

# **Das Darmstädter Dummy Target EVITA – Ein Werkzeug zur Beurteilung von Antikollisionssystemen**

## **Darmstadt's Dummy Target EVITA – An Assessment Tool for Anti-Collision-Systems**

Dipl.-Ing. **J. Hoffmann**, TU Darmstadt, Fachgebiet Fahrzeugtechnik, Darmstadt;

Prof. Dr. rer. nat. **H. Winner**, TU Darmstadt, Fachgebiet Fahrzeugtechnik, Darmstadt;

### **Kurzfassung**

Bei der Entwicklung von Systemen zur Kollisionsvermeidung oder Kollisionsminderung sind sowohl die Wirksamkeit als auch die Akzeptanz durch den Nutzer zu bewerten. Aufgrund der Gefahren bei der Erzeugung von realen Auffahrunfällen werden Untersuchungen bisher hauptsächlich im Fahrsimulator durchgeführt. In diesem Artikel wird ein Mess- und Bewertungsverfahren für Antikollisionssysteme für den realen Fahrversuch mit Probanden vorgestellt. Damit liegt eine Methode vor, mit der die Güte von Antikollisionssystemen beurteilt wird.

Zur Bewertung geeignet sind warnende und intervenierende Systeme. Mit dem Versuchsfahrzeug EVITA (**Experimental Vehicle for Unexpected Target Approach**) werden kritische Auffahrunfallsituationen erzeugt. Dazu wird ein am Seil geführter Anhänger mit dem Heck eines Serienfahrzeugs während der Kolonnenfahrt abgebremst und kurz vor einer Kollision mit einem nachfolgenden Fahrzeug automatisch stark auf die Geschwindigkeit des ziehenden Fahrzeugs beschleunigt. In dem nachfolgenden Versuchsfahrzeug befinden sich typischerweise Systeme zur Kollisionsvermeidung. Die Wirksamkeit des Antikollisionssystems wird anhand der Verringerung der Fahrzeuggeschwindigkeit des auffahrenden Fahrzeugs während eines festgelegten Zeitintervalls bestimmt. Die Akzeptanz wird mit bekannten Fragebögen-Methoden beurteilt.

### **Abstract**

Systems for collision mitigation or collision avoidance have already been part of research for the last years. During their development it is to evaluate the efficiency and the acceptance by the users. Due to the appearing threats in the process of creating real rear-end-collisions, investigations have been mainly made in simulators so far. In this paper an instrument for the

measurement and assessment of anti-collision-systems for real test drives with test persons will be presented. Thus, there exists a method for the evaluation of anti-collision-systems. Assessable are collision-warning-systems and autonomous-interacting-systems. By means of the test vehicle EVITA (**Experimental Vehicle for Unexpected Target Approach**) critical rear-end-collision-situations are created. The trailer with the rear-view of a real car is guided by cable and executes brake maneuvers during car-to-car-following. Right before a collision with the following car, the trailer is accelerated to the initial speed. The following car is typically equipped by anti-collision-systems. The efficiency of the system is evaluated by the reduction of the host vehicle's speed during a defined period of time. The well-known method of questionnaires helps to estimate its acceptance.

### 1. Motivation

Bei Unfällen im Straßenverkehr starben im Jahr 2006 europaweit ca. 40.000 Personen. Ungefähr ein Drittel aller Unfälle in Deutschland zwischen Fahrzeugen sind Frontalzusammenstöße. Laut Erhebungen des statistischen Bundesamtes liegt die Hauptunfallursache in Fehlern der Fahrzeugführer [1].

Bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen (FAS) sind geeignete Testmethoden für das Erzeugen von Bewertungen erforderlich. Dabei gilt bisher, dass eine Vergrößerung der Realitätsnähe mit einer enormen Vergrößerung des Aufwands einhergeht. Im Bild 1 werden die gebräuchlichen Testmethoden aufgelistet.



Bild 1: Überblick über gebräuchliche Testmethoden [nach 2]

Die Testmethoden für in kritischen Situationen unterstützende FAS müssen vor allen Dingen sicher für die beteiligten Versuchspersonen, aber auch reproduzierbar sein. Der sichere und

reproduzierbare Test von Antikollisionssystemen in kritischen Situationen ist bisher eine große Herausforderung.

## **2. Stand der Technik**

Im Folgenden werden bekannte Testmethoden für das Testen von Antikollisionssystemen während Realfahrten dargestellt. Kassaagi et. al. [3] beschreiben ein Verfahren zum Testen von Bremsassistenten (BAS) mit Probanden. Hinter einem Zugfahrzeug befindet sich ein leichter, flacher Anhänger, ähnlich einem offenem Einachser mit Pritsche. Während der Folgefahrt wird der Anhänger – überraschend für den Probanden im Folgefahrzeug - abgebremst. Durch die Reaktion des Probanden im Folgefahrzeug wird eine Kollision vermieden. Die wichtigste Bewertungsgröße ist die Kraft, mit der der Proband das Bremspedal betätigt.

DaimlerChrysler [4] verwendet ein Testverfahren für Radarsysteme, bei dem an einem vorausfahrenden Fahrzeug ein seitlicher Ausleger montiert ist. Das Folgefahrzeug fährt auf dem Fahrstreifen hinter dem Ausleger. Bremst das vorausfahrende Fahrzeug, schwenkt der Ausleger bei einem Aufprall nach oben um das Fahrzeug passieren zu lassen.

Beim APIA-Demonstrator (Active Passive Integration Approach) von Continental-Teves [5] kommt das gleiche Verfahren zur Anwendung: An einem Rahmen ist ein Fahrzeugheck als Ausleger befestigt. Diese Vorrichtung klappt per Federvorspannung, ausgelöst durch einen Bediener, bei einem drohenden Aufprall nach oben.

Von Bock [6] wird ein Virtual Reality (VR) Testverfahren beschrieben. Auf dem Testgelände werden dem Fahrer die Kollisionspartner per Head-Mounted-Display (HMD) eingespielt. Das Testgelände ist zur genauen Positionsbestimmung des Fahrzeugs mit GPS-Sendern ausgestattet. Über ein System zur Bestimmung der Kopfposition im Fahrzeug und weiteren Verarbeitungseinheiten wird dem Fahrer ein künstlich erzeugtes Bild zur Überlagerung der realen Szenerie dargeboten. Das künstlich erzeugte Bild enthält die Kollisionspartner.

Einen umfassenden Überblick über weitere Testmethoden gibt [6].

## **3. Das Dummy Target EVITA**

Für in kritischen Situationen agierende FAS ist kein universell einsetzbares, einfaches Testverfahren für Realfahrten bekannt, bei dem Probanden ohne Einschränkungen eingesetzt werden können.

In einem Industrieprojekt mit Honda R&D Deutschland werden verschiedene Ausprägungen von Antikollisionssystemen entwickelt. Für die Durchführung des Entwicklungsprozesses ist eine eigene Bewertungsmethode mit einem top-down-Ansatz abgeleitet worden.

### 3.1 Ziele

Das Hauptentwicklungsziel bestand darin, ein Werkzeug für die Bewertung von Antikollisionssystemen im Längsverkehr zu erstellen. Die Anforderungsliste sah vor, die Bewegungsgrößen eines vorausfahrenden Fahrzeugs aus der stationären Kolonnenfahrt mit einem plötzlichen Bremsmanöver darstellen zu können. Weiterhin sollten Einschermanöver möglich sein. Die Gefährdung der Probanden ist bei dem zu entwickelnden Testverfahren auf das Niveau von bekannten Testverfahren zu reduzieren. Weitere Ziele bei der Entwicklung des Dummy Target EVITA lagen in einer größtmöglichen Übereinstimmung der Heckansicht eines herkömmlichen PKW mit dem Versuchswerkzeug, um eine minimale Beeinflussung des Probanden durch das Werkzeug zu erreichen.

### 3.2 Lösung

Die realisierte Lösung besteht aus einer Kombination eines Zugfahrzeugs, einem Anhänger, und einem auffahrenden Fahrzeug. Während einer stationären Folgefahrt bremst der Anhänger für den im folgenden Versuchsfahrzeug sitzenden Probanden überraschend ab. Zeigt der Proband auf das Manöver keine rechtzeitige, eine Kollision vermeidende Aktion, so wird der Anhänger aktiv aus dem Kollisionsbereich gezogen. Das Bild 2 zeigt das Gespann.



Bild 2: Zugfahrzeug und Anhänger EVITA

### 3.3 Aufbau

Im Heck des Zugfahrzeugs befindet sich eine Seilwinde mit einer reibkraftschlüssigen Windenbremse und einem Elektromotor. Der Anhänger ist mit dem Zugfahrzeug nur über das Seil der Winde verbunden. Das andere Ende des Seils ist an der Achsschenkellenkung der Vorderachse des Anhängers befestigt. Die Scheibenbremsen des Anhängers werden hydraulisch via Handbremshebel von einem stromgeregeltem Elektromotor betätigt. Im hinteren Bereich des Anhängers befindet sich das originale Heck der Mercedes A-Klasse. Hinter diesem ist ein aus der Anwendung im Adaptive Cruise Control (ACC) bekannter Radarsensor befestigt. Im Zugfahrzeug und im Anhänger befinden sich Rechner, die durch Funkmodems miteinander verbunden sind. Das Bild 3 gibt eine Übersicht über die im Zugfahrzeug eingesetzten Komponenten und deren Zusammenhang.

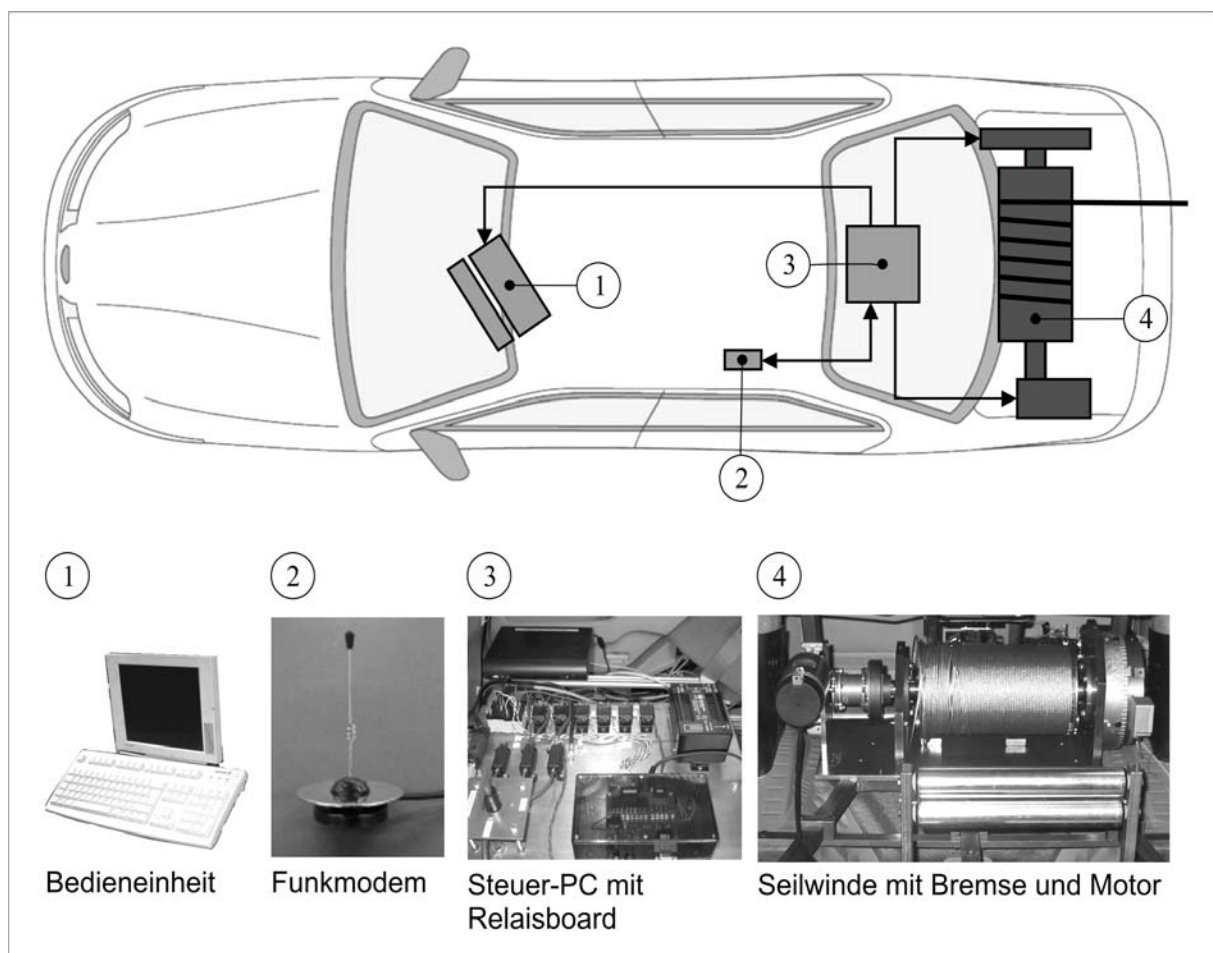


Bild 3: Aufbau und Komponenten Zugfahrzeug

Der Versuchsablauf wird vom Bediener im Zugfahrzeug an der Bedieneinheit gesteuert. Sowohl im Zugfahrzeug als auch im Anhänger kommen lüfterlose, mit einer Compact-flash-

Karte ausgestattete Rechner zum Einsatz. Im Zugfahrzeug werden über die COM-Ports des Rechners das Funkmodem und die Relaiskarte gesteuert. Auf der Relaiskarte werden die Signale zum Öffnen und Schließen der Windenbremse und des Gleichstrommotors zum Aufwickeln des Seils geschaltet. Die Windenbremse ist eine Positionierbremse aus der Robotik, während der E-Motor aus Krankenfahrstühlen bekannt ist.

Als Grundgerüst des Anhängers EVITA dient eine Gitterrohrrahmenkonstruktion. An diesem Rahmen befinden sich vier Einzelradaufhängungen eines Quads. Die Spurstangen der Vorderachse sind über einen Lenkhebel mit dem Seil der Winde verbunden. Ein großer Nachlauf an der Vorderachse sorgt für einen ruhigen Geradeauslauf. In einem wetterfesten Gehäuse befinden sich der lüfterlose Rechner, das Funkmodem, die Energieversorgung und die Bremsensteuerung. Auf die serienmäßigen Handbremshebel der Quadbremse wirkt per Seilzug ein momenten geregelter Gleichstrommotor. Es existiert eine statische Bremskraftaufteilung zwischen Vorderachse und Hinterachse. Als Rückansicht von EVITA sind die Heckklappe und die Heckschürze sowie die Rückleuchten einer Mercedes A-Klasse montiert. Die Bremsleuchten der Heckansicht sind funktionstüchtig. Die Gesamtmasse von EVITA beträgt 180 kg.

Das Bild 4 zeigt eine Übersicht über die Komponenten von EVITA.

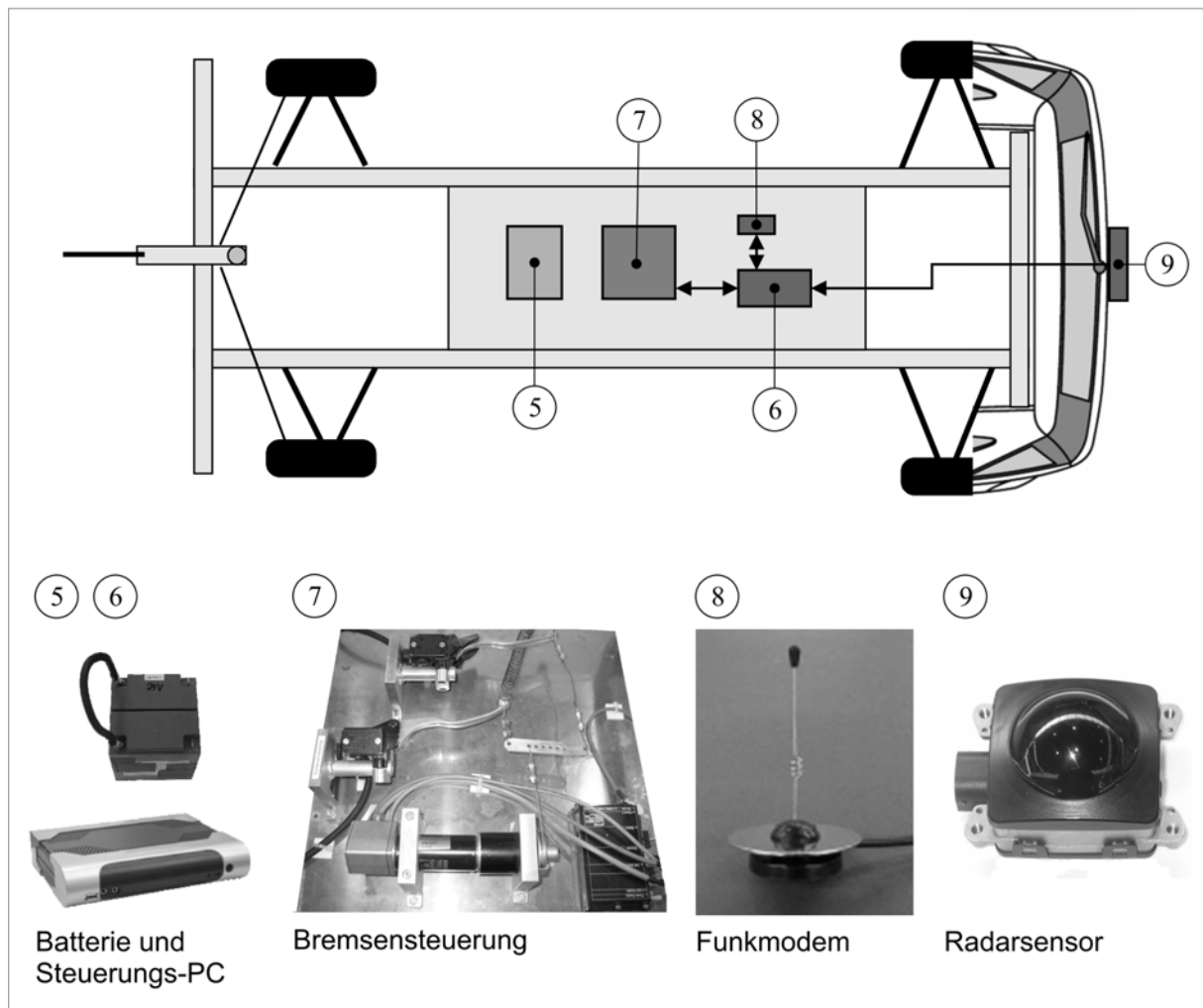


Bild 4: Aufbau und Komponenten EVITA

### 3.4 Versuchsablauf

Im Ausgangszustand ist der Anhänger hinter dem Zugfahrzeug kurzgekoppelt. Befindet sich ein Fahrzeug (target object oder relevant target) hinter dem Anhänger, kann das Gesamtsystem für eine Versuchsdurchführung aktiviert werden. Ein Befehl des Bedieners im Zugfahrzeug öffnet die Bremse der Seilwinde und schließt die Scheibenbremsen des Anhängers. Das Zugfahrzeug fährt während dieses Vorgangs mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Durch das Bremsen von EVITA wickelt sich das Seil der Winde ab. Während der Anhänger verzögert, berechnet die Verarbeitungseinheit des Abstandssensors permanent die time-to-collision (ttc). Die ttc ist ein aus Abstand, Relativgeschwindigkeit und Relativbeschleunigung gebildetes Kriterium. Unterschreitet die ttc einen festgelegten Wert, schließt die Seilwindenbremse im Zugfahrzeug. Der Anhänger beschleunigt dann auf das mit

konstanter Ausgangsgeschwindigkeit fahrende Zugfahrzeug. Die Beschleunigung des Anhängers beträgt dabei bis zu  $30 \text{ m/s}^2$ .

Die Positionierbremse ermöglicht ein Einbremsen des 50 Meter langen Seils mit der definierten Kraft von 5000 N. Das Seil hat einen Durchmesser von 5 mm. Windendrehzahl und Seillänge werden durch einen Sensor an der Winde überprüft. Wird die Grenzdrehzahl von  $1500 \text{ min}^{-1}$  überschritten, schließt die Windenbremse. Die Differenzgeschwindigkeit beträgt in diesem Fall 15 m/s. Bei einer Seillänge von 35 m wird die Windenbremse ebenfalls geschlossen. Wird von der Verarbeitungseinheit des Sensor kein relevantes Zielfahrzeug erkannt, so wird die Seilwindenbremse geschlossen. Nach der Beendigung des Versuchs wird das gesamte Gespann bis zum Stillstand abgebremst. EVITA bremst automatisch. Mithilfe des Elektromotors an der Seilwinde wird der Anhänger wieder eingeholt, bis der kurzgekoppelte Zustand erreicht ist.

### 3.5 Leistungsdaten

Die im Hinblick auf eine Kollision relevanten Leistungsdaten von EVITA zeigt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Leistungsdaten EVITA

Maximale Differenzgeschwindigkeit zwischen auffahrendem Fahrzeug und EVITA	50 km/h
Maximale Bremsverzögerung von EVITA	$9 \text{ m/s}^2$
Kleinste ttc vor einem Versuchende	1 s
Übliche Testgeschwindigkeiten (Ausgangsgeschwindigkeit)	bis zu 80 km/h

### 4. Messkonzept im Versuchsfahrzeug

Das auffahrende Versuchsfahrzeug ist mit einem Antikollisionssystem ausgestattet. Der serienmäßige Radarsensor klassifiziert die vorausfahrende EVITA als relevantes Zielobjekt. Per Gateway und CAN-Bus werden die Objektgrößen, wie beispielsweise Abstand, Relativgeschwindigkeit und Relativbeschleunigung an einen Real-Time-Rechner übermittelt. Dieser bestimmt anhand eines Algorithmus das Kriterium ttc. Über einen zweiten Rechner mit Bedienschnittstelle werden von einem Versuchsbegleiter Einstellungen vorgenommen. Dadurch ist unter anderem die Steuerung von zu untersuchenden Mensch-Maschine-Schnittstellen bzw. Aktoren für Antikollisionssysteme möglich.

Das Fahrzeug verfügt über ein aufwendiges Messtechniksystem. Drei Kameras beobachten den Fahrer. Die erste Kamera ist auf das Vorfeld des Fahrzeugs gerichtet. Sie ermöglicht im Zusammenhang mit den Radar-Daten eine zuverlässige Interpretation der Situation. Die



zweite Kamera ist vom Kombiinstrument aus auf das Gesicht des Fahrers gerichtet. Somit ist unter anderem eine Zuordnung der Blickrichtung des Fahrers möglich. Die dritte Kamera ist auf die Pedalerie des Fahrzeugs fokussiert. Dies ermöglicht die Analyse der Fußbewegungen des Fahrers und die Bestimmung von Aktionszeiten wie beispielsweise die Umsetzzeit vom Gaspedal auf das Bremspedal. Die Wiederholungsrate für jedes der drei Einzelbilder liegt bei 20 ms. Dasselbe Messsystem zeichnet die CAN-Daten auf, sodass eine zeitliche Zuordnung von Bildern und Signalen gegeben ist. Als CAN-Daten stehen die üblichen Fahrzeugdaten wie Geschwindigkeit, Quer- und Längsbeschleunigung, Daten des vorausfahrenden Objekts, sowie Daten aus der Benutzung des Fahrzeugführers wie Lenkradwinkel, Bremspedalbetätigung und weitere zur Verfügung.

Die Abbildung 5 zeigt eine Systemübersicht des Versuchsfahrzeugs mit den Komponenten.

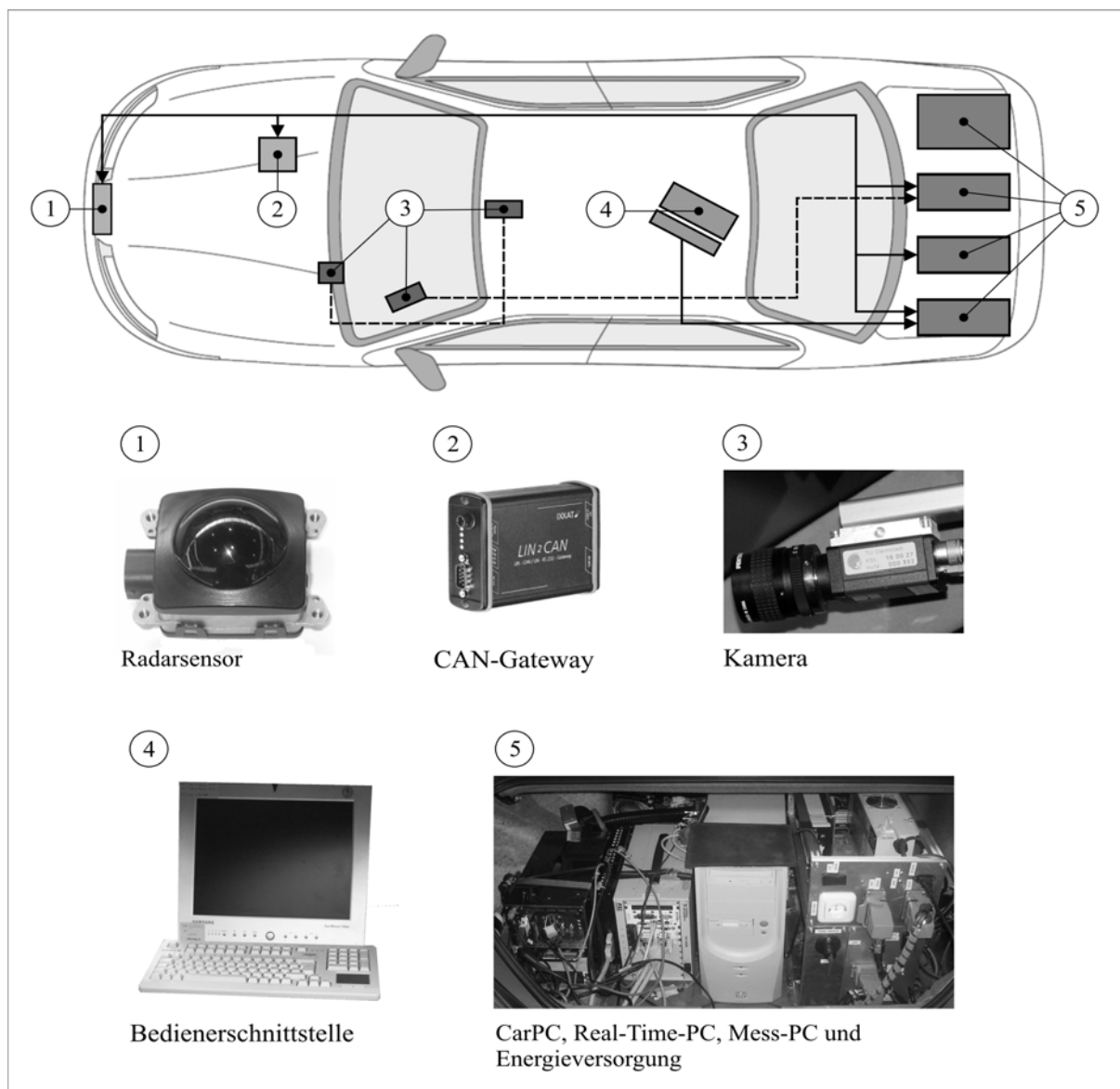


Bild 5: Aufbau und Komponenten Versuchsfahrzeug

## **6. Gefährdungen von Versuchsteilnehmern**

Zur Bestimmung potentieller Systemfehlfunktionen wurde eine FMEA durchgeführt und Maßnahmen für den sicheren Betrieb abgeleitet. Während jeder Versuchsdurchführung laufen automatisierte Sicherheitscheckroutinen ab. Wird ein Fehler erkannt, wird das System in einen sicheren und stabilen Zustand überführt. Das Sicherheitsniveau wird durch das Auslösen einer automatisierten Notbremsung im folgenden Versuchsfahrzeug und einem weiteren Bremspedal für den Versuchsbegleiter zusätzlich erhöht. Sollte eine Kollision trotz aller Vorkehrungen nicht vermieden werden können, so darf aufgrund der geringen Masse von EVITA kein Schaden für Versuchspersonen erwartet werden.

## **7. Bewertungsmethode**

Mit EVITA liegt das Werkzeug zum Erzeugen von kritischen Unfallsituationen vor. Im Folgenden wird eine der Hauptbewertungsgrößen zur Beurteilung der Güte von Antikollisionssystemen beschrieben.

### **7.1. Wirksamkeit eines Antikollisionssystems**

Bekannt ist, dass die Schwere eines Unfalls mit der beim Aufprall umzusetzenden kinetischen Energie in Zusammenhang steht. Die Formel  $E = 1/2 m v^2$  zeigt, dass bei einer Erhöhung der Aufprallgeschwindigkeit überproportional mehr Energie während einer Deformation der Kollisionspartner gewandelt werden muss. Aus diesem Grund wird als objektive Beurteilungsgröße die Verringerung der kinetischen Energie des Ego-Fahrzeugs vor dem Aufprall herangezogen. Dieses Kriterium stimmt mit dem generellen Ziel von Antikollisionssystemen überein, entweder die Aufprallgeschwindigkeit zu reduzieren oder die vollständige Vermeidung des Aufpralls zu erreichen. Je höher die Verringerung der kinetischen Energie, desto wirksamer ist das Antikollisionssystem. Damit ist der Begriff der Wirksamkeit eines Antikollisionssystems für die vorliegenden Betrachtungen definiert.

### **7.2. Probandenversuch**

Eine Erkenntnis aus In-depth-studies ist, dass viele Fahrzeugführer vor einem Auffahrunfall abgelenkt sind [7]. Deshalb werden die Probanden des auffahrenden Versuchsfahrzeugs kurz vor einer Abbremsung von EVITA mit einer Nebenaufgabe zu einer länger als 2 s dauernden Blickabwendung verleitet. Ausgelöst durch den Bediener, wird während der Blickabwendung die kritische Auffahrsituation provoziert. Der Proband wird beim Erreichen einer vordefinierten ttc-Schwelle beispielsweise von den Warnelementen des Antikollisionssystems alarmiert. Die Abbildung 6 zeigt idealisiert den Geschwindigkeitsverlauf

des Versuchsfahrzeugs über der Zeit. Erkennbar sind die Ablenkung des Probanden und die Bremsung von EVITA. Beim Erreichen der kritischen Schwelle wird beispielsweise eine Alarmierung des Fahrers ausgegeben oder ein sonstiger Eingriff. Typischerweise folgen dann eine Blickzuwendung durch den Probanden auf die Situation vor dem Ego-Fahrzeug und der Bremsbeginn.

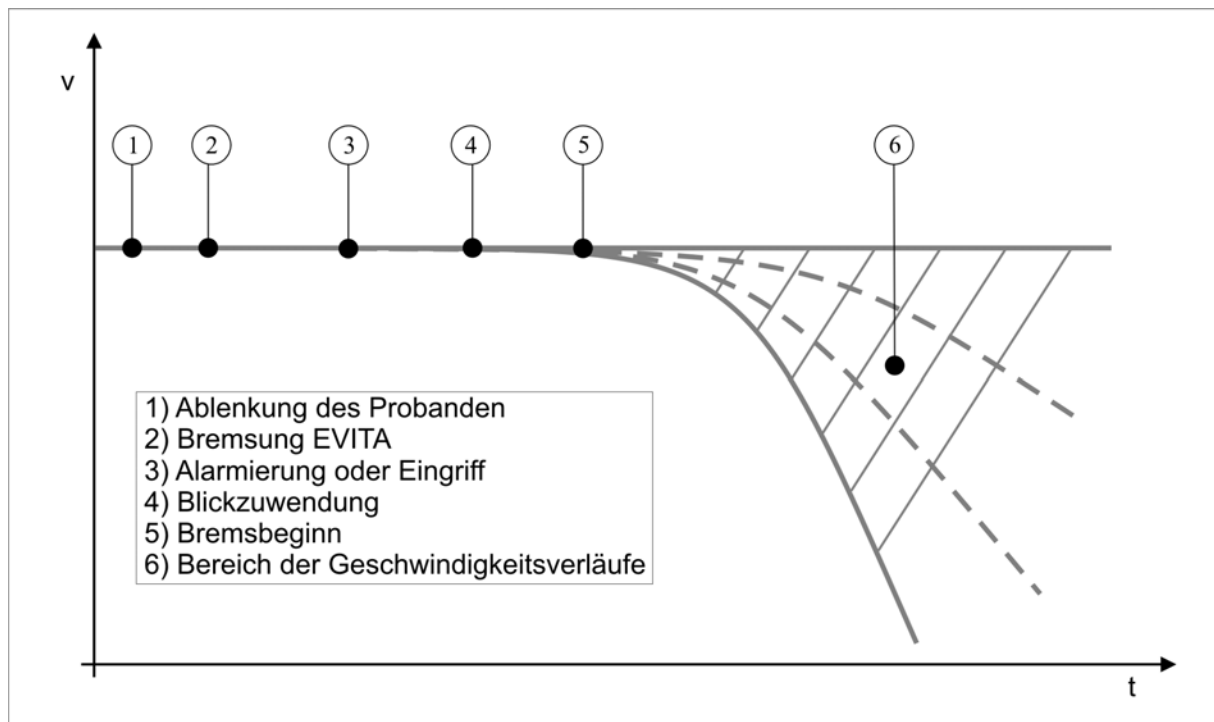


Bild 6: Idealisierter Versuchsablauf als Geschwindigkeitsverlauf über der Zeit des Versuchsfahrzeugs

### 7.3 Beurteilungszeitraum

In den durchgeführten Versuchen ist eine Streuung der Ausgangsgeschwindigkeit und des Ausgangsabstands der Fahrzeuge nicht zu vermeiden. Viele Probanden neigen zum Einstellen eines persönlichen Abstandes, der einer Standardisierung des Testverfahrens jedoch entgegenstehen kann. Die Vergabe der Ablenkungsaufgabe an den Probanden kann weitere Geschwindigkeits- und Abstandsveränderungen zur Folge haben. Aus diesem Grund passt der Bediener von EVITA Abstand und Geschwindigkeit an die Fahrweise des hinter ihm fahrenden Probanden an. Das Kontrollinstrument für den Bediener ist die Darstellung der Radarsensordaten auf der Bedienerschnittstelle.

Die genannten Effekte führen zu einer Varianz der Ausgangsgeschwindigkeit im Moment des Bremsbeginns von EVITA. In den bisherigen Probandenversuchen ergab sich eine Streuung

von etwa 8 km/h. Beim Verwenden einer quadratischen Gleichung wäre ein direkter Vergleich nicht möglich. Um trotzdem unterschiedliche Versuche miteinander zu vergleichen, wird statt der Reduktion des Geschwindigkeitsquadrates ( $v^2$ ) die Reduktion der Geschwindigkeit ( $v$ ) des Probandenfahrzeugs als Bewertungsgröße herangezogen. Die Unterschiede in den Ausgangsgeschwindigkeiten sind so gering, dass sich für die Probanden kein unterschiedliches Fahrgefühl einstellt, das zu einer Verzerrung des Gesamtbildes führen könnte.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit wird ein Beurteilungszeitraum festgesetzt. Der Zeitraum beginnt mit dem Zeitpunkt der Auslöseschwelle – beispielsweise einer Warnung – und endet zum Zeitpunkt des virtuellen ungebremsten Aufpralls auf die vorausfahrende EVITA. Der Endzeitpunkt wird in Abhängigkeit des ttc-Algorithmus und der Auslöseschwelle in einem ungebremsten Eichversuch ohne Proband bestimmt. Für eine typische Warnung mit dem Algorithmus  $ttc = v/d$  bei einer  $ttc = 3$  s beträgt der Betrachtungszeitraum 2 s. So können beispielsweise zwei Warnelemente miteinander verglichen werden. Die Ungenauigkeit des ttc-Algorithmus ist unter anderem auf eine nicht ausreichend exakt messbare beschleunigte Bewegung des vorausfahrenden Fahrzeugs zurückzuführen. Zur Bestimmung der Wirksamkeit wird die Geschwindigkeit des Probandenfahrzeugs zu Beginn und am Ende des Betrachtungszeitraums gemessen und die Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta v$  gebildet. Die Abbildung 7 zeigt den Beurteilungszeitraum.

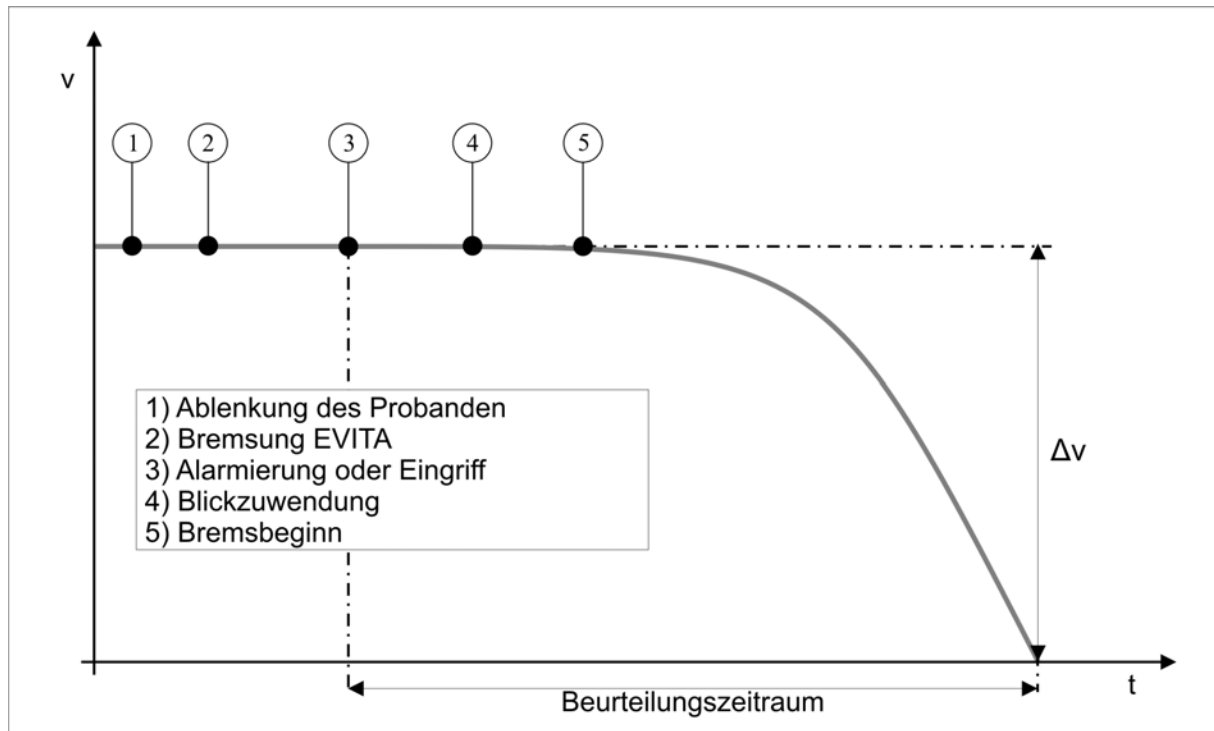


Bild 7: Idealisierter Versuchsablauf als Geschwindigkeitsverlauf über der Zeit des Versuchsfahrzeugs mit Beurteilungszeitraum und Geschwindigkeitsdifferenz

#### 7.4 Vergleiche von Antikollisionssystemen

Das einheitliche Bewertungsverfahren ist Grundlage beispielsweise für den Vergleich zweier Warnelemente für die Fahreralarmierung in Notbremssituationen. In der Praxis sind mit einem zweigeteilten Kollektiv von Probanden Testfahrten mit den Warnelementen A und B durchzuführen. Der Vergleich der über alle Probanden gemittelten Geschwindigkeitsreduktionen im Beurteilungszeitraum gibt die Wirksamkeit der beiden Warnelemente wieder.

Eine Beurteilung der absoluten Wirkung eines Antikollisionssystems ist durch die Verwendung einer sog. Baseline zu erreichen. Dabei wird ein Teil des Probandenkollektivs ohne einen Eingriff des Antikollisionssystems mit der kritischen Situation konfrontiert. Bei einer ausreichend hohen Anzahl von Probanden wird neben der Güte der Ablenkung im Wesentlichen der Anteil der zum Auffahrunfall neigenden Probanden ermittelt.

Für die Bewertung der Wirksamkeit des Antikollisionssystems ist nur der erste Versuch des Probanden zu interpretieren. Bei allen weiteren Versuchen hat der Proband trotz einer lückenhaften Vorinformation den eigentlichen Versuchszweck verstanden, er gilt als voreingenommen. Der Bewertung der Akzeptanz durch den Fahrer kommt bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen mittlerweile eine große Beachtung zu [z.B. 8]. Die

weiteren Versuche eignen sich zum Erzeugen weiterer Erkenntnisse, wie etwa der Umgang bei Fehlwarnungen oder die vergleichende Probandeneinschätzungen anderer Warnelemente. Die Einschätzung von Probanden zur erlebten Situation und zur Bewertung von Fahrerwarnelementen wird mit Fragebögen abgefragt. Mit der Auswertung dieser Fragebögen werden Hinweise zur Gestaltung von Fahrerwarnelementen gezogen.

## **8. Ergebnisse**

Es wurden erste Tests mit einer Anzahl von 45 Probanden durchgeführt. Für die Übertragung der Erkenntnisse auf die Realität kommt der Evaluierung des Versuchsaufbaus eine große Bedeutung zu. Die Auswertung der Versuche zeigt, dass sich bei gewöhnlicher Folgefahrt keine Auffälligkeiten im Fahrverhalten der Probanden erkennen lassen, die auf den Versuchsaufbau zurück zu führen sind. Bestätigt wird diese Erkenntnis durch die per Fragebögen erhobene Einschätzung der Probanden. Somit ist das Ziel, keine negative Beeinflussung der Probanden durch den Versuchsaufbau zu erhalten, erreicht.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit von warnenden Antikollisionssystemen wurde jeweils das erste Kollisionsmanöver ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen eine grundsätzliche Möglichkeit der Unterscheidung zweier Warnelemente A und B in Bezug auf die Reduktion der Geschwindigkeit. In den anstehenden umfangreichen Hauptversuchen gilt es, diese Erkenntnis zu bestätigen.

Die durchgeführten Versuche weisen eine große Streubreite im Hinblick auf die Länge der Ablenkung des Fahrers aus. Daraus ist zu folgern, dass aufmerksame Fahrer trotz einer Zeitlücke von etwa 1 s und einer Blickabwendung nicht der Gefährdung eines Auffahrunfalls ausgesetzt werden können, da eine Notbremssituation bei kurzen Kontrollblicken erkannt wird. Diese Erkenntnis führt zu einem erhöhten Versuchsumfang mit einem vergrößerten Probandenkollektiv, da die unfallgefährdeten Fahrer erst im Fahrversuch ermittelt werden können.

## **9. Fazit und Ausblick**

Ein Konzept für eine Bewertungsmethode zur Beurteilung von Antikollisionssystemen im realen Probandenversuch wurde entwickelt und vorgeschlagen. Mit dem Bewertungswerkzeug EVITA können auch extreme Vollbremsmanöver im realen Fahrversuch bis zu einer minimalen time-to-collision von unter einer Sekunde dargestellt werden. Ein Versuchsaufbau mit diesen Möglichkeiten ist erstmals einmalig.

Es wurden Versuche mit 45 Probanden durchgeführt. Die Auswertung der Versuche zeigt die Eignung der Hauptbewertungsgröße, die Verringerung der Ego-Fahrzeuggeschwindigkeit in

einem festgesetzten Zeitintervall, auf. Zwei beispielhaft dokumentierte Warnelemente A und B führten beim Probandenkollektiv zu unterschiedlichen Wirksamkeiten.

## **10. Danksagung**

Die Autoren danken der Firma Honda R&D Deutschland GmbH für die großzügige Förderung dieses Forschungsprojekts.

## **11. Literatur**

- [1] [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- [2] König, W.: Seminarunterlagen Fahrerassistenzsysteme, TU Darmstadt, 2003
- [3] Kassaagi, Mohamed; Bouslimi, Wajih; Val, Clément; Bersac, Jean-Marc; Moessinger, Michèle; Page, Yves; Laboratory of Accidentology, Biomechanics and studies of human behavior, PSA: Effectiveness of Emergency Brake Assist in Rear-End Accident Scenarios, FISITA 2006 (F2006D062), Seiten 3,5
- [4] DaimlerChrysler, HIGHTECHREPORT, 1/2005, Seiten 56, 57
- [5] Continental Teves, ATZ System Partners 2003, Seite 30
- [6] Th. Bock, K.-H. Siedersberger, M. Zavrel, A. Breu, M. Maurer: Simulations- und Testumgebung für Fahrerassistenzsysteme, VDI-Berichte Nr. 1900, 2005
- [7] NHTSA Report 2001
- [8] Flemisch, Frank O.; Vom Fahrer zum Reiter, VDI-Berichte Nr. 1919, 2005, S. 63