

Technische IFL-Mitteilung

Nr. 18/2021

Die IFL e. V. informiert regelmäßig über aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik und Lackierung

Herstellerübergreifende Informationen Fahrerassistenzsysteme Teil 4a

Technische Erforderlichkeit der Kalibrierung von Fahrerassistenzsystemen (FAS)

Steigende Anforderungen und Fahraufgaben für FAS-Sensoren:

Aktuell muss der/die Fahrende das FAS dauerhaft überwachen und jederzeit zur Übernahme der Fahraufgabe bereit sein (Autonomes Fahren Level 2).

Bei künftigen Fahrzeuggenerationen wird der/die Fahrer/in das FAS nicht mehr dauerhaft überwachen müssen. Das Fahrzeug kann Längs- und Querführung in spezifischen Situationen übernehmen (Autonomes Fahren Level 3) und wird die Person am Lenkrad frühzeitig zur Übernahme der Fahrfunktionen auffordern.

Die Stufen des Autonomen Fahrens					
Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Nur Fahrer	Assistiert	Teilautomatisiert Stand heute	Hochautomatisiert	Vollautomatisiert	ohne Fahrer
Keine eingreifenden Systeme sind aktiv	Systeme sind aktiv und übernehmen Längs-, oder Querführungsfunktionen	Systeme übernehmen Längs-, und Querführungsfunktionen in spezifischen Fällen (Diese sind z.B. Autobahn, Landstraße etc.)	Systeme übernehmen Längs-, und Querführungsfunktionen in spezifischen Fällen (Diese sind z.B. Autobahn, Landstraße etc.) Das System erkennt Systemgrenzen und fordert den Fahrer zur Übernahme auf.	Die Systeme können in spezifischen Fällen (Diese sind z.B. Autobahn, Landstraße etc.) alle Situationen erkennen und automatisch bewältigen.	Die Systeme übernehmen die Fahraufgaben in vollem Umfang bei allen Situationen, egal welche Geschwindigkeit, Straßentyp, oder Umfeld / Umweltbedingungen
	Der Fahrer übernimmt die jeweils nicht assistierten Funktionen und überwacht die Assistenzsysteme	Der Fahrer überwacht dauerhaft die Assistenzsysteme	Der Fahrer überwacht die Assistenzsysteme nicht mehr dauerhaft und übernimmt nur nach Aufforderung.	Es ist kein Fahrer für spezifische Fälle notwendig	Von Start bis Ziel ist kein Fahrer erforderlich

Bild 1: Stufen des Autonomen Fahrens (Quelle: IFL)

...

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFBVDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Peter Börner, Mühlheim am Main
Wilhelm Hülsdonk, Voerde
Paul Kehle, Einselethum

Geschäftsführer:
Thomas Aukamm

Zunehmend sind moderne Pkw mit umfeldbeobachtenden FAS ausgestattet und übernehmen sicherheitskritische Fahrfunktionen durch Sensorfusion. Das bedeutet, dass Radarsensoren, Lidar- und Multifunktionskameras ihre Daten an ein Rechnersystem liefern, dass alle Signale verknüpft und zentral ausgewertet und auf Plausibilität überprüft. Insbesondere die sicherheitskritischen FAS sind auf korrekte Sensordaten angewiesen.

Die Sensoren (Kamera und Radar) sind beliebig kombinierbar. Insbesondere Sensoren mit großer Reichweite (Laserscanner mit Reichweiten bis zu mehreren 100 Metern und hohen Winkelauflösungen) müssen genau ausgerichtet sein. Alle Informationen werden auf ein gemeinsames Koordinatensystem transformiert, dies erfolgt durch die Kalibrierung aller an der Fusion beteiligten Sensoren. Die FAS arbeiten nur dann präzise und zuverlässig, wenn die Orientierung und Positionen der Sensoren relativ zum Fahrzeug innerhalb festgelegter Toleranzen liegen und den Steuergeräten genau bekannt sind.

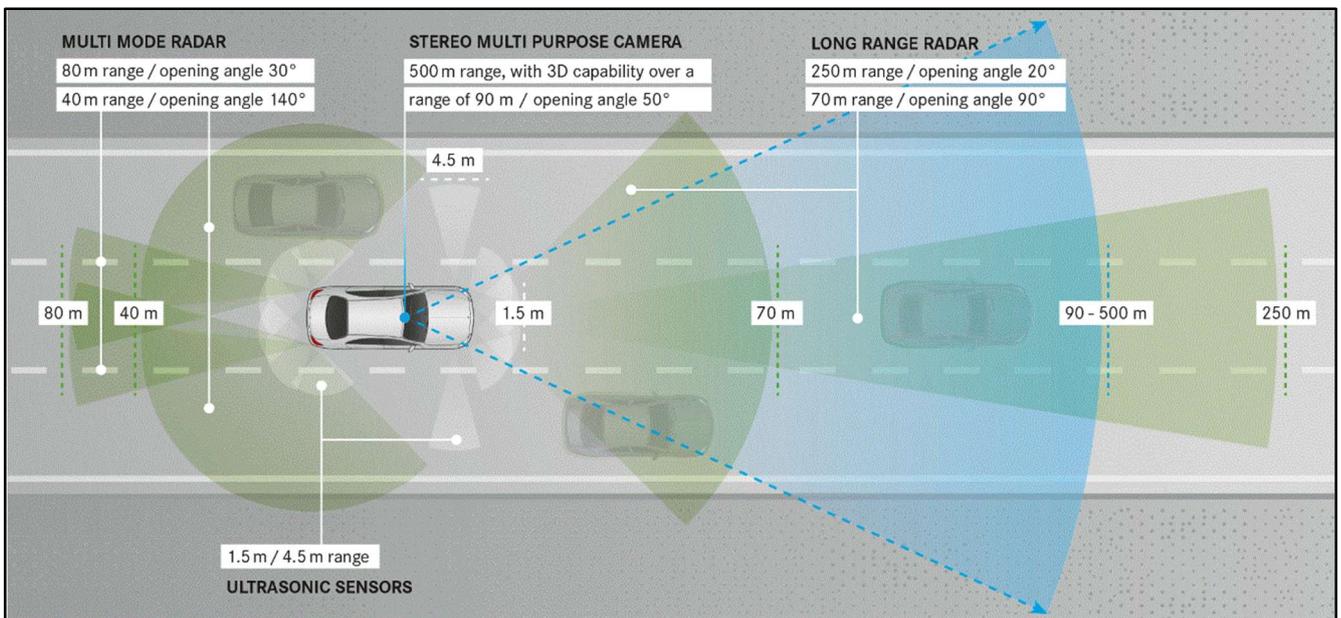


Bild 2: Darstellung Reichweiten und Winkelauflösung, Multi Mode Radar, Stereo Cameras, Long Range Radar (Quelle: www.daimler.com)

Die meisten Sensoren sind aktuell unter bzw. an Bauteilen wie Stoßfängerverkleidungen, Kühlergrills, Kotflügeln oder Windschutzscheiben verbaut, die häufig Anstoßbereiche bei Unfällen sind oder durch Steinschläge beschädigt werden können. Die Einbaulage der Sensoren kann durch einen Aufprall oder eine Reparatur (z. B. Tausch der Windschutzscheibe) verändert werden. Bereits leichtere Anstöße können zu Fehlausrichtungen oder Schäden an den Sensoren führen.

Ziel einer Kalibrierung/Justage der FAS-Sensoren ist es immer, Ausrichtungsfehler der Sensoren zu korrigieren.

Bei der Justage der Sensoren sind immer die tagesaktuellen und fahrzeugspezifischen Vorgaben der Fahrzeughersteller/Importeure zu berücksichtigen. Der Aufwand zur Sensorjustage ist u. a. abhängig von Funktion und Reichweite des Fahrerassistenzsystems bzw. der automatisierten Fahrfunktion, dem Befestigungskonzept der Sensoren sowie der Sensorgeneration.

...

Falsch kalibrierte Sensoren können Veränderung der haftungsrechtlichen Aspekte mit sich bringen. Ein falsch kalibriertes System kann in Grenzfällen zu Erkennungsfehlern führen, so dass das FAS falsch oder gar nicht reagiert. Die daraus resultierenden Folgeschäden können dem reparierenden Betrieb angelastet werden.

Justage von FAS nach Unfallreparaturen

Voraussetzung

Für eine fachgerechte Kalibrierung/Justage von Fahrerassistenzsystemen ist immer eine fachliche Ausbildung, die stetige Qualifizierung des Fachpersonals am Stand der Technik sowie spezielle Einweisungen im Umgang mit dem für die Justage erforderlichen Equipment notwendig.

Teilweise stark voneinander abweichende Vorgaben der Fahrzeughersteller/Importeure, deren Ursachen in den unterschiedlichen Rahmenbedingungen zu finden sind, erfordern es, die fahrzeugindividuellen und tagesaktuellen OEM-Vorgaben zwingend zu befolgen. Die Fahrerassistenzsysteme unterscheiden sich z. B. hinsichtlich ihrer Bedienung, Reichweite, Nutzungsdomänen, Funktion und genutzten Sensoren.

Fahrzeugdiagnose

Von den Fahrzeugherstellern/Importeuren freigegebene oder gleichwertige Diagnosegeräte werden vor der Kalibrierung über die OBD-Schnittstelle mit dem Fahrzeug verbunden, um evtl. vorhandene Fehler Speichereinträge zu identifizieren und auszulesen. Wichtig ist die Dokumentation sowie das Beheben von Fehlereinträgen vor Beginn und nach Abschluss der Arbeiten. Mit der Einführung des „Security Gateway“ bei verschiedenen Fahrzeugherstellern und Modellen zur Absicherung gegen unbefugten Zugriff Dritter, muss bei der Auswahl von Diagnosegeräten insbesondere bei Mehrmarkendiagnosegeräten verstärkt darauf geachtet werden, dass diese über die Möglichkeit einer Authentifizierung beim jeweiligen OEM verfügen.

Zusätzlich kann die Installation eines herstellerseitigen Softwareupdates Voraussetzung für eine erfolgreiche und fachgerechte Kalibrierung sein.

Fahrzeugherstellerabhängig kann eine statische (manuelle) Kalibrierung mit z. B. einer Einstellwand, dem sogenannten „Target“, in der Werkstatt in einer geeigneten Umgebung erforderlich sein. Weiterhin kann eine dynamische Kalibrierung (im Fahrbetrieb) in Verbindung mit einem Diagnosegerät erforderlich sein. Bei der Kombination beider Kalibrierverfahren erfolgt zunächst eine manuelle Grundeinstellung der Sensoren im Stand und abschließend wird eine sogenannte Kalibrierfahrt durchgeführt.

- **Vorteile einer statischen Justage:**
Fahrzeug kann in der Werkstatt fertig kalibriert/justiert werden. Keine langen Kalibrierfahrten erforderlich.
- **Nachteile einer statischen Justage:**
Hohe Investitionskosten für die Werkstatt, qualifiziertes Personal erforderlich, spezifizierter Platzbedarf.
- **Vorteile einer dynamischen Justage:**
Standardwerkstattausrüstung (geeigneter Diagnosetester) ausreichend. Keine zusätzlichen Investitionskosten.
- **Nachteile einer dynamischen Justage:**
Je nach Betriebsstandort stark abweichende Zeitaufwendungen, Straßenmarkierungen müssen gut sichtbar sein. Stau, Regen oder Schnee können die Kalibrierung beeinträchtigen.

...

Statische Justage weitreichender Sensoren (Frontkamera, Radar, Laserscanner)

Das Target mit definierten Eigenschaften wird relativ zum Fahrzeug an einem vorbestimmten Ort positioniert. Die Ausrichtung des Targets kann entweder mit Bezug auf die Symmetrieachse der Karosserie erfolgen oder in Bezug auf die geometrische Fahrachse. Hierbei ist die geometrische Fahrachse (immer Hinterachse) die Winkelhalbierende aus der Gesamtpur der Hinterachse. Diese wird durch die Stellung der Hinterräder bestimmt. Das FAS bestimmt mit seinen Sensoren anhand des Targets die tatsächliche Sensorausrichtung. Hieraus wird die Abweichung zu den Sollwerten ermittelt. Mit diesen Werten werden bei der Justage die Ist-Werte den Soll-Werten angeglichen.

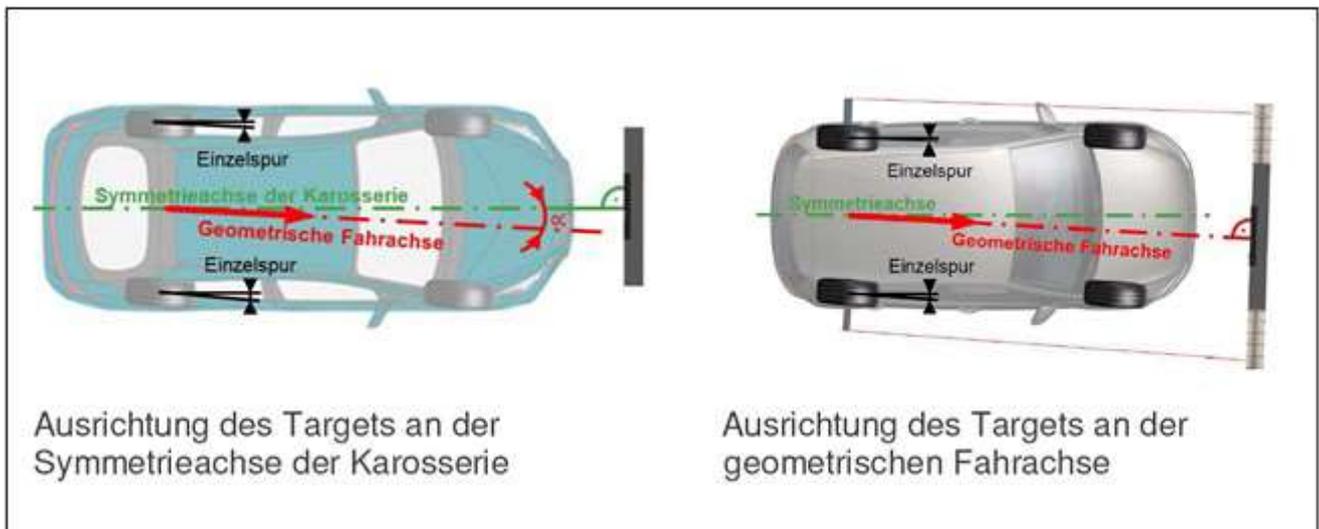


Bild 3: Korrekte Positionierung des Targets in Bezug auf die geometrische Fahrachse oder die Symmetrieachse (Quelle: KTI FairRepair 2)

Achsvermessung und Einstellung der Fahrwerksgeometrie

Da die Symmetrieachse einer Karosserie mehr oder weniger stark von der tatsächlichen Fahrtrichtung = geometrische Fahrachse abweicht, müssen die Symmetrieachse der Karosserie und die geometrische Fahrachse weitgehend angeglichen werden. Nur dann können die FAS-Sensoren korrekt = in tatsächlicher Fahrtrichtung des Fahrzeuges ausgerichtet werden. Im Vorfeld einer FAS-Kalibrierung ist dann eine Vermessung bzw. Einstellung der Fahrwerksgeometrie erforderlich.

Fahrzeugspezifische Vorbereitung (Vorbereitungsarbeiten zur Achsgeometrievermessung) Hierbei handelt es sich um fahrzeugspezifische Vorbereitungen gemäß den tagesaktuellen OEM-Vorgaben. Hierzu zählt z. B.:

- Einstellung des vorgeschriebenen Reifenfülldruckes
- Herstellen des vorgegebenen Beladungszustandes
- Herstellen des vorgeschriebenen Tankfüllstands
- ggf. Höheneinstellung der Karosserie
- Prüfung des Fahrwerkes auf Beschädigungen (unzulässiges Spiel)
- Messung der Reifenprofiltiefen
- Überprüfung vorgeschriebener Rad-/Reifenkombinationen
- Einstellung des Fahrwerksmodus bei Luftfederfahrwerken
- Fahrzeug durchfedern

-5-

Bei der Ausrichtung des Targets auf die geometrische Fahrachse schreiben Fahrzeughersteller wie Volkswagen für verschiedenen Fahrzeuge verpflichtend eine Felgenschlagkompensation beim Anbringen der Radaufnehmer vor. Die Durchführung einer Fahrwerksvermessung wird nicht explizit gefordert. Dies bezieht sich auf bestimmte Fahrzeugmodelle und auf die in der VW-Gruppe vorgeschriebenen Kalibriersysteme und Achsmessstände (VAS 6430).

Felgenschlagkompensation:

Zusätzlich zu den bereits vorweg aufgeführten fahrzeugspezifischen Vorbereitungsarbeiten zur Achsgeometrievermessung werden bei der Felgenschlagkompensation laterale Formabweichungen der Reifenflanken und Felgenhörner (Seitenschlag) kompensiert. Aufspannfehler der Messgerätehalter werden elektronisch erfasst.



Bild 4 und 5: Reifen-laterale Formabweichung (Quelle: KTI FairRepair2)

Bei der heute „rollenden“ Felgenschlagkompensation (3-D-Achsmesssysteme) wird das Fahrzeug je nach Herstellervorgabe oder nach Vorgabe des Achsmessgeräteherstellers entweder 1/4 oder 1/2 Radumdrehung geschoben (dabei muss darauf geachtet werden, dass möglichst an den Rädern geschoben wird, damit keine weiteren Achsverspannungen/Sturzänderungen auftreten). Die Messebene des optischen Targets führt bei einer Drehung eine Taumelbewegung aus. Für die Achsvermessung wird der Taumelwinkel zwischen Messebene und der tatsächlichen Radebene bestimmt und fließt als Korrekturwert in die Berechnung von Spur- und Sturzwinkel ein. **Wird keine Felgenschlagkompensation durchgeführt, addiert sich dieser Taumelwinkel als zusätzlicher Fehler zum eigentlichen Messfehler des Achsmesssystems.**

...

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFVBDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Peter Börner, Mühlheim am Main
Wilhelm Hülsdonk, Voerde
Paul Kehle, Einselfthum

Geschäftsführer:
Thomas Aukamm

Fazit IFL

Unabhängig von diversen fahrzeugherstellerspezifischen oder händlerinternen Reparaturinformationen (nicht Arbeitszeitrichtwerte) sollten die Reparaturfachbetriebe immer auch einen Focus auf die Vertragsrechtlichen und Schadenrechtlichen Aspekte haben. Diese liegen in deren Eigenverantwortung!

Eine fachgerechte Kalibrierung von FAS-Sensorik ohne eine vollständige Achsvermessung mit oder ohne Einstellarbeiten kann aus IFL-Sicht nicht empfohlen werden, da auch eine Felgenschlagkompensation ohne den Zustand der Achsgeometrie zu kennen, dem reparaturnausführenden Fachbetrieb keine 100%ige Sicherheit gibt.

Aus Sicht der IFL gibt nur eine vollständige Vermessung der Achsgeometrie inkl. vorheriger Felgenschlagkompensation dem reparaturnausführenden Fachbetrieb die Sicherheit, die FAS-Sensorik zu 100% korrekt zu justieren. Im Zuge der Unfall- bzw. Serviceannahme oder der Erstellung eines Sachverständigen-gutachtens sollte der Kunde / Auftraggeber über die Sinnhaftigkeit einer Einstellung der Fahrwerksgeometrie (falls nicht unfallbedingt erforderlich) als Vorbereitung zur Sensorkalibrierung hingewiesen werden.

Im Teil 4b der herstellerübergreifenden Informationen zu Fahrerassistenzsystemen werden die Vorgaben der Gerätehersteller berücksichtigt sowie die Gewährleistungs- und Garantieansprüche der Kunden im Reparaturfall erläutert.

Die Informationen wurden mit großer Sorgfalt recherchiert und zusammengetragen. Für die Information kann jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit erhoben werden. Alle Informationen beziehen sich auf den aktuellen Stand der Technik zum Zeitpunkt der Erstellung dieser technischen Information.

Ihr IFL Team

IFL e.V. Friedberg, 2021
Urheberrechtlich geschützt – alle Rechte vorbehalten.

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFFVDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Peter Börner, Mühlheim am Main
Wilhelm Hülsdonk, Voerde
Paul Kehle, Einselfthum

Geschäftsführer:
Thomas Aukamm