

Dipl.-Ing. Uwe Ellmers
Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Untersuchung von Schutzeinrichtungen mittels selten realisierter Anprallvorgänge

1 Einleitung

Wenn von passiven Schutzeinrichtungen gesprochen wird, denken viele zunächst an die heute in Fahrzeugen eingesetzten Systeme zur Reduzierung der Unfallfolgen wie der in der Werbung und in den Medien oft genannte Airbag. Andere passive Schutzeinrichtungen, die bereits seit viel längerer Zeit dazu beitragen die Unfallfolgen zu reduzieren, werden erst dann als wesentlich angesehen, wenn sie im Falle eines Unfalls ihre Wirkung aktivieren müssen. Gemeint sind die passiven Schutzeinrichtungen an Straßen wie Stahlschutzplanken oder Betonschutzwände. Sie halten die von der Fahrbahn abkommenden Fahrzeuge auf und weisen sie ab. Dabei wird eine möglichst geringe Belastung für die Fahrzeuginsassen angestrebt. Vor allem in Mittelstreifen von Autobahnen sind Stahlschutzplanken als Trennung der Richtungsfahrbahnen für Verkehrsteilnehmer ein gewohntes Bild und tragen seit den 60er Jahren dazu bei, die Zahl der Unfälle im Gegenverkehr zu reduzieren. In den letzten Jahren werden hierfür in Deutschland auch vermehrt Betonschutzwände eingesetzt. Am Fahrbahnrand schützen die Schutzeinrichtungen Fahrzeuge vor Abstürzen und Kollisionen mit Gegenständen neben der Fahrbahn.

Die Entwicklung der heute bekannten Stahlschutzsysteme wurde im wesentlichen nach intensiven Testreihen in den Jahren 1962-1968 geleistet. Bereits damals wurde die grundlegende Wirkungsweise der heute noch eingesetzten Stahlsysteme entwickelt [1, 2]. Entscheidend für die Funktionsweise der Systeme ist das Zusammenwirken zwischen den horizontal verlaufenden Holmen, den daran angebrachten Distanzstücken und den Schutzplankenpfosten, die sich beim Anprall vom System lösen.

Die in Deutschland seit Mitte der 80er eingesetzten Betonschutzwände haben ihren Entwicklungssprung in den USA. Aufgrund der Unnachgiebigkeit der Betonschutzwände muß die Anprallenergie in

anderer Form umgewandelt werden als bei den nachgiebigen Systemen. Betonschutzwände erreichen dies durch ihr spezielles Profil - das sogenannte „New Jersey“-Profil. Es bewirkt vereinfacht dargestellt neben dem Aufsteigen des Fahrzeugs beim Anprall ein Drehmoment, das dem Drehmoment des Fahrzeugs zur Wand entgegenwirkt.

Auf dem Gebiet der Schutzeinrichtungen wird es demnächst europäisch harmonisierte Normen geben. Durch ihre Einführung, vermutlich noch in diesem Jahr, kommt es auch in Deutschland zur Veränderung der Anforderungen an Schutzeinrichtungen.

Der grundlegende Nachweis über die Funktion der Systeme wird mittels Anprallversuche geführt. Die Versuche werden jeweils an der Grundauführung der Systeme ausgeführt. Die Qualifizierung der in Deutschland nach den Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS) [3] eingesetzten Schutzeinrichtungen nach den europäischen Vorgaben ist durch die BAST in einem Forschungsprojekt des BMV erfolgt.

Darüber hinaus gibt es jedoch viele Ausführungsformen der Systeme, um sie den Gegebenheiten der Praxis anzupassen wie z.B. die Krümmung in Kurven. Die BAST hat ein weiteres Forschungsprojekt initiiert, mit dem Ziel, die wichtigsten dieser Ausführungsformen zu untersuchen und neben den grundlegenden Aussagen aus den Normversuchen weitergehende Kenntnisse über die in Deutschland eingesetzten Schutzeinrichtungen zu erlangen.

2 Europäische Normentwürfe

Die ersten, europäisch harmonisierten Normen für Schutzeinrichtungen tragen den Titel: „Rückhaltesysteme an Straßen“ [4, 5]. Neben den Bedingungen für die Durchführung der Anprallversuche legen sie die Anforderungen an die zu prüfenden Systeme fest. Insgesamt sind 6 Stufen mit gestaffelten Aufhaltevermögen entsprechend Tabelle 1 definiert.

Die beiden in einer Aufhaltstufe durchzuführenden Anprallversuche unterscheiden sich in ihrer Zielsetzung. Ein Versuch mit hoher Anprallenergie, d.h. ein Lkw oder Bus als Versuchsfahrzeug, soll das maximale Aufhaltevermögen und die seitliche, dynamische Auslenkung des Systems testen. Der zweite Versuch wird mit einem Pkw durchgeführt, an dem die Verzögerungen während des Anpralls gemessen werden.

Neben den Anprallbedingungen und deren Toleranzen sind in den Normentwürfen vor allem die Anforderungen festgeschrieben, die an das Verhalten des Systems und an das Verhalten des Versuchsfahrzeugs gestellt werden. Dabei muß das System das Aufhalten und Umlenken des anprallenden Fahrzeugs sicherstellen. Es dürfen sich keine wesentlichen Teile vom System lösen und es darf nicht brechen oder reißen. In der Wechselwirkung zwischen System und Fahrzeug sind nur in begrenztem Umfang Dreh-, Kipp- oder Nickbewegungen des Fahrzeugs erlaubt. Im besonderen darf sich das Fahrzeug nicht überschlagen oder umkippen.

Die Bewertung der Anprallschwere wird anhand von Beschleunigungen analysiert, die am Fahrzeug während des Anprallvorgangs gemessen werden. Die dabei ermittelten Kennwerte, der „Anprallschwereindex“ (ASI) und die „Theoretische Kopf-anprallgeschwindigkeit“ (THIV), werden mit vorgegebenen Grenzwerten über eine mathematische Formel ins Verhältnis gesetzt und sollen in erster Linie eine Möglichkeit des Vergleichs von verschiedenen Schutzsystemen untereinander bieten. Es wird oft versucht, aus diesen Belastungswerten auf die real zu erwartende Verletzungsschwere zu schließen. Dies ist aufgrund fehlender Vergleichsuntersuchungen kaum möglich. Sie können bestenfalls eine Abschätzung der zu erwartenden Verletzungsschwere geben. Die bisherigen Erfahrungen zeigen aber, daß der grundsätzliche Aufbau der Kennwerte - niedrige Werte bedeuten ein kleines und hohe Werte ein deutlich höheres Risiko für die Insassen - zu nachvollziehbaren Ergebnissen führt.

Bezeichnung	Aufhaltestufe	Prüfung	Anprallgeschwindigkeit [km/h]	Anprallwinkel [°]	Gesamtmasse des Fahrzeugs [kg]
Normales Aufhaltevermögen	N1	TB 31	80	20	1500
	N2	TB 32	110	20	1500
		+ TB 11	100	20	900
Höheres Aufhaltevermögen	H1	TB 42	70	15	10000
		+ TB 11	100	20	900
	H2	TB 51	70	20	13000
		+ TB 11	100	20	900
	H3	TB 61	80	20	16000
		+ TB 11	100	20	900
Sehr hohes Aufhaltevermögen	H4 a	TB 71	65	20	30000
		+ TB 11	100	20	900
	H4 b	TB 81	65	20	38000
		+ TB 11	100	20	900

Tab. 1: Aufhaltetstufen und Prüfparameter nach [5]

Die Durchführung der Versuche erfolgt mit handelsüblichen Fahrzeugen, auch unterschiedlicher Hersteller. Für den Versuch wird das zu prüfende System geradlinig auf dem Versuchsgelände installiert. Beim Versuch wird das Versuchsfahrzeug auf die erforderliche Anprallgeschwindigkeit beschleunigt und geradlinig, ohne Lenk- und Bremsvorgänge an das System geführt. Die Ladung bei Lkw- und Bus-Versuchen ist fest mit dem Fahrzeug verbunden und darf sich beim Anprallvorgang nicht vom Fahrzeug trennen, um während des gesamten Vorgangs die volle Anprallenergie wirken zu lassen.

Nach den europäischen Regeln wird ein System nur einmal geprüft. Die Prüfung erlangt durch ihre europaweite Anerkennung eine hohe Bedeutung. Dies erfordert die oben beschriebenen, vereinheitlichten Testmethoden für die Zulassungsversuche, die eine hohe Wiederholgenauigkeit und Vergleichbarkeit der Versuche gewährleisten.

3 Untersuchungen der BAST

Die Festlegungen der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Prüfbedingungen für Schutzeinrichtungen erfolgten unter dem Gesichtspunkt der Definition eines Beanspruchungstest der Systeme, sie sollen weniger das reale Unfallgeschehen widerspiegeln. Ganz bewußt wird dieser Anspruch von der Norm auch nicht erhoben, vielmehr haben die Prüfungen das Ziel der Zulassung der Systeme. Reale Anfahrten an Schutzeinrichtungen erfolgen oft unter ganz anderen Bedingungen. Dies bedeutet, daß über das Verhalten der Schutzeinrichtung - falls nicht langjährige Praxiserfahrungen vorliegen - im realen Unfallgeschehen sehr wenig bekannt ist.

Soll eine Schutzeinrichtung zum Einsatz kommen, bedarf es aufgrund der vielfältigen Anforderungen vor Ort vieler konstruktiver Anpassungen und Sonderausführungen innerhalb des Grundsystems. Genannt seien hier wechselnde Untergründe z.B. auf Brücken, Unterbrechungen der Schutzeinrichtungen in Überfahrtbereichen auf BAB, Übergänge zu anderen Systemen, Anfangs- und Endkonstruktionen sowie Kurvenbereiche. Für einige dieser Ausbildungsformen wird es eigene Teile der Norm geben, für viele aber nicht.

Auch auf der Fahrzeugseite gibt es wesentliche Unterschiede zwischen den Bedingungen im Prüfversuch und denen im realen Unfallgeschehen. In den meisten Fällen wird der Fahrer versuchen in den Ablauf durch Lenken oder Bremsen einzugrei-

fen. Dies führt zusammen mit eventuell vorangegangenen Primärereignissen, wie z.B. Fahrzeug-Fahrzeug Kollisionen, häufig zu Schleuderbewegungen des Fahrzeugs und damit zu einem nicht geradlinigen Anprall an die Schutzeinrichtung. Dies wird auch durch die Untersuchungen [6] und [7] belegt.

Nachdem die grundsätzliche Qualifizierung der Systeme aus den Richtlinien abgeschlossen ist, hat sich die BAST die Aufgabe gestellt, ebenso die häufig vorkommenden Sonderausführungen in Anprallversuchen zu untersuchen. Das dafür initiierte Forschungsprojekt besteht aus insgesamt 15 Versuchen und wird zur Zeit bearbeitet. Im folgenden sollen daraus drei Themenbereiche exemplarisch dargestellt werden.

Terminals

Zu dem Gesamtsystem einer Schutzeinrichtung gehören neben der eigentlichen Einrichtung auch deren Anfangs- und Endkonstruktion, sogenannte Terminals. Sie stellen einen wichtigen Bestandteil der Konstruktion dar, ohne daß sie jedoch ein zusätzlich in den Verkehr gebrachtes Hindernis oder eine Gefahr darstellen dürfen. Verboten sind die früher üblichen, hochstehenden Kopfenden, die eine ernste Gefahr für Insassen durch Intrusion in den Innenraum bilden können.

Bei den in Deutschland nach den RPS [3] eingesetzten Stahlschutzsystemen erfolgt die Anfangs- und Endausbildung, indem die Systeme von ihrer normalen Bauhöhe bis auf das Niveau des Bodens abgesenkt werden. Betonschutzwände werden in Anlehnung daran gleichermaßen über 12 m abgesenkt.

Die BAST hat im Rahmen des o.g. Forschungsprojektes 3 Versuche an Terminals unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt. Ziele dieser Versuche sind, den Kenntnisstand über die in Deutschland am häufigsten eingesetzten Terminals zu erweitern, die Qualitäten und Schwächen der Systeme herauszufinden und die Ergebnisse in die Arbeit in den internationalen Gremien einzubringen, um dort eine fundierte Position vertreten zu können.

Bei allen Versuchen wurden einfache Distanzschutzplanken mit einem Pfostenabstand von 2 m (EDSP 2,0) mit dazugehöriger Absenkung von 12 m als Testobjekt verwendet. Als wichtigstes Beurteilungskriterium stand das Fahrzeugverhalten bei diesen Versuchen im Vordergrund.

Zwei der Versuche wurden mit einem 900 kg schweren Opel Corsa und einer Anprallgeschwindigkeit von 80 km/h auf die Spitze des Systems durchgeführt. Ein Versuch erfolgte mit einem Anprallwinkel von 8°, der zweite mit einem seitlichen Offset von 1/4 der Fahrzeugbreite und einem Winkel von 0°. Das Fahrzeug fuhr so an das Terminal, daß der aufsteigende Holm des Systems zwischen die Vorderräder kam. Die Versuche sollten zeigen, wie groß die Gefahr eines Überschlags bei diesen Bedingungen ist und welche Gefährdung für kleinere leichte Fahrzeug beim Auffahren auf die Schräge besteht.

Beim Anprallvorgang steigt das Fahrzeug kurz nach dem Kontakt mit dem aufsteigenden Holm in die Luft und landet auf dem System. Das System wird dabei wenig verformt. Das Fahrzeug rutscht schräg geneigt auf dem System weiter und verliert wenig von seiner ursprünglichen Energie, da es lediglich mit den Abstandhaltern der EDSP in stärkeren Kontakt kommt. Insgesamt ist dieser Zustand nicht als kritisch zu bewerten.

Beim dritten Versuch wurde ein BMW 520 unter einem Winkel von 20° mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h seitlich gegen die Absenkung gefahren. Untersucht werden sollte die Fähigkeit des Terminals einen Pkw bereits in diesem Bereich des vom Boden bis zur Höhe von 75 cm aufsteigenden Holms aufzuhalten.

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuchs lassen den positiven Schluß zu, daß bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h nur eine geringe Gefahr des Überschlags besteht und ein schwerer Pkw bereits im Absenkungsbereich aufgehalten wird.

Unterfahrung von Schutzplanken

Eine völlig andere Thematik wurde in einem weiteren Anprallversuch untersucht.

Die Festlegung der Höhe der Stahlschutzplankenholme über der Fahrbahnoberkante von 75 cm bildet einen Kompromiß zwischen den unterschiedlichen Anforderungen, die im Anprallfall aufgrund der verschiedenartigen Fahrzeugtypen an die Schutzsysteme gestellt werden. Das Spektrum der Anforderungen reicht von Doppeldeckerbussen mit ihrem hohen Schwerpunkt bis zu kleinen Pkw. Eine besondere Anforderung bilden Sportwagen, die oft eine flache Frontstruktur besitzen. Hier besteht die Gefahr, daß diese Fahrzeuge die Schutzplanke



Bild 1: Vergleich der Frontstruktur verschiedener nicht repräsentativer Fahrzeugtypen (Foto: Lukas; 96-40-12)

unterfahren. Dies ist in Unfallberichten vereinzelt bereits dargestellt worden [8].

Um auch zu dieser speziellen Problematik die Kenntnisse zu vervollständigen und fundiertere Aussagen treffen zu können, hat die BASt diesen Sonderfall genauer untersucht. Dazu wurde eine Versuchskonstellation gewählt, die kritische Voraussetzungen für das Erreichen des gesteckten Ziels darstellt, um bei positivem Versuchsausgang leichter Rückschlüsse auf weniger kritische Systeme ziehen zu können.

Die untersuchte Schutzeinrichtung, eine doppelte Distanzschutzplanke mit 4 m Pfostenabstand (DDSP 4,0), wird in Überfahrtbereichen auf BAB eingesetzt. Dort werden Systeme verwendet, die zur Einrichtung von Arbeitsstellen mit geringem Zeitaufwand demontiert werden können. Die Schutzplankenpfosten sind hier nicht in den Boden gerammt, sondern lediglich in Rohrhülsen gesteckt. Falls die Gefahr des Anhebens der Schutzplanke beim Anprall grundsätzlich besteht, begünstigt diese Art der Installation dieses Verhalten. Als Versuchsfahrzeug wurde ein Porsche 924 gewählt, der die Pkw-Art mit einer flachen Front-

struktur repräsentiert. Die Anprallgeschwindigkeit betrug 100 km/h, der Anprallwinkel 20°.

Das Verhalten des Versuchsfahrzeugs ähnelt im wesentlichen dem Verhalten der „normalen“ Pkw bei den Versuchen zur Qualifizierung des Grundsystems. Das Fahrzeug wurde aufgehalten und umgelenkt. Durch den heftigen Kontakt des Fahrzeugs mit den Pfosten wurde das linke Vorderrad vollständig vom Fahrzeug abgetrennt. Die durchaus vorhandene vertikale Kraftkomponente zeigte sich deutlich an einem nahezu komplett aus der Hülsen gezogenen Pfosten. Trotzdem konnte keine Tendenz des Fahrzeugs, die Schutzplanke zu unterfahren, festgestellt werden.



Bild 2: Anprallversuch entsprechend der Prüfung TB 11 mit Porsche 924 an einer Stahlschutzplanke (Foto: Lukas; 96-43-5)



Bild 3: Anprallvorgang entsprechend Prüfung TB 11 mit 10° Anprallwinkel mit einem Opel Corsa an einer Betonschutzwand (Foto: Lukas; 96-349-6)

Anprall an eine Betonschutzwand unter spitzen Winkel

Betonschutzwände werden an Stellen eingesetzt, an denen eine hohe Durchbruchssicherheit für schwere Lkw und Busse gefordert wird. Der Anprall an eine Betonschutzwand kann für Pkw-Insassen bei ungünstigen Anprallbedingungen (hohe Geschwindigkeit, stumpfer Winkel) heftig und damit körperlich belastend sein. Diese Aussage wird durch den bereits durchgeführten Anprallversuch zur Qualifizierung des Systems nach den europäischen Normen bestätigt. Der gemessene Kennwert (ASI = 1,5) für die Anprallschwere liegt außerhalb der durch die Norm vorgegebenen Grenze in der Stufe B von ASI (1,4. Der Anprallversuch wurde mit einem Opel Corsa als Versuchsfahrzeug und entsprechend den Bedingungen der Prüfung TB 11 aus Tabelle 1 realisiert. Der gewählte Anprallwinkel von 20° liegt deutlich über den aus Unfallanalysen ermittelten Winkeln, die eine Häufung bei 8-12° aufweisen [6, 7].

Bislang gibt es keine verlässlichen Korrelationen zwischen den Anprallparametern und den Anprallschwerekennwerten, so daß eine Abschätzung des ASI bei geringerem Anprallwinkel nur sehr begrenzt möglich und die Aussagekraft gering ist. Die BAST hat sich daraufhin entschlossen, einen zweiten Pkw-Anprallversuch an die selbe Betonschutzwand mit einem veränderten Anprallwinkel durchzuführen. Bei diesem Versuch wurde der Winkel auf 10° gegenüber 20° beim Qualifizierungsversuch reduziert. Alle anderen Anprallparameter, Fahrzeug und Geschwindigkeit wurden entsprechend des ersten Versuchs gewählt. Ziel dieses Versuchs war die Ermittlung der Kennwerte für die Anprallschwere unter diesen Bedingungen und der Vergleich zu den Kennwerten anderer Versuche.

Nach dem ersten Kontakt zwischen Fahrzeug und Betonschutzwand, verformt sich das Fahrzeug im vorderen Bereich und steigt bis zu einer Höhe von etwa 50 cm auf. Alle vier Räder heben ab und das Fahrzeug fliegt parallel zur Wand einige Meter in der Luft. Es landet parallel zur Systemlängsachse und rollt dann aus. Dieser Verlauf ähnelt sehr stark dem Ausgang des 20°-Versuchs. Lediglich das Maß des Aufsteigens, die Flugstrecke und die Härte des anschließenden Aufpralls auf der Versuchsfläche sowie die Verformungen am Fahrzeug sind geringer.

Die Auswertung der Meßwerte ergab eine deutliche Verringerung der Belastung. Wurde die im Norm-

versuch definierte Grenze der Stufe B noch überschritten, so lagen sie bei dem Versuch mit ASI = 0,6 deutlich unterhalb der Grenze der Anprallschwerstufe A (ASI (1). Dieses auch für Experten überraschende Ergebnis läßt die Erwartung zu, daß die Belastung der Insassen beim Anprall an Betonschutzwände im realen Unfallgeschehen innerhalb vertretbarer Grenzen liegen wird. Bestätigt wird diese Aussage auch durch eine Prüfung an einer mobilen Betonschutzwand, die unter den Bedingungen Winkel 8°, Geschwindigkeit 80 km/h, Fahrzeug BMW 520 durchgeführt wurde. Im Versuch ergab sich eine seitliche Verschiebung der Wand von 13 cm und ein Anprallschwerekennwert ASI = 0,2.

Beispielhaft werden die Kennwerte aus zwei anderen Versuchen als Vergleich zur besseren Einordnung der oben beschriebenen Ergebnisse dargestellt. Die Anprallversuche erfolgten ebenfalls unter den Bedingungen der Prüfung TB 11 mit Opel Corsa als Versuchsfahrzeuge. Bei den geprüften Systemen handelte es sich um nachgiebige Systeme, die im Gegensatz zur Betonschutzwand seitlich nachgeben konnten. Diese Durchbiegungen betragen im ersten Versuch 81 cm und im zweiten 50 cm. Die ermittelten Kennwerte lagen beide in der Stufe A. Im ersten Versuch betrug der ASI = 0,5, im zweiten betrug der ASI = 0,7. Als weiterer Vergleichswert sei hier der ASI = 0,4 des oben beschriebenen „Porsche“-Versuchs genannt.

Die hier exemplarisch dargestellten Ergebnisse aus verschiedenen Anprallversuchen zeigen, daß die Zulassungsversuche ihre Berechtigung haben und aufgrund der einheitlichen Bedingungen Vergleiche unter den Systemen unter diesen Voraussetzungen ermöglichen. Diese Aussagen sollten aber nicht zu einer generellen und ausschließlichen Charakterisierung eines Systems führen. Wie hier auch dargestellt wurde, gibt es weitere Aspekte und Versuchsbedingungen, die für andere Situationen auch andere Schlüsse nach sich ziehen.

4 Zusammenfassung und Aussichten

Neben der Qualifizierung der Schutzeinrichtungen nach den neuen europäischen Normen, kommt der Vervollständigung der Kenntnisse über die in Deutschland eingesetzten Systeme durch reale Versuche eine große Bedeutung zu. Die von der BAST im Rahmen eines Forschungsprojektes

durchgeführten Versuche wurden unter Bedingungen durchgeführt, die bislang selten durch Anprallvorgänge untersucht worden sind. Die Ergebnisse dieser zusätzlich zu den Zulassungsversuchen durchgeführten Untersuchungen dienen den Anwendern, um fundierte Kenntnisse über die von ihnen eingesetzten Systeme zu erhalten und den Verwaltungen, um die Richtlinien mit den Leistungsmerkmalen der Systeme abzustimmen.

Speziell die Ergebnisse an der Betonschutzwand mit reduziertem Winkel relativieren die Prüfergebnisse aus dem Normversuch in Bezug auf den tatsächlichen Belastungsfall im Einsatz.

Auch die bisweilen aufgebrachte Problematik des Unterfahrens einer Stahlschutzplanke konnte im Versuch trotz schwieriger Bedingungen für das System nicht festgestellt werden. Ebenso wenig war die Gefahr des Fahrzeugüberschlags beim Auffahren auf die Schräge einer Schutzplanke bei der gewählten Anprallgeschwindigkeit von 80 km/h gegeben.

Mit diesen Arbeiten sind die ersten Schritte zur Vervollständigung der Kenntnisse über die in Deutschland eingesetzten Systeme durch reale Versuche erfolgt. Dies kann nur ein erster Anstoß sein, denn im realen Unfallgeschehen sind die Möglichkeiten eines nicht gewollten, zufälligen Anpralls an Schutzeinrichtungen vielfältig. Weitere Versuche werden daher folgen müssen, um die Erkenntnisse zu vervollständigen und Lücken zu schließen.

Versuche an Terminals der Betonschutzeinrichtungen stehen noch aus, um auch bei diesen Systemen gesicherte Erkenntnisse zu erhalten und abzuschätzen, ob eine Übertragung der Ergebnisse von Anprallversuchen an Stahlsystemen richtig und praxisgerecht ist.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die hier dargestellten Versuche Einzelereignisse repräsentieren. Die gewählten Anprallkonstellationen entsprechen kritischen Fällen. Es lassen sich aber durchaus noch andere Situationen vorstellen, die ebenso als kritisch eingeschätzt werden können und eine Berechtigung für eine Überprüfung durch Versuche hätten. Dies ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht leistbar, so daß die Erkenntnisse aus den Informationen gezogen werden müssen, die verfügbar sind.

5 Literatur

- [1] „Durchführung von Anfahrversuchen an Leitplanken zur Erzielung einer möglichst hohen Verkehrssicherheit an Bundesfernstraßen“, Heft 42 Straßenbau und Verkehrstechnik 1965
- [2] „Anfahrversuche an Leitplanken“; Forschungsauftrag 3.55 des Innenministeriums Baden-Württemberg, Stuttgart Juli 1969
- [3] „Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen“ RPS, Ausgabe 1989
- [4] prEN 1317-1 „Road Restraint Systems; Terminology and general criteria for test methods“; European Committee for Standardization, Brussels 1996
- [5] prEN 1317-2 „Road Restraint Systems; Performance classes, impact test acceptance criteria, test methods“; European Committee for Standardization, Brussels 1996
- [6] „Schutzeinrichtungen an Straßen“ Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen; Verkehrstechnik Heft V 6; Oktober 1993
- [7] FP 2.9500 „Erhebungen am Unfallort - Auswertung von Unfällen an Schutzeinrichtungen“; Medizinische Hochschule Hannover; April 1993
- [8] „Kompatibilitätsprobleme bei Kollisionen moderner Pkw mit Schutzplanken - Fallbeispiele aus der Unfallforschung“ B. Lorenz, R. Lutz, F. Schüler; Tagungsband „Crash-Tech 96“ TÜV Akademie 15. und 16. Oktober 1996 in München