

# Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

Walter Bossert, dipl. Ing. HTL, Bürkel Baumann Schuler, Winterthur  
Martin Stauber, dipl. Ing. ETH, Bürkel Baumann Schuler, Winterthur

*Der Anprall von Fahrzeugen an Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung beschäftigt die Strasseneigentümer seit langem. Es ist ein Widerspruch, dass für die Sicherheit und den Komfort der Strassenbenützer Signale, Notrufsäulen, Beleuchtungskandelaber und weitere Elemente der Strassenausrüstung aufgestellt werden, die in Bezug auf die passive Sicherheit gefährliche Hindernisse am Strassenrand darstellen können. Seit langer Zeit sind deshalb unter anderem in den USA umfahrbare Stützen von Signalen und Beleuchtungsmasten mit «break-away»- oder «slip-base»-Konstruktionen ausgeführt worden.*

*Der nachfolgende Artikel steht in Zusammenhang mit der in der 72. Lieferung publizierten Norm SN 640 569.*

Prüfverfahren [3], bearbeitet. Diese ist in der Schweiz im Januar 2001 als SN EN publiziert worden. Da die SN EN lediglich Leistungsklassen und Prüfvorschriften enthält, musste durch den VSS eine Projektierungsnorm zum Einsatz und zur Wahl von umfahrbaren Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung geschaffen werden.

Bei der Vorbereitung der SN war vor allem zu berücksichtigen, dass sich diese nicht auf ein definiertes Bau-

Mitte der Siebzigerjahre wurde in Deutschland die systematische Entwicklung und Prüfung von umfahrbaren Signalen, Notrufsäulen und Beleuchtungskandelabern angegangen. Primäres Ziel war die Entwicklung von Ständern aus Fachwerk aus dünnwandigen Stahlrohren, die beim Anprall mit einem vergleichsweise geringen Energieeintrag so stark deformiert werden, dass die Stabilität der Konstruktion auf einen geringen Wert absinkt und vom Fahrzeug umgefahren werden kann. Nachdem die Einführung dieser Konstruktionen in Deutschland positive Auswirkungen auf die Unfallschwere gezeigt hatte, beantragte das Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft im Jahre 1987 beim Bundesamt für Strassen den Einsatz solcher Signalständer und liess in der Folge Anpralltests an Fachwerkständern durchführen. Die Ergebnisse der Tests waren dermassen überzeugend, dass das Bundesamt für Strassen am 24. August 1988 in einem Schreiben den Chefs der kantonalen Autobahnbüros die Einführung dieser Signalständerkonstruktion empfahl.

Auf Anregung von Vertretern aus Schweden, Norwegen und Finnland wurde in den Neunzigerjahren durch das Technische Komitee CEN TC 226, Strassenausrüstung, die EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung, Anforderungen und



1: Erstes Signal in der Schweiz mit Fachwerkständer, mit Schäden nach einem Anprall eines PW mit geringer Geschwindigkeit.

*Premier signal en Suisse doté d'un support de treillis, endommagé après une collision d'une voiture automobile dont la vitesse était modérée.*

## **Sécurité passive des constructions porteuses d'un équipement routier**

*L'impact des véhicules sur les constructions porteuses d'un équipement routier préoccupe les propriétaires de la route depuis longtemps déjà. C'est paradoxal d'aménager des signaux, des postes d'appel d'urgence, des candélabres d'éclairage et autres éléments infrastructurels pour augmenter la sécurité routière des usagers, alors qu'en ce qui concerne la sécurité passive, ces éléments, situés en bordure de la chaussée, constituent des obstacles dangereux. C'est d'ailleurs pourquoi, aux USA, on a depuis longtemps déjà adopté des poteaux de signalisation et d'éclairage renversables dotés d'une construction «break-away» ou «slip base».*

*L'article suivant fait référence à la 72<sup>e</sup> livraison de la norme publiée, SNS 640 569.*

produkt bezieht, sondern auf sehr unterschiedliche Elemente der Strassenausrüstung, die im Strassenraum angeordnet werden. Im Januar 2002 erschien die Projektierungsnorm mit der Bezeichnung SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung [2]. Die Begleitung der Bearbeitung erfolgte durch die VSS-Expertenkommission 2.10, Passive Sicherheit im Strassenraum. Im Folgenden werden die massgebenden Aspekte der passiven Sicherheit der Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung behandelt.

### Übersicht

Die Verkehrssicherheit von Strassen ist primär durch die aktive Sicherheit zu gewährleisten. Subsidiär sind unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Angemessenheit Massnahmen der passiven Sicherheit vorzusehen. Im Vordergrund stehen dabei die folgenden Massnahmen für den Raum neben der Strasse:

- Verhindern oder Beseitigen von gefährlichen Hindernissen und Geländeprofilierungen
- Einsatz von vergleichsweise weichen oder umfahrbaren statt steifen Konstruktionen
- Anordnung von Schutzeinrichtungen (Leitschranken, Anpralldämpfer usw.)

Da zahlreiche Bauten oder Bauteile im Strassenraum nicht als umfahrbare Konstruktion ausgeführt werden können, beschränkt sich diese Bauweise auf die Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung. Im Vordergrund stehen die Tragwerke von Signalen, Beleuchtungskandelabern, Notrufsäulen sowie Steuer- und Elektroverteilkästen.

Beim Anprall von Fahrzeugen an Tragkonstruktionen, die die Anforderungen der passiven Sicherheit erfüllen, werden diese in der Regel umgefahren. Aus diesem Grund wird in diesem Bericht die Bezeichnung «umfahrbare Tragkonstruktion» verwendet.

### Funktionsweise und Ausführung von umfahrbaren Tragkonstruktionen

Zur Strassenausrüstung gehören Elemente, die sich in Form und

Funktion stark unterscheiden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die massgebenden Konstruktionen von Signalständern, Kandelabern, Masten und Signalportalen. Deren Tragkonstruktionen werden primär auf die Einwirkung von Wind bzw. auf Biegung bemessen. Im Fall einer konventionellen Ausführung mit Träger-Profilen, dickwandigen Rohren oder geschweissten Trägern ist der Widerstand des Tragwerks so gross, dass es beim Anprall eines Fahrzeugs in dieses eindringen kann. Daneben bewirkt der Anprall an solche Konstruktionen allgemein eine erhebliche Verzögerung des Fahrzeugs. Die Auswirkungen auf die Fahrzeuginsassen sind – unbeschrieben von fahrzeugeitigen passiven Sicherheitseinrichtungen wie beispielsweise Airbags – häufig gravierend. Im Fall von Tankfahrzeugen insbesondere auf Hochleistungsstrassen ist auch eine Beschädigung des Transporttanks möglich. Nachfolgend sind die gebräuchlichen Massnahmen zu Gunsten der Umfahrbarkeit zusammen mit Beispielen zusammengestellt.

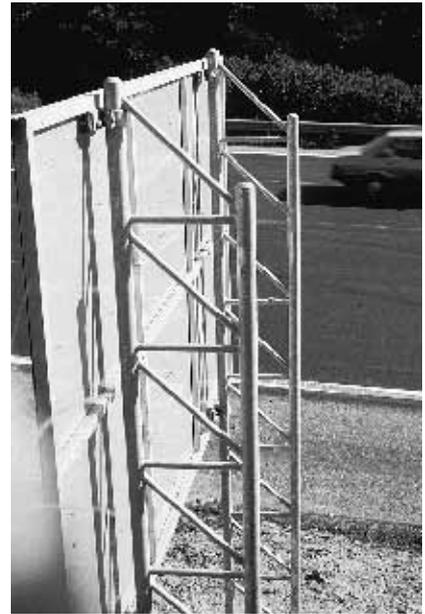
### Schwächung des Tragwiderstandes durch den Fahrzeuganprall

#### Fachwerke:

Die Schwächung kann durch die Deformation eines Gurtes aus wenig steifen Stäben eines Fachwerks erfolgen. Auf der Abbildung 1 ist die massgebende Verformung am Ständer eines Signals sichtbar. Die Abbildung 3 zeigt einen hohen umfahrbaren Beleuchtungskandelaber, der aus einem räumlichen Fachwerk besteht und auf einer Leitmauer angeordnet ist. In den skandinavischen Ländern werden gemäss der Abbildung 4 selbst Signalbrücken mit umfahrbaren räumlichen Fachwerken als Tragkonstruktion ausgeführt.

#### Einbeulende Konstruktionen:

Eine weitere vielfach bei Beleuchtungskandelabern angewandte Lösung ist der Einsatz von dünnwandigen Hohlprofilen, die beim Fahrzeuganprall eingebeult werden und damit ihre Biegesteifigkeit weitgehend einbüßen. Die Abbildung 6 zeigt einen Anpralltest mit einem Beleuchtungskandelaber, der aus einem Stahlrohr mit achteckigem



2: Fachwerkständer eines Signals, Deutschland.  
*Support de treillis pour un signal, en Allemagne.*



3: Beleuchtungskandelaber aus einem Raumbachwerk, aufgestellt auf der Leitmauer eines Autobahnmittelstreifens, Schweden.  
*Candélabre d'éclairage constitué d'un treillis à trois dimensions, placé sur le parapet de sécurité d'un terre-plein central autoroutier, en Suède.*



4: Signalbrücke aus einem Raumfachwerk, Schweden.  
*Pont signalétique constitué d'un treillis à trois dimensions, en Suède.*

Querschnitt besteht [8]. Das Rohr wird beim Fahrzeuganprall kontinuierlich gefaltet und auf seiner ganzen Länge überfahren.

**Sollbruchstelle**

**Schwächung des Querschnitts:** Der Schubwiderstand der Konstruktion wird z. B. durch Einschnitte – häufig im Bereich der neutralen Faser – herabgesetzt. Die Schwächung der Biegesteifigkeit der Konstruktion erfolgt durch Abscheren der Restfläche als Folge des Fahrzeuganpralls. Die Sollbruchstelle befindet sich deshalb auf der Höhe der Einwirkung beim Anprall. Ein typisches Beispiel einer Querschnittschwächung findet sich in der Abbil-

dung 7, die eine Sollbruchstelle eines in den USA verbreiteten Signalständers mit «break-away-Konstruktion» aus Holz zeigt [7].

**Gleitfussplatte:**

Bei dieser Ausführung ist die Fussplatte der Tragkonstruktion so auf einer Fundationsplatte befestigt, dass das Tragwerk beim Fahrzeuganprall mit einer vergleichsweise kleinen Kraft weggeschoben werden kann. Gleitfussplatten sind eine kostengünstige Konstruktion mit einer sehr grossen Verbreitung unter anderem in den USA. Beispiele von Gleitfussplatten (slip-base) finden sich in den Abbildungen 9 und 10. Kombination Schwächung des Tragwiderstandes durch Fahrzeuganprall und Gleitfussplatte: Häufig ist in den skandinavischen Ländern die Kombination der Systeme Raumfachwerk und Gleitfussplatte sowohl bei Signalständern als auch bei Beleuchtungskandelabern zu finden. Diese Ausführung findet sich in der Abbildung 11.



5: Notrufsäule, einbeulende Konstruktion.  
*Poste d'appel d'urgence de construction malléable.*

**Energieabsorbierende Konstruktion:**

In der SN EN 12767 [3] werden auch Konstruktionen behandelt, bei denen daran anprallende Fahrzeuge durch Energieumwandlung vergleichsweise sanft abgebremst werden. Die Wirkung ist somit dieselbe wie bei Anpralldämpfern. Eine Energieumwandlung findet im Fall von Masten mit einbeulenden Konstruktionen statt. Für eine zur Herabsetzung der Gefährdung der Fahrzeuginsassen ausreichende Energieabsorption müssen die Konstruktionen mindestens in der Anfahrtsrichtung eine erhebliche Länge aufweisen. Spezielle auf Energieumwandlung ausgerichtete Tragkonstruktionen haben in der Praxis jedoch kaum eine Bedeutung.



6: Anprall an einen Beleuchtungskandelaber, Stahlrohr mit achteckigem Querschnitt [8].  
*Choc sur un candélabre d'éclairage constitué de tubulure d'acier à section octogonale [8].*

**Anforderungen an die umfahrbaren Tragkonstruktionen**

**Geschwindigkeitsklassen:**

Die Klasse der Geschwindigkeit ergibt sich aus der Anprallgeschwindigkeit in km/h beim Test. Für den Einsatz in der Schweiz wurden in der SN 640 569 [2] lediglich die Klassen 70 und 100 aufgenommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Konstruktionen der in der

SN EN 12767 [3] ebenfalls enthaltenen Geschwindigkeitsklasse 50 kaum eingesetzt werden.

**Kategorien der Energieabsorption:**  
In der Norm SN EN 12767 [3] finden sich die drei Kategorien der Energieabsorption HE (hoch), LE (niedrig) sowie NE (keine Energieabsorption). Wie oben dargestellt, haben energieabsorbierende Konstruktionen eine geringe Bedeutung. Für die Schweiz wurde deshalb in die SN 640 569 [2] nur die Kategorie NE übernommen.

**Insassensicherheitsstufen:**  
Die Insassensicherheitsstufen werden analog zu den Schutzeinrichtungen und Anpralldämpfern aus den Werten der Indizes ASI (Index der Auswirkung der Beschleunigung) und THIV (Theoretische Geschwindigkeit des Kopfes des Lenkers beim Anprall an die Fahrraumzelle) ermittelt. In der SN EN 12767 [3] finden sich die Stufen 1 bis 4 mit den höchsten zulässigen Indexwerten in der Stufe 1. Die Stufe 4 gilt für offensichtlich ungefährliche Tragkonstruktionen. Im Hinblick auf den Einsatz von umfahrbaren Tragkonstruktionen mit einem angemessenen Sicherheitsniveau und unter Berücksichtigung des hohen Sicherheitsstandards der in der Schweiz immatrikulierten Personenwagen wurden in die SN 640 569 [2] die Insassensicherheitsstufen 1 (ASI = 1,2; THIV = 33 km/h) sowie die Stufe 4 (kein Grenzwert für ASI; THIV = 3 km/h) übernommen. Die mit der Einführung der SN 640 569 [2] vorgenommene Einschränkung von Anforderungsklassen bzw. Kategorien und Stufen soll in der Schweiz die Entwicklung und die Herstellung von umfahrbaren Tragkonstruktionen fördern und eine kostensenkende Typisierung erreichen.

**Prüfungen**

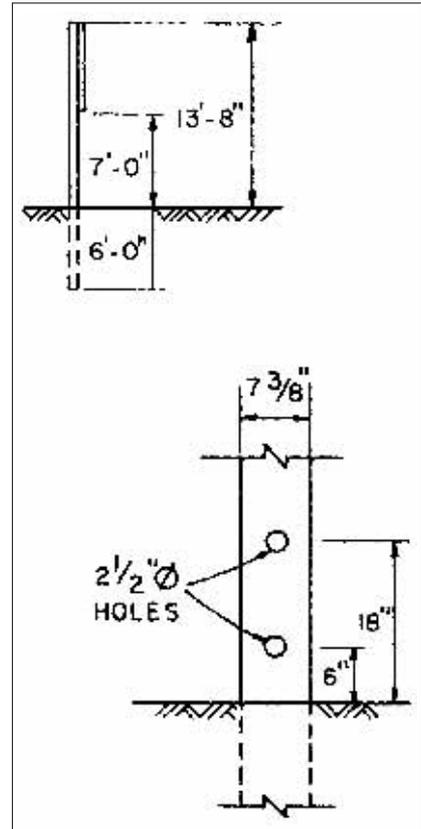
Die Prüfungen und Prüfbedingungen sind in der EN SN 12767 [3] festgelegt. Sie bestehen aus Anpralltests mit Personenwagen mit einer Masse von 900 kg und sind grundsätzlich identisch mit der Prüfung von Schutzeinrichtungen und Anpralldämpfern. Da lediglich Prüfungen mit Personenwagen durchgeführt werden, ist der Aufwand

jedoch geringer. Gemäss der SN 640 569 [2] kann für den Einsatz von umfahrbaren Tragkonstruktionen in der Schweiz auf die Zusatzprüfung zur Bestimmung der Anprallheftigkeit bei einer Geschwindigkeit von 35 km/h verzichtet werden. Es ist davon auszugehen, dass ein Anprall mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h selbst an eine steife Konstruktion keine massgebende Gefährdung von Fahrzeuginsassen darstellt.

Für die in den letzten Jahren in der Schweiz erfolgreich eingesetzten umfahrbaren Signalständer werden gemäss der SN 640 569 [2] keine Prüfungen verlangt. Diese Konstruktionen bestehen aus einem Fachwerk mit feingliedrigen Stäben. Die Ausführung ist in der Norm beschrieben.

**Einsatz und Wahl von umfahrbaren Tragkonstruktionen**

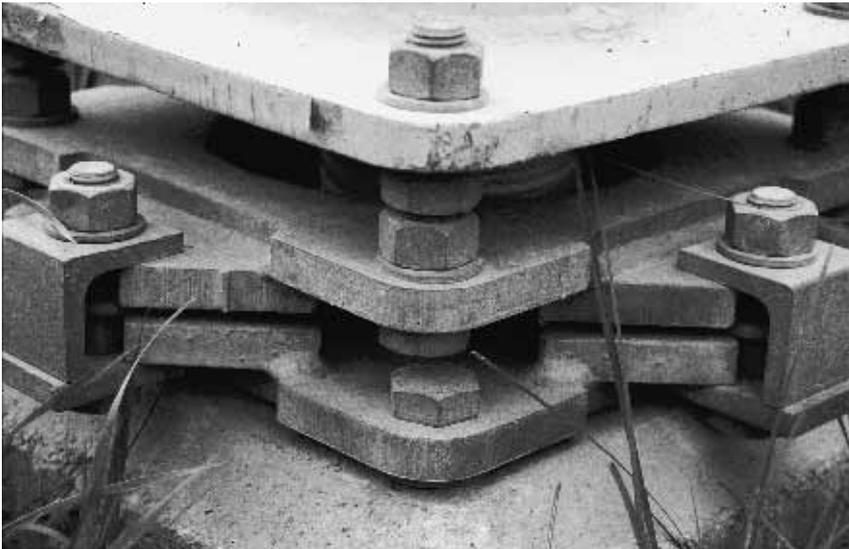
Der durch den Einsatz von umfahrbaren Tragkonstruktionen bewirkte Sicherheitszuwachs ist gemessen an den Kosten allgemein hoch. Solche Tragkonstruktionen sind deshalb an allen Stellen einzusetzen, wo anzunehmen ist, dass diese nach dem Umfahren zu keiner massgeb-



7: Signalständer aus Holz mit Schwächung des Querschnitts zur Schaffung einer Sollbruchstelle [7].  
*Poteau de signalisation en bois avec affaiblissement de la section au point de rupture sélectionné [7].*



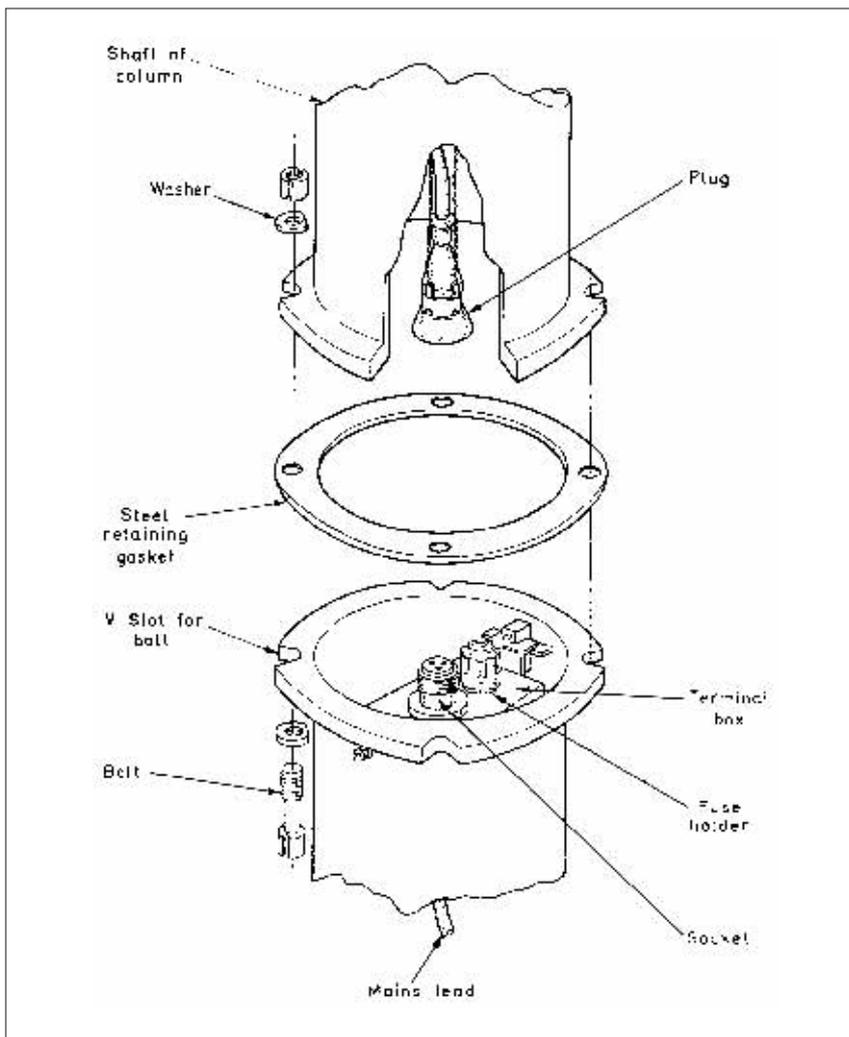
8: Signalständer gemäss Abb. 7 beim Anpralltest mit PW, 1075 kg, 92 km/h [7].  
*Poteau de signalisation semblable à la figure 7, au moment du test d'impact avec une voiture automobile de 1075 kg, lancée à 92 km/h [7].*



9: Gleitfussplatte eines Signalständers.  
 Plaque d'assise et de glissement d'un poteau de signalisation.



11: Kombination von Raumfachwerk und Gleitfussplatte.  
 Combinaison entre un treillis à trois dimensions et une plaque d'assise et de glissement.



10: Gleitfussplatte eines Beleuchtungskandelabers [6].  
 Plaque d'assise et de glissement d'un candélabre d'éclairage [6].

lichen Gefährdung von nachfolgenden Fahrzeugen oder Personen führen. Nur in sehr seltenen Fällen treten Folgeunfälle mit grösseren Personen- und Sachschäden wegen des Anpralls von Fahrzeugen an umgefahrene Tragkonstruktionen auf. Im Fall von Strassen mit einem grossen DTV ist der Einsatz von umfahrbaren Konstruktionen mit einer grossen Höhe und/oder mit über die Fahrbahn auskragenden Elementen im Hinblick auf die angegebene Gefährdung speziell zu beurteilen.

In der SN 640 569 [2] finden sich auch Hinweise zur Wahl von umfahrbaren Tragkonstruktionen. Grundsätzlich eignen sich alle Konstruktionstypen für die unterschiedlichen Einsatzbereiche. Bei der Wahl der Tragwerke ist zu berücksichtigen, dass auf Fachwerke selbst im Fall von hohen Tragwerken oder Portalen mit grossen Spannweiten nur vergleichsweise kleine Windkräfte einwirken. Räumliche Fachwerke sind zudem wegen ihrer Transparenz im Hinblick auf die architektonische Gestaltung des Strassenraums günstig. Die Abbildung 4 zeigt ein ästhetisch hervorragendes Beispiel einer Lichtsignalanlage in Schweden.

**Literaturverzeichnis**

- [1] SN 640 566, Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen.
- [2] SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung.
- [3] SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung; Anforderungen und Prüfverfahren.
- [4] Absturzsicherung für Personen sowie Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung, Forschungsauftrag 2/00, Bundesamt für Strassen, Bürkel Baumann Schuler, Zürich (2002).
- [5] Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II, Bundesanstalt für Strassenwesen, F.A. 3.028 B 74 A, Köln (1977).
- [6] Roadside Obstacles; their effects on the frequency and severity of accidents; development and evaluation of counter measures, Director of Information, OECD, Paris (1975).
- [7] Vehicular impact tests of breakaway wood supports for dual-support roadside signs, State of California, Dept. of transportation, Division of Construction, Sacramento (1981).
- [8] Pole collisions – the advantages of a soft pole, Prospektblatt der Firma AB Varmförzinkning, S-Smalandsstenar.