

Pionierleistung: Autonome Langstreckenfahrt im Überland- und Stadtverkehr

Mercedes-Benz S-Klasse INTELLIGENT DRIVE fährt autonom auf den Spuren von Bertha Benz

Stuttgart. Als erster Autohersteller der Welt hat Mercedes-Benz mit dem Forschungsfahrzeug S 500 INTELLIGENT DRIVE im August 2013 auf historischer Strecke gezeigt, dass auch im Überland- und Stadtverkehr autonomes Fahren möglich ist. Die rund 100 Kilometer lange Route von Mannheim nach Pforzheim folgte den Spuren der Pionierin Bertha Benz, die auf dieser Strecke vor genau 125 Jahren die erste automobilen Fernfahrt gewagt hatte. Im dichten Verkehr des 21. Jahrhunderts musste die selbstständig fahrende S-Klasse hochkomplexe Situationen autonom meistern - mit Ampeln, Kreisverkehren, Fußgängern, Radfahrern und Straßenbahnen. Die Besonderheit: Dieser wegweisende Erfolg wurde nicht durch den Einsatz extrem teurer Spezialtechnologie, sondern mithilfe seriennaher Technik realisiert wie sie ähnlich bereits heute in der neuen E- und S-Klasse verfügbar ist. Damit markiert das Projekt einen Meilenstein auf dem Weg vom selbst bewegten (automobilen) zum selbstständig fahrenden (autonomen) Auto.

Im August 1888 startete Bertha Benz zu ihrer berühmten ersten automobilen Fernfahrt von Mannheim nach Pforzheim. Damit stellte die Frau von Carl Benz die Alltagstauglichkeit des Benz Patent-Motorwagen unter Beweis und bereitete so den Weg für den weltweiten Erfolg des Automobils. Genau 125 Jahre später, im August 2013, gelang Mercedes-Benz auf der gleichen Route eine nicht weniger spektakuläre Pionierleistung: Das auf Basis der neuen Mercedes-Benz S-Klasse entwickelte Forschungsfahrzeug S 500 INTELLIGENT DRIVE fuhr selbstständig auf den rund 100 Kilometern zwischen Mannheim und Pforzheim - und das nicht wie einst Bertha Benz „allein auf weiter Flur“, sondern bei hoher Verkehrsdichte und in komplexen Verkehrssituationen. „Mit dieser S-Klasse zeigen wir, wo wir mit „Intelligent Drive“ hinwollen und welch großes Potenzial in der bereits heute verfügbaren Technik steckt“, so Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender der Daimler AG und Leiter Mercedes-Benz Cars. „Sicher wäre es deutlich einfacher gewesen, für die autonome Fahrt von Mannheim nach Pforzheim die Autobahn zu nehmen. Aber für uns war es eine besondere Motivation, die autonome Fahrt genau auf dieser Strecke und 125 Jahre nach Bertha Benz zu absolvieren. Wir wären nicht Mercedes-Benz, wenn wir uns nicht anspruchsvolle Ziele setzen und sie dann auch erfüllen würden.“

Autonom unterwegs mit seriennaher Sensorik



Das Forschungsfahrzeug Mercedes-Benz S 500 INTELLIGENT DRIVE wurde für das Projekt mit seriennaher Sensorik ausgestattet. Basierend auf einer Weiterentwicklung der bereits heute in der neuen S-Klasse eingesetzten Sensortechniken, haben die Entwickler dem Technologieträger beigebracht zu wissen, wo er ist, was er sieht und wie er selbstständig reagieren soll: Ganz alleine findet das Auto mit seinem hochautomatisierten „Strecken-Pilot“ den Weg durch dichten Stadt- und Überlandverkehr. „Autonome Fahrzeuge sind für uns ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum unfallfreien Fahren“, so Zetsche. „Sie werden den Komfort und die Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer weiter erhöhen. Denn autonome Fahrzeuge reagieren auch dann, wenn der Fahrer unaufmerksam ist oder etwas übersieht und nehmen ihm unangenehme oder schwierige Fahraufgaben ab.“

„Mit den erfolgreichen Versuchsfahrten auf den Spuren von Bertha Benz haben wir den Beweis erbracht, dass hochautomatisiertes Fahren auch jenseits von abgesperrten Strecken oder vergleichsweise übersichtlichen Situationen möglich ist“, so Professor Dr. Thomas Weber, im Vorstand der Daimler AG verantwortlich für Konzernforschung und Leiter Mercedes-Benz Cars Entwicklung. „Wir haben - und das war für uns das Ziel des Projekts - wesentliche Erkenntnisse gewonnen, in welche Richtung wir unsere heutigen Systeme weiterentwickeln müssen, um auch abseits der Autobahn autonom fahren zu können. Wir waren fast selbst erstaunt, wie weit wir mit unserer heutigen Sensortechnik schon kommen, aber wir wissen jetzt auch, wie viel Zeit und Mühe es kostet, dem Fahrzeug das richtige Verhalten in einer Vielzahl von Verkehrssituationen beizubringen - denn jede Fahrt auf der Strecke war anders“, so Weber weiter. Diese Erfahrungen finden jetzt Eingang in die Planung künftiger Fahrzeuggenerationen, die mit diesen innovativen, weiterentwickelten Funktionen ausgestattet werden sollen. Der Daimler Forschungsvorstand betont: „Wir sind mit der neuen S-Klasse die ersten, die im Stau autonom fahren können. Wir wollen auch die ersten mit weiteren autonomen Fahrfunktionen in Serie sein. Und gehen Sie davon aus, dass wir das noch innerhalb dieser Dekade schaffen werden.“

Autonomes Fahren in mehreren Stufen

Die wesentlichen Vorteile des autonomen Fahrens liegen auf der Hand: Schnell, sicher und entspannter ans Ziel kommen. Vor allem bei Routinefahrten, im Stau, auf vollen Autobahnen mit Geschwindigkeitsbegrenzung und auf unfallträchtigen Strecken kann ein autonomes Fahrzeug den Fahrer unterstützen und lästige Routineaufgaben übernehmen. Das Fahrerlebnis und der Spaß, selbst zu fahren sollen dabei aber nicht verloren gehen. „Unsere autonomen Systeme machen dem Fahrer ein Angebot zur Unterstützung und Entlastung. Wer selbst fahren möchte, kann das heute und auch in Zukunft jederzeit tun“, betont Daimler-Entwicklungsvorstand Weber. „Fest steht aber auch, dass autonomes Fahren nicht von heute auf morgen kommt, sondern Schritt für Schritt Realität wird. Mit dieser Fahrt haben wir jetzt einen weiteren wichtigen Schritt in die Zukunft gemacht.“

Man unterscheidet zwischen drei Stufen des autonomen Fahrens, die von einem Arbeitskreis des VDA zusammen mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) definiert wurden: teil-, hoch- und vollautomatisiert.

- Beim teilautomatisierten Fahren muss der Fahrer die automatisierten Funktionen ständig überwachen und darf keiner fahrfremden Tätigkeit nachgehen.
- Beim hochautomatisierten Fahren muss der Fahrer das System nicht mehr dauerhaft überwachen. Dann sind fahrfremde Tätigkeiten in begrenztem Umfang denkbar. Das System erkennt seine Grenzen selbst und gibt die Fahraufgabe rechtzeitig und mit genügend Zeitreserve zurück an den Fahrer.
- Beim vollautomatisierten Fahren kann das System alle Situationen autonom bewältigen; der Fahrer muss das System nicht überwachen und darf fahrfremden Tätigkeiten nachgehen. Ebenso ist in dieser Stufe fahrerloses Fahren möglich.

Teilautomatisiertes Fahren können Mercedes-Benz Fahrer bereits heute in den neuen Modellen der E- und S-Klasse genießen: Die neue DISTRONIC PLUS mit Lenk-Assistent und Stop&Go-Pilot lenkt das Fahrzeug weitgehend automatisch durch den Stau. Damit bildet dieses System den Kern von „Mercedes-Benz Intelligent Drive“, der intelligenten Vernetzung aller Sicherheits- und Komfortsysteme auf dem Weg zum unfallfreien bis hin zum autonomen Fahren.

Mit den jetzt erfolgreich durchgeführten autonomen Versuchsfahrten auf der Bertha Benz-Route konnten die Daimler-Forscher

wichtige Erfahrungen sammeln, welche Herausforderungen auf dem Weg zum hoch- und vollautomatisierten Fahren noch zu bewältigen sind und was zum Beispiel noch getan werden muss, damit sich ein Auto auch in hochkomplexen Situationen mit Ampeln, Kreisverkehren, Fußgängern und Straßenbahnen sicher bewegen kann.

Erste Fahrversuche mit Technologieträgern auf Basis der E- und S-Klasse

Von der Öffentlichkeit unbemerkt, aber mit den entsprechenden Ausnahmegenehmigungen der Behörden und Zertifikaten des TÜV versehen, startete die Erprobung des „Strecken-Piloten“ auf der Bertha Benz-Route Anfang 2012 mit insgesamt drei Technologieträgern auf Basis der E- und S-Klasse, die mit allen erhältlichen aktiven und passiven Sicherheitssystemen ausgestattet sind.

In diesen Versuchsträgern wurden nur solche Sensortechnologien verwendet, die ähnlich schon heute in Mercedes-Benz Serienfahrzeugen zur Anwendung kommen. Denn diese Technologien sind bereits alltagstauglich und bezahlbar und machen damit einen möglichen Transfer in spätere Serienmodelle leichter. Weiterentwickelt wurden allerdings Anzahl und Anordnung der Sensoren, um eine umfassende Abdeckung der Fahrzeugumgebung in alle Richtungen zu erreichen und zusätzliche Informationen über das Fahrzeugumfeld zu erhalten.

Auf Basis dieser Sensordaten, der Bestimmung der eigenen Position des Fahrzeugs und anhand von Informationen aus einer digitalen Karte erfolgen in den autonom fahrenden Autos die Analyse des befahrbaren Freiraums und die Planung des eigenen Fahrwegs. Die dafür benötigten Algorithmen wurden von der Mercedes-Benz Forschungsgruppe in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mess- und Regelungstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelt.

Die technischen Anpassungen im Vergleich zur Serienversion einer Mercedes-Benz S-Klasse sind im Einzelnen:

- Die Basisbreite (der Augenabstand) der Stereokamera wurde vergrößert, um Objekte in größerer Entfernung zusätzlich zum Radar auch mittels Kamera zu erkennen.
- Zwei zusätzliche Fernbereichsradare wurden in den seitlichen vorderen Stoßfängern untergebracht, um in Kreuzungsbereichen von links oder rechts kommende Fahrzeuge frühzeitig zu erkennen. Ein weiterer Fernbereichsradar beobachtet das Verkehrsgeschehen nach hinten.
- Vier Nahbereichsradare in den Fahrzeugecken verbessern die Erkennung der näheren Umgebung und anderer Verkehrsteilnehmer.
- Zur Beobachtung von Ampeln dient eine Farbkamera hinter der Windschutzscheibe mit einem Öffnungswinkel von 90 Grad.
- Eine weitere Kamera ist nach hinten durch die Heckscheibe gerichtet, um das Fahrzeug anhand von bekannten Merkmalen in der Umgebung zu lokalisieren. Diese Umgebungsmerkmale wurden zuvor in einer digitalen Karte erfasst: Der Vergleich des gerade Gesehenen mit dem dort Gespeicherten ermöglicht es dem Fahrzeug, sich deutlich genauer zu lokalisieren, als es allein mit GPS möglich wäre.

Für die Fahrt auf der Bertha Benz-Route hat Mercedes-Benz in Zusammenarbeit mit dem KIT und HERE, einem Geschäftsbereich von Nokia, der auf die Herstellung von digitalen Karten und ortsbezogenen Diensten spezialisiert ist, eine 3-dimensionale digitale Karte der Strecke von Mannheim nach Pforzheim erstellt, die speziell auf die Anforderungen eines autonomen Fahrzeugs angepasst ist. In dieser Karte, die besonders genau sein muss, sind neben Straßenverlauf, Anzahl und Richtung der Fahrspuren sowie Verkehrsschildern auch Positionen von Ampeln erfasst. Derartige digitale Karten bilden eine wichtige Voraussetzung für das autonome Fahren. Mercedes-Benz und HERE werden deshalb auch zukünftig bei der Entwicklung „intelligenter“, 3-dimensionaler digitaler Karten für autonome Fahrzeuge kooperieren.

Strecken-Pilot reagiert auf vielfältige Verkehrssituationen

Der Strecken-Pilot im Forschungsfahrzeug muss vielerlei Herausforderungen auf Landstraßen und im Stadtverkehr meistern: Kreisverkehre, Engstellen in Ortsdurchfahrten mit entgegenkommenden Fahrzeugen, Radfahrer auf der Straße, Abbiegemanöver, halb auf der Fahrbahn oder in zweiter Reihe parkende Fahrzeuge, rote Ampeln, „Rechts vor Links“-Vorfahrten, kreuzende Fußgänger und Straßenbahnen.

Überwacht wurde die autonom fahrende S-Klasse im Rahmen der Erprobung dabei von speziell geschulten Sicherheitsfahrern, die im Fall einer Fehlentscheidung des Systems sofort eingreifen und die Fahrzeugführung übernehmen konnten. Da der reale Verkehr nicht vorhersehbar ist und damit keine Fahrsituation einer früheren gleich, wurde jede notwendige Übernahme durch den Sicherheitsfahrer dokumentiert. Diese Informationen wurden dann vom Entwicklungsteam ausgewertet und damit der Manöverkatalog des Fahrzeugs entsprechend erweitert. Auf diese Weise kam der Technologieträger im Zuge seiner fortschreitenden Entwicklung mit immer mehr Verkehrssituationen zurecht.

Die Versuchsfahrten auf der 100 Kilometer langen Strecke liefern wichtige Erkenntnisse für die weitere Technologie- und Produktentwicklung. „Es hat sich zum Beispiel herausgestellt, dass das Erkennen von Ampelphasen in verschiedenen Beleuchtungssituationen und die richtige Zuordnung einzelner Ampeln zu den Fahrspuren eine große Herausforderung darstellt“, erläutert Prof. Ralf Herrtwich, Leiter Fahrerassistenz- und Fahrwerksysteme in der Konzernforschung und Vorentwicklung der Daimler AG und in dieser Funktion Initiator des autonomen Fahrprojekts. „Unser Anspruch ist es aber nicht, dass das Fahrzeug alle Situationen alleine auflösen muss. Wenn zum Beispiel ein Müllwagen die Straße blockiert, wollen wir gar nicht, dass das Fahrzeug ihn automatisch überholt, zumal dann auch die Sicht der Fahrzeugsensorik eingeschränkt ist. In diesen Situationen übergibt das Fahrzeug die Kontrolle zurück an den Fahrer.“

Für das Unternehmen liegt der Erfolg der autonomen Fahrten vor allem darin, herausgefunden zu haben, welchen Themen sich das Entwicklungsteam in Zukunft verstärkt widmen muss. „Wir wissen jetzt, in welchen Bereichen wir den programmierten Manöverkatalog des Fahrzeugs, das heißt die situationsabhängigen Steuerbefehle für Lenkung, Motor und Bremsen, noch verbessern und verfeinern können, zum Beispiel beim autonomen Durchfahren von Kreisverkehren.“ Eine weitere Herausforderung ist die richtige Lokalisierung des Fahrzeugs auf der Straße, etwa um festzulegen, wo genau ein Fahrzeug an einer Einmündung anhalten soll um den Querverkehr im Blick zu haben.

Besonders herausfordernd sind für autonome Fahrzeuge die Abstimmung und Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern. Sich mit einem entgegenkommenden Fahrzeug darauf zu einigen, welches als erstes eine Engstelle passieren soll, erfordert ein Hochmaß an Situationsanalyse. „Wo ein menschlicher Fahrer schon einmal beherzt in die Lücke vorstoßen würde, verhält sich unser autonomes Fahrzeug eher zurückhaltend“, so Herrtwich. „Das führt dann schon manchmal zu komischen Situationen, etwa wenn das Fahrzeug an einem Fußgängerüberweg anhält, uns die Passanten aber signalisieren zu fahren - und unser Auto stoisch weiter wartet, weil wir bei der Programmierung nicht mit soviel Höflichkeit gerechnet haben.“

Damit die Entwickler die Entscheidungen des autonomen Forschungsfahrzeugs in den einzelnen Fahrsituationen nachvollziehen können, zeichnet das Auto alle ermittelten Sensordaten auf. Dabei entstehen allein aus den Bildern der Stereokamera pro Stunde 300 Gigabyte an Daten. Auch im späteren Serienbetrieb wird man immer einen Teil dieser Daten speichern. Denn sollte ein autonomes Fahrzeug einmal in einen Unfall verwickelt werden, kann man anhand dieser Informationen nachvollziehen, wie es dazu kam.

Herausforderungen auf dem Weg zum autonomen Fahren

Bis das Ziel des hoch- und vollautonomen Fahrens erreicht ist, müssen nicht nur technische Entwicklungshürden genommen werden. Vieles, was jetzt schon technisch machbar wäre, ist heute rechtlich noch nicht überall erlaubt. So gestattet die internationale UN/ECE-Regelung R 79 (Lenkanlagen) nur korrigierende Lenkeingriffe, aber kein automatisches Lenken bei Geschwindigkeiten über 10 km/h. Die für das EU-Recht relevante Wiener Straßenverkehrsconvention schreibt vor, dass der Fahrer sein Fahrzeug dauerhaft kontrollieren muss und jederzeit eingreifen kann. Da zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Konvention an autonome Fahrzeuge noch nicht zu denken war, ist eine Präzisierung erforderlich, was dies im hoch- oder vollautomatisierten Betrieb von Fahrzeugen bedeutet. In einigen US-Bundesstaaten wie Nevada ist eine derartige Präzisierung zumindest für den Testbetrieb autonomer Fahrzeuge bereits erfolgt. Eine weitere Voraussetzung für den Übergang von teil- zu hochautomatisierten Systemen ist ihre gesellschaftliche Akzeptanz. Ähnlich wie damals bei der Erfindung des Automobils muss das Vertrauen in die technischen Fähigkeiten der Systeme erst noch wachsen. Dies bestätigt auch eine aktuelle Studie des Customer Research Center von Mercedes-Benz mit rund 100 Probanden im Alter von 18 bis 60 Jahren. Die anfängliche Skepsis der Studienteilnehmer löste sich nach einer autonomen Fahrt im Fahrsimulator fast vollständig auf. Selbst bei Personen, die anfangs ablehnend eingestellt waren, zeigte sich nach der Simulationsfahrt eine signifikante Akzeptanzsteigerung.

Einen Lösungsansatz, um Kartendaten und Streckeninformationen immer aktuell verfügbar zu haben, bietet die „Car-to-X Kommunikation“. So könnten sich Fahrzeuge bei der Erstellung von Echtzeitkarten künftig gegenseitig helfen, denn theoretisch kann jedes Auto die von ihm abgefahrte Strecke erfassen und in Datenbanken einspeisen. Informationen zu roten Ampeln könnten von bereits dort wartenden Autos an die anderen Verkehrsteilnehmer weitergegeben werden oder die Ampel kann selbst ein Signal an die Fahrzeuge in der Nähe schicken. An der Kommunikation der Fahrzeuge untereinander und mit ihrer Umgebung arbeitet Mercedes-Benz seit mehreren Jahren und bringt bereits in diesem Jahr als erster Hersteller „Car-to-X Funktionen“ auf den Markt.

PROMETHEUS - Pionierarbeit auf dem Weg zum autonomen Fahren

Die Erfolge von Mercedes-Benz auf der Bertha Benz-Route sind das jüngste Ergebnis jahrelanger Forschung auf dem Gebiet des autonomen Fahrens. Ein früherer Meilenstein war dabei das von Daimler-Benz im Jahr 1986 initiierte Forschungsprojekt EUREKA-PROMETHEUS („PROgramme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety“). Die Testfahrzeuge sorgten für Schlagzeilen, als sie 1994 im normalen Verkehr rund 1.000 Kilometer weitgehend autonom auf einer mehrspurigen Autobahn im Ballungsraum Paris zurücklegten und 1995 von München nach Kopenhagen fuhren. Damit lieferte Mercedes-Benz bereits vor fast zwanzig Jahren den Beweis, dass automatisiertes Fahren auf Autobahnen inklusive Spurwechsel, Überholvorgang und Abstandhalten technisch machbar ist.

Als PROMETHEUS-Ergebnis ging beispielsweise 1998 der Abstandsregeltempomat DISTRONIC in der S-Klasse in Serie. Auf Basis der DISTRONIC entwickelte Mercedes-Benz sukzessive Assistenzsysteme, die Gefahrensituationen erkennen, den Fahrer warnen und immer öfter auch automatisch eingreifen können. Auch die Verkehrszeichenerkennung ist ein Resultat aus dem Projekt und seit 2005 in Serie. Das kontinuierliche Weiterentwickeln der Umgebungserfassung mit Hilfe von Stereokameras, ebenfalls zum ersten Mal in Prometheus erprobt, legte die Grundlage, für die jetzt in der neuen E- und S-Klasse eingeführte Stereokamera „6D Vision“. Diese von Daimler patentierte Technologie ermöglicht es vorherzusehen, wie andere Verkehrsteilnehmer sich im Fahrzeugumfeld in Echtzeit bewegen.

Aus technischer Sicht liegen Welten zwischen Prometheus und dem Mercedes-Benz S 500 INTELLIGENT DRIVE. „Den Fortschritt verdanken wir vor allem der modernen Hard- und Software, die im Laufe der Jahre zielstrebig optimiert wurden“, erklärt Mercedes-Benz Entwicklungschef Weber. „Die damaligen Technikbausteine waren für Serienanwendungen im Auto viel zu groß, viel zu teuer und letztlich auch nicht leistungsfähig und zuverlässig genug. Ganz anders die heutige Situation. Unsere modernen Systeme lassen sich in kompakten Steuergeräten unterbringen, die außerordentlich leistungsstark, aber dennoch bezahlbar sind. Denn nur dann können möglichst viele Kunden von autonomen Fahrzeugfunktionen profitieren - und genau das ist letztlich unser Ziel.“

Mercedes-Benz Assistenzsysteme mit teilautomatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen

- Abstandsregeltempomat DISTRONIC/DISTRONIC PLUS (1998/2005): Der 1998 eingeführte und 2005 mit verbesserter Radarsensorik weiterentwickelte Abstandsregeltempomat hält automatisch einen sicheren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Er kann selbsttätig abbremsten und beschleunigen.
- PRE-SAFE Bremse (2006): Sie bremst bei einem drohenden Auffahrunfall das Fahrzeug automatisch ab (autonome Teil- und Vollbremsung).
- Aktiver Totwinkel-Assistent (2010): Erkennt, ob die Nachbarspur belegt ist und kann durch einen einseitigen Bremsingriff die Gefahr einer Kollision durch Spurwechsel verringern.
- Aktiver Spurhalte-Assistent (2010): Durch die Vernetzung mit dem ESP kann der Assistent beim ungewollten Überfahren einer durchgezogenen oder gestrichelten Linie die gegenüberliegenden Räder abbremsen und das Fahrzeug zurück in die Spur bringen.
- Aktiver Park-Assistent (2010): Durch elektromechanische Direktlenkung übernimmt er die Querführung beim Einparken.
- DISTRONIC Plus mit Lenkassistent und Stop&Go-Pilot (2013): Unterstützt den Fahrer nicht nur dabei, einen gewünschten Abstand zum Vordermann zu halten, sondern auch in der Mitte der Spur zu bleiben. Dadurch ermöglicht er autonomes Staufolgefahren.
- Brems-Assistent BAS PLUS mit Kreuzungs-Assistenz (2013): Kann auch Querverkehr und Fußgänger erkennen und den Bremswunsch des Fahrers verstärken.

Koert Groeneveld
Telefon: +49 711 17-92311
Fax: +49 711 17-94365
E-Mail: koert.groeneveld@daimler.com

Melanie Cecotti
Telefon: +49 711 17 76423
Fax: +49 711 17 94365
E-Mail: melanie.cecotti@daimler.com

Stuttgart - Veröffentlicht von pressrelations

Link zur Pressemitteilung: <http://www.pressrelations.de/new/standard/dereferrer.cfm?r=543870>