



KTI – Kraftfahrzeugtechnisches Institut

Die leistungsstarke Plattform für Ihren Erfolg

Fachgerechter Umgang mit Fahrerassistenzsystemen

Helge Kiebach

München, 4. Oktober 2019

Inhalt:

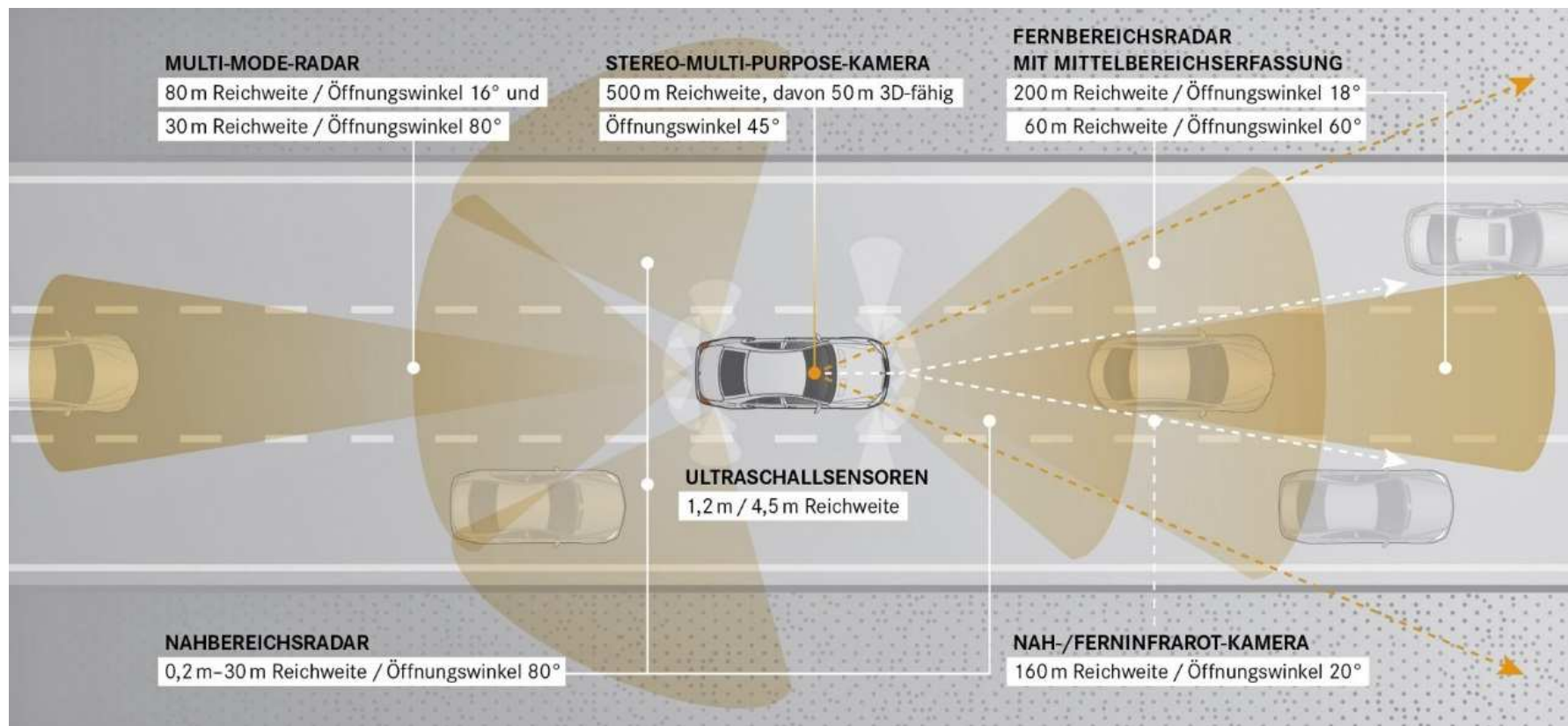
1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

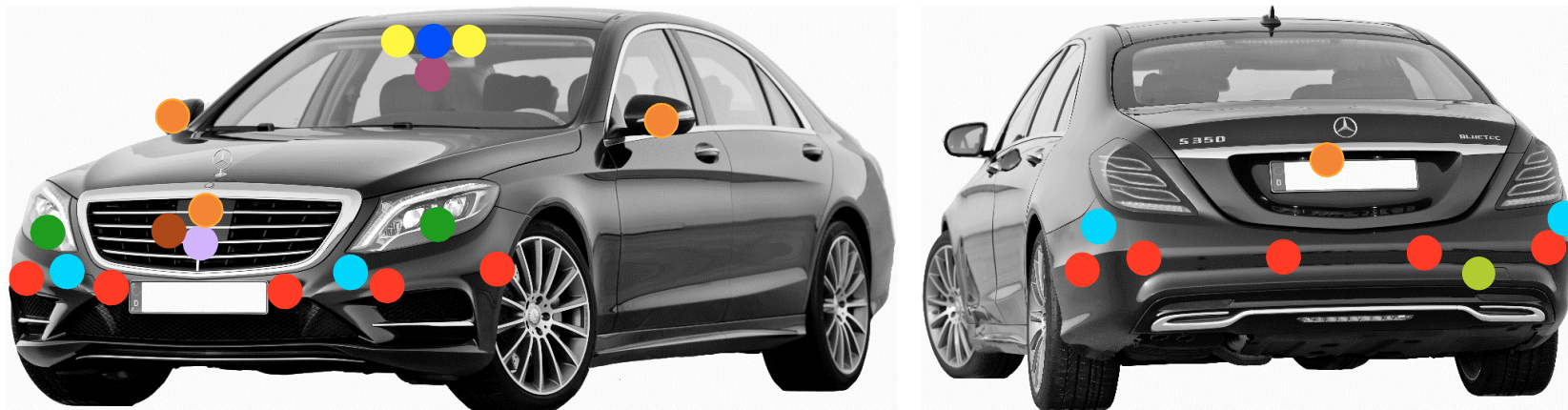
Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Stand der Technik



Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Verbau von umfeldbeobachtenden FAS-Sensoren



- | | | |
|----------------------|---------------------------|-----------------|
| ● Ferninfrarotkamera | ● Multi-Mode-Radar | ● Umfeldkameras |
| ● Nahinfrarotkamera | ● Ultraschallsensor | ● Regensensor |
| ● Infrarotstrahler | ● Nahbereichsradarsensor | |
| ● Mono-/stereokamera | ● Fernbereichsradarsensor | |

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Eingesetzte Sensoren

- Ultraschall (~ 10 m)
- Lidar (~ 15 m)
- Radar
 - Nahbereich (~ 70 m)
 - Mittelbereich (~ 160 m)
 - Fernbereich (~ 250 m)
- Kamera
 - Parkhilfe
 - FAS-Funktionen (~ 80 m)
 - Nachtsicht (~ 160 m)
- Laserscanner (~ 150 m)

**Nutzung
unterschiedlicher
physikalischer
Effekte**



**Individuelle
Eigenschaften**

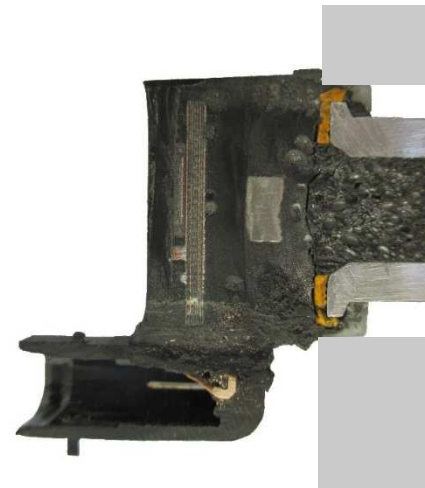
Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Ultraschallsensoren

- Störung der akustischen Signale möglich
(durch starken Regen, Schneefall, Wind, starke akustische Fremdquellen)
- Membrantopf muss frei schwingen können (Senden & Empfangen)

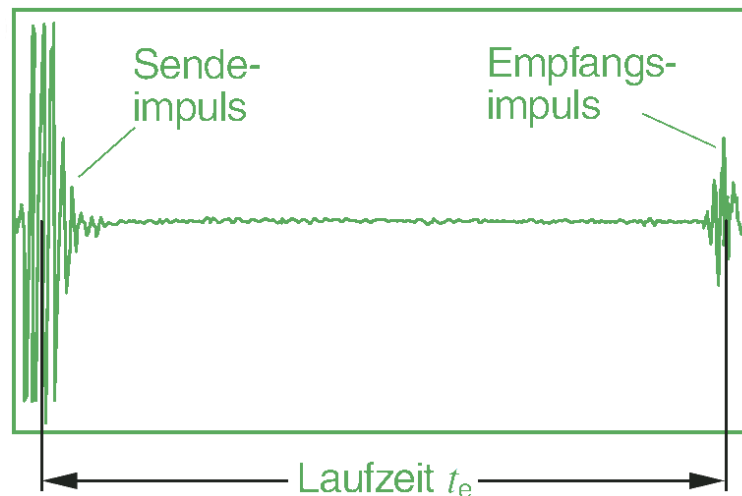


Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Ultraschallsensoren

Verändertes Schwingverhalten durch

- Schallbrücken zwischen tragende Bauteil und Membrantopf (z.B. Lackschicht)
- Verändertes Schwingverhalten (z.B. Masseänderung, verspannten Einbau)



Reif, 2010, S. 131

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: Opel

Einparkensoren

Achtung: Beim Lackieren der Parkpilot-Sensoren darf die Lackdicke von 80-120 Mikrometern NICHT überschritten werden. Die Gesamtdicke der Lackschicht auf den Parkpilot-Sensoren sollte zwischen 80 und 120 Mikrometern liegen. Wird die Lackdicke überschritten, kann es sein, dass die Parkpilot-Sensoren unzureichend funktionieren.

Lackierte Einparkensoren:

- (Nur altes Teil) Nur alten Lack bis zur Grundierung abschleifen. Es muss eine Dicke von **5-10 Mikrometer** beibehalten werden.
- Einparkensensor lackieren. Die Lackdicke sollte nicht mehr als **120 Mikrometer** betragen.
- Nach dem Trocknen des Lacks muss die Lackdicke gemessen werden.

Quelle: Opel Automobile GmbH

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: Volkswagen

- Generell nicht im eingebauten Zustand lackieren!
- Lackierung Neuteil
 - Maximale Schichtdicke 125 µm; eine Schichtdickenmessung nach der Lackierung ist unbedingt durchzuführen
 - Maximale Aushärtungstemperatur 1 Stunde bei 90° C
- Lackierung Altteil
 - Entlacken (Schleifen) nur bis zur Grundierung
 - Mindestschichtdicke von 5-10 µm Beschichtung muss erhalten bleiben
 - Maximale Schichtdicke 125 µm; (Eine Schichtdickenmessung nach der Lackierung ist unbedingt durchzuführen)
 - Maximale Aushärtetemperatur 1 Stunde bei 90° C

Quelle: Volkswagen AG

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: BMW

Hinweis! Ultraschallsensor nicht bearbeiten!

Ultraschallsensoren dürfen nicht lackiert werden. Weder Ausbesserungen noch komplette Lackierung sind zulässig.

Quelle: BMW AG

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben

Beispiel: BMW 5er (F10/F11) mit Parkmanöverassistent
(Ultraschallsensoren an der Seitenwand befestigt)

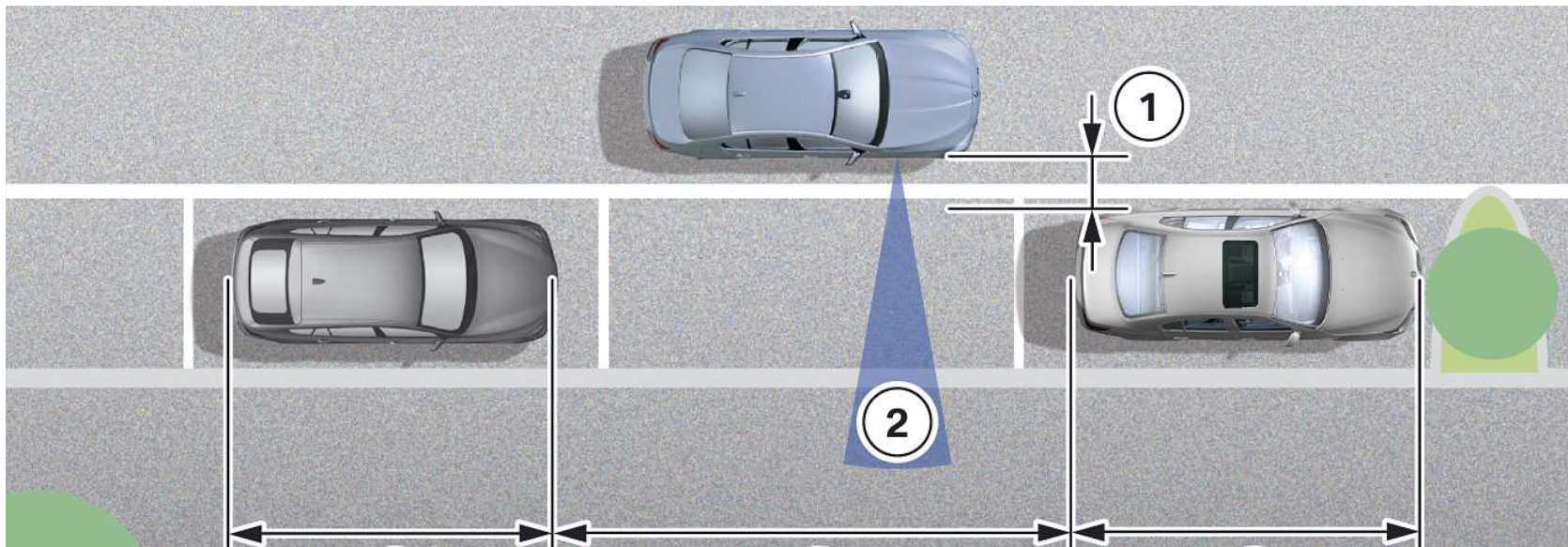


Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben

Beispiel: BMW 5er (F10/F11) mit Parkmanöverassistent

Signale der Ultraschallsensoren dienen zur Berechnung von Position, Länge und Breite einer Parklücke



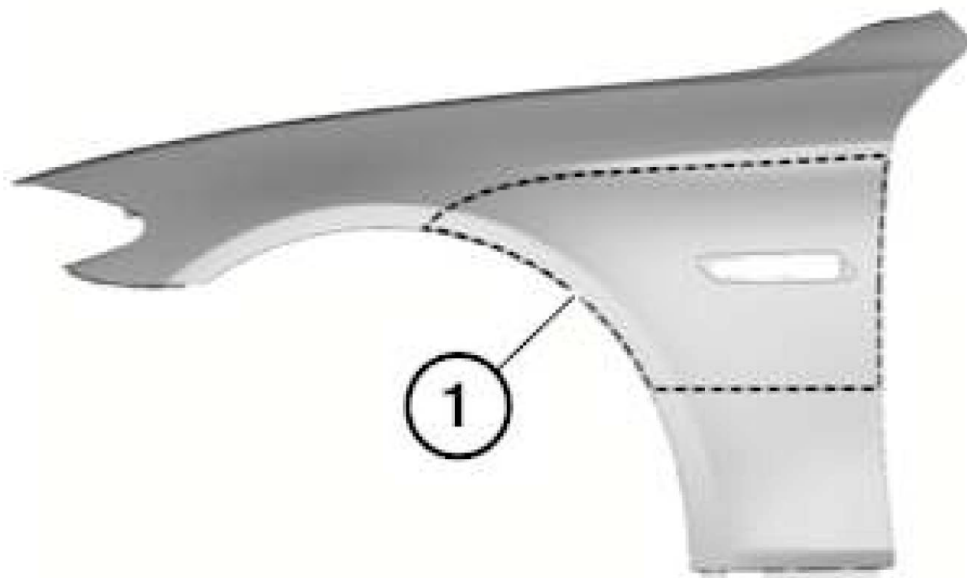
Quelle: BMW AG

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ultraschallsensoren – OEM-Vorgaben

Beispiel: BMW 5er (F10/F11) mit Parkmanöverassistent

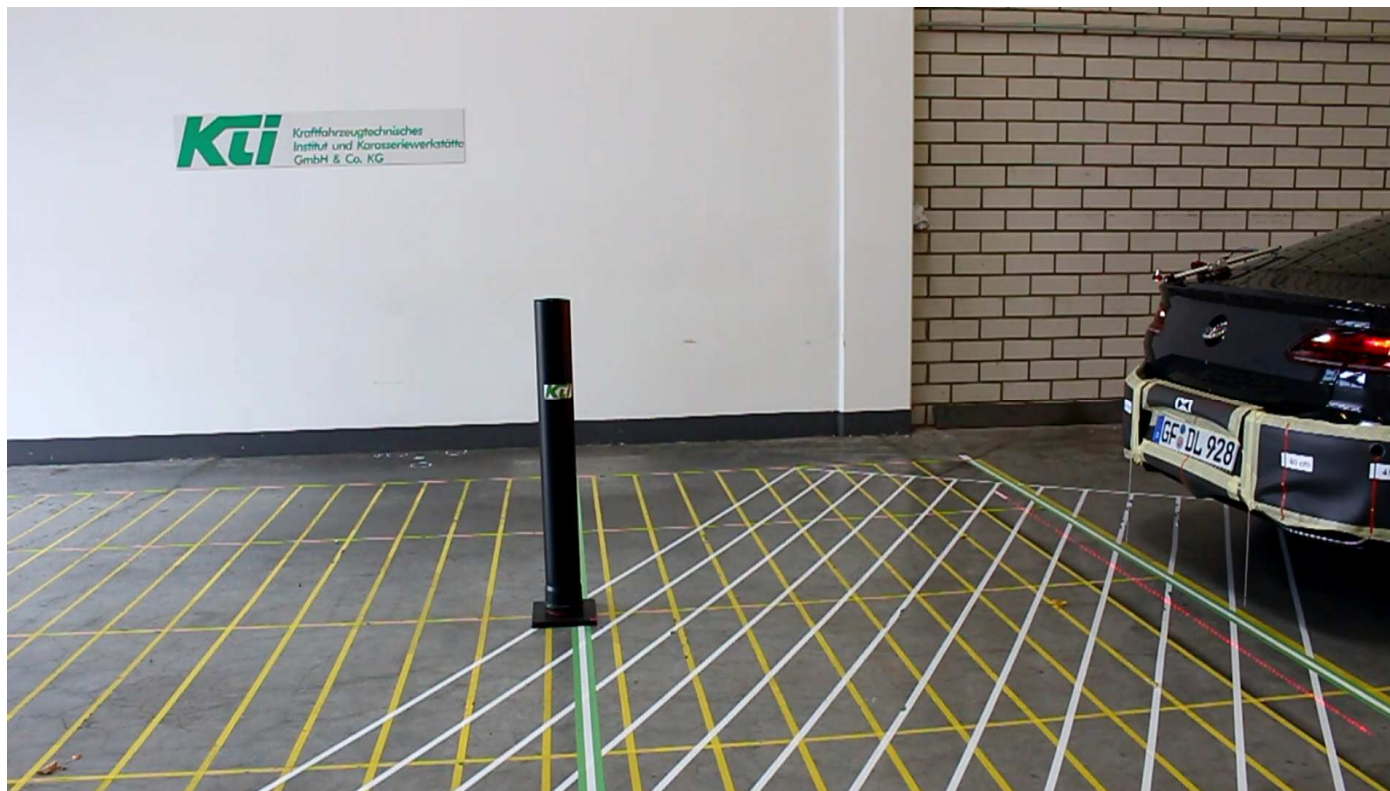
„Im Bereich (1) sind Instandsetzungsarbeiten nicht zulässig!“



Quelle: BMW AG

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Neue (selbsttätig bremsende; ultraschallbasierte) Parkassistenzsysteme



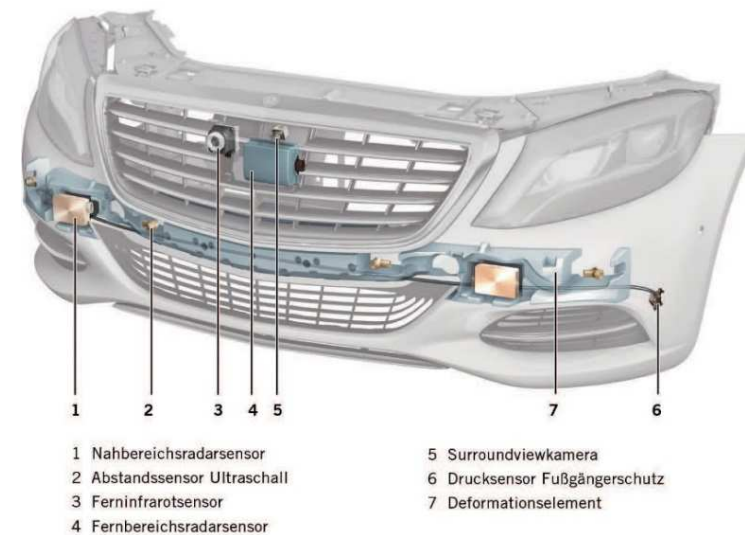
Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Radarsensoren

- Einflüsse auf elektromagnetische Wellen
(Brechung, Streuung, Reflektion und Absorption)
- Unterschiedliche Frequenzen (24 GHz und 77 GHz)

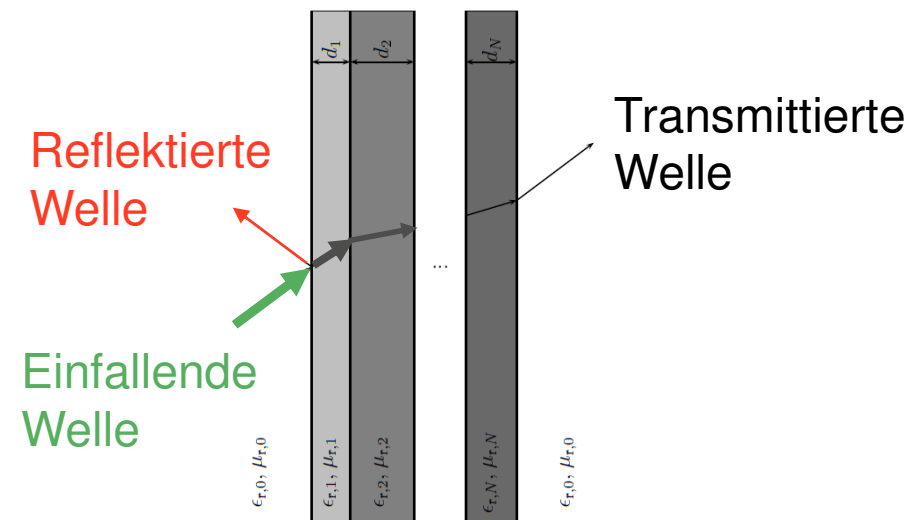


Quelle: Daimler AG

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Radarsensoren

- Einflüsse auf elektromagnetische Wellen
(Brechung, Streuung, Reflektion und Absorption)
- Unterschiedliche Frequenzen (24 GHz und 77 GHz)



Quelle: Pfeiffer

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Radarsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: Opel

Frontbereich-Radarmodul

Achtung: Das Frontbereich-Radarmodul NICHT lackieren. Vor dem Lackieren oder Beschichten von umliegenden Bereichen des Moduls das Modul immer abdecken. Wenn das Modul nicht geschützt wird, kann das zur eingeschränkten Funktion des Moduls führen.

Seitliche Objektsensoren

Achtung: Bei der Lackierung der Verkleidung im Bereich der seitlichen Objektsensoren eine Lackdicke von 80 - 120 Mikrometer NICHT überschreiten. Die Gesamtdicke der Lackschicht auf der Verkleidung MUSS zwischen 80 und 120 Mikrometern liegen. Wird diese Lackdicke überschritten, kann das zu einer reduzierten Funktion der Sensoren Objekterkennung führen.

Achtung: Beim Lackieren der Verkleidung in einem Bereich von 20 cm (8 Zoll) um die Sensoren Objekterkennung KEINEN Füllgrund verwenden. Die Verwendung von Füllgrund in diesem Bereich kann zu einer reduzierten Funktion der Sensoren Objekterkennung führen.

Achtung: Die Verkleidung in einem Bereich von 20 cm (8 Zoll) um die Sensoren Objekterkennung nicht reparieren. Reparaturen in diesem Bereich können zu einer reduzierten Funktion der Sensoren Objekterkennung führen.

Quelle: Opel Automobile GmbH

Radarsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: Volkswagen

- Vor dem Bereich der Steuergeräte (Spurwechselassistent) darf die maximale Lackschichtdicke von 150 µm nicht überschritten werden
- Eine Kunststoffreparatur darf im Umkreis von mindestens 25 cm nicht durchgeführt werden
- Spachtelarbeiten dürfen im Umkreis 25 cm nicht durchgeführt werden
- Eine Dreifachlackierung der Stoßfängerabdeckung ist nicht zulässig
- Vor Beginn der Lackierung durch ein Schliffbild im benachbarten Bereich prüfen, ob es sich nicht um eine bereits nachlackierte Stoßfängerabdeckung handelt
- Spot-Repair vor dem Bereich der Steuergeräte (Spurwechselassistent) ist nicht zulässig

Quelle: Volkswagen AG

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Radarsensoren – OEM-Vorgaben zum Lackieren

Beispiel: BMW

Achtung!

Um die Systemfunktion bei Fahrzeugen mit [Sensor für Spurwechselwarnung](#) (HC2-Sensor) zu gewährleisten:

- dürfen an der Stoßfängerverkleidung im Umkreis von 10 cm um den linken bzw. rechten Sensor keine mechanischen Beschädigungen (z. B. Beulen) vorliegen und keine Spachtelarbeiten oder Mehrfachlackierungen ausgeführt werden
- dürfen keine Aufkleber im Sensorbereich angebracht werden

Quelle: BMW AG

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Radarsensoren

Reparaturszenarien mit originale Stoßfänger...

1. „ ... unbearbeitet mit aufgeklebter Folie“
2. „ ... nachlackiert“
3. „ ... gespachtelt und lackiert“
4. „ ... mit Metallgewebe und Faserkunststoff repariert“
5. „ ... mittels Kunststoffschweißen mit Metallklammern repariert“
6. „ ... mit Kunststoffreparatur-Pflaster instandgesetzt“
7. „ ... unbearbeitet, ab- und angebaut ohne Kalibrierung / Justierung“

} kalibriert/
justiert



Fallbeispiel

Schadenumfang / Kosten?

- Keine Fehlermeldung an Fahrer
- Kein Eintrag im Fehlerspeicher



Fallbeispiel

Schadenumfang / Kosten?

- Funktion des Spurwechselassistenten n.i.O. (sporadische Objektverluste)
- Zur vollständigen Schadenerkennung ist Demontage von Bauteilen erforderlich!



Fallbeispiel

Schadenumfang / Kosten?

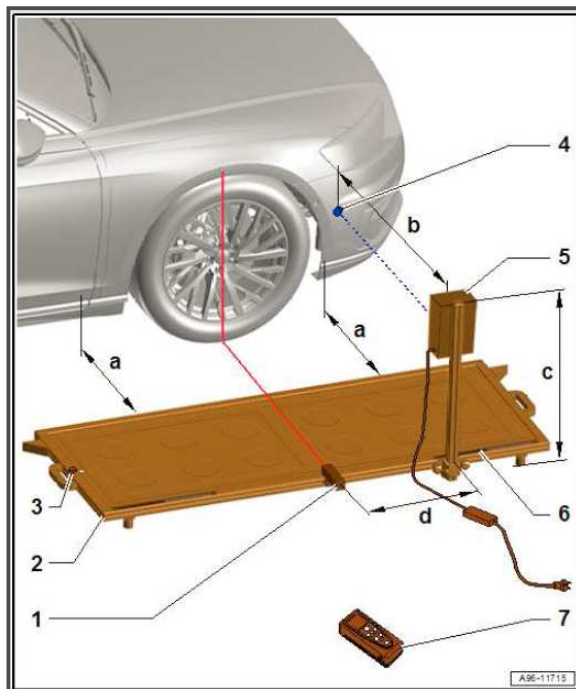
- Nach Lösen des Stoßfängers ist statische („manuelle“) Kalibrierung-/Justierung des Spurwechselassistent „Side Assist“ gemäß Herstellervorgabe erforderlich



Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Erforderlichkeit Kalibrieren / Justieren

Bsp. Audi A8 [D5] mit Spurwechselassistent – Stoßfänger vorne



Quelle: Audi AG

Fronteckradar kalibrieren

Die Kalibrierung/Justage muss durchgeführt werden, wenn:

- ◆ Im Ereignisspeicher ist „keine oder falsche Grundeinstellung/Adaption“ aktiv hinterlegt.
- ◆ Das Steuergerät für Radarsensor zur Objekterkennung vorn links -J1088-/Steuergerät für Radarsensor zur Objekterkennung vorn rechts -J1089- wurde aus- und eingebaut oder ersetzt.
- ◆ Der Stoßfänger vorn wurde beschädigt oder ersetzt.
- ◆ Der Stoßfänger wurde im eingebauten Zustand im Bereich der Radarsensoren lackiert.

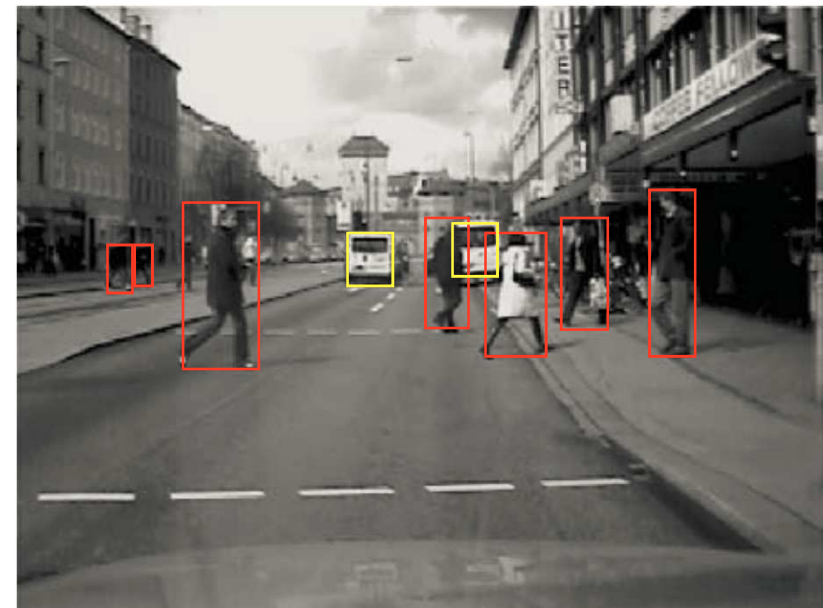
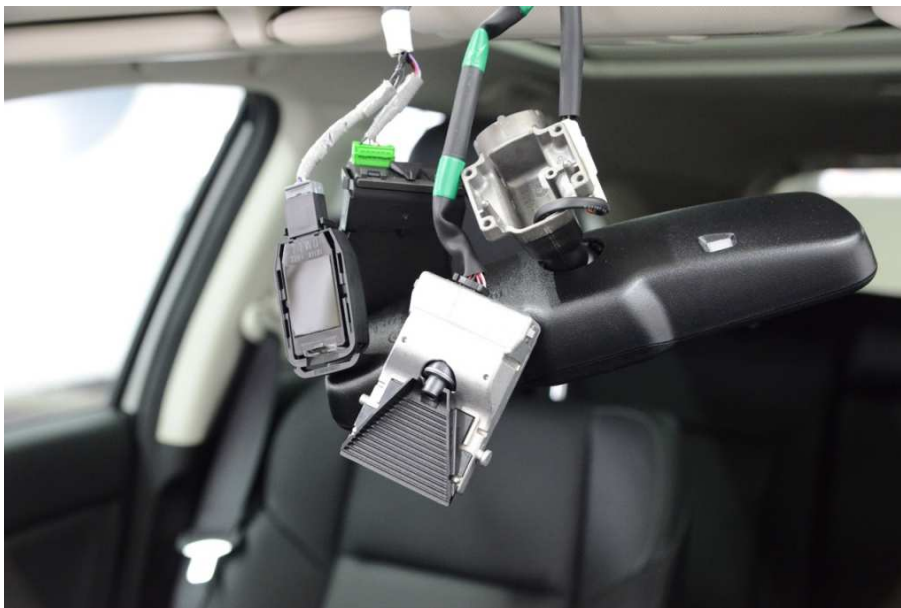
Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

FAS-Kameras an Windschutzscheibe

- Von Windschutzscheibe „abgedeckt“
- Ausrichtung je nach Funktion mehr oder weniger wichtig

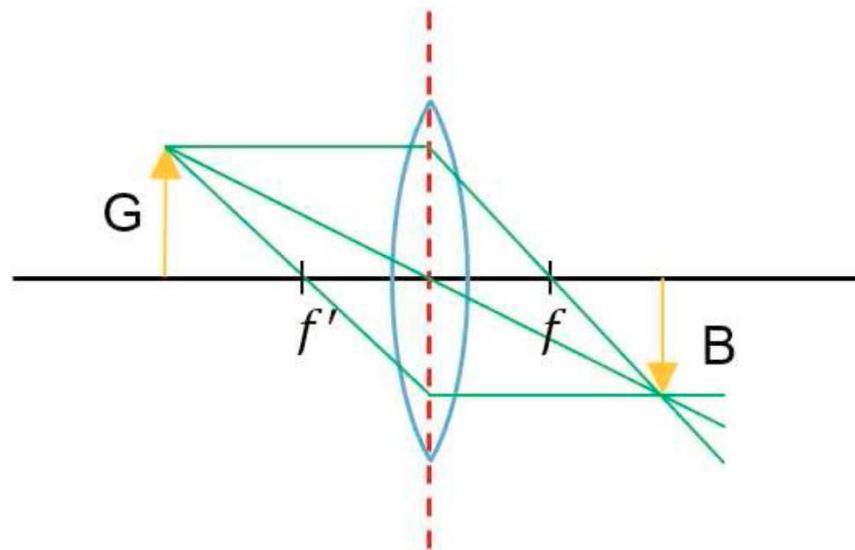


Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

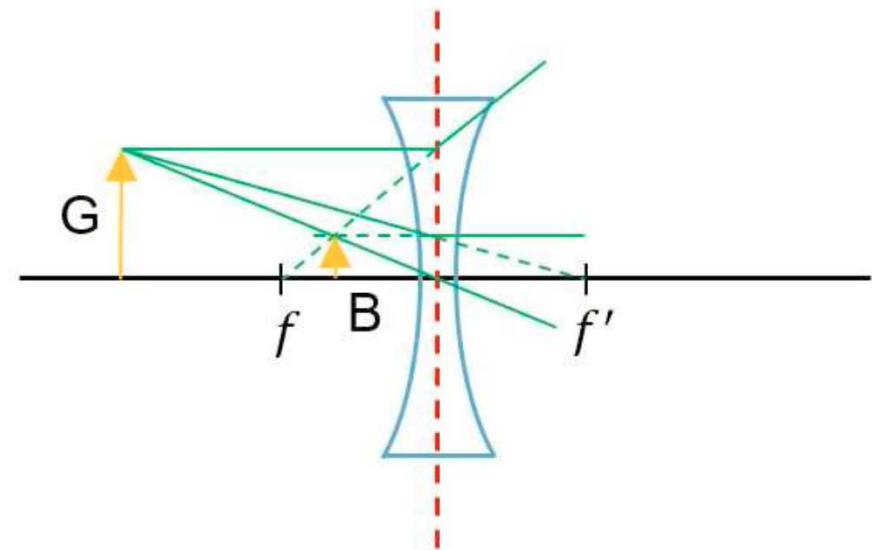
FAS-Kameras an Windschutzscheibe

- Linsen-Effekt (Scheibe und Kameraobjektiv)

Konvex
(Sammellinse)



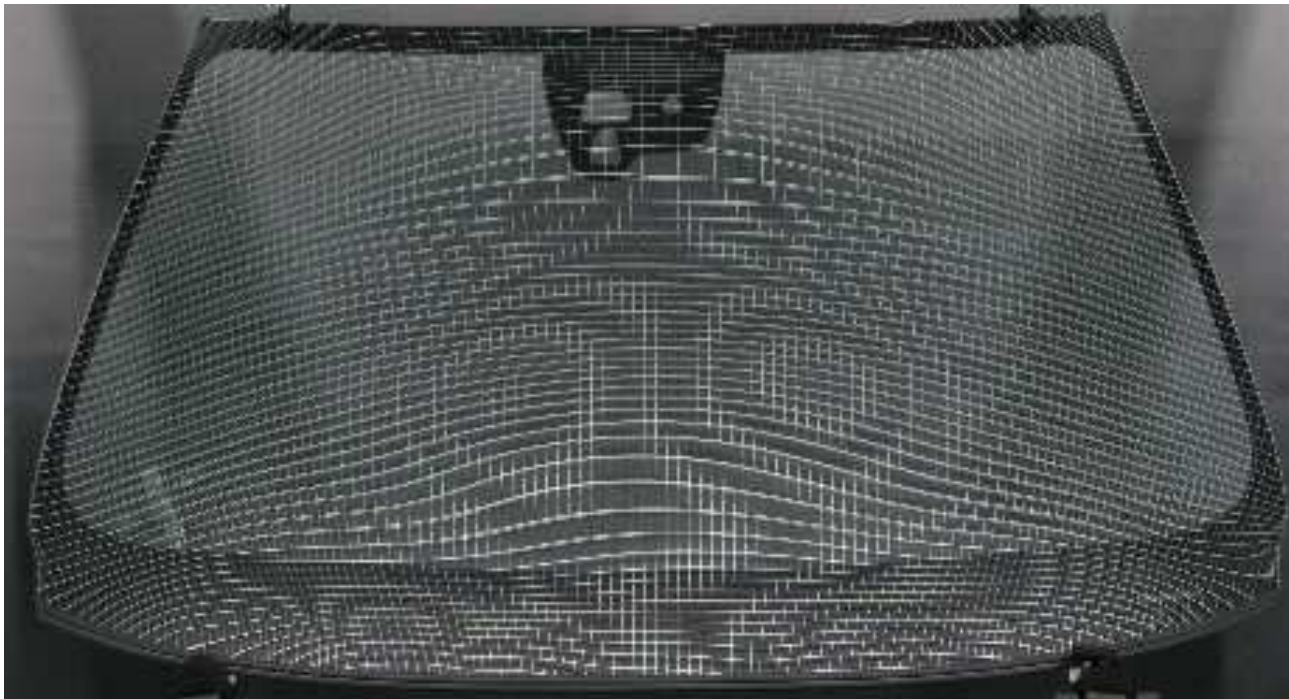
Konkav
(Zerstreuungslinse)



Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

FAS-Kameras an Windschutzscheibe

- Verzerrung

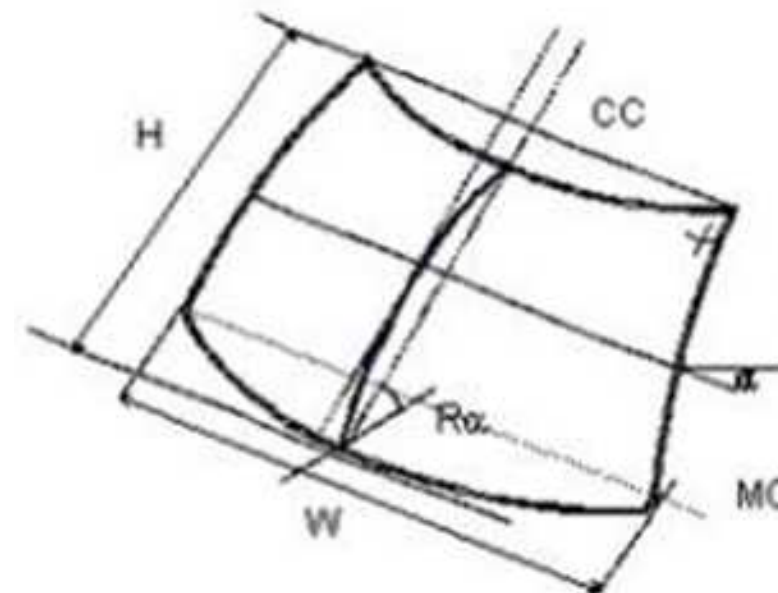
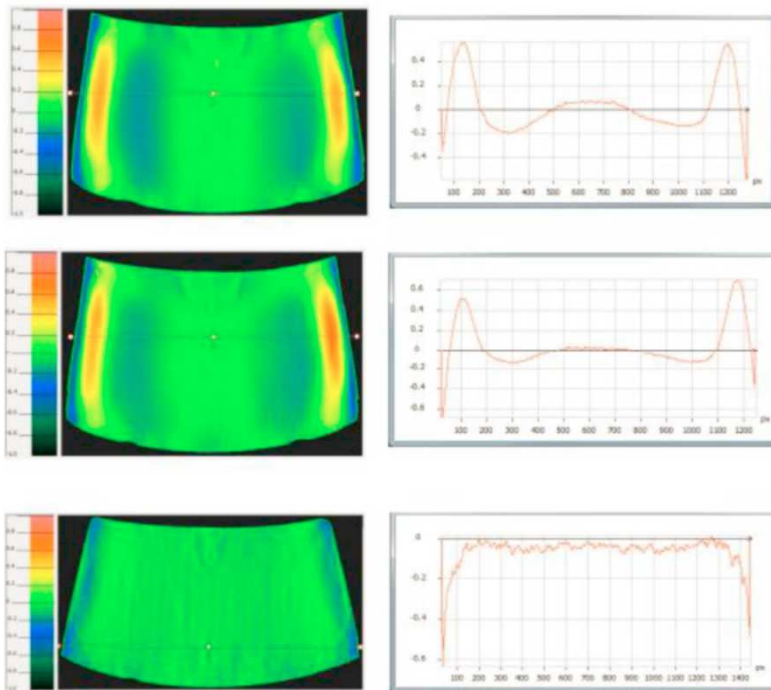


Quelle: Wettbewerbsanalyse Saint-Gobain Autover

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

FAS-Kameras an Windschutzscheibe

- Krümmung



Quelle: Wettbewerbsanalyse Saint-Gobain Autover

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

FAS-Kameras an Windschutzscheibe

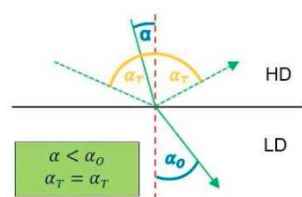
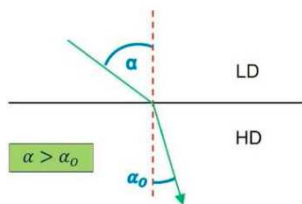
- Halterungen



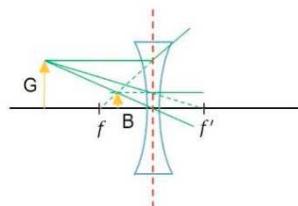
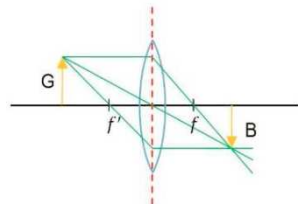
Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

FAS-Kameras an Windschutzscheibe

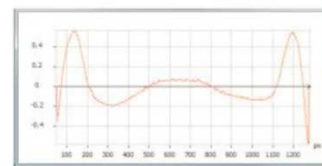
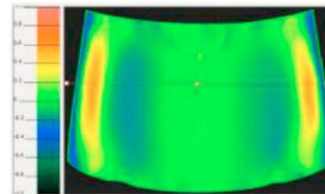
Brechung



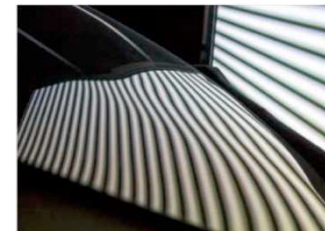
Linse-Effekt



Krümmung



Verzerrung



Befestigung



**Notwendigkeit der Sensorkalibrierung/-justage
Insbesondere vor dem Hintergrund sicherheitsrelevanter FAS-Funktionen**

Kalibrieren / Justieren von FAS-Sensoren - Unterschiedliche Herstellervorgaben

- Ablauf, Umfang und Erforderlichkeit zum Teil verschieden (Herstellerphilosophie und Systemfunktion)
- Beispiel: FAS-Kameras an Windschutzscheiben („Frontkamera“)

Kalibrierung / Justierung erforderlich	Audi	BMW	Ford	MB	Opel	Škoda	VW
Eintrag im Fehlerspeicher	X	X	X	X	X	X	X
Steuergerät ersetzt	X						
Frontkamera ersetzt oder getauscht	X	X	X	X	X	X	X
Frontscheibe aus- und eingebaut	X	X	X	X		X	X
Spur oder Hinterachse eingestellt	X					X	X
Fahrwerk umgebaut	X					X	X
Niveauregulierung neu angelernt	X						X

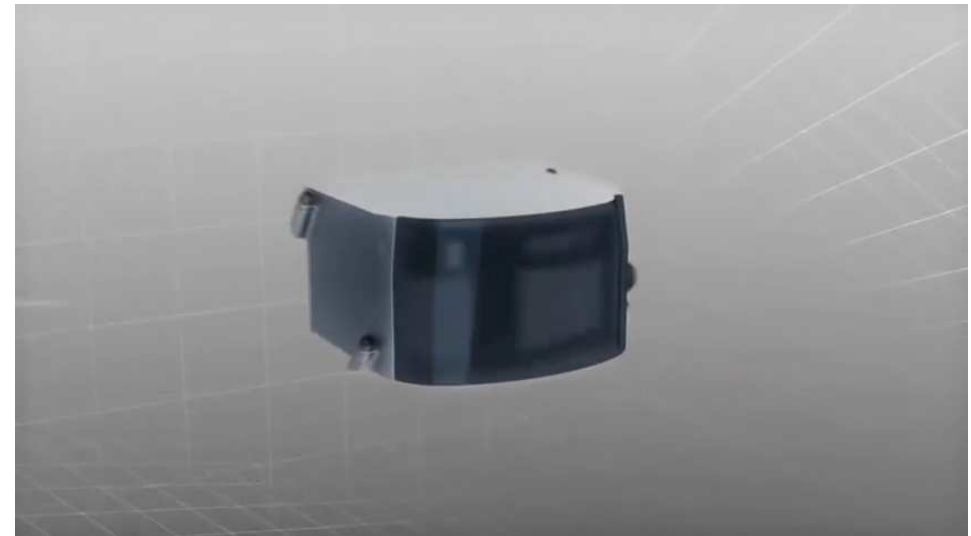
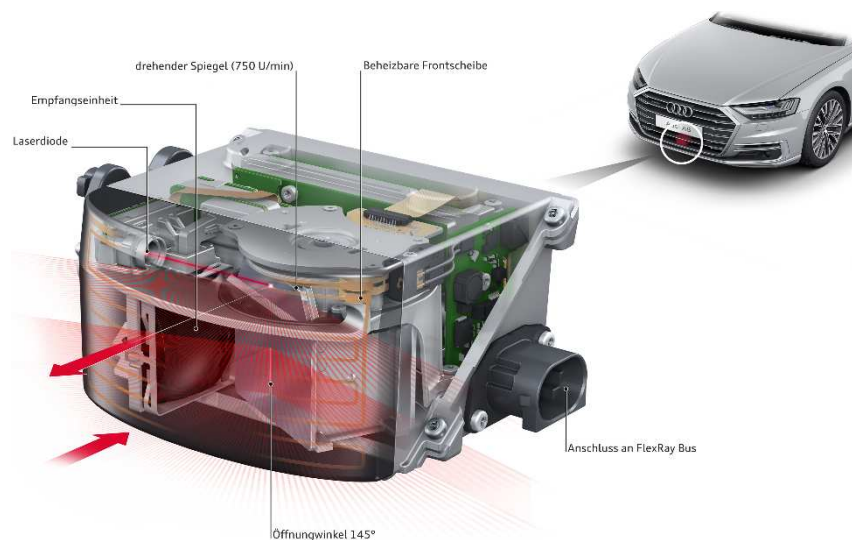
Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Sensoren von Fahrerassistenzsystemen

Laserscanner

Optischer Sensor



Quelle: Valeo

Inhalt:

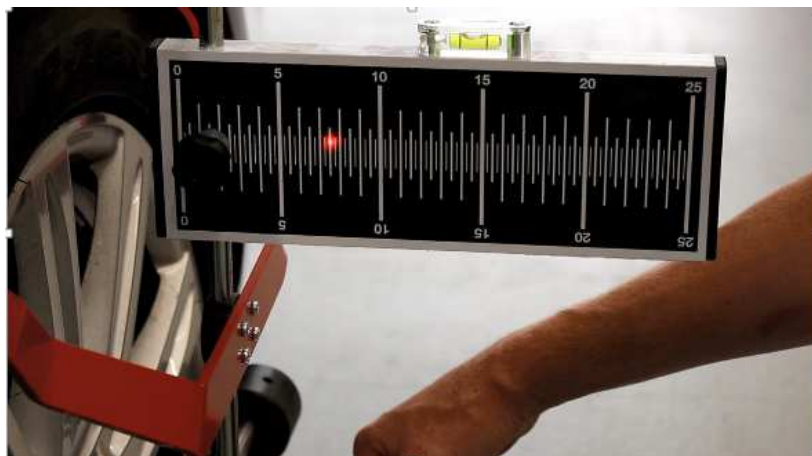
1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Kalibrieren / Justieren von FAS-Sensoren - Unterschiedliche Methoden

Erforderliche Arbeitszeit?

Statisch



Dynamisch



Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Kamera, Radar, Laserscanner:

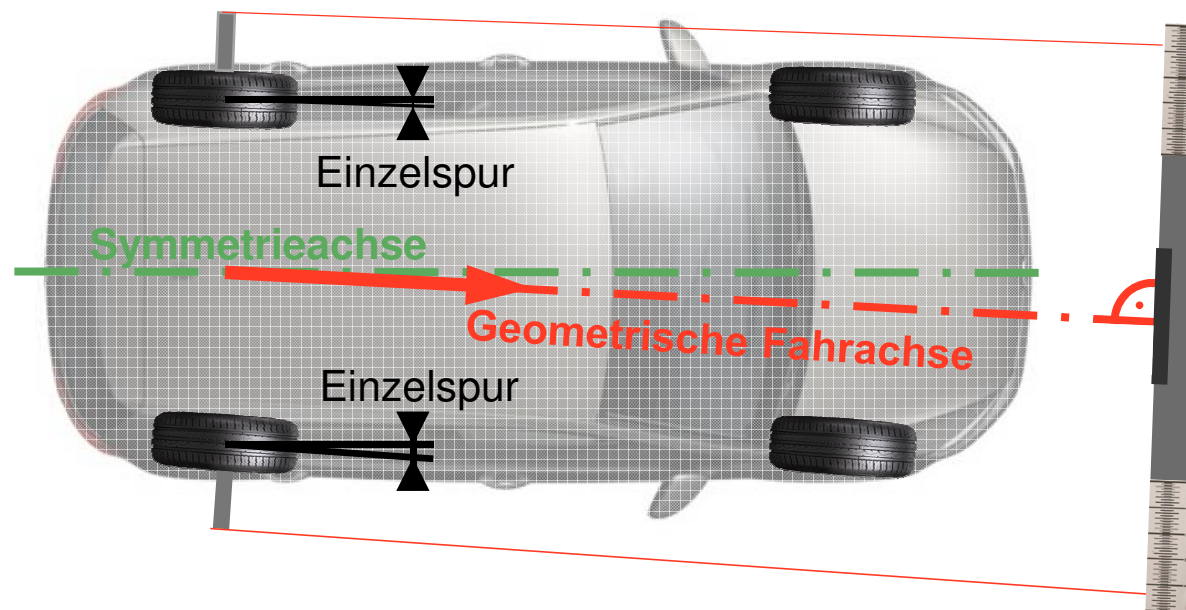
Statische („manuelle“) Kalibrierung-/Justierung



Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Kamera, Radar, Laserscanner:

Statische („manuelle“) Kalibrierung-/Justierung



Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ob und wie ein FAS kalibriert / justiert werden muss, abhängig u.a von:

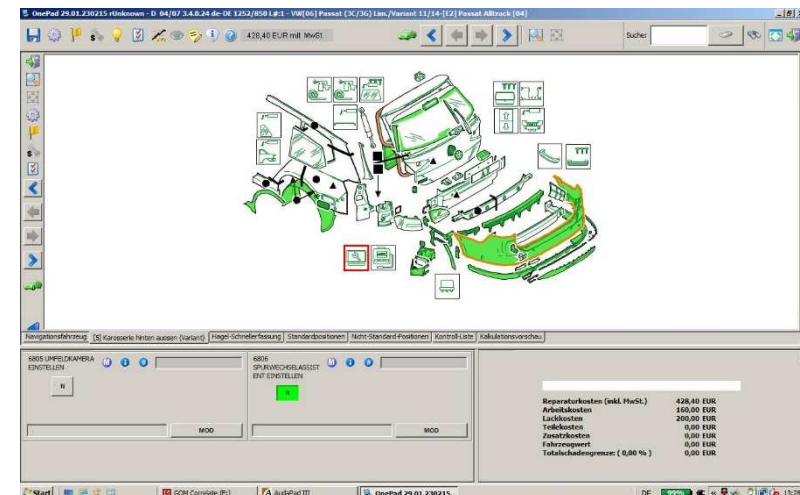
- Physikalisches Prinzip (optisch, akustisch, elektromagnetisch)
- Sensormodell (Hersteller, Generation)
- Funktion des Assistenzsystems bzw. automatisieren Fahrfunktion (insb. Sensoren mit großer Reichweite müssen genau ausgerichtet sein)
- Geschwindigkeitsbereich (Reichweite)
- Herstellerphilosophie
- Elektronikarchitektur („Fusionierung“)

→ **Unterschiedliche Herstellervorgaben**

Fachgerechter Umgang mit FAS-Sensoren

Ob und wie ein FAS kalibriert / justiert werden muss, abhängig u.a von:

- Kalkulationsprogramme ersetzen nicht die Herstellervorgaben!
- Nutzung fahrzeugindividueller und tagesaktueller Herstellervorgaben



Inhalt:

1	Einleitung
2	Sensoren
2.a	Ultraschall
2.b	Radar
2.c	Kamera
2.d	Laserscanner
3	Kalibrieren / Justieren
4	Fazit

Zusammenfassung

Funktionsvoraussetzungen für Fahrerassistenzsysteme

- Ungestörtes Sensorsignal in korrekter Richtung

Im Rahmen des KTI-Projektes „FairRepair II“ Untersuchung von zwei Aspekten

- ***Nachträgliche Beschichtungen an „abgedeckten Sensoren“***
(Überlackierung, Folierung und Instandsetzung im Bereich von Radarsensoren)
- ***Ausrichtung „weitreichender Sensoren“***
(Justage von Radarsensoren, Laserscanner und Kameras)

Hinweis: inhaltliche Überschneidung möglich

(z.B. Radarsensor für Spurwechselassistent mit hoher Reichweite hinter Stoßfänger)

Zusammenfassung

- Fahrzeuge werden zunehmend (mit verschiedenen) Sensoren ausgestattet
- Korrekte Sensorausrichtung u. ungestörte Signale elementar für fehlerfreie Funktion
- In Zukunft zunehmend sicherheitskritische Funktionen
 - ➔ haftungsrechtliche Aspekte (z.B. automatisierte Fahrfunktionen ab Level 3)
- Entwicklung hin zur systeminternen Justage (sog. „selbstkalibrierende Sensoren“)
- Befolgung fahrzeugindividueller und tagesaktueller Herstellervorgaben notwendig



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

KTI GmbH & Co. KG

Kraftfahrzeugtechnisches Institut
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden

Telefon: +49 561 51081-0
Telefax: +49 561 51081-13
E-Mail: info@k-t-i.de
Internet: www.k-t-i.de