

Mehrfache Redundanz

Wer vom zeitnahen teil- oder vollautonomen Fahren auf der Strasse träumt, wird sich fragen, warum die Entwicklung so lange dauert. Die Sensorik ist ausgeklügelt und damit die Hardware bereit. Liegt es nur an der Software oder gibt es regulatorische Hürden, um das Roboterfahren auch in Europa flächendeckend einzuführen? Wir bieten eine Einordnung des Standes der Technik und wagen einen Ausblick. **Andreas Senger**

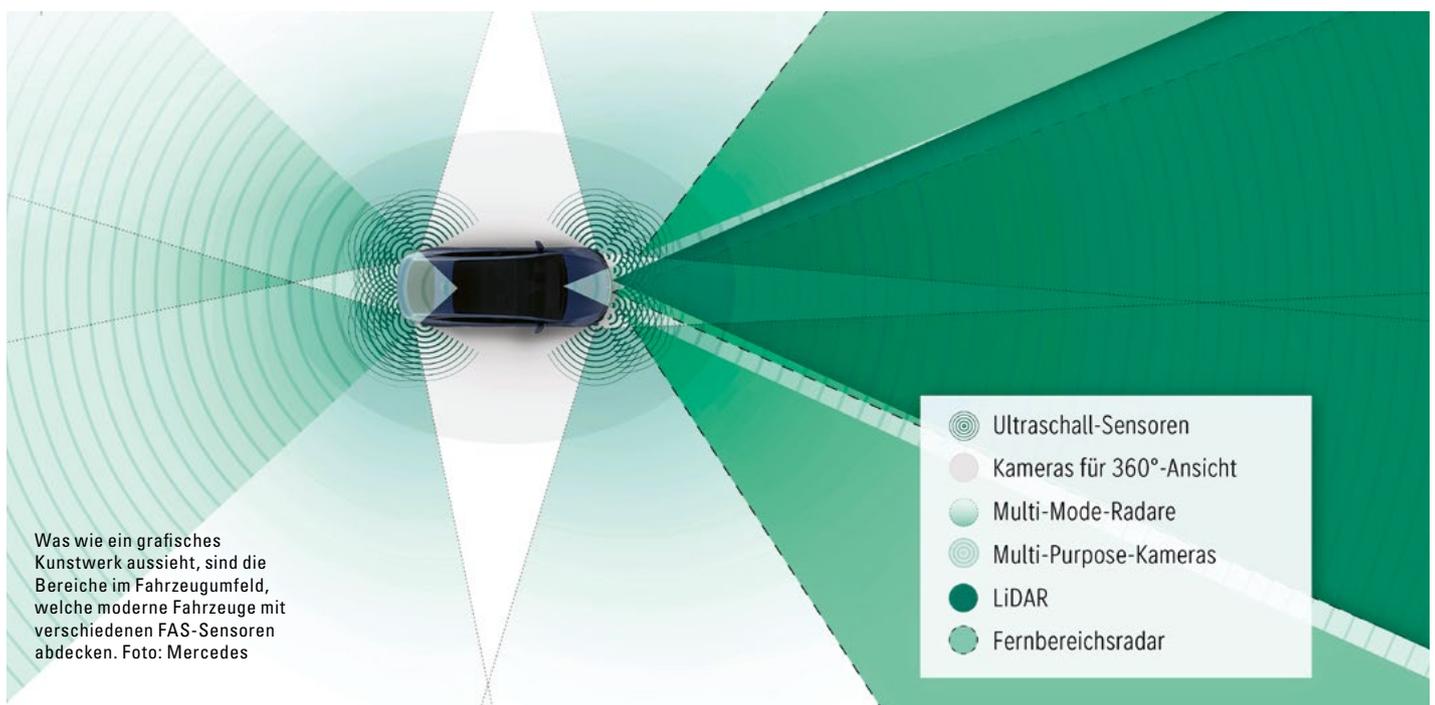
Das Hauptziel der Weiterentwicklung der Fahrerassistenzsysteme FAS liegt auf der Hand: Im Strassenverkehr sollen Personenschäden oder gar Tote vermieden werden. Um dies zu erreichen, sollen die Menschen hinter dem Lenkrad von der Technik so unterstützt werden, dass die Wahrnehmungsmöglichkeiten wie sehen und hören mittels Fahrzeugsensorik ergänzt und unterstützt werden. Modernste FAS bedienen sich dazu mehrerer Umgebungssensoren, welche redundant ausgeführt sind. Für das Vorfeld sind heute längst nicht mehr nur Frontkamera hinter der Windschutzscheibe und Radar an der Fahrzeugfront zuständig. Ergänzt werden die beiden von Solid-State-Lidars, welche keine beweglichen Bauteile mehr aufweisen und deshalb robuster für den Einsatz im Fahrzeug sind als Lidare mit beweglichen Teilen wie Spiegel, um die elektromagnetischen Wellen in einem breiten Feld vor dem Fahrzeug auszusenden.

Die Abkürzung Lidar bedeutet auf Englisch «Light Detection and Ranging» und umfasst eine Technologie zur präzisen Entfernungsmessung mittels Laserimpulse, die dreidimensionale Strukturen und Oberflächen erfassen kann. Der Sensor ist in der Lage, nicht nur die Distanzen

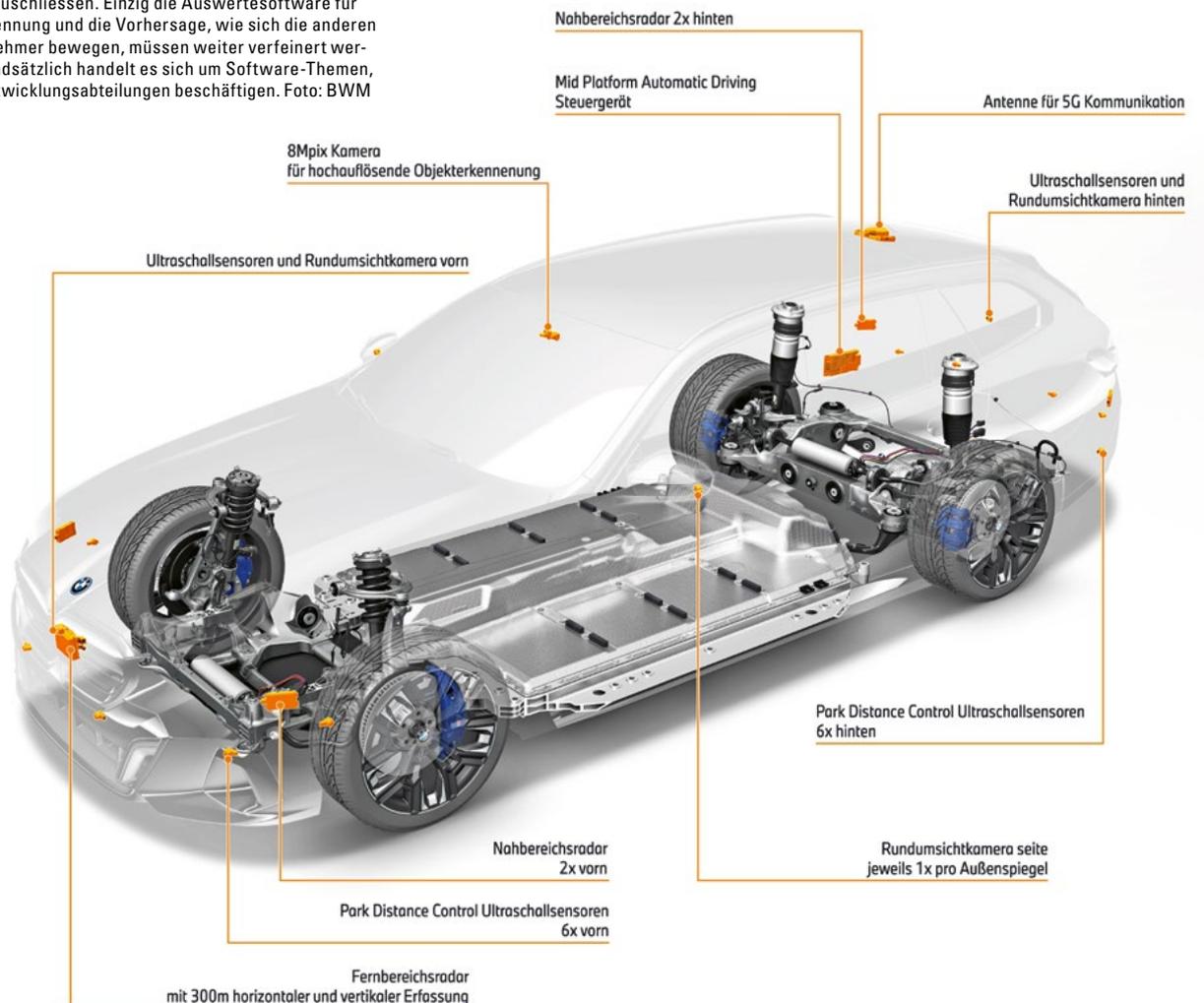
zu bestimmen, sondern auch dank der 3-D-Punktwolke ein farbiges Bild zu erstellen, das die Umrisse von Objekten wie Fussgänger usw. erlaubt. Der Sensor kann im übertragenen Sinn die Aufgabe von Frontkamera und Radar in einem Bauteil übernehmen. Während die Frontkamera einzig Bildpunkte erfasst und die Auswertesoftware aus den Bildern Objekte kategorisieren kann, ist der Radar in der Lage, präzise Ortung von Objekten zu ermöglichen. Der Radar erfasst sowohl die Relativgeschwindigkeit zu einem Objekt wie die Distanz und den Winkel zum eigenen Fahrzeug.

Redundanz als Schlüssel für hohe Treffsicherheit

Werden die drei Sensoren bei modernen Fahrzeugen in Form von einer Sensordatenfusion in einem zentralen Steuergerät ausgewertet, kann das System aufgrund der unabhängigen Auswertung von Radar/Frontkamera und Lidar die Wahrscheinlichkeit deutlich erhöhen, Objekte korrekt zu erkennen und daraus abgeleitet die richtigen Warn- oder Regeleinriffe einzuleiten. Die Weiterentwicklung der drei Sensorarten begünstigt zudem, Fehlentscheide zu minimieren. Bei den Kameras steigt die Auflösung und damit die Anzahl der Bildpunkte pro Fläche



Kameras, Ultraschall- und Radarsensoren erfassen bei hochgerüsteten Fahrzeugen nebst zusätzlich erhältlichen Lidarsensoren das Umfeld im Nah- und Fernbereich. Durch die Sensordatenfusion sind somit «blinde» Flecken rund ums Fahrzeug auszuschliessen. Einzig die Auswertesoftware für die Objekterkennung und die Vorhersage, wie sich die anderen Verkehrsteilnehmer bewegen, müssen weiter verfeinert werden. Also grundsätzlich handelt es sich um Software-Themen, welche die Entwicklungsabteilungen beschäftigen. Foto: BMW



und vermehrt gelangen Stereokameras zum Einsatz, um das menschliche Sehen zu simulieren. Durch die beiden Kameras entsteht ein dreidimensionales Erfassungsbild, bei dem auch Distanzen vom System bestimmt werden können. Im Weiteren wird die Bildverarbeitung im Sensor durch beschleunigte Prozessgeschwindigkeit verbessert und damit die Objekterkennung stetig optimiert. Bei den Radarsensoren erweitern die Zulieferer die bisher bekannten 77-GHz-Sensoren mit neuen 120-GHz-Sensoren, die beinahe eine doppelte Anzahl von Messungen pro Zeiteinheit durchführen können. Die neue Radargeneration ist zudem in der Lage, bei ungünstigen Wetterbedingungen wie Regen oder Schneefall zuverlässigere Messungen mit einem Winkelabstand von 1° durchzuführen. Bei einfachen FMCW-Radarsystemen wurden nebst der Relativgeschwindigkeit und der Winkellage (horizontale Messung, Azimutwinkel) die Distanz bestimmt.

Neu verfügen moderne Radarsensoren auch über mehrere vertikale Ebenen (Elevationswinkel), um Objekte auch in der Höhe präziser zu bestimmen. Durch den Einsatz der Multiple-Input-Multiple-Output-Technologie (MIMO), bei der mehrere Antennen die ausgesendeten Signale empfangen und die Elektronik damit die Objektlage genauer bestimmen kann, steigt die Präzision an. Diese Auswertung heisst im

Fachjargon 4-D-Bestimmung, weil nebst der dreidimensionalen Objekterkennung (Distanz, Winkel horizontal und vertikal) jeweils durch die Frequenzänderung des zurückgesendeten Signals die Relativgeschwindigkeit berechnet wird. Bei den Lidaren liegt der Entwicklungsschwerpunkt für Fahrzeuge im Weglassen von beweglichen Teilen und einer höheren Reichweite sowie detaillierten Auflösung (mehr 3-D-Punkte). Die neue Generation Solid-State-Lidare sind auf mikroelektrischer Systembasis produziert (MEMS). Als Ergänzung werden die Ultraschallsensoren (USS) ebenfalls kontinuierlich weiterentwickelt und weisen eine immer bessere Winkelauflösung für die Objekterkennung und eine grössere Reichweite auf. Eine KI-gestützte Auswerteelektronik er-

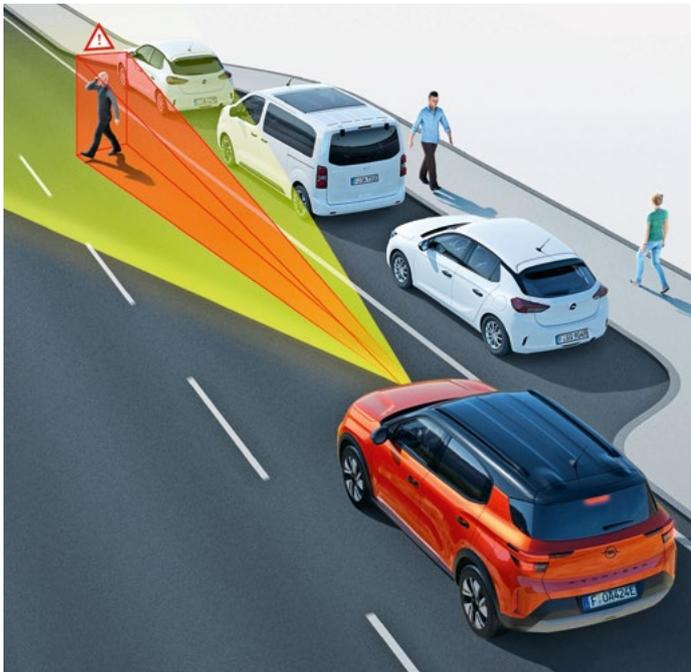
Fortsetzung Seite 20

seit 1975

Höltzchi Altwis

Reparatur von Fahrzeug-Elektronik

Höltzchi Altwis AG
6286 Altwis LU
Tel. 041 917 13 17
www.hoeltzchi-altwis.ch



Die Objekterkennung (im Bild als Beispiel ein Fussgänger) stellt die Auswertesoftware vor grosse Herausforderungen. Redundanz der Sensoren ist der Schlüssel. Foto: Opel

höht die Erkennungssicherheit bei Parkmanövern oder im Stop-and-Go-Verkehr im Stau. In der Oberklasse üblich, werden für die Fahrt bei Nacht vermehrt Infrarotkameras eingesetzt, um Fussgänger und Tiere besser zu detektieren.

Die V2X-Technologie (Vehicle-to-x, x steht für irgendeinen anderen Teilnehmer) setzt sich für die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern und -infrastruktur immer mehr durch. Dadurch kann vor Hindernissen wie Stau nach einer Kurve im Vorfeld gewarnt und Kollisionen vermieden werden. Durch die niedrige Ansprechzeit von 5-G- und künftigen 6-G-Mobilfunktechnologien (geringe Latenzzeit) soll die V2X-Technologie die fahrzeuggesteuerte Umfelderkennung erweitern. Die Sensordatenfusion wird somit durch externe Daten ergänzt und auf ein neues Level gehoben. Wie heute bei Motorsteuerung üblich, wird auch bei FAS-Systemen ein digitaler Zwilling die Systeme ergänzen, um Fehlalarme zu reduzieren und die korrekte Gewichtung der Sensorsignale zu gewährleisten. Damit sind Level-4- und -5-Anwendungen in greifbarer Nähe.

Homologation und Veränderungen in der Werkstatt

Die FAS sind heute bereits in den UNECE-Regelungen definiert. Die wichtigsten sind die R13-H für Bremsassistentensysteme, R79 für Spurhalte- und Lenkassistenten, die R131 für adaptive Geschwindigkeitsregler und die R152 für automatisierte Lenkfunktionen nach SAE-Level-3. Die Funktion wird mittels standardisierter Prüfmethode von

den Zulieferern und Automobilherstellern sichergestellt. Künftig werden neue Prüfansätze der Behörden unumgänglich sein. Im Fokus steht vor allem die Überprüfung der Softwarefunktionalität durch virtuelle Simulation. Dabei muss sich die FAS-Software in virtuellen Fahrbegebenheiten beweisen und verschiedene Fahrmanöver fehlerfrei absolvieren. Die heute von den Herstellern periodisch durchgeführten Updates der Bestandesflotte wird damit unterbunden, da jeder Softwarestand zuerst wiederum geprüft werden muss. Dabei werden auch Freigabeproofungen bei Over-the-Air-Updates vorgeschrieben, um die Sicherheit zu gewährleisten. Für die SAE-Level 3 bis 5 sind Prüfzyklen geplant, die noch aufwändiger sind und nebst der virtuellen Überprüfung auch breitflächige Feldtests miteinschliessen.

Für die Werkstatt, welche für den Unterhalt und die Wartung auch künftig eine Schlüsselrolle einnimmt, wird sich wenig ändern. Die Kalibrierung der FAS und deren Sensoren geschieht vermehrt auf dynamische Weise. Wird ein defekter Sensor wie ein Lidar ersetzt, adaptiert sich der Sensor in seiner Umgebung automatisch und im Fahrbetrieb. Einzig bei Unfallfahrzeugen oder Reparaturen an der Hinterachse werden statische Kalibrierungen weiterhin in der Werkstatt nötig sein. Ist ein FAS-Sensor nicht auf die geometrische Fahrachse justiert, kann unter Umständen durch die zu grosse Abweichung die dynamische Kalibrierung nicht funktionieren (softwaremässige Ausrichtung). Somit wird mittel- und langfristig in der beruflichen Grund- wie Weiterbildung die Sensibilisierung auf die Systeme mit allen Sensoren vertieft werden müssen. Mit der Teilrevision der aktuellen Bildungspläne in der beruflichen Grundbildung wird dies vom AGVS umgesetzt. Auch die Weiterbildung Automobildiagnostiker/-in profitiert davon. Die Lektorenzahl im Kompetenzbereich Z3 FAS/Infotainment wurde erhöht. ●



Sogar für Motorräder werden Radarsysteme entwickelt, um Unfälle noch effizienter zu vermeiden und FAS für Einspurfahrzeuge zu entwickeln. Foto: Bosch

		<p>061 312 40 40 Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden</p>	
<p>Der umfassendste Auto-Steuergeräte-Reparatur-Service von Cortellini & Marchand AG.</p>		<p>Sie suchen, wir finden – Ihr Suchservice für Auto-Occasionsteile</p>	
<p>www.auto-steuergeraete.ch</p>		<p>www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch</p>	

Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich
Nutzlast bis 2,9 t

Autotransport-Anhänger und Aufbauten
Besuchen Sie unsere Ausstellung oder verlangen Sie eine Vorführung.
Auch in Kommunalausführung lieferbar.

T&W Technik
Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen
Tel. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch