

# Fahrerassistenzsysteme zur Unterstützung der Längsregelung im ungebundenen Verkehr

C. Mayser<sup>a,1</sup>, D. Ebersbach<sup>b,2</sup>, M. Dietze<sup>b,2</sup> und C. Lippold<sup>b,2</sup>

<sup>a</sup> BMW Forschung und Technik GmbH  
Hanauer Strasse 46, 80992 München  
Tel: +49 89 382 27300, Fax: +49 89 382 37117

<sup>b</sup> Technische Universität Dresden  
Fakultät Verkehrswissenschaften Friedrich List  
Institut für Verkehrsanlagen, Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen  
Tel.: 0351/463-36696, Fax: 0351/463-34657

**Kurzfassung:** Moderne Fahrerassistenzsysteme unterstützen den Fahrer bei der Wahl der Geschwindigkeit und Einhaltung des Sicherheitsabstandes. Im gebundenen Verkehr übernehmen neue Längsregelungssysteme (ACC) die Abstandsregelung. Fährt der Kraftfahrer allein, muss er seine Geschwindigkeit selbstständig an die jeweilige Streckengeometrie anpassen. Der Curve-Speed-Assistent (CSA) kann dem Fahrer die richtige Geschwindigkeit und Beschleunigung empfehlen und ihn so vor kritischen Situationen warnen.

Der Prozess des Fahrens kann als kybernetisches Regelsystem aufgefasst werden. Der Fahrer wählt auf Grundlage der ihm zur Verfügung stehenden Informationen seine Geschwindigkeit. Wird der Fahrer in seiner Geschwindigkeitswahl nicht durch andere Verkehrsteilnehmer beeinflusst, muss er seine Geschwindigkeit der Streckencharakteristik anpassen. Aktuelle Unfalluntersuchungen an der TU Dresden zeigen, dass Unfälle ohne Beteiligung anderer Verkehrsteilnehmer den größten Anteil am Unfallgeschehen auf Außerortsstraßen besitzen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Kraftfahrer eine zu hohe Geschwindigkeit gewählt hat. Die Verkehrssicherheit könnte erhöht werden, indem der Fahrer bei der Wahl der Geschwindigkeit unterstützt wird.

Der Grundgedanke des Projektes **Situations- angepasste und Nutzer-Typ zentrierte Optimierung von Systemen zur Fahrerunterstützung (SANTOS)** war, durch eine individuelle, adaptive und integrierte Form von Fahrerassistenz für den Fahrer eine Entlastung sowie eine Sicherheits- und Komfortsteigerung zu bewirken. Im Rahmen des S.A.N.T.O.S Projektes wurde ein Assistenzsystem entwickelt, welches den Fahrer bei der Wahl der Geschwindigkeit unterstützt. Es wurden für dieses Projekt Geschwindigkeitsalgorithmen aus dem Bereich des Straßenentwurfes verwendet. Eine Akzeptanz konnte durch Probandenuntersuchungen nachgewiesen werden. Eine Unterteilung in verschiedene Fahrertypen (sportlich, normal, entspannt) ist notwendig für den Einsatz bei verschiedenen Fahrern. Die vorhandenen Geschwindigkeitsprognosealgorithmen sind für die Implementierung in ein Fahrerassistenzsystem nur bedingt geeignet, da dieser für andere Zielstellung entwickelt wurden.

Im Rahmen des CSA-Projektes wurden Untersuchungen zum Fahrverhalten auf Außerortsstraßen an frei fahrenden Fahrzeugen durchgeführt. Die durchgeführten Messungen wurden in Abhängigkeit unterschiedlicher Fahrertypen ausgewertet. Das Ergebnis ist ein charakteristisches Geschwindigkeits- und Beschleunigungsband für jeden Fahrertyp in Abhängigkeit der Streckengeometrie. Es wurde bei der Auswertung festgestellt, dass neben charakteristischen Geschwindigkeitsbändern auch charakteristische Längsbeschleunigungen entsprechend des Fahrertyps definiert werden können. Die Größe der gewählten Längsbeschleunigung hängt nicht nur, wie bisher vielfach angenommen vom Fahrertyp ab, sondern auch von der Größe der Geschwindigkeitsdifferenz, der Ausgangsgeschwindigkeit und der vorhandenen Streckengeometrie.

Das System wurde in einem BMW – Fahrzeug prototypisch umgesetzt und auf Messstrecken in Sachsen und Bayern getestet. In einem Vorausschaualgorithmus rechnet das Modell online im Auto entsprechend des Fahrtyps, der vorausliegenden Streckencharakteristik und der Umgebungsbedingungen (Tageshelligkeit, Nacht, Regen) eine Empfehlung für die Geschwindigkeit und Längsbeschleunigung aus.

Mit Hilfe der Prognosealgorithmen kann der Fahrer bei der Wahl der Führungsgrößen unterstützt werden. Eine weitere Anwendung kann die Bewertung des aktuellen Fahrverhaltens des Fahrers als Eingangsgröße für weitere Fahrerassistenzsysteme sein (z.B. Abschätzung des Workloads).

---

<sup>1</sup>E-mail: christoph.mayser@bmw.de

<sup>2</sup>E-mail: dirk.ebersbach@mailbox.tu-dresden.de

# 1 Einleitung

Die Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit ist eine wichtige politische und gesellschaftliche Aufgabe. Sicherheitsfördernde Entwicklungen auf den Gebieten der Kraftfahrzeugtechnik und des Straßenbaus führten zu einem Rückgang der Unfallschwere, insbesondere der Anzahl der Unfalltoten trotz einer stark steigenden Anzahl an Unfällen (Abb. 1).

Potentiale zur Erhöhung der Verkehrssicherheit liegen im Bereich der aktiven und passiven Sicherheit. So wird das Regelwerk für die Straßenplanung ständig im Bezug auf Sicherheit verbessert und ergänzt. Gleichzeitig werden durch die Fahrzeugindustrie moderne Systeme entwickelt, welche die Sicherheit erhöhen.

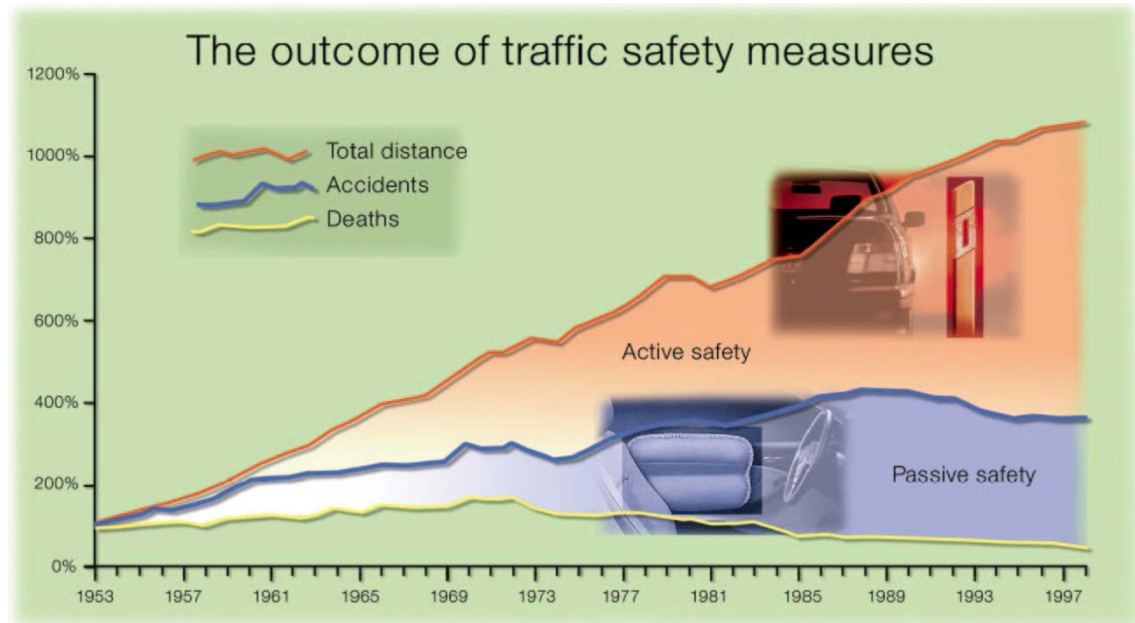


Abb. 1: Straßenverkehrssicherheit der letzten Jahre (BACHMANN u. a. 2000)

Fahrerassistenzsysteme sind seit ca. 20 Jahren in der Automobilindustrie ein bedeutsames Thema. Es werden Systeme entwickelt, die das Autofahren sicherer und komfortabler machen. Entsprechend der Aufgaben eines Fahrers

- Planung der zu fahrenden Strecke,
- Wahl der Führungsgrößen (Geschwindigkeit, Abstand, Spurlage) und
- Stabilisierung des Fahrzeuges

lassen sich Fahrerassistenzsysteme analog in die Ebenen

- Navigation,
- Führung und
- Stabilisation

gliedern (REICHART 2000).

Assistenzsysteme, die auf der **Stabilisierungsebene** wirken, sind seit einiger Zeit bereits in vielen Serienfahrzeugen integriert. So verhindert z.B. das Anti-Blockier-System (ABS) das Blockieren der Räder bei starken Bremsvorgängen, während die Anti-Schlupf-Regelung (ASC) das Durchdrehen der Räder bei starken Beschleunigungen unterbindet. Diese Systeme reagieren in der Regel schneller als es ein durchschnittlicher Fahrer könnte und tragen dadurch im Wesentlichen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.

Systeme der **Navigationsebene** sind mittlerweile bei vielen Automobilherstellern etabliert. Sie planen die Fahrtroute vom Standort zum gewünschten Zielort und geben dem Fahrer während der Fahrt Hinweise auf Abbiegestellen und Staus, wodurch der Fahrer entlastet wird.

Systeme der **Führungsebene** sind zum Teil noch in der Entwicklung. Bekannt ist der Tempomat (engl. CC Cruise Control), der eine selbst gewählte Wunschgeschwindigkeit einhält. Auf verkehrsreichen Strecken ist dieses System meist nicht kontinuierlich nutzbar, da der Fahrer aufgrund langsamerer Verkehrsteilnehmer oft eingreifen muss. Das Adaptive Cruise Control (ACC) kann zunächst als Erweiterung des Tempomaten gesehen werden. Neben der Regelung der Wunschgeschwindigkeit übernimmt das System auch die Einhaltung eines konstanten Abstandes zum vorausfahrenden Fahrzeug. Ist die Strecke wieder frei, beschleunigt das ACC auf die zuvor eingestellte Wunschgeschwindigkeit (PRESTL U.A. 2000). Einen Schritt weiter geht das sich in der Entwicklung befindliche Fahrerassistenzsystem zur Unterstützung der Längsregelung im ungebundenen Verkehr - **Speed Control (SC)**. Es arbeitet ebenfalls auf der Führungsebene und soll den Fahrer bei der Wahl seiner Geschwindigkeit unterstützen.

## 2 Das S.A.N.T.O.S Projekt

Die immer größere Anzahl von technischen Systemen im Automobil verlangt weiterführende Konzepte bei der Realisierung von Assistenzsystemen. Der Grundgedanke des Projektes S.A.N.T.O.S<sup>1</sup> ist es, durch eine individuelle, adaptive und integrierte Form von Assistenz für den Fahrer eine Entlastung sowie eine Sicherheits- und Komfortsteigerung zu bewirken. Unterschiedliche Nutzertypen haben in verschiedenen Fahrsituationen unterschiedliche Wünsche an die Auslegung von Assistenzsystemen im Fahrzeug. Der Fahrer kann einen Fahrstil von **entspannt** über **normal** bis **sportlich** bevorzugen oder sich je nach seiner momentanen Verfassung mehr oder weniger Unterstützung in Form von **Informationen** bis hin zu tatsächlichen **Eingriffen** durch ein Assistenzsystem wünschen. Auf einer kurvigen Strecke wählt ein entspannter Fahrer eine geringere und gleichförmigere Geschwindigkeit als ein sportlicher Fahrer. Auf der „gemütlichen Fahrt zum Badeseesee“ hat ein Fahrer sicher weniger Bedarf an Unterstützung als auf einer langen, eintönigen Fahrtstrecke. Ändern sich die Bedingungen in der Umgebung, kann ein Assistenzsystem sein Verhalten durch adaptive Strategien anpassen. Die Geschwindigkeit ist auf regennasser Fahrbahn geringer zu wählen als bei trockener Fahrbahn. Ziel der integrierten Assistenz ist die Abstimmung mehrerer Systeme aufeinander und die Priorisierung ihrer Systemausgaben. Führt z.B. der Fahrer ein Telefongespräch, so kann die Geschwindigkeit, die das SC System empfiehlt, für die Dauer des Gespräches verringert werden. Eine ankommende SMS wird dem Fahrer erst dann signalisiert, nachdem er eine kritische Situation bewältigt hat. Das kann zum Beispiel das Abbremsen auf die Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeuges sein.

---

<sup>1</sup> Das Projekt S.A.N.T.O.S wurde mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 19 S 9826 A/B gefördert. Projektleitung: Dr.-Ing. W. König, Robert Bosch GmbH, FV/SLN, Forschung und Vorentwicklung und C. Mayser, BMW Group, Forschung, Vorentwicklung und Konzepte. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

### **3 Entwicklung des Speed Control**

In Analogie zu den bereits vorhandenen Fahrerassistenzsystemen (z.B. ACC) soll der Fahrer zwischen verschiedenen Fahrstilen (sportlich, normal, entspannt) wählen (vgl. Kapitel 2). Entsprechend den gewählten Parametern ermittelt das SC System eine Geschwindigkeit, mit der der Fahrer den vorausliegenden Streckenabschnitt sicher und komfortabel befahren kann. Die Kenntnis der Geometrie und Charakteristik einer Strecke ist eine notwendige Eingangsgröße zur Geschwindigkeitsberechnung. Die Eingangsgrößen werden aus digitalen Straßenkarten. Solche stehen in ähnlicher Form bereits für Navigationssysteme zur Verfügung. Sie enthalten aber lediglich Informationen über Streckenlängen, Knotenpunkte und Straßentypen für die Ermittlung von Weglängen, Abbiegestellen und Fahrzeiten. Für die Geschwindigkeitsberechnung rückt nun die Kenntnis über den genauen Verlauf einzelner Streckenabschnitte in den Vordergrund. Dafür werden digitale Straßenkarten benötigt, die genauere Informationen über den Streckenverlauf enthalten als die derzeit sich im Einsatz befindlichen Navigationskarten. Aus diesem Grund wurde für begrenzte Gebiete prototypisch eine feindigitale Karte erstellt. In dieser Karte werden Streckenzüge in eine große Anzahl von Stützpunkten diskretisiert. Liegen die Punkte in ausreichend kleinem Abstand zueinander vor, lassen sich damit Kurvenradius und Kurvenöffnungswinkel berechnen. Das SC System ermittelt aus dem vorausliegenden Streckenverlauf eine Geschwindigkeit, die sicher und komfortabel fahrbar ist.

#### **3.1 Ableitung von Fahrertypen**

Die Algorithmen sollen auf verschiedene Fahrergruppen abgestimmt werden. Im Projekt S.A.N.T.O.S wurden drei Fahrertypen (sportlich, normal und entspannt) definiert. Jeder Einzelfahrer und somit jedes Einzelprofil muss einem Fahrertyp zugeordnet werden. Die Ermittlung des Fahrertyps erfolgte im Projekt S.A.N.T.O.S unterschiedlich. Bei WINNER u. a. (2002) und LANDAU u. a. (2002) wurden fünf Fahrertypen definiert (sportlich-draufgängerisch, dynamisch-progressiv, routiniert-abgeklärt, unauffällig-konservativ und ängstlich-zurückhaltend). Der Fahrertyp wurde bei den Probanden durch den Versuchsleiter eingeschätzt. Quantitative Größen (z. B. gemessene Geschwindigkeiten) bleiben unberücksichtigt. BUBB u. A. (2002) haben den Fahrertyp von Probanden durch einen Selbstbeurteilungsfragebogen nach ASSMANN (1985) bestimmt. Die Fahrertypen wurden von 1 (gelassen) bis 6 (dynamisch) definiert. Quantitative Messdaten werden nicht mit einbezogen. Durch MARSTALLER u. a. 2001 wurde nachgewiesen, dass die Beurteilung durch den Assmann Fragebogen mit Messdaten korreliert. Zu den Messdaten „maximale Längsbeschleunigung“ und „maximale Querschleunigung“ (Abb. 2) konnte ein Zusammenhang nachgewiesen werden. Das Ergebnis der Korrelationen kann nur qualitativ auf andere Strecken übertragen werden. In LIPPOLD (1997) und

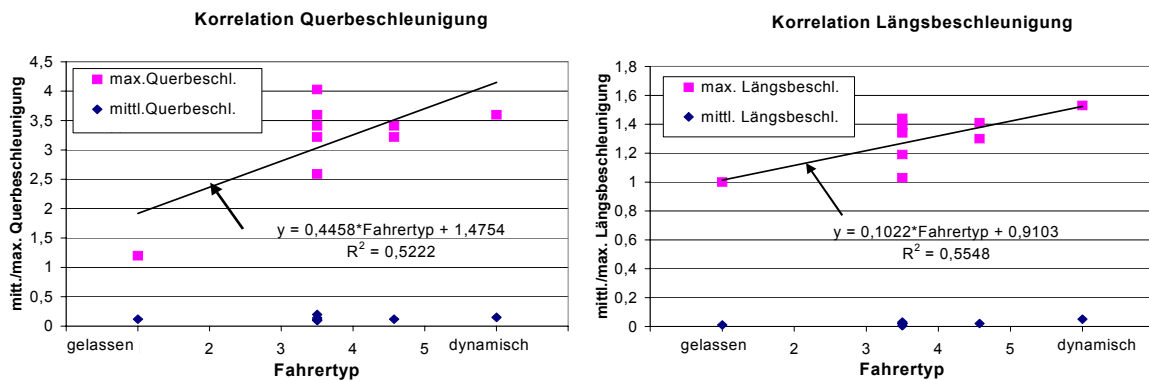


Abb. 2: Korrelation zwischen Messdaten und Fahrertyp (MARSTALLER u. a. 2002)

MEWEES u. a. (1975) wurde nachgewiesen, dass der Absolutwert der auftretenden Längsbesehleunigung von der Streckencharakteristik abhängt.

### 3.2 Bestimmung von Fahrertypen

Die Fahrertypen für die Untersuchung im Rahmen dieses Projektes können nur aus gemessenen Geschwindigkeits- und Querbesehleunigungsprofilen von Verfolgungsfahrten abgeleitet werden. Eine Fahrertypisierung wurde auf Grundlage folgender Messdaten vorgenommen:

- Längsbesehleunigung,
- Längsverzögerung,
- Querbesehleunigung und
- Resultierende Besehleunigung (vektorielle Addition aus Längs- und Querbesehleunigung)

vorgenommen. Da die Besehleunigungen vom Betrag von der Streckencharakteristik abhängen (LIPPOLD 1997), musste auf statistisch abgeleitete Werte zurückgegriffen werden. Es wurden die Verteilungen der Messgrößen auf jeder Messstrecke bestimmt. Aus der Verteilungsfunktion lassen sich folgende Werte berechnen:

- Mittelwert  $X$
- Standardabweichung  $\sigma$

Die Fahrertypen wurden wie folgt zugeordnet:

- entspannt:  $0 < \text{Messwert} < X$
- normal:  $X < \text{Messwert} < (X + \sigma)$
- sportlich:  $\text{Messwert} > (X + \sigma)$

Die Zuordnung des Fahrertyps nach dem Kriterium „Querbesehleunigung“ liefert nach PATZAK (2002) eine gute Abgrenzung der Fahrertypen untereinander. Somit steht zu jedem Einzelprofil ein Fahrertyp (sportlich, normal und entspannt) zur Verfügung.

### 3.3 Geschwindigkeitsansätze

Der Einfluss ausgewählter Streckenmerkmale für Singularitäten und Abschnitte ähnlicher Streckencharakteristik musste herausgearbeitet werden. Maßgebend für das SC-System sind Einflussgrößen, welche aus der digitalen Karte entnommen bzw. berechnet werden können. Folgende bauliche Einflussgrößen wurden untersucht:

- Kurvenradius R,
- Richtungsänderungswinkel  $\lambda$
- Kurvigkeit KU und,
- Fahrbahnbreite B.

Die Auswirkungen von Regen und Dunkelheit auf die Wahl der Geschwindigkeit wurden ebenfalls ausgewertet. In Abb. 3 ist als Beispiel das Ergebnis der Auswertung der Abhängigkeit der Geschwindigkeit vom Kurvenradius dargestellt. Am Ende der Untersuchung konnte ein Geschwindigkeitsmodell erstellt werden, welches in Abhängigkeit vom Fahrertyp, von den Umfeldbedingungen und vom Unterstützungswunsch eine Geschwindigkeit prognostiziert.

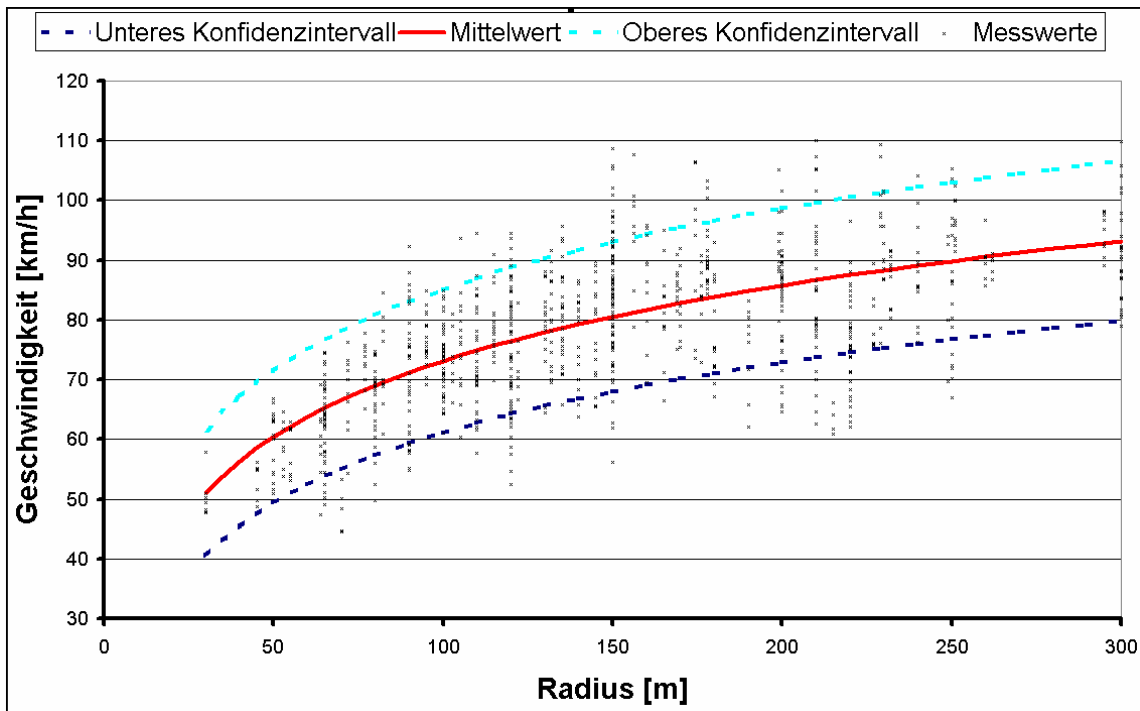


Abb. 3: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Radius und Geschwindigkeit für den sportlichen Fahrer

### 3.4 Längsbeschleunigung

Die Kenntnis über das Beschleunigungs- und Verzögerungsverhalten ist für die Ermittlung des Empfehlungszeitpunktes über eine Geschwindigkeitsänderung von wesentlicher Bedeutung. In den Untersuchungen von LIPPMANN (2000) wurde festgestellt, dass die Größe der gewählten Längsverzögerung von folgenden Einflussfaktoren bestimmt wird:

- Geschwindigkeitsdifferenz,
- Größe der Annäherungsgeschwindigkeit und
- vorhandene Übergangsbögen.

Der Einfluss wurde für die unterschiedlichen Fahrertypen bestimmt. Der Längsbeschleunigungsvorgang lässt sich durch folgende Kenngrößen beschreiben:

- maximale Bremsverzögerung,
- mittlere Bremsverzögerung,
- Bremsweg und
- Ort der maximalen Verzögerung (Abb.4).

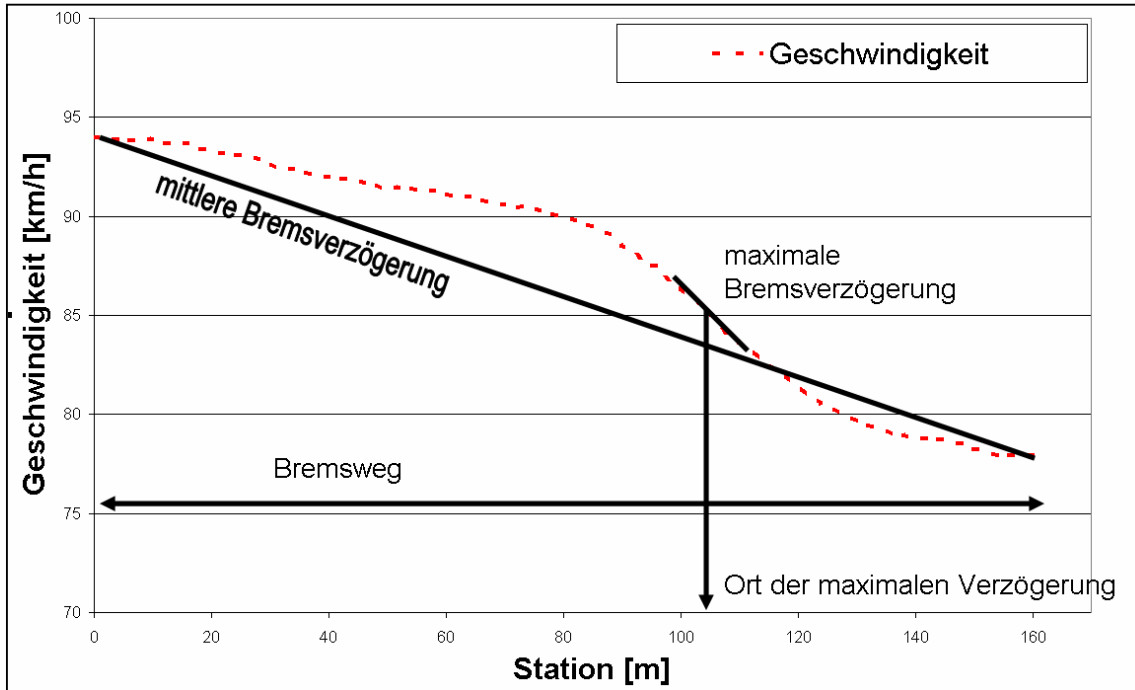


Abb. 4: Kennwerte für Längsverzögerungen

Die o.g. Kennwerte wurden in Abhängigkeit des jeweiligen Fahrertyps statistisch ausgewertet. In Abb. 5. ist beispielhaft der Zusammenhang zwischen maximaler Längsverzögerung und Geschwindigkeitsdifferenz dargestellt.

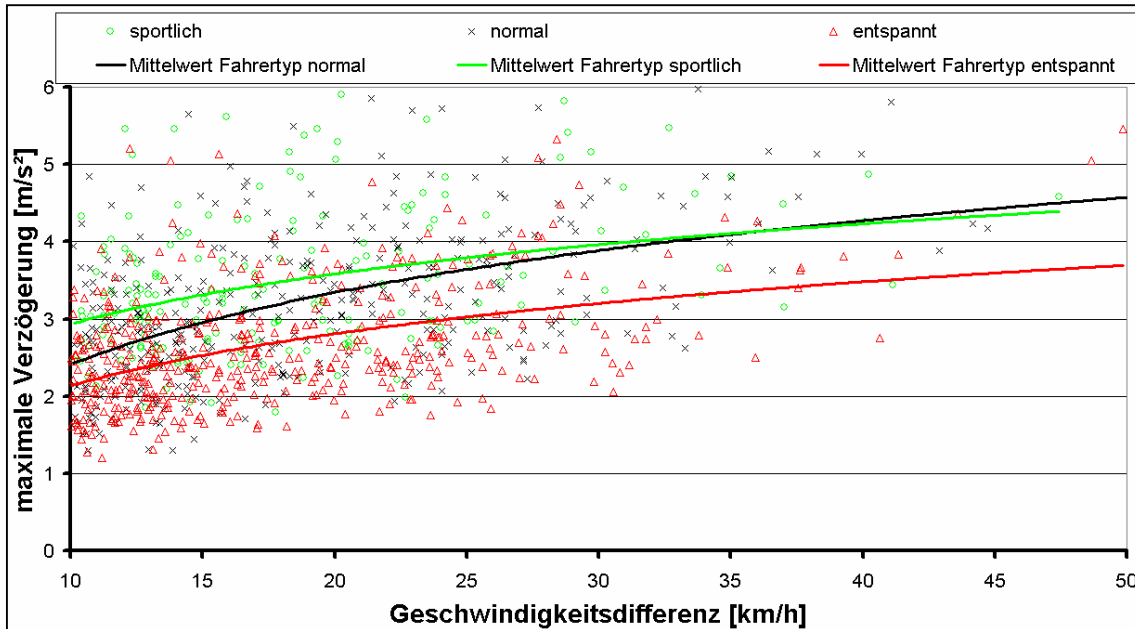


Abb. 5: Zusammenhang zwischen maximaler Verzögerung und Geschwindigkeitsdifferenz

### 3.5 Umsetzung

Das SC System ist als ein Teilsystem im S.A.N.T.O.S Demonstrator Fahrzeug integriert. Die technische Funktionsfähigkeit und die Akzeptanz kann mit diesem Fahrzeug mit Probandenversuchen getestet werden. Datengrundlage für die Geschwindigkeitsempfehlung ist die feindigitale Karte. Mit Hilfe eines integrierten DGPS – Sensors wird die aktuelle Position des Fahrzeuges bestimmt. Die Software **Enhanced Database for Driver Assistance Systems (EDDAS)** Software ordnet diese Position mittels eines „map matching Algorithmus“ einer in der digitalen Karte gespeicherten Strecke zu. Über eine Ethernetverbindung sendet die EDDAS Software die aktuelle Position des Fahrzeugs auf der Straße und vorausliegende Streckenpunkte an das SC - System. Vom S.A.N.T.O.S - System erhält das SC - System folgende Informationen:

- Aktuelle Geschwindigkeit,
- Fahrstilwunsch,
- Straßenzustand (nass, trocken, glatt),
- Umgebungsbedingungen (hell, dunkel),
- Telefonzustand (Fahrer telefoniert, Fahrer wählt etc.),
- gesetzte Dynamikparameter für das ACC (maximale Längsbeschleunigung etc.) und
- Blinkersignal.

Aus den Informationen der EDDAS - Software und der S.A.N.T.O.S - Software muss das SC System eine Geschwindigkeits- und Beschleunigungsempfehlung berechnen. Diese wird über eine Ethernetverbindung wieder an S.A.N.T.O.S gesendet und über ein integriertes Mensch - Maschine - Interface (MMI) an den Fahrer weitergeleitet. Das Funktionsprinzip ist in der Abb. 6 dargestellt. Eine Aktualisierung der Daten erfolgt alle 0,1 s. Dies bedeutet für das SC System, dass innerhalb dieser Zeit alle Daten berechnet werden müssen. Die SC Software muss folgende Aufgaben durchführen:

- Berechnung einer Geschwindigkeitsempfehlung für jeden Streckenabschnitt in Abhängigkeit von der Geometrie, von Tempolimits, vom Fahrstilwunsch etc.
- Ermittlung des optimalen Zeitpunktes für die Ausgabe der Geschwindigkeitsempfehlung.

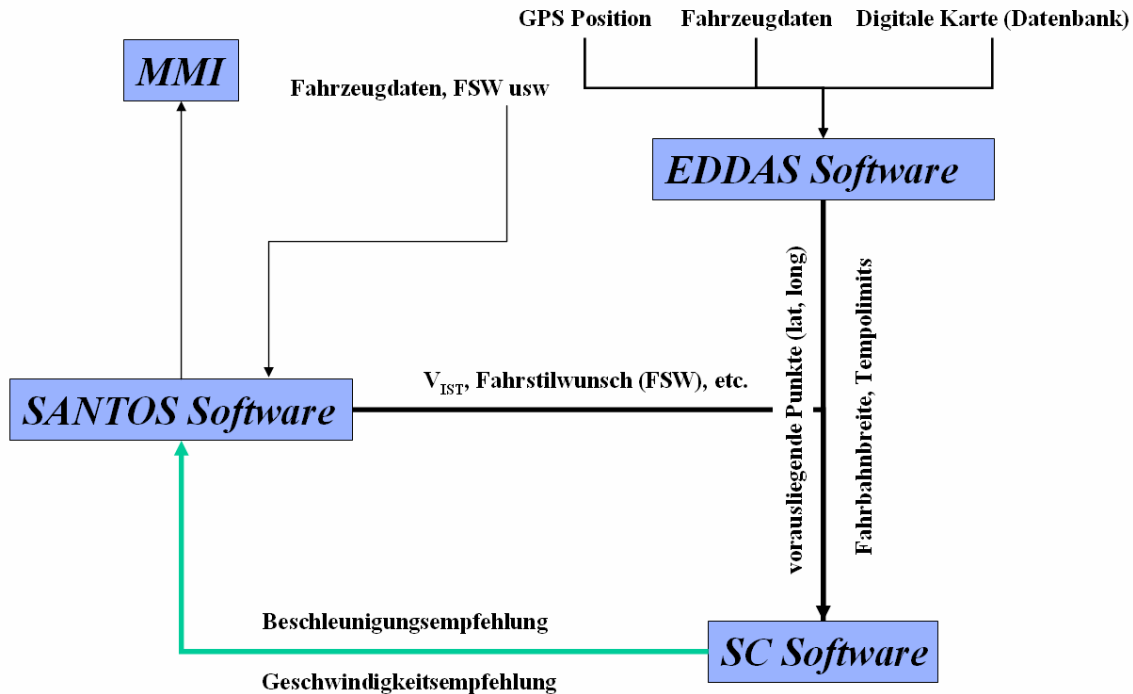


Abb. 6 Funktionsprinzip SC System im S.A.N.T.O.S Demonstrator

Jedem Punkt des vorausliegenden Streckenabschnittes kann eine Geschwindigkeit berechnet werden. Die aktuelle Geschwindigkeit wird von der S.A.N.T.O.S Software gesendet. Fährt der Kraftfahrer in einen Streckenabschnitt für den eine geringere Geschwindigkeit empfohlen wird als seine derzeitige, muss er rechtzeitig darüber informiert werden. Dabei sind folgende Fälle zu beachten:

1. Der Fahrer will nur informiert werden und passt seine Geschwindigkeit selbst an oder
2. Das Fahrzeug soll die Geschwindigkeit allein regeln.

Der Zeitpunkt des Eingreifens durch das System ist verschieden. Will der Fahrer nur informiert werden, muss das System eher eine Empfehlung ausgeben, da der Kraftfahrer eine gewisse Wahrnehmungs- und Reaktionszeit benötigt. Regelt das Fahrzeug selbstständig die Geschwindigkeit, muss die neue Geschwindigkeit zu dem Zeitpunkt empfohlen werden, dass die Zielgeschwindigkeit genau am Beginn des neuen Streckenabschnittes erreicht ist.

Die Parameter Fahrstilwunsch (sportlich, normal, defensiv) und der Unterstützungswunsch (Regelung oder Information) sowie die aktuelle Geschwindigkeit beeinflussen den Reaktionsort.

## 4 Zusammenfassung / Ausblick

Das entwickelte fahrzeuggestützte SC - System ist in der Lage, dem Fahrer Geschwindigkeiten vorzuschlagen, mit denen er sicher und komfortabel einen vorausliegenden Streckenabschnitt befahren kann. Dem Fahrer bleibt die Möglichkeit, die berechneten Geschwindigkeiten durch die Wahl seines Fahrstilwunsches zu beeinflussen und sich durch das System entweder zu informieren oder die Geschwindigkeit vom Fahrzeug einregeln zu lassen. Mit Probanden ist das System bezüglich der Akzeptanz der ermittelten Geschwindigkeiten zu testen. Die unterschiedlichen Unterstützungsformen sind bezüglich ihrer Akzeptanz zu bewerten.

## Literatur

Assmann, E.

Untersuchung über den Einfluss einer Bremsweganzeige auf das Fahrverhalten  
Dissertation  
Technische Universität München  
München 1985

Bachmann, T.; Naab, K.; Reichart, G.; Schraut, M.

Enhancing traffic safety with BMW'S driver assistance approach connected drive  
7<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transport Systems  
Turin 2000

Bubb, H; Marstaller, R.; Schweigert, M.

Abschlussbericht S.A.N.T.O.S  
München 2002

Landau, K.; Weise, J.

Abschlussbereich S.A.N.T.O.S  
Darmstadt 2002

Lippold, C.

Weiterentwicklung ausgewählter Entwurfgrundlagen von Landsstraßen  
Dissertation  
Technische Hochschule Darmstadt; Fachbereich Bauingenieurwesen  
Darmstadt 1997

Marstaller, R.; Mayser, C.; Kohlhof, S.; Bubb, H.

Akzeptanzuntersuchungen zu einer automatischen Längsregelung im Kfz  
in R. Marzi, V. Karavezyris, H.-H. Erbe, K.-P. Timpe (Eds.):  
Bedienen und Verstehen : 4. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme  
Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22 Nr. 8, pp. 147 - 161  
VDI Verlag, Düsseldorf  
ISBN 3-18-300822-X  
2001

Meewes V.

Zur Beschreibung des Verkehrsablaufes auf Straßen ohne Richtungstrennung  
Forschungsberichte des Landes Nordrhein Westfalen, 2529  
Westdeutscher Verlag 1975

Patzak, J.

Analyse des Fahrverhaltens auf Außerortsstraßen  
Diplomarbeit TU Dresden  
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"  
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen  
Dresden 2002

Prestl, W.; Sauer, T.; Steinle, J.; Tschernoster, O.

The BMW Active Cruise Control ACC  
SAE 2000 World Congress  
Detroit, Michigan  
SAE Technical Paper Series 2000-01-0344  
SAE International  
2000

Reichart, G.

Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen  
Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22 Nr. 7  
VDI Verlag, Düsseldorf  
ISBN 3-18-300722-3  
2001

Winner, H; Fecher, N.

Abschlussbericht S.A.N.T.O.S  
Darmstadt 2002