Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 92 (2001)

Heft: 19

Artikel: Automatisches Fahren

Autor: Bölling, Frank

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855758

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Automatisches Fahren

Perspektiven für die Mobilität?

Bereits 1957 bezeichnete die Fachpresse den Zustand des damaligen Individualverkehrs und seiner Sicherheitsstandards als das «Problem unserer Zeit». Seither wurden in Automobil- und Strassenbautechnik sowie bei der Strassenverkehrssicherheit in vielen Bereichen Verbesserungen erzielt, die heute das Verkehrsmittel Kraftfahrzeug sicher machen. Der vorliegende Beitrag beleuchtet den aktuellen Stand des «automatischen Fahrens».

Die Attraktivität der Fortbewegung mittels PKW ist nach wie vor ungebrochen und stellt einen – wenn nicht den bedeutendsten – Faktor in der wirtschaftlichen Entwicklung in Europa dar. Doch die Mobilität weicht immer mehr der Immobilität: Verkehrsstörungen infolge von hohem Verkehrsaufkommen und Sanierungsmassnahmen am Verkehrsnetz können zu Staus führen. Dadurch entstehen wirtschaftliche Verluste in Millionenhöhe, die mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln kaum kompensiert werden können.

Frank Bölling

Sämtliche Verkehrsträger, das Transportgewerbe, die Automobilhersteller und deren Zulieferer sowie die Strassenbauverwaltungen versuchen dem entgegenzuwirken. Trotz allen Bemühungen ist aber noch keine aussichtsvolle Trendwende für die Verkehrsentwicklung in Sicht.

Mit «automatischem Fahren» gegen das Verkehrschaos

Das automatische Fahren soll in absehbarer Zeit mit elektronischen Zusatzgeräten erreicht werden. Da autonom agierende Systeme verwendet werden, wird die Verbindung der Informationsquellen aller Einzelgebiete zu einem kombinierten System erforderlich. Der Sensorfusion[1] ist dabei eine tragende Rolle zuzusprechen: die Sensorinformationen müssen mehreren Anwendungsgebieten zugänglich gemacht werden. Beispielsweise können Informationen über Raddrehzahlen auch für die Warnung vor Glätte genutzt werden.

Bild 1 zeigt das Zusammenwirken aktuell verfügbarer Techniken und Anwendungen, jeweils getrennt nach fahrzeugautonomen und infrastrukturbezogenen Einsatzgebieten.

Das bekannteste – weil bereits verfügbare – Mittel ist in Navigationssystemen zu sehen, die mittels Positionsbestimmung über GPS[2], momentaner Fahrzeugbewegungen und Meldungen über Behinderungen in der Lage sind, staufreie Routen zu berechnen und diese den Nutzern vorzuschlagen. Wo immer Daten aus dem Verkehrsraum aufbereitet und verbreitet werden (bei TMC[3] aus automatisierten Messquerschnitten[4], so genannten RDS-LVE[5] und deren Prüfung durch Landesmeldeanstalten), fällt der Begriff Telematik. Darunter ist die Fülle von Informations-, Leit- und Warnsystemen zu verstehen, die mit Verkehrsdaten arbeiten. Für Systeme zum automatischen Fahren stellen sie die Basis der Informationsbereitstellung dar, sind aber nicht ausreichend, um Fahrzeuge autonom zu führen. Das Ziel des automatischen Fahrens ist die Regelung der Fahrzeuglängs- und -querbewegungen durch elektronische Systeme ohne den Eingriff der Fahrer bzw. der Fahrerinnen. Die Machbarkeit solcher Systeme wird in Demonstrationen im Rahmen der jährlich stattfindenden ITS-Veranstaltungen[6] gezeigt. Automatisches Fahren beschränkt sich aber nicht nur auf den Strassenverkehr, es kommt ebenfalls bei schienengebundenen Verkehrsträgern zur Anwendung.

Automatisches Fahren und die daraus resultierenden Konsequenzen für Fahrer, Umwelt und Verkehrsentwicklung werden im Folgenden näher vorgestellt, wobei die Aspekte Mensch-Maschine-Schnittstelle, Sicherheitssysteme und Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Strassen behandelt werden. Letzteres ist insbesondere für die Bewertung der Kapazitätsreserven von Strassen von Bedeutung, wenn sich durch den Einsatz von Fahrzeugen zum automatischen Fahren Verbesserungen im Verkehrsfluss erzielen lassen, wodurch auch die Stauhäufigkeit reduziert werden kann.

Angesichts des stetig steigenden Verkehrsaufkommens und der damit verbun-

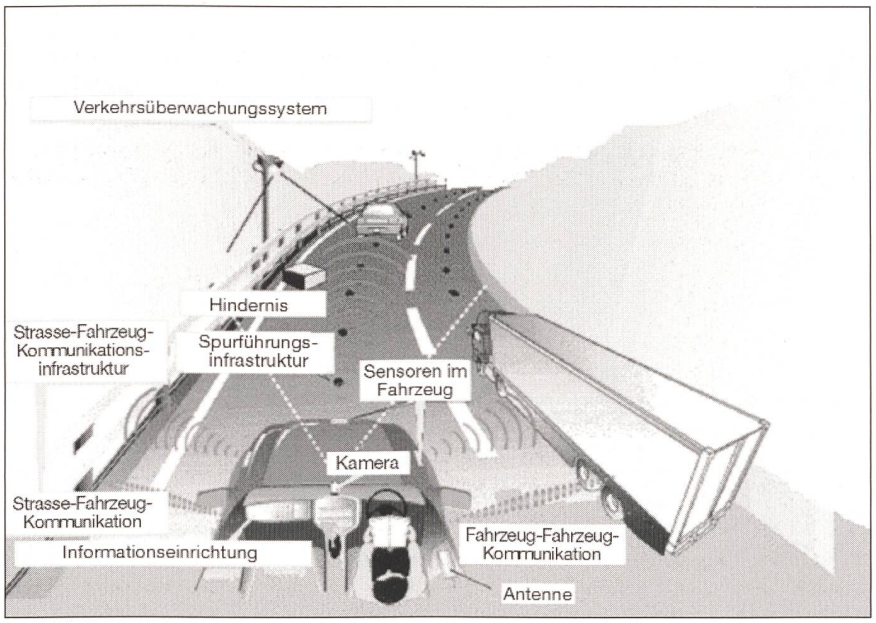

Bild 1 Systemausstattung zum automatischen Fahren

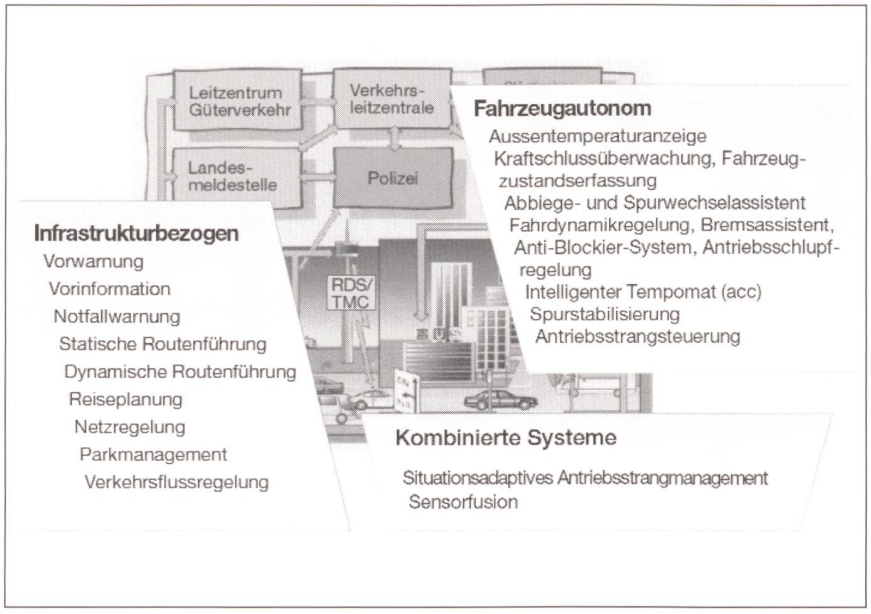

Bild 2 Einteilung einiger Systeme und Systemkomponenten zum automatischen Fahren

denen wachsenden Anforderungen an die Fahrzeugführer sind in den letzten Jahren verstärkt Systeme zum automatischen Fahren entwickelt worden. Die Entwicklungsziele für solche Fahrerassistenzsysteme sind die Erhöhung der Sicherheit und der Leistungsfähigkeit des Strassenverkehrs sowie des Komforts für die Fahrzeugführer. Die tatsächlichen Auswirkungen sind auf diese Entwicklungsziele hin zu untersuchen.

Bei den Betrachtungen der Systeme zum automatischen Fahren ist nicht nur das vollautomatische Fahren selbst, sondern es sind auch die unterschiedlichen Niveaustufen auf dem Weg dorthin zu berücksichtigen. Dabei lassen sich folgende Stufen der Fahrerassistenz unterscheiden: Warnungen und Informationen, verbindliche Anweisungen, korrigierende Eingriffe, Übernahme der Fahraufgabe. Eine weitere Möglichkeit bietet die Unterscheidung nach infrastrukturgestützten bzw. fahrzeugautonomen Systemen bzw. der Kombination aus beiden (Bild 2).

In der Entwicklung und Erprobung befinden sich stellvertretend für die Stufen der Fahrerassistenz Systeme der

- automatischen Reibwerterkennung[7] als Informationssystem
- automatischen Schildererkennung als System mit verbindlicher Anweisung (External Vehicle Speed Control)
- Kollisionsvermeidung mit korrigierendem Eingriff und Übernahme der Fahraufgabe (Collision Avoidance).

Für jedes System ist in der Entwicklung die Abschätzung der System-, Interaktions-, Verkehrs- und der Rechtssicherheit zu analysieren. Im Rahmen der Systemsicherheitsbetrachtungen wird ein System auf den möglichen Ausfall einzelner Komponenten und Baugruppen untersucht.

Die *Interaktionssicherheit* befasst sich mit den Auswirkungen der Systeme auf die Fahrzeugführer.

Unter dem Aspekt der *Verkehrssicherheit* werden die Einflüsse von Fahrerassistenzsystemen bei vollständiger, teilweise vorhandener und fehlender Ausrüstung der Fahrzeugflotte betrachtet. Die Betrachtung erfolgt einerseits im Hinblick auf eine mögliche Steigerung der Leistungsfähigkeit von Strassen durch die untersuchten Systeme und andererseits auf die Einflüsse von Systemausfällen.

Bei der *Rechtssicherheit* wird das aktuelle, an das menschliche Fahrverhalten angepasste Strassenverkehrsrecht betrachtet. Wichtig sind hierbei die rechtlichen Grenzen (z.B. vorgeschriebene Mindestabstände), die bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen berücksichtigt werden müssen. Erweitert wird die Sicherheitsanalyse durch Betrachtungen zu aktuellen Entwicklungen bei den gesetzlichen Bestimmungen und Normungen.

Im Bereich der fahrzeugautonomen Systeme sind beispielhaft als informierende und korrigierende Systeme Reifendruckkontrolle, Head-up-Display[8], Kraftschlussüberwachung und Radschlupfregelsysteme wie Antiblockiersysteme, Bremsassistent, Antriebsschlupfregelung und Fahrdynamikregelung zu nennen. Die Übernahme der längsdynamischen Steuerung wird im Komfortbereich mit begrenztem Eingriff durch die in Serie erhältlichen Abstandsregelsysteme realisiert. Weiter gehen Stop-and-go-Assistenten und Kollisionsvermeidungssysteme, die das Fahrzeug bis zum Stillstand abbremsen können. Im Bereich der Querführung gibt es Spurhaltesysteme sowie Abbiege- und Spurwechselassistenten. Alle Systeme greifen auf Sensoren zurück, die das Fahrzeugumfeld überwachen. Dabei können unterschiedliche Sensorarten wie Radar oder Bildverarbeitung genutzt werden. Auch eine Kombination unterschiedlicher Sensorformen ist denkbar. Technologisch sehr anspruchsvoll sind vollständig autonom gelenkte Fahrzeuge, die ihre Umweltinformationen über mehrere Kameras beziehen und mit entsprechenden Aktuatoren Lenkung und Gas- bzw. Bremspedal beeinflussen.

Bei der Betrachtung der infrastrukturgestützten Systeme lassen sich kollektive Systeme wie Wechselverkehrszeichen, das Radiosystem RDS-TMC oder strassenparallele Warnsysteme wie Companion[9] von individuellen Systemen wie etwa Verkehrsbeeinflussung durch Navigationssysteme – z.B. mit der Übertragung dynamischer Parkinformationen – unterscheiden.

Die Kombination von infrastrukturgestützten und fahrzeugautonomen Systemen ist bei Einrichtungen wie der so genannten «intelligenten Strasse» vorzusehen. Fahrzeuge, die mit fahrzeugautonomer Sensorik ausgestattet sind, können dadurch bei entsprechend vorhandener Infrastruktur zusätzliche Informationen beziehen (Bild 3). So sind z.B. gesonderte Fahrstreifen auf speziell ausgerüsteten Autobahnabschnitten denkbar, auf denen die Fahrzeuge durch Funkkommunikation oder Magnetnägel in den Strassen die Spurführung von aussen vorgegeben bekommen.

Systemsicherheit

Im Bereich der Systemsicherheit sind sicherheitsrelevante Komponenten im Bereich von Bremse, Lenkung und Umfelderfassung auf die Konsequenzen eines Ausfalls zu analysieren und geeignete Notfallstrategien zu definieren. Lenkung und Bremse können durch entsprechende Auslegung der elektronischen Ansteuerung sicher realisiert werden, so dass ihre Ausfallwahrscheinlichkeit gegenüber den Normalsystemen nicht steigt. Durch die Selbstüberwachung solcher Systeme ist es sogar möglich, einen Fehler frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmassnahmen einzuleiten. Dies führt schliesslich zu einer Erhöhung der Systemsicherheit.

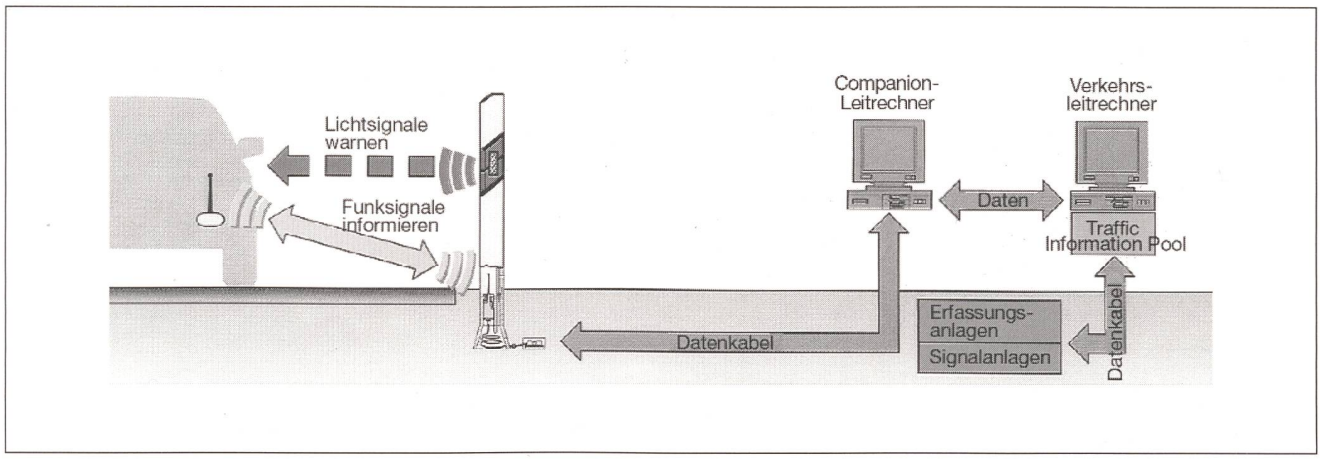

Bild 3 Funktionsprinzip des bidirektionalen Datenaustausches (Quelle: Pro 94)

Die Umfeldsensorik ist ein neuartiges System. Hier kann noch nicht auf Erfahrungen im Feldversuch zurückgegriffen werden. Es ist jedoch festzustellen, dass Sensordefekte nicht das Hauptproblem darstellen. Fehlerhafte Situationsinterpretationen durch falsch detektierte Ziele sind nach heutigem Kenntnisstand kritischer. Eine Verbesserung der Gesamtsicherheit wird unter technischen Aspekten durch die verbesserte Erkennung von Fehlern erzielt. Bei Ausfällen von Teilsystemen können Fahrer vor Fehlfunktionen gewarnt werden bzw. Notfallstrategien (z.B. Übernahme der Funktion durch andere Komponenten) eingeleitet werden. Eine Analyse der Systemsicherheit kann mit Hilfe der Fehlermöglichkeits- und Effektanalyse (FMEA) oder der Fehlerbaumanalyse (FBA) erfolgen.

Interaktionssicherheit

Der Mensch als Fahrzeugführer soll durch die Einführung von Fahrerassistenzsystemen bei der Lösung seiner Fahraufgaben dadurch unterstützt werden, dass Teilaufgaben durch das System übernommen werden. Damit sich die Fahrer jedoch auf derartige Systeme verlassen können, sind eindeutig definierte Systemgrenzen notwendig, sonst überlassen die Fahrer dem System auch ausserhalb der Funktionsgrenzen die Fahrzeugführung, was zu einer Gefährdung führen kann. Ebenso muss der Fahrer jederzeit über die Funktionsfähigkeit informiert sein, um bei einem Systemausfall entsprechend reagieren zu können. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist in diesem Zusammenhang die aktuelle Verantwortung für die Fahrzeugführung. Tragen bei einfachen Systemen wie z.B. dem Abstandsregeltempomaten die Fahrer die volle Verantwortung, übergeben sie diese Verantwortung bei der automatischen Kollisionsvermeidung während des Eingriffs an das System.

Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit ist anhand von Unfallzahlen bewertbar. Rückläufige Zahlen trotz höheren Fahrleistungen belegen die Effizienz von Systemen zur Erhöhung der aktiven Sicherheit (wie z.B. ABS, Fahrdynamikregler). Mit Systemen zum automatischen Fahren kann eine weitere Steigerung der Verkehrssicherheit erzielt werden, da die Systeme dort eingreifen, wo es durch menschliche Fehlhandlungen zu Unfällen kommt. Häufigste (menschlich bedingte) Unfallursachen sind nicht angepasste Geschwindigkeiten und unzureichende Abstände. Die betrachteten Systeme greifen entweder aktiv in die Geschwindigkeits- und Abstandsregelung ein, oder sie warnen in kritischen Situationen. Insgesamt kann die Verkehrssicherheit zusätzlich durch Informationen oder Warnungen aller Verkehrsteilnehmer vor Hindernissen und Störungen mit strassenseitigen Einrichtungen erhöht werden. Durch Aufmerksamkeitssteigerung und defensivere Fahrweisen (als Langzeiteffekt durch Systeme zum automatischen Fahren) werden sicherheitskritische Situationen von vornherein vermieden.

Analysen von Abstandsregelsystemen bei unterschiedlichen Verkehrszuständen zeigen, dass der Zielabstand bei Folgefahrten hinsichtlich der Leistungsfähigkeit einen wichtigen Parameter darstellt. Wird er oberhalb heute gefahrener Zeitabstände[10] (0,8 s bis 1,2 s) gewählt, kann es z.B. durch Spurwechsel benachbarter Fahrzeuge und der hierauf folgenden Einregelung auf die vorgegebenen Zeitlücken zu Inhomogenitäten im Verkehrsfluss kommen. Günstige Ergebnisse werden dagegen für Zielabstände erreicht, die unterhalb bzw. im Bereich der heutigen Abstände liegen. Hier wirkt sich die Homogenisierung des Verkehrsflusses durch angeglichene Geschwindigkeiten und Folgeabstände positiv aus.

Neben den gewählten Zielabständen wirkt sich auch die Reglerauslegung – mit Fokus auf das Kolonnenverhalten – auf den Verkehrsfluss aus. Simulationen des Verkehrsflusses werden im gebundenen Verkehr durchgeführt, da hier die höchsten Anforderungen an Regelung und Eingriffe gestellt werden. Vor einer Engstelle z.B. bilden sich Kolonnen, die in Simulationen bei unterschiedlichen Ausrüstungsgraden untersucht wurden. Es lassen sich bei 90% Ausrüstungsgrad und einem Zielabstand von 1 s die Steigerungen der Leistungsfähigkeit bis 50% prognostizieren.

Der Staubereich auf Autobahnen stellt sehr hohe Ansprüche an die Regler und wird zum Vergleich kolonneninstabiler[11] und kolonnenstabiler Regler herangezogen. Bei 100% Ausrüstungsgrad lässt sich die Leistungsfähigkeit um 20%[12] mit den kolonnenstabilen Reglern gegenüber 7% mit den kolonneninstabilen Reglern steigern. Ausrüstungsgrade bis 40% zeigen allerdings keine Wirkung auf die Leistungsfähigkeit.

Bei der Systemauslegung für den unteren Geschwindigkeitsbereich, insbesondere für Fahrzustände im innerstädtischen Bereich, eignen sich Assistenzsysteme mit Stop-and-go-Reglern. Die Vorteile dieser Regler zeigen sich besonders bei Anfahrmanövern einer ganzen Kolonne. Übertragen auf den Fall von Stauauflösungen auf Autobahnen ist es möglich, ab 50% Ausrüstungsgrad rund 20% mehr Fahrzeuge nach Aufhebung der Vollsperrung einen Querschnitt passieren zu lassen.

Da Engstellen und Staus die Mobilität deutlich einschränken, können Assistenz-

systeme bei der Reduktion von Verlustzeiten einen wertvollen Beitrag leisten. Die Vermeidung von Staus kann durch sie aber nicht erzielt werden. Studien aus Amerika erwecken die Hoffnung, die Kapazität bis auf das 12-fache zu steigern, doch die hierfür notwendigen

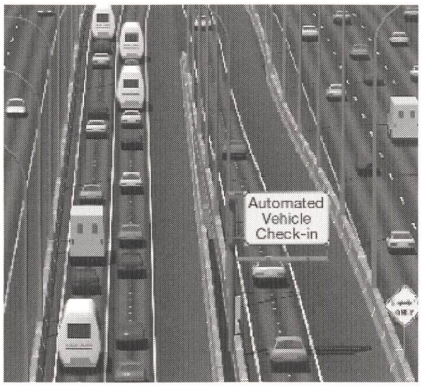

Bild 4 Sonderfahrstreifen für Fahrzeuge zum automatischen Fahren

Voraussetzungen bei der Gestaltung und Ausrüstung der Infrastruktur[13] sowohl im Strassenraum als auch bei den Fahrzeugen sind eher Gedankenspiel als realitätsnah (Bild 4). Dennoch zeigt sich, dass mit Systemen zum automatischen Fahren Reserven ausgeschöpft werden können.

Fehlfunktionen

Systemausfälle, die eine unerwartete Bremsung bewirken, rufen sicherheitskritische Bremsverzögerungen nachfolgender, nicht ausgerüsteter Fahrzeuge hervor. Unerwartete, systembedingte Bremsverzögerungen über 3,5 m/s^2, wie sie bei Kollisionswarnsystemen eingestellt werden, führen zu Notfallbremsungen stromaufwärts – also entgegen der Fahrtrichtung –, was einen Stauaufbau nach hinten verursacht. Ein Unfall tritt auf, wenn ein Kollisionsvermeidungssystem eine unerwartete Verzögerung von 6,5 m/s^2 auslöst. Verzögerungen eingreifender Systeme sind bisher auf 3,5 m/s^2 in den gesetzlichen Regelungen beschränkt. Zur Vermeidung derartiger Fehlreaktionen auf Grund unbeabsichtigter Notfallbremsungen ist die redundante Auslegung der Sensorik oder die Plausibilitätsprüfung/Überwachung der Signalmuster erforderlich.

Rechtssicherheit

Bedenken aus rechtlicher Sicht ergeben sich vor allem für das Fahren mit Abständen unterhalb des vorgeschriebenen Sicherheitsabstandes. Hierzu ist zu prüfen, ob Assistenzsysteme den Anforderungen des Paragraphen 4 StVO genügen müssen oder ob durch Ausnahmeverordnungen auch geringere Abstände für Fahrzeuge mit Abstandsregelsystemen zulässig werden[14].

Systeme zum automatischen Fahren tangieren mehrere Rechtsbereiche. Bei diesem komplexen Thema ist es sinnvoll, sich sukzessiv mit einzelnen Fragen zu rechtlichen Grundlagen und ihrer eventuellen Aktualisierung zu befassen. Zurzeit werden Aussagen zu rechtlichen Aspekten beim Einsatz der Systeme zum automatischen Fahren im EU-Projekt Response erarbeitet, die sich mit dem Haftungsrecht, dem Datenschutz, dem Versicherungsrecht und dem Verkehrsrecht befassen. Die erforderlichen Novellierungen[15] im Strassenverkehrsrecht betreffen zunächst nur die Systeme. Aber auch Vorschriften für Schulungen bzw. spezielle Prüfungen der Fahrer werden angedacht.

Bestehende Vorschriften, die sich national und international mit den Rahmenbedingungen für neue technische Systeme beschäftigen, werden um weitere Vorschriftenvorschläge aktualisiert, die konkreter auf neue Fahrerassistenzsysteme eingehen. Derzeit werden internationale Vorschläge z.B. aus Frankreich, Grossbritannien und Japan erarbeitet. Im Bereich der Normung gelten die IEC-Norm 61508 sowie der ISO-Standard CD 15622, die derzeit für elektronische Systeme bzw. ACC[16] entwickelt werden.

Aus den vorgestellten Richtlinien und Normen werden Empfehlungen zu gesetzlichen Bestimmungen und Vorschläge zu technischen Standards abgeleitet. Es ist festzustellen, dass die derzeitigen Regelwerke neuartige Systeme, wenn überhaupt, nur unzureichend berücksichtigen. Eine Anpassung, die eine Zulassung und Überprüfung durch die entsprechenden Behörden ermöglicht, aber nicht entwicklungshemmend ist, ist demnach notwendig.

Folgerung für die Praxis

Anhand der Systembetrachtungen zeigt sich die Realisierbarkeit der automatischen Kollisionsvermeidung als System zum automatischen Fahren. Bei der Entwicklung solcher Systeme ist die Sicherheit mit Hilfe von Bewertungsmethoden, wie z.B. der FMEA oder der Fehlerbaumanalyse, bereits frühzeitig zu analysieren. Für einzelne, besonders kritische Baugruppen sind Rückfallebenen, z.B. durch Redundanzen, zu schaffen. Kommt es trotz der Massnahmen zu einem Systemausfall, so sind die Fehlererkennung und das Umschalten auf eine Notfallstrategie (z.B. automatisches Anhalten am Strassenrand) zu gewährleisten. Auf Grund geringer Auftretenswahrscheinlichkeiten steht bei der Entwicklung von Notfallstrategien die Unfallvermeidung deutlicher im Vordergrund als deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Strassen. In Zukunft ist die Leistungsfähigkeit der Umfeldsensorik zu untersuchen und Anforderungen für neu entwickelte Systeme zu definieren.

Um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine möglichst sicher zu gestalten, ist eine klare Definition der Systemfunktion notwendig. Hier besteht mit jeder Neuentwicklung Handlungsbedarf. Den Fahrern müssen die Systemgrenzen bewusst gemacht werden, damit nicht bestimmte Situationen durch ein nicht gerechtfertigtes Systemvertrauen zu Gefährdungen führen können. Auch die Verantwortung für die Fahrzeugführung muss den Fahrern deutlich gemacht werden.

Der Sicherheitsgewinn durch Fahrerassistenzsysteme darf nicht zu Lasten anderer Verkehrsteilnehmer gehen. So darf das Abbremsen am Stauende durch

La conduite automatique

La mobilité cède de plus en plus le pas à l'immobilité: Les perturbations de la circulation dues à un trafic trop intense et aux travaux d'assainissement du réseau routier peuvent provoquer des bouchons. Ceux-ci entraînent des pertes économiques de plusieurs millions qui ne peuvent guère être compensées avec les moyens actuellement à disposition.

La conduite automatique pourrait y remédier: Elle pourrait être réalisée dans un avenir pas trop éloigné au moyen d'appareils électroniques supplémentaires. Il s'agit d'assurer le réglage autonome des mouvements longitudinaux et transversaux du véhicule au moyen de systèmes électroniques sans l'intervention du conducteur.

ein automatisches System nicht zu Folgeunfällen führen. Auch Auswirkungen zukünftiger Systeme auf die Leistungsfähigkeit von Strassen sind bei der Entwicklung zu berücksichtigen. Hierbei sind neben den Belangen der Fahrzeughersteller und der Systemanbieter auch die der Strassenbaulastträger zu berücksichtigen, z.B. bei der Bereitstellung von infrastrukturgestützten Einrichtungen, die der Fahrzeug-Baken-Kommunikation[17] dienen (Bild 3). Abstandsregelsysteme bewirken insbesondere dann eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit, wenn Fahrzeugkolonnen unbeeinträchtigt durch Spurwechsel anderer Fahrzeuge mit Abständen < 1,0 s einander folgen.

Eine an die neuen technischen Möglichkeiten von Systemen zum automatischen Fahren angepasste Überarbeitung von Richtlinien und Gesetzen ist notwendig, um die Entwickler bei ihrer Arbeit zu unterstützen. So ist z.B. zu überprüfen, ob auf Grund geringer Systemreaktionszeiten für automatisch geregelte Fahrzeuge kleinere Zeitlücken (z.B. 0,8 s) erlaubt werden können, als sie derzeit für den menschlichen Fahrer (1,8 s) vorgeschrieben sind.

Adresse des Autors

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH), Institut für Strassenwesen, D-52074 Aachen: Dipl.-Ing. *Frank Bölling*, boelling@isac.rwth-aachen.de

[1] Informationen unterschiedlicher Sensoren werden auch für weiter reichende Anwendungen genutzt.

[2] GPS = Global Positioning System

[3] TMC = Traffic Massage Channel

[4] Seit April 2000 liefern Messstellen im Autobahnnetz automatisch ereignisorientierte Informationen über Störungen und Staus in codierter Form, die an Landesmeldestellen gesendet werden.

[5] RDS-LVE = Radio-Daten-System – lokale Verkehrserhebung

[6] ITS = International Transportation Systems, 2000 in Turin, 2001 in Sydney

[7] Forschungsprojekt der BMW AG: Akustische Sensoren im Radhaus werten Geräusche aus, deren Spektren definierten Fahrbahnoberflächen-Zuständen zugeordnet werden. So sind neben regennassen Fahrbahnen auch trockene oder schneebedeckte Fahrbahnen durch ein charakteristisches Spektrum erkennbar.

[8] Piktogramme oder Bilder werden von innen auf die Windschutzscheibe projiziert. Dies wird bei Flugzeugen bereits genutzt: beim Landeanflug werden im Fenster Perlenketten dargestellt, durch die der Pilot das Flugzeug bewegen muss.

[9] Baken (Leitpfosten), die an Stelle der Katzenaugen aktive Leuchten (Leuchtdioden) besitzen. Wird eine Störung oder ein Unfall festgestellt, so werden die Leuchten aktiviert, entweder als Blinken oder Lauflicht. Hersteller: Ruetz Technologie und BMW-Forschung. Betreiber: Freistaat Bayern. Eingesetzt werden sie bereits an der Bundesautobahn A 92 vom Flughafen Franz Josef Strauss in Richtung Kreuz Neufahrn.

[10] Der Sicherheitsabstand wird durch den Zeitwert (Nettozeitlücke) ausgedrückt. Abstand = Nettozeitlücke × Geschwindigkeit.

[11] Mehrere Fahrzeuge hintereinander schaukeln sich auf. Es entsteht Resonanz und es kommt zu Überschwingern, was gleichzusetzen ist mit einem Auffahrunfall.

[12] Auf Autobahnen werden zwei Fahrbahnen – und damit also auch Überholvorgänge, Ein- und Ausscheren – berücksichtigt.

[13] Bei diesen theoretischen Betrachtungen bewegen sich die Fahrzeuge auf speziellen, abgetrennten Sonderfahrspuren.

[14] Paragraph 4 besagt lediglich, dass der Fahrzeugführer einen Sicherheitsabstand einzuhalten hat, in dem er sein Fahrzeug sicher zum Stehen bringen kann. Da Assistenzsysteme dies mit geringerem Abstand können, müssten sie rechtlich unbedenklich sein. Aber sie sind nun einmal Hilfen für den Fahrer und nicht der Fahrer selbst. Der Paragraph müsste durch den Zusatz «... auch mit zugelassenen und geeichten Fahrerassistenzsystemen (ACC) in der Lage ist, sein Fahrzeug ...» ergänzt werden.

[15] Anpassung von Rechtstexten durch ein Nachtragsgesetz

[16] ACC = Adaptive Cruise Control, auch intelligenter Tempomat

[17] Leitpfosten mit Sende/Empfangs-Einheit

Das schützende Dach im Geodatensturm...

Ganz egal, wo und in welchem Format Ihre Daten gespeichert sind und wie schnell sie sich ändern – verwalten Sie alle Ihre GIS-Daten unter einem Dach. Der datenzentrierte Ansatz von GeoMedia ermöglicht Ihnen die Nutzung und Verarbeitung unterschiedlichster Daten in ihrem nativen Format. Und über Live-Verbindungen lassen sich tagesaktuelle geographische Daten einfach grenz-, branchen- und bereichsübergreifend verteilen.

Mit den GeoMedia-Standardprodukten lösen Sie branchentypische Probleme ohne zusätzlichen Entwicklungsaufwand. Erweitern Sie Ihre Softwarefunktionen mit unseren branchenspezifischen Produkten oder integrieren Sie Implementierungsdienstleistungen für eine Komplettlösung – denn Ihr System ist einzigartig. Intergraph bietet Ihnen die Werkzeuge und die nötige Erfahrung für die Implementierung einer auf Industriestandards basierenden Lösung, welche auf Ihrem bestehenden System aufsetzt.

Intergraph verfügt über zukunftsweisende Produkte und Prozesse und qualifizierte Spezialisten, die Ihrem Unternehmen helfen zu wachsen, ohne das bestehende System, in dessen Entwicklung Sie Zeit und Geld investiert haben, ersetzen zu müssen. Unsere innovativen Lösungen stellen sicher, dass die GeoMedia-Produkte und -Dienstleistungen auch künftig mit Ihren Bedürfnissen wachsen und sich flexibel an die Entwicklung Ihres Unternehmens und an technologische Veränderungen anpassen. Mit GeoMedia erhalten Sie eine nahtlose End-zu-End-Lösung, welche all Ihre Daten zusammenführt.

Zusätzliche Informationen zu unseren GIS-Lösungen finden Sie im Internet unter www.intergraph.ch, www.geomedia.ch, www.intergraph.com/gis/datastorm.

INTERGRAPH
Mapping and GIS Solutions

orbit EUROPE 2001
COMDEX
Messe Basel
25.–28. September 2001
Besuchen Sie uns!
Halle 2.2 Stand B30

GeoMedia

INTERGRAPH (Schweiz) AG | Thurgauerstr. 40 | 8050 Zürich | Tel. 01 / 308 48 48 | Fax 01 / 308 49 19