aufgrund der Witterungsbedingungen oder der Verkehrssituation nicht immer durchführbar. Doch mit Ausnahme einiger weniger Hersteller haben Werkstätten keine Wahl. Je nach System ist ausschließlich eine dynamische oder eine statische Kalibrierung vorgesehen. Auch kombinierte Verfahren, etwa bei der Stereokamera junger Mercedes-Modelle sind möglich.

Die statische Kalibrierung, beispielsweise von Radarsensoren oder Kamerasystemen, erfolgt auf einem möglichst ebenen Kalibrierplatz. Hierzu werden spezielle, herstellerspezifische Kalibriertafeln und Reflektoren sowie Einrichtungen zur genauen Positionierung benötigt. Die Ablaufprotokolle der Hersteller sind auf jeden Fall zu beachten. Hochwertige Diagnosetester führen den

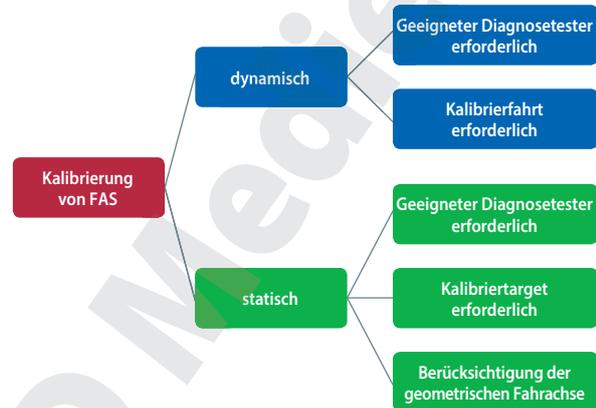


Bild 51

Statisch oder dynamisch: Die Durchführung einer Sensor-Kalibrierung. Grafikquelle: Manfred Rudhart

Anwender komplett durch den Initialisierungsablauf und liefern entsprechende Zusatzinformationen.

Bei der weniger aufwändigen, dynamischen Kalibrierung (siehe Kapitel 5.7), müssen die Radarsensoren und Kamerasysteme mittels Diagnosetester initialisiert sowie eine Kalibrierfahrt durchgeführt werden. Hierzu sind ebenfalls die Herstellervorgaben zu beachten.



Bild 52

Zusätzliche Messeinrichtungen: Der Radaufnehmer und die Laser-Messeinheit sind Teil des CSC-Tools von Hella Gutmann Solutions. Bild: Georg Blenk



Bild 53

Die Firma TEXA bietet mit dem ‚Kit zur Kalibrierung von Fahrzeugkameras‘ ebenfalls ein Kalibriersystem an. Bild: Texa

Die Diagnose und Reparatur von Fahrerassistenzsystemen

5

Beschäftigt man sich näher mit den Kalibriermaßnahmen, stellt man fest, dass jeder Fahrzeughersteller seine eigene Methodik entwickelt hat. Dies betrifft sowohl die Vorgehensweise bei der Kalibrierung als auch die dafür eingesetzten Hilfsmittel. Letztendlich müsste die Kfz-Werkstatt in mehrere OE-Tools investieren, um markenübergreifend reparieren zu können.

Diese Problematik haben, neben anderen, die Diagnosespezialisten von Hella Gutmann Solutions (HGS) erkannt. So wurde das markenübergreifende CSC-Tool (Camera & Sensor Calibration Tool) entwickelt, mit dem Ziel, dem Werkstattprofi Multi-Marken-Werkzeuge an die Hand zu geben, um Kalibriervorgänge an verschiedenen Fahrzeugen durchzuführen zu können. Es handelt sich um eine universelle Vorrichtung für das genaue Ausrichten der Bildtafeln, beziehungsweise der Radarreflektoren in Bezug auf die geometrische Fahrachse. Das Tool besteht je nach Fahrzeugmarke aus der Kalibriertafel inklusive Standvorrichtung und den Radaufnehmern inklusive Laserpointer für die Hinterachse. Das CSC-Tool ist kombinierbar mit dem Mega Macs PC, 56, 66 und 77 sowie dem Handheld Mega Macs 42 SE.

5.2 Diagnose mit dem Tester

Für die Überprüfung und Kalibrierung von Fahrerassistenzsystemen ist ein Diagnosetester unumgänglich. Er bildet die Grundlage für den gesamten Kalibrierbeziehungsweise Justageprozess und dient ferner als Kommunikationsschnittstelle zum FAS-Steuergerät. Komfortable Diagnosetester informieren den Kfz-Profi zudem über die nötigen Voraussetzungen und begleiten ihn über den gesamten Kalibrierbeziehungsweise Justagevorgang. Tatsächlich offen ist jedoch, inwieweit verschiedene Diagnosetester fehlerhaft arbeitende Assistenzsysteme erkennen. Dies hängt im Wesentlichen vom Anbieter und dessen Leistungsfähigkeit hinsichtlich der herstellereigenen Diagnosetiefe ab. Verstellte Sensoren, deren Einbauposition durch einen mechanischen Einfluss von außen oder durch Reparaturarbeiten verändert wurden, werden nicht zwangsläufig von einem Diagnosetester (als Fehlfunktion) erkannt.

Ein typisches Beispiel ist ein verstellter Radarsensor, der auch in einem dejustierten Zustand plausible Informationen liefert. Bei einem Messabstand von mehreren hundert Metern kann dies aber fatale Folgen haben, wenn vorausfahrende Fahrzeuge auf einer benachbarten Fahrspur fehlerhaft erkannt werden.

5.3 Die Kalibrierung von Kameras & Sensoren

Die Kalibrierung von Kameras und Sensoren ist keine unlösbare Aufgabe. Dies zeigt nachfolgendes Ablaufszenario. Am Beispiel eines Audi Q7 (beziehungsweise eines Volkswagen Touareg) bei der ASC GbR in Neu-Ulm, beschreiben wir die wichtigsten Schritte. Die Experten des Autoglas-Schulungs-Center haben sich auf die Kalibrierung von Kamera- und Radarsystemen spezialisiert und vermitteln die notwendigen Kenntnisse nicht nur an Autoglasler. Zum Einsatz kommen bei unserem Beispiel das sogenannte CSC-Tool inklusive der zugehörigen beiden Radaufnehmer mit Laser-/Messeinheit (Kalibrierung Frontkamera), das Kit Rear Cam II Side (Kalibrierung Spiegelkamera), das Kit Rear Cam I Basic (Kalibrierung Heckkamera), der ‚Radaufnehmer Control‘ (Überprüfung der geometrischen Fahrachse) sowie ein Diagnosegerät von Hella Gutmann Solutions.

Die exakten Aufbauanleitungen zu verschiedenen Automarken und Anwendungen des CSC-Tools finden Sie hier: www.hella-gutmann.com/de/workshop-solutions/pruef-einstellwerkzeuge/csc-tool-kamerakalibrierung

5.3.1 Die (statische) Kalibrierung der Frontkamera (hinter der Frontscheibe)

Das CSC-Tool von Hella Gutmann Solutions ermöglicht die statische Kalibrierung von Frontkamerasystemen von aktuell 24 Fahrzeugmarken. Die Kameras werden beispielsweise für Spurhalteassistenten, ACC sowie für adaptive Lichtsysteme eingesetzt.

Am nachfolgenden Beispiel stellen wir die Kalibrierung der Frontkamera eines Audi Q7 mittels CSC-Tool dar. Zu Beginn sind einige Vorbereitungen erforderlich.



Zur Kalibrierung weitreichender Sensoren muss die Abweichung der geometrischen Fahrachse von der Fahrzeug-Symmetrieachse innerhalb einer herstellereigenen Toleranz liegen. Mehr Infos dazu liefert die Fachbroschur ‚Vermessen und Einstellen von Pkw-Fahrwerken‘ – zu finden in www.krafthand-shop.de.

Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme

Funktion, Prüfung, Kalibrierung

Immer mehr Fahrerassistenzsysteme halten Einzug in moderne Kraftfahrzeuge. Sie sorgen für Sicherheit und Komfort, jedoch auch für zusätzlichen Prüf- und Serviceaufwand in den Kfz-Betrieben.

Verantwortlich für die Funktion der Systeme sind spezielle Sensoren und Kameras, die es nach einem Scheibentausch oder einem Unfall gilt, neu zu justieren und anzulernen. Bereits kleinste Abweichungen können zu Fehlfunktionen oder zum Ausfall des gesamten Systems führen. Notwendig sind technisches Fachwissen, die richtigen Prüfeinrichtungen sowie die entsprechende Diagnosesoftware. Jeder Fahrzeughersteller gibt eigene, individuelle Prüf- und Kalibrier-Richtlinien vor, was die Arbeit zusätzlich erschwert.

Der Autor Manfred Rudhart liefert in der Fachbroschur ‚Umfeldorientierte Fahrerassistenzsysteme‘ einen Überblick über die Entwicklung und Funktionen einzelner Systeme. Im Detail beschreibt er Sensortypen und Anwendungsbeispiele.

Im praktischen Teil beleuchtet Rudhart die Diagnose und Kalibrierung der Sensorsysteme in der Werkstattpraxis. Er liefert Tipps und Tricks und zeigt Problemfelder für (freie) Werkstattbetriebe auf.

Abgerundet wird die Fachbroschur mit Kapiteln zu den rechtlichen Rahmenbedingungen sowie zur zukünftigen Entwicklung hin zum ‚autonomen‘ Fahren.

Der Autor

Manfred Rudhart ist gelernter Kfz-Mechaniker, staatlich geprüfter Maschinenbautechniker sowie technischer Betriebswirt (IHK). Er ist seit vielen Jahren im Bereich der Fahrzeugtechnik zuhause. Sein Fachwissen hat Rudhart unter anderem bei einem international führenden Hersteller für Kfz-Werkstattausrüstung und -Prüftechnik umgesetzt. Er war zusätzlich in verschiedenen nationalen wie internationalen Gremien zur Weiterentwicklung von Prüfmethoden an modernen Kraftfahrzeugen tätig.

Im Frühjahr 2016 gründete Manfred Rudhart mit RMI-TEC sein eigenes Unternehmen. Ein Themenfeld ist die Beratung von Unternehmen in Hinblick auf die Prüfung und Justage von Licht- und Fahrerassistenzsystemen.

„Das Thema Fahrerassistenzsysteme steht bei uns in der Kfz-Ausbildung ganz oben auf der Agenda. Umso mehr freut es mich, jetzt eine kompakte und nutzwertige Ausarbeitung des Themas in den Händen zu halten.“

Stefan Wagner, Dipl. Ing. (FH),
Studiendirektor, Fachberater für
das Berufsfeld Fahrzeugtechnik,
Gewerbliche Schule Friedrichshafen