

Absturzsicherungen für Personen sowie Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

**Protections des personnes contre les chutes
et Sécurité passive des structures porteuses**

Bürkel Baumann Schuler, Ingenieure + Planer AG, Winterthur

P. Bürkel, dipl. Ing. ETH
W. Bossert, dipl. Ing. HTL

Forschungsauftrag 2/00 auf Antrag des
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

April 2002

Zusammenfassung

Die Fachbereiche "Absturzsicherungen für Personen" und "Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung" weisen keine unmittelbaren Beziehungen auf. Die gemeinsame Behandlung der beiden Bereiche im Rahmen dieser Forschungsarbeit erfolgte primär aus Gründen der Dringlichkeit. Die im Januar 2001 erfolgte Herausgabe der Europäischen Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren, sowie die absehbare Herausgabe der SN EN 1317-6, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 6: Geländer, bewirkten Unsicherheiten betreffend ihrer Anwendung. Mit der vorliegenden Forschungsarbeit sollten die Lücken im schweizerischen Regelwerk für das Strassenwesen im Zusammenhang mit den beiden Fachbereichen geschlossen werden. Der Forschungsbericht ist primär ein Kommentar zu den im Rahmen der Forschungsarbeit bearbeiteten zwei Projektierungsnormen, der SN 640 568, Geländer, und der SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung.

Im Bericht wird dargestellt, in welcher Beziehung die Norm SN 640 568, Geländer, zu anderen Dokumenten im Bereich Absturzsicherungen für Personen steht. Insbesondere hat die Abgrenzung des Geltungsbereichs zur ausschliesslich für den Bereich von Hochbauten und deren Zugängen gültigen Norm SN 543 358 (SIA), Geländer und Brüstungen, eine grosse Bedeutung. In der Praxis bestehen vielfältige Verhältnisse an Absturzstellen. Die Beurteilung der Notwendigkeit und der Art von Absturzsicherungen wird in der Norm ausreichend differenziert behandelt. Dies wird in diesem Bericht aufgezeigt und begründet. Mit der Norm SN 640 568 wird u.a. die technische Grundlage geschaffen, mit der in vielen Fällen z.B. Geländer ohne "übersteigungssichere" Füllungen sowie einfache Zäune eingesetzt werden können. Die Norm hat auch deshalb eine erhebliche Bedeutung in Bezug auf die Aspekte des Ortsbild- und Landschaftsschutzes sowie auf die Kosten.

Umfahrbare Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung, wie Stützen aus Fachwerk für Signale, haben seit 1988 auf Autobahnen eine immer grössere Verbreitung gefunden. Mit der Herausgabe der Norm SN EN 12767 sind die Grundlagen zur Prüfung umfahrbarer Konstruktionen geschaffen worden. Mehrere Elemente dieser Norm sind praxisfremd und leisten keinen massgeblichen Beitrag zur Erhöhung der passiven Sicherheit im Strassenraum. Der Forschungsbericht liefert Begründungen für die in der Norm SN 640 569 angegebenen Einschränkungen der Anforderungen. Daneben liefert der Bericht Informationen über die verschiedenen Ausführungen der umfahrbaren Tragkonstruktionen.

Récapitulation

Les ressorts "Protections des personnes contre les chutes" et "Sécurité passive des structures porteuses" ne présentent pas de relations directes. Le traitement simultané des deux ressorts dans le cadre de ce travail de recherche est principalement dû à l'urgence. La publication de la norme européenne SN EN 12767 "Sécurité passive des structures porteuses d'équipements routiers - Exigences et méthodes d'essai" en janvier 2001 ainsi que la prochaine publication de la SN EN 1317-6, "Dispositifs routiers de retenue. Partie 6: Garde-corps" génèrent des insécurités quant à leur application. Par le présent travail de recherche, les vides

dans la réglementation suisse concernant le domaine routier devraient être comblés. Le rapport de recherche est principalement un commentaire à deux normes, soit SN 640 568, Garde-corps, et SN 640 569, Sécurité passive des structures porteuses des équipements routiers.

Le rapport démontre les relations entre la norme SN 640 568 et d'autres documents dans le domaine de la protection des personnes contre les chutes. Une grande importance revient particulièrement à la délimitation des champs d'application entre la norme exclusivement applicable au bâtiment et à ses accès SN 543 358 (SIA), Garde-corps. Dans la pratique il existe de multiples conditions sur un lieu de chute. Dans la norme, l'évaluation de la nécessité et du type de protection contre les chutes sont traités avec assez de discernement. Ceci est démontré et justifié dans ce rapport. La norme SN 640 568 crée, entre autre, la base technique permettant dans bien des cas l'utilisation de garde-corps sans remplissage ou de simples clôtures. La norme présente de ce fait une importance considérable quant à la protection des sites et du paysage ainsi qu'au coût financier.

Depuis 1988 les structures porteuses renversables d'équipements routiers, p.ex. supports en treillis pour la signalisation verticale, ont trouvé une propagation croissante sur les autoroutes. La publication de la norme SN EN 12767 a donné les bases pour l'essai des constructions renversables. Différents éléments de cette norme ne correspondent pas à la pratique et ne présentent pas de contribution significative à la sécurité passive dans le gabarit routier. Le rapport de recherche fournit les motivations concernant les restrictions des exigences citées dans la norme SN 640 569. En outre, le rapport fournit des informations concernant les différentes conceptions des structures porteuses renversables.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Zielsetzung der Forschungsarbeit	1
1.3	Begriffe im Bereich der passiven Sicherheit im Strassenraum	2
1.3.1	Begriffe gemäss der Norm SN EN 1317-1	2
1.3.2	Begriffe gemäss den Normen SN 640 566, 640 568, 640 569	3
1.4	Übersicht über die Normen und Richtlinien im Bereich passive Sicherheit im Strassenraum	4
1.5	Beziehungen zwischen den Normen EN, SN und weiteren Dokumenten zur Passiven Sicherheit	5
2	Norm SN 640 568, Geländer	8
2.1	Inhalt und Titel der Norm	8
2.2	Rechtsgrundlagen zu Absturzsicherungen für Personen	8
2.2.1	Zusammenstellung	8
2.2.2	Geltungsbereiche der Dokumente im Bereich Absturzsicherungen für Personen	9
2.3	Zielsetzungen für die Norm	9
2.4	Beziehung Aufprallgeschwindigkeit - Verletzungsschwere	10
2.5	Kommentar zu Teilen der Norm	10
2.5.1	Zu Ziffer 1, Geltungsbereich	10
2.5.2	Zu Ziffer 5, Wirkungen von Absturzsicherungen	10
2.5.3	Zu Ziffer 7, Beurteilung der örtlichen Situation	11
2.5.4	Zu Ziffer 8, Erhöhte Anforderungen und Risiken	11
2.5.5	Zu Ziffer 9, Absturzcharakteristik	12
2.5.6	Zu Ziffer 10, Absturzhöhe	13
2.5.7	Zu Ziffer 11, Aufprallstelle	13
2.5.8	Zu Ziffer 13, Fussverkehr	13
2.5.9	Zu Ziffer 15, Einsatz von Absturzsicherungen auf Stützmauern und Brücken	14
2.5.10	Zu Ziffer 16, Einsatz von Absturzsicherungen über Steilhängen	15

2.5.11	Zu Ziffer 19.1, Typen von Absturzsicherungen, Geländer ohne Füllungen	15
2.5.12	Zu Ziffer 19.4, Typen von Absturzsicherungen, Kombination Geländer mit Leitschranke	16
2.5.13	Zu Ziffer 24, Ausführung von Geländer ohne Füllungen	17
2.5.14	Zu Ziffer 25, Ausführung von Füllungen	17
2.5.15	Zu Ziffer 27, Höhe der Fussgängerrückhaltesysteme	17
3	Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung	18
3.1	Ausgangslage	18
3.2	Bedeutung von umfahrbaren Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung	18
3.2.1	Unfallstatistik	18
3.2.2	Angaben zur Herabsetzung der Unfallschwere beim Anprall an "umfahrbare" Tragkonstruktionen	20
3.3	Konstruktionen	20
3.3.1	Stützen aus Holz	20
3.3.2	"Break-away"- Konstruktionen	22
3.3.3	Einbeulende Konstruktionen	23
3.3.4	Fachwerk	25
3.4	Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren	27
3.4.1	Geltungsbereich und Inhalt	27
3.4.2	Leistungsklassen gemäss der Norm SN EN 12767	27
3.4.3	Ungefährliche Tragkonstruktionen	29
3.5	Kommentar zu Teilen der Norm SN 640 569	29
3.5.1	Zu Ziffer 1, Geltungsbereich	29
3.5.2	Zu Ziffer 10, Anforderungen an umfahrbare Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung	30
3.5.3	Zu Ziffer 11, Prüfparameter und massgebliche Anforderungen gemäss der Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausrüstung	30

4	Auswirkungen der Normen SN 640 568 und SN 640 569	31
4.1	Norm SN 640 568, Geländer	31
4.1.1	Auswirkungen auf die Projektierung	31
4.1.2	Auswirkungen für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen	31
4.1.3	Auswirkungen für die Unterhaltsdienste	31
4.2	Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung	32
4.2.1	Auswirkungen auf die Projektierung	32
4.2.2	Auswirkungen für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen	32
4.2.3	Auswirkungen für die Unterhaltsdienste	
	Literaturhinweise	33

Anhang

- 1 Schreiben des Direktors des Bundesamtes für Strassenbau
- 2 Auszug aus dem Testbericht Anfahrversuche an Strassenschilder
- 3 Auszug aus dem Testbericht Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Seitens der CEN sind Europäische Normen herausgegeben worden oder in Vorbereitung welche die Anforderungen und Prüfbedingungen für die Strassenausrüstung (Signalständer, Beleuchtungsmasten usw.) und im Fall der Geländer auch deren Bemessung behandeln. Auf Grund des bis jetzt bekannten Standes der Normierung ist zu erwarten, dass sowohl im Fall der Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung als auch der Geländer Leistungsklassen mit hohen, eher praxisfremden und zum Teil nur beschränkt massgebenden Anforderungen festgelegt werden. Daneben sind weder in europäischen noch in schweizerischen Regelwerken Grundlagen zur Wahl und Anordnung dieser Elemente vorhanden. Dies führt bei der Projektierung in vielen Fällen zu den folgenden Problemen:

- Unsicherheiten bei der Projektierung
- In Bezug auf die Risiken vielfach unangemessene und dadurch unwirtschaftliche Lösungen
- Im Fall von Geländern Anordnung von unangemessen leistungsfähigen, teuren und bezüglich der landschaftlichen oder städtebaulichen Eingliederung ungünstigen Konstruktionen
- Im Fall der Wahl von Geländern entstehen in Ermangelung einer Alternative zur hochbaubezogenen Norm SN (SLA) 543 358, Geländer und Brüstungen [5], erhebliche rechtliche Unsicherheiten

Die Projektierenden benötigen Normen zur einfachen Beurteilung der Wahl bestimmter Elemente der Strassenausrüstung und Geländertypen sowie deren Anordnung. Die Normen haben auch das Vorgehen in Spezialfällen zu behandeln, wo die Beurteilung auf der Basis von einfachen risikoorientierten Sicherheitsplänen notwendig ist.

Mit dem Gesuch vom 20. August 1999 hat die VSS-Fachkommission 2, Planung, Projektierung, einen Forschungsauftrag beantragt, der vom Bundesamt für Strassen mit Schreiben am 19. April 2000 erteilt worden ist. Die Forschungsarbeit ist von der VSS-Expertenkommission 2.10, passive Sicherheit, begleitet worden.

1.2 Zielsetzung der Forschungsarbeit

Mit der Forschungsarbeit werden die folgenden projektierungsorientierten Normen geschaffen:

- SN 640 568, Geländer
- SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

Die beiden Normen sollen zu einem risikoorientierten und bezüglich den Kosten angemessenen Einsatz der angegebenen Elemente der Strassenausrüstung führen und die Projektierung vereinfachen. Von besonderem und allgemeinen Interesse sind Festlegungen für den Einsatz und die Wahl von Geländern an Verkehrsanlagen.

1.3 Begriffe im Bereich der passiven Sicherheit im Strassenraum

1.3.1 Begriffe gemäss der Norm SN EN 1317-1

Die Norm SN EN 1317-1, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren [6], enthält Angaben zur Terminologie und Typologie von Rückhaltesystemen. Die in der Abb. 1 gezeigte Typen-Hierarchie gemäss dieser Norm ist jedoch problematisch, weil verschiedene Elemente nicht auf Grund der an sie gestellten Anforderungen sondern auf Grund der vermuteten Verwendung eingeordnet werden. So zum Beispiel:

- Die Unterscheidung der Fahrzeugrückhaltesysteme in Brüstungen und Schutzeinrichtungen
- Die Unterscheidung der Fussgängerrückhaltesysteme in Brückengeländer und Fussgängergeländer
- Die nicht nachvollziehbare Aufnahme des Anfangs- und Endstücks einer Schutzeinrichtung als eigenständiges Fahrzeugrückhaltesystem anstatt als Teil der Schutzeinrichtung

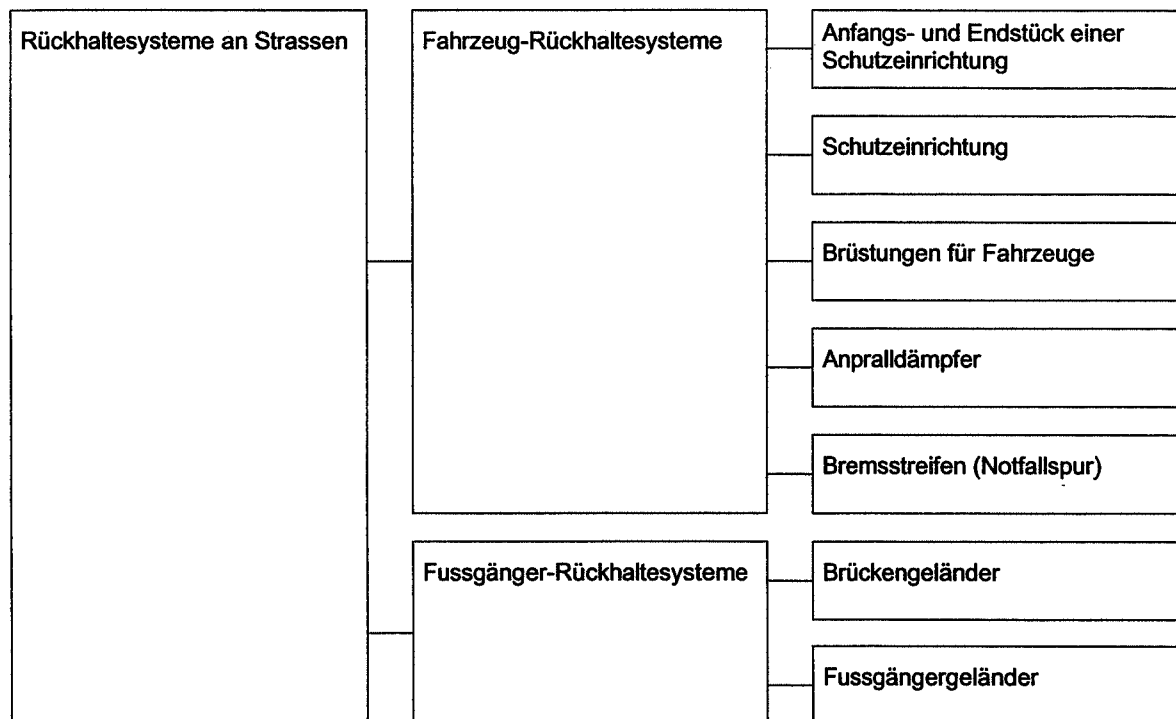


Abb. 1 Begriffe gemäss der Norm SN EN 1317-1 [6]

1.3.2 Begriffe gemäss den Normen SN 640 566, 640 568, 640 569

Die in den Normen der Gruppe "Passive Sicherheit im Strassenraum" (SN 640 566 [2], 640 568 [3], 640 569 [4]) verwendeten Begriffe zu Elementen im Zusammenhang mit der passiven Sicherheit gehen von einer anforderungsorientierten Sichtweise aus. Die Typologie ist in der Abb. 2 gezeigt.

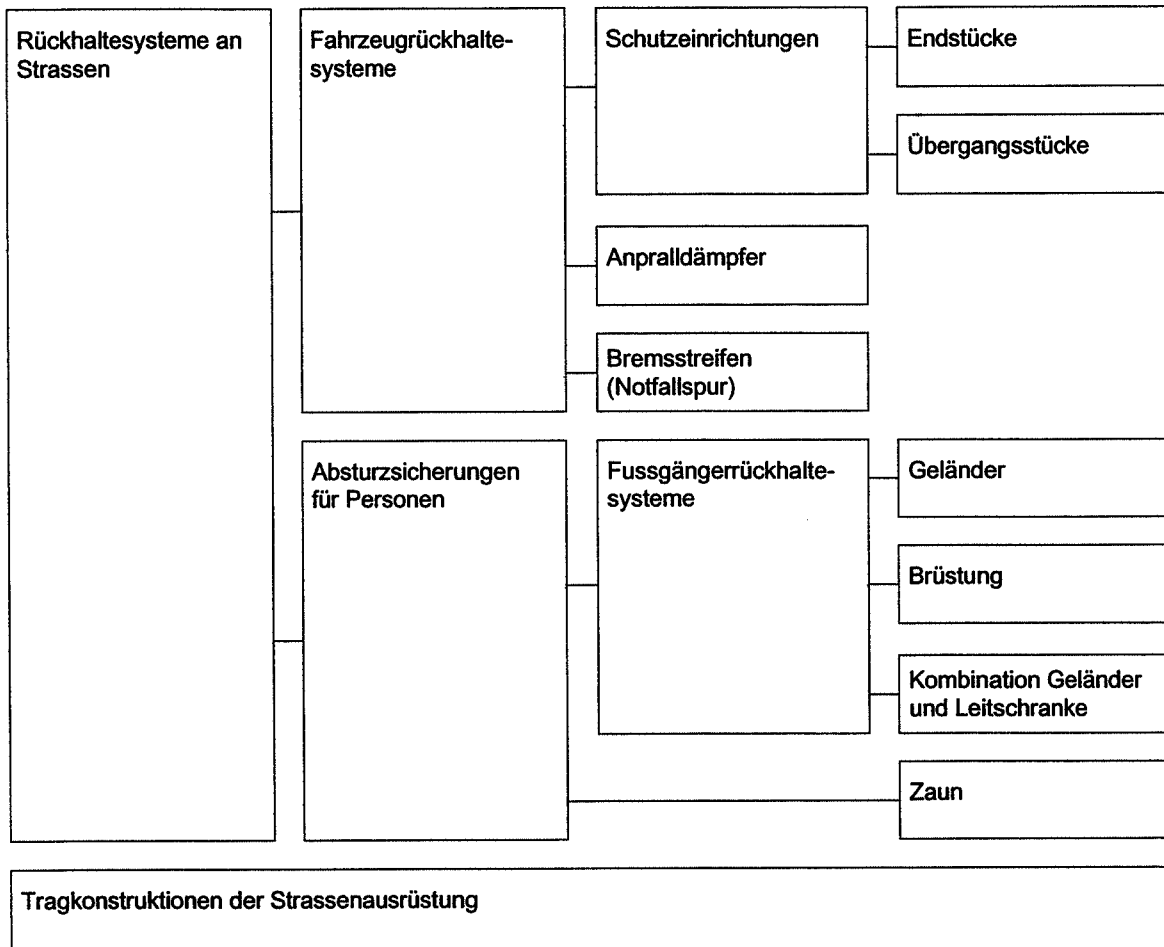


Abb. 2 Begriffe gemäss den Normen der Gruppe "Passive Sicherheit im Strassenraum", SN 640 566, 640 568, 640 569

1.4 Übersicht über die Normen und Richtlinien im Bereich passive Sicherheit im Strassenraum

Eine Übersicht über die Normen und Richtlinien im Bereich passive Sicherheit im Strassenraum mit Angaben zum Inhalt findet sich in der Tabelle 1.

Dokument	Inhalt des Dokumentes					
	Grundlagen	Einsatz	Wahl	Anordnung	Anforderungen	Ausführung
SN 640 565, Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen	X					
SN 640 566, Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen		X	X	X		
SN 640 568, Geländer	X	X	X		X	X
SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung	X	X	X	X	X	X
SN EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen					X	
SN EN 1317-3, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 3: Anpralldämpfer, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer					X	
prEN 1317-4, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 4: Endstücke und Übergänge, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren					X	
prEN 1317-6, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 6: Geländer					X	
SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren					X	
Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken, Bundesamt für Strassen						X
Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, Bundesamt für Strassen		X	X	X		
Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen von Strassenfahrzeugen auf Gleisanlagen der GD SBB		X	X	X		

Tab. 1 Inhalte der Normen und Richtlinien im Bereich passive Sicherheit im Strassenraum

1.5 Beziehungen zwischen den Normen EN, SN und weiteren Dokumenten zur Passiven Sicherheit

Die Dokumente zur Passiven Sicherheit und die Beziehungen der Dokumente untereinander sind in der Abbildung 3 dargestellt. Die Beziehungen im Einzelnen werden wie folgt charakterisiert:

◇ Norm SN 640 565, Grundlagen

Auf der obersten Stufe des Regelwerks zur Passiven Sicherheit im Strassenraum steht die Norm SN 640 565, Grundlagen [1]. Sie behandelt vor allem den konzeptionellen Bereich der Sicherheit und damit den Sicherheitsplan. Das Instrument des Sicherheitsplans ist vor allem beim Einsatz und der Wahl von Schutzeinrichtungen an Strassen mit einem mittleren und kleinen durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) sowie im Fall des Schutzes von speziellen Objekten (Brückenpfeiler usw.) von Bedeutung. Auch die Projektierung von Fahrzeugrückhaltesystemen ausser Leitschranken ist nur mit Hilfe der Norm SN 640 565, Grundlagen, bzw. eines Sicherheitsplans möglich.

In Bezug auf die Projektierung von Absturzsicherungen für Personen sowie von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung hat die Norm SN 640 565 keine massgebliche Bedeutung, werden doch die Grundlagen für die Beurteilung von Massnahmen in den beiden Normen SN 640 568, Geländer, resp. 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung, selbst behandelt. Die Beziehung wird deshalb in der Grafik nur mit unterbrochenen Linien dargestellt.

◇ Norm SN 640 566, Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen

Die Norm SN 640 566 [2] ist die massgebende Norm im Bereich Projektierung von Rückhaltesystemen an Strassen. Sie beschränkt sich auf das Fachgebiet der Passiven Sicherheit im Strassenraum. Die Norm SN 640 566 enthält die für die Projektierungspraxis unmittelbar notwendigen Elemente der Teile der Norm EN 1317 zu den Rückhaltesystemen an Strassen. Zu technischen Grundlagen im Bereich der Ausführung von Schutzeinrichtungen hat die Norm SN 640 566 lediglich eine Beziehung im Zusammenhang mit den Systemcharakteristiken bzw. den Anforderungen gemäss dem Normteil SN EN 1317-2 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen [7].

◇ Norm SN 640 568, Geländer

Zwischen der Norm SN 640 568 [3] und den andern Normen SN bestehen nur marginale Beziehungen. Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass Absturzsicherungen für Personen nur in seltenen Fällen ein Element der - im Allgemeinen auf Fahrzeuge bezogenen - passiven Sicherheit darstellen. Beziehungen zur SN 640 566 sind lediglich im Fall von Geländern des Typs "Kombination Geländer und Leitschranke" sowie bei Brüstungen vorhanden. Wie oben angeführt, ist auch die Beziehung zur SN 640 565 eher schwach.

- ◇ Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

Wie oben angeführt, besteht eine lediglich schwache Beziehung zwischen dieser Norm und der Norm SN 640 565. Die Norm enthält die Angaben über die Übernahme von Teilen der Norm SN EN 12767.

- ◇ Norm SN EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen

Zwischen der Norm SN EN 1317-2 [7], und den Normen SN 640 566 und 640 568 bestehen Beziehungen. Die Europäische Norm legt die Leistungsklassen sowie Bedingungen zur Prüfung von Schutzeinrichtungen sowie von Geländern des Typs "Kombination Geländer und Leitschranke" fest. Die massgebenden Elemente der Norm EN 1317-2 finden sich auch in der SN 640 566.

Daneben bestehen Beziehungen zu den Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken [13], in denen die Schutzeinrichtungen mit der Angabe der Leistungsklassen gemäss der Norm SN EN 1317-2 definiert sind.

- ◇ Norm SN EN 1317-3, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 3: Anpralldämpfer, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren

Zwischen der Norm SN EN 1317-3 [8] und der Norm SN 640 566 bestehen starke Beziehungen. Die Europäische Norm legt die Leistungsklassen sowie Bedingungen zur Prüfung von Anpralldämpfern fest. Die massgebenden Elemente dieser Norm SN EN finden sich auch in der Norm SN 640 566.

- ◇ prEN 1317-5, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 5: Dauerhaftigkeit und Nachweis der Konformität (in Vorbereitung)

Die Aspekte der Dauerhaftigkeit werden in den Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken [13] beschränkt auf Schutzeinrichtungen aus Stahl u.a. mit der Festlegung der Dicke der Zinkschicht geregelt. Nach dem Inkrafttreten der Norm EN 1317-5 [10] können in der Schweiz die Anforderungen bezüglich der Dauerhaftigkeit auf der Grundlage dieses Teils der EN 1317 für alle Materialien (Oberflächenschutz von Stahl, Beton, Kunststoffe usw.) festgelegt werden.

- ◇ prEN 1317-6, Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 6: Geländer (in Vorbereitung)

Diese Norm [11] ist gemäss dem heutigen Stand der Bearbeitung für die Praxis wenig geeignet. Sie enthält eine Reihe von Anforderungen, die völlig offen und teilweise widersprüchlich formuliert sind. Zwischen dieser Norm und den Normen SN zur Passiven Sicherheit bestehen keine Beziehungen, jedoch auch keine Widersprüche.

- ◇ Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren

Diese Norm [12] enthält die Angaben zu Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung wie Signale, Beleuchtungskandelaber, Notrufsäulen, Schaltschränke und sogar Briefkästen. Massgebliche Anforderungen gemäss dieser Norm sind in die Norm SN 640 569 übernommen worden.

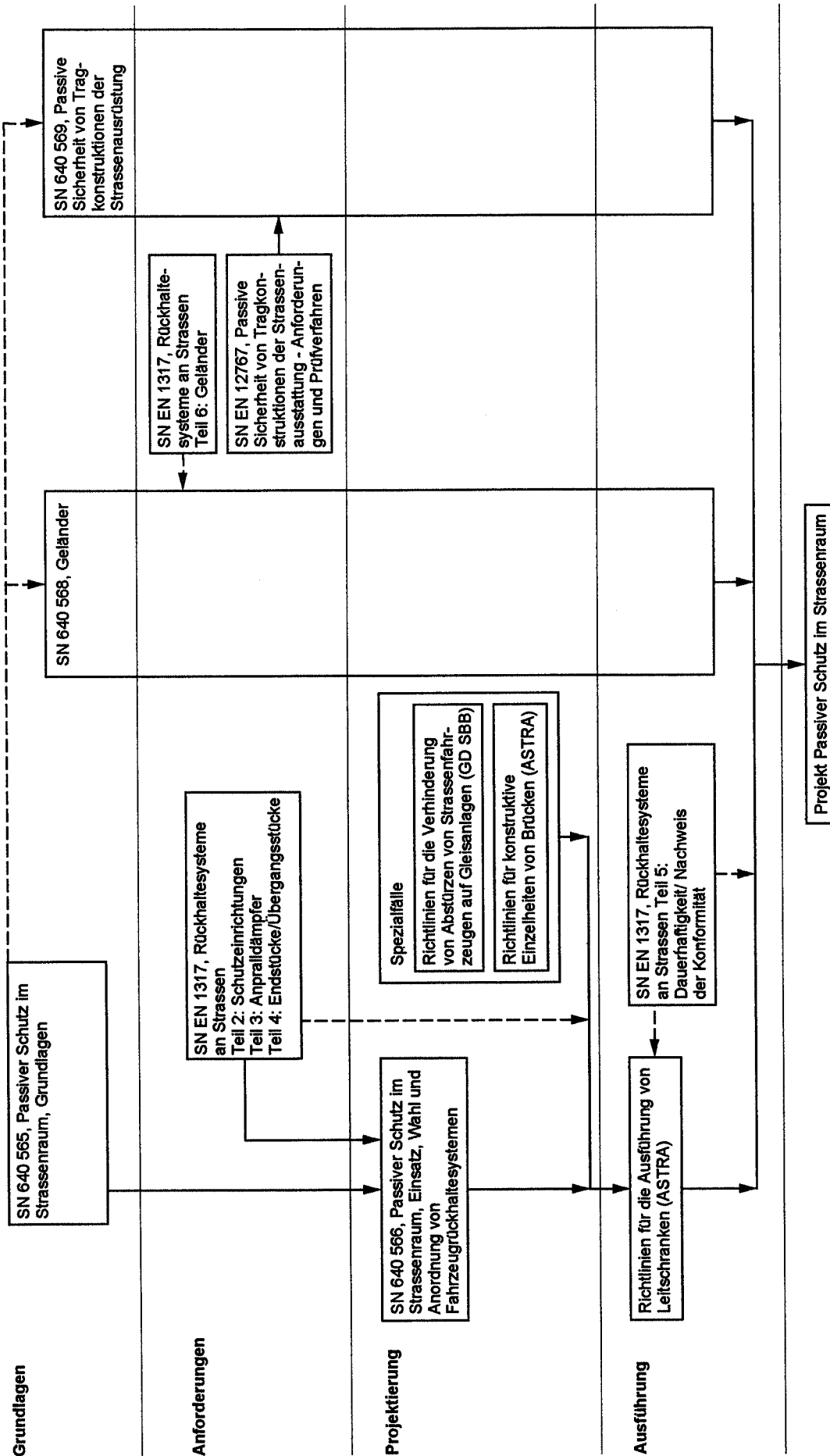


Abb. 3 Beziehungen zwischen den Normen SN, SN EN und Richtlinien

2 Norm SN 640 568, Geländer

2.1 Inhalt und Titel der Norm

Die Norm behandelt den Einsatz, die Wahl und Anordnung von Absturzsicherungen für Personen. Unter Absturzsicherungen für Personen werden, wie in der Abb. 2 gezeigt, verschiedene Vorrichtungen zum Rückhalten von Personen, wie Geländer, Brüstungen, Zäune, und Kombinationen von Geländern und Leit-schranken verstanden. Aus Gründen der Einprägsamkeit ist als Bezeichnung der Norm jedoch nicht der Oberbegriff "Absturzsicherungen für Personen" sondern der Kurztitel "Geländer" gewählt worden.

2.2 Rechtsgrundlagen zu Absturzsicherungen für Personen

2.2.1 Zusammenstellung

In der Tabelle 2 sind die für die verschiedenen Fälle massgebenden Rechtsgrundlagen dargestellt. Die aufgeführten Normen VSS und SIA sowie die Empfehlungen der SUVA und der Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL) legen die Regeln der Baukunde fest. Sie gelten primär bei neuen Bauvorhaben.

Namentlich die Normen SN 640 568 (VSS) und SN 543 358 (SIA) begründen keine unmittelbare Nachrüstpflicht bei bestehenden Anlagen und Bauten und gleich bleibender Nutzung. In Fällen, wo das Sicherheitsniveau gemäss den Normen SN 640 568 und SN 543 358 nicht eingehalten wird, muss der Werkeigentümer jedoch das Risiko beurteilen und allenfalls Massnahmen treffen, um Art. 58 OR (Haftung des Werkeigentümers) gerecht zu werden. Bei den Empfehlungen der SUVA kann von einer analogen Rechtslage ausgegangen werden.

Anlagen, Bauten	Rechtliche Grundlage				
	SN 640 568 (VSS) Geländer	SN 543 358 (SIA) Geländer und Brüstungen	Empfehlungen der SUVA	Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz	Empfehlung der BUL [15]
– Alle Kategorien von Strassen und -brücken – Wege – Plätze	X				
Hochbauten allgemein, ausser die nachfolgend aufgeführten sowie ihre Zugänge		X			
– Gewerbebetriebe – Werkhöfe			X	X	
– Industrielle Betriebe – Betriebe mit erheblicher Betriebsgefahr			X	X	
Landwirtschaftliche Betriebe					X

X Zuordnung der Rechtsgrundlage zu den Anlagen und Bauten

Tab. 2 Zusammenstellung der Rechtsgrundlagen im Zusammenhang mit Absturzsicherungen für Personen

2.2.2 Geltungsbereiche der Dokumente im Bereich Absturzsicherungen für Personen

◇ Norm SN 640 568, Geländer

Die Norm SN 640 568 gilt für alle Strassen, Wege, Plätze und Strassenbrücken.

◇ Norm SN 543 358, Geländer und Brüstungen

Die Norm SN 543 358 (SIA 358) [5] gilt im Bereich der Hochbauten und deren Zugängen wie Wohn- und Geschäftshäuser, Heime, Schulen. Im Fall von Strassen, Wegen, Plätzen und Strassenbrücken hat sie keine Gültigkeit. Diese Einschränkung ist speziell von Bedeutung in Bezug auf die Anforderungen an die Sicherheit gegenüber dem Durchfallen und Übersteigen von Geländern.

◇ Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz

Die Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz enthält die Vorschriften über den Bau und die Einrichtung von Betrieben, welche als industrielle Betriebe oder Betriebe mit erheblichen Betriebsgefahren dem Plangenehmigungsverfahren (Art. 7 und 8 des Arbeitsgesetzes) unterstellt sind. Eine wesentliche Vorschrift ist die auf 1,0 m festgelegte Mindesthöhe von Geländern und Abschränkungen. Die Verordnung gilt grundsätzlich im Fall von neuen und bestehenden Bauten.

◇ Empfehlungen der SUVA

Die Empfehlungen der SUVA [16], [17] gelten für die Bauten von Industrie- und Gewerbebetrieben sowie für Werkhöfe und Administrationsbauten.

◇ Empfehlung der Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, BUL

Die Empfehlung der Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL) [15] gilt im Bereich von landwirtschaftlich genutzten Bauten und ihrer Umgebung.

2.3 Zielsetzungen für die Norm

Die Norm soll zu einem situationsgerechten und angemessenen Sicherheitsniveau in Bezug auf Abstürze von Personen im Aussenraum führen. Sie soll für möglichst alle Fälle von potenziellen Absturzstellen an Strassen, Wegen, Plätzen und Strassenbrücken anwendbar sein. Dabei hat die Norm auf die vielfältigen Belange des Ortsbild- und des Landschaftsschutzes und auf die Aspekte der touristischen und historischen Bedeutung der Umgebung mindestens hinzuweisen. Sie hat auch zu verhindern, dass mangels einer Alternative die auf Hochbauten bezogene und vergleichsweise starre Norm 543 358 (SIA), Geländer und Brüstungen, auch im Aussenraum angewendet wird. Die Anwendung der Norm SIA 358 würde allgemein zu in Bezug auf die gestalterische Einfügung vielfach problematischen Geländern mit Staketen oder anderen Füllungen führen. Dies ungeachtet der vielfach sehr geringen jedoch oft weit überschätzten Bedeutung von Füllungen für die Sicherheit.

2.4 Beziehung Aufprallgeschwindigkeit - Verletzungsschwere

Bei der Beurteilung der Notwendigkeit von Absturzsicherungen kommt der Absturzhöhe und damit der Aufprallgeschwindigkeit eine massgebliche Bedeutung zu. Es sind der Forschungsstelle jedoch keine Untersuchungen bekannt, in denen die Beziehung zwischen der Absturzhöhe und der Schwere der Verletzungen von abgestürzten Personen behandelt werden. Die Auswertungen einzelner Ereignisse mit Personen, die aus Fenstern, von Arbeitspodesten oder über Fels- und Steilhänge abgestürzt sind ergeben ein sehr uneinheitliches Bild. Gründe dafür sind u.a.:

◇ Charakteristik der Aufprallstelle

Deformierbarkeit, Form und Neigung der Oberfläche usw.

◇ Relative Lage des auftreffenden Körpers

Das Auftreffen mit dem Kopf oder mit dem Rücken führt in der Regel zu nachhaltigeren Verletzungen als z.B. das Auftreffen mit den Füßen.

◇ Konstitution der abgestürzten Person

Es sind Fälle bekannt, wo sich vor allem ältere Personen bei einem Sturz aus einer sehr geringen Höhe erheblich verletzt haben.

In der Annahme, dass im Rahmen einer biomedizinischen Forschungsarbeit schon Falltests mit "Dummies" durchgeführt worden sind oder dass solche durchgeführt werden können, hat sich die Forschungsstelle an Herrn Prof. Dr. med. F. Walz der Arbeitsgruppe für Unfallmechanik am Institut für biomedizinische Technik der Universität und der ETH Zürich gewandt. Herr Walz hat jedoch keine Kenntnis von solchen Untersuchungen und verweist auf die Komplexität der Fragestellung.

2.5 Kommentar zu Teilen der Norm

2.5.1 Zu Ziffer 1, Geltungsbereich

In der Vernehmlassung wurde verschiedentlich auf die grosse Bedeutung einer klaren Abgrenzung zur Norm SN 543 358 (SIA), Geländer und Brüstungen, hingewiesen. In der Folge wurde nicht nur angegeben, in welchen Fällen die Norm 640 568 (VSS) gültig ist, sondern auch in welchen Fällen die Norm SN 543 358 (SIA) Gültigkeit hat. Ein solcher Hinweis ist in einer Norm nicht üblich - schien in diesem Fall jedoch zur Vermeidung von Unsicherheiten zweckmässig.

2.5.2 Zu Ziffer 5, Wirkungen von Absturzsicherungen

Für die Massnahmenplanung ist von Bedeutung, dass das Anzeigen einer Absturzstelle in vielen Fällen genügt, um das Sicherheitsniveau massgeblich und ausreichend anzuheben. Neben der Funktion als Absturzsicherung können Geländer und Zäune weitere Funktionen wie z.B. das Anzeigen des Strassenrandes für die Schneeräumung eine Bedeutung haben. Bei der Wahl und Anordnung von Absturzsicherungen sind solche Aspekte zu berücksichtigen.

2.5.3 Zu Ziffer 7, Beurteilung der örtlichen Situation

Die Umgebung von potentiellen Absturzstellen ist ausserordentlich vielfältig. Eine Norm, die den Einsatz von Absturzsicherungen für jeden Fall eindeutig festlegt, müsste sehr detailliert sein und wäre dementsprechend umfangreich. Sie müsste gezwungenermassen neben starren auch vielfach pauschalisierende Regelungen enthalten. Solche Regelungen führen nicht zu einer massgeblichen Erhöhung des Sicherheitsniveaus und können auch nicht im Interesse der Normenbenützer liegen.

Unter Berücksichtigung der Seltenheit von Abstürzen mit schweren Personenschäden wegen mangelnden, nicht zweckmässigen oder nicht ausreichend bemessenen Absturzsicherungen kann den Projektierenden für den Einbezug der örtlichen Situation bei der Beurteilung der Notwendigkeit eines Einsatzes von Absturzsicherungen ein erheblicher Ermessensspielraum zugestanden werden. Werkeigentümer und Projektierende erhalten mit der Ziffer 7 der Norm eine Möglichkeit, bei der Beurteilung der Notwendigkeit auch "weiche" Aspekte wie der architektonischen Gestaltung des Strassenraums zu berücksichtigen.

2.5.4 Zu Ziffer 8, Erhöhte Anforderungen und Risiken

Unter Ziffer 8.1 wird vergleichsweise umfangreich auf die Absturzgefährdung von Kindern eingegangen. Allgemein herrscht die Meinung, Kinder müssten - bzw. könnten - durch die Wahl von "übersteigungssicheren" Geländern vor dem Absturz geschützt werden. Grund für diese Annahme ist die Regelung gemäss der Norm SN 543 358 (SIA 358), Geländer und Brüstungen, Ziffer 3 22, Geometrische Ausbildung. Diese schreibt für das Gefährdungsbild 1, "Fehlverhalten unbeaufsichtigter Kinder" vor:

In Bauten und Anlagen, wo das Gefährdungsbild 1 massgebend ist, gelten die nachstehenden besonderen Anforderungen:

- Öffnungen in Schutzelementen dürfen bis zu einer Höhe von 0,75 m nicht so gross sein, dass eine Kugel mit 0,12 m Durchmesser durchgestossen werden kann.
- Diese Anforderung gilt auch für Öffnungen zwischen Schutzelement und angrenzenden Bauteilen mit Ausnahme der Öffnung zwischen Trittkante und Geländer.
- Bei Treppen darf der Abstand zwischen Trittkante und Geländer nicht mehr als 0,05 m betragen.
- Das Beklettern der Schutzelemente ist durch geeignete Massnahmen zu verhindern bzw. zu erschweren.

Das Gefährdungsbild 1 ist das "Fehlverhalten unbeaufsichtigter Kinder". Dieses Gefährdungsbild ist u.a. in den "Bereichen anderer Bauten, in denen unbeaufsichtigte Kinder im Vorschulalter nicht Normalbenutzer sind, wo aber die ständige Aufsicht nicht gewährleistet werden kann", anzunehmen. Diese Regelung ist offen und kann dahin interpretiert werden, dass in allen Bereichen grundsätzlich immer mit unbeaufsichtigten Kindern zu rechnen ist. Das kann dazu führen, dass Bauherren und Projektierende sicherheitshalber - und im Streitfall auch die Gerichtsinstanzen - in allen Fällen das Gefährdungsbild 1 annehmen.

Zur Wirkung von Füllungen an Absturzsicherungen gemäss der Norm SIA 358 hat die Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) Versuche mit Kindern durchgeführt. Die Probanden verschiedenen Alters mussten versuchen, Geländer in verschiedenen Ausführungen zu überklettern. Die Versuche haben ergeben, dass in Bezug auf das Überklettern von den folgenden Fähigkeiten der Kinder auszugehen ist:

- Lediglich Kinder im Alter bis etwa drei Jahren werden von Geländern aufgehalten.
- Kinder im Alter über etwa drei Jahren sind in der Lage, Geländer zu überklettern, auch wenn deren geometrische Ausbildung der Ziffer 3 22 der Norm SIA 358 entspricht.
- Im Alter von etwa fünf Jahren erkennen Kinder allgemein eine unmittelbar drohende Absturzgefahr. Das heisst, dass sie wohl ein Geländer erklettern, am Ziel oben angelangt jedoch merken, dass sie absturzgefährdet sind.
- Im Alter von etwa acht Jahren erkennen Kinder eine Absturzgefahr, bevor sie sich in eine riskante Situation begeben.

Im Bereich von Hochbauten treten immer wieder Abstürze von Kleinkindern aus Fenstern und von Balkonen auf - ungeachtet der Ausführung der Absturzsicherung. In einigen Fällen überklettern die Kinder das "Hindernis" mit Hilfe von im Haushalt vorhandenen Übersteighilfen wie Stühlen usw.. Die Situation im Aussenraum ist jedoch nicht vergleichbar mit der Situation in Hochbauten. Es ist selten, dass Kleinkinder unbeaufsichtigt auf Strassen und Strassenbrücken anzutreffen sind. Abstürze von Kleinkindern sind dementsprechend extrem selten.

2.5.5 Zu Ziffer 9, Absturzcharakteristik

In der Norm wird zwischen dem Absturz von Brücken, Stützmauern usw. und dem Absturz über steile Böschungen unterschieden.

◇ Absturz von Brücken, Stützmauern usw.

Der Absturz erfolgt mehr oder weniger ungebremst im freien Fall. Die Aufprallgeschwindigkeit ist im Wesentlichen nur von der Absturzhöhe abhängig.

◇ Absturz über steile Böschungen

Die Absturzcharakteristik im Fall von steilen Böschungen unterscheidet sich erheblich von jener im Fall von Brücken usw.. Je nach der Charakteristik des Abhangs (Oberflächenglätte, Bewuchs, aus der Oberfläche ragender Fels oder Bestockung usw.) rutscht die abgestürzte Person mehr oder weniger unkontrolliert, überschlägt sich und prallt an vorstehende Elemente an. Die abgestürzte Person wird abgebremst und hat allenfalls auch die Möglichkeit, die Bewegungsgeschwindigkeit selber zu verkleinern und/oder die Bewegungsrichtung zu beeinflussen.

2.5.6 Zu Ziffer 10, Absturzhöhe

Die Ziffer behandelt die Messung der Absturzhöhe. Im Fall von Brücken und Stützmauern lässt sich die Absturzhöhe in der Regel einfach und relativ genau messen. Im Fall von Steilhängen ist hingegen mit grösseren Ungenauigkeiten zu rechnen. Gründe dafür sind u.a.:

- Die Profilierung eines Geländes und dessen Oberfläche ist in der Regel nicht homogen.
- Zur Messung eines Höhenunterschieds im Fall eines Steilhangs müssen Messgeräte benutzt werden, die für eine auch grobe Beurteilung in vielen Fällen nicht vorhanden sind.
- Der massgebliche untere Messpunkt, d.h. die Stelle, bei der eine abgestürzte Person durch ein geringeres Gefälle des Abhangs oder durch Bestockungen oder andere künstliche oder natürliche Hindernisse aufgehalten werden kann, kann allgemein nicht genau bestimmt werden.

Der Einsatz von Absturzsicherungen wird im Fall von Steilhängen neben der Absturzhöhe durch die ebenfalls nicht genau bestimmbareren Faktoren "Begehbarkeit", "Umgebung" und "Fussverkehr" festgelegt. In Anbetracht dieser mit Streuungen behafteten Faktoren erhält die Absturzhöhe eine vergleichsweise geringe Bedeutung. Im Fall von Steilhängen ist eine genauere Messung der Absturzhöhe deshalb nicht notwendig.

2.5.7 Zu Ziffer 11, Aufprallstelle

Die Norm beschränkt sich im Interesse der Übersichtlichkeit bei der Beschreibung der Aufprallstellen auf 6 Typen. In der Praxis kann im Rahmen des Ermessens ohne Weiteres die Charakteristik der vorhandenen Aufprallstelle bezüglich der Wirkung auf die abgestürzte Person auf eine der in der Norm beschriebenen Aufprallstellen zurückgeführt werden.

2.5.8 Zu Ziffer 13, Fussverkehr

◇ Verkehrsteilnehmer

Bei der Angabe für den DTV des Fussverkehrs wird nicht zwischen Fussgängern und Radfahrern unterschieden. Dies erfolgte zur Vereinfachung der Norm obwohl in Einzelfällen die Anforderungen an Absturzsicherungen seitens der beiden Gruppen von Verkehrsteilnehmern unterschiedlich sein können.

◇ Kinder

Das unter Ziffer 13.4 angegebene Kriterium "Viele Kinder" enthält entgegen der Erwartung keine Quantifizierung für "viele" sondern ein Umgebungsmerkmal, nämlich die "unmittelbare Nähe von Kindergärten oder ähnlichen Einrichtungen, die von Kindern im Alter von etwa 8 Jahren besucht werden". Die Festlegung der Angabe für das Alter erfolgt auf Grund der unter Ziffer 2.5.4 dieses Berichtes dargestellten Fähigkeiten von Kindern in bezug auf das Überklettern von Geländern. Die Festlegung dient primär der Erfüllung von subjektiven Sicherheitsbedürfnissen seitens der Öffentlichkeit.

2.5.9 Zu Ziffer 15, Einsatz von Absturzsicherungen auf Stützmauern und Brücken

Die Festlegung der Notwendigkeit von Absturzsicherungen gehört zu den zentralen Angaben in der Norm. Die Angaben darüber finden sich in der Norm unter der Tabelle 1, Einsatz von Absturzsicherungen auf Stützmauern und Brücken. Wie unter Ziffer 2.4 dargestellt, fehlen Angaben für die Risiken bei verschiedenen Absturzhöhen in einer Beziehung zur Aufprallstelle. Die Angaben in der Tabelle 1 basieren deshalb auf von in der Praxis festgestellten Situationen. Diese wurden mit Experten der Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU), diskutiert. Die Normenbenützer erhalten auf Grund der örtlichen Situation direkt die Angabe, ob eine Absturzsicherung nicht notwendig, zwingend notwendig oder in der Regel notwendig ist. "In der Regel notwendig" heisst, dass für den Einsatz nach Ziffer 7 der Norm eine Interessenabwägung vorzunehmen ist.

Neben der gewählten Darstellung als Tabelle sind weitere Vorschläge für die Darstellung geprüft worden. Eine interessante in der Abb. 4 gezeigte Variante ist von der Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) vorgeschlagen worden. Sie basiert auf den Elementen eines Sicherheitsplans. Das Resultat des Entscheidungsablaufs ist die Angabe, ob und wenn ja, welcher Typ einer Absturzsicherung einzusetzen ist. Ein Ermessensspielraum wie bei der Behandlung gemäss dem Vorgehen nach der Tabelle 1 der Norm besteht allerdings nicht.

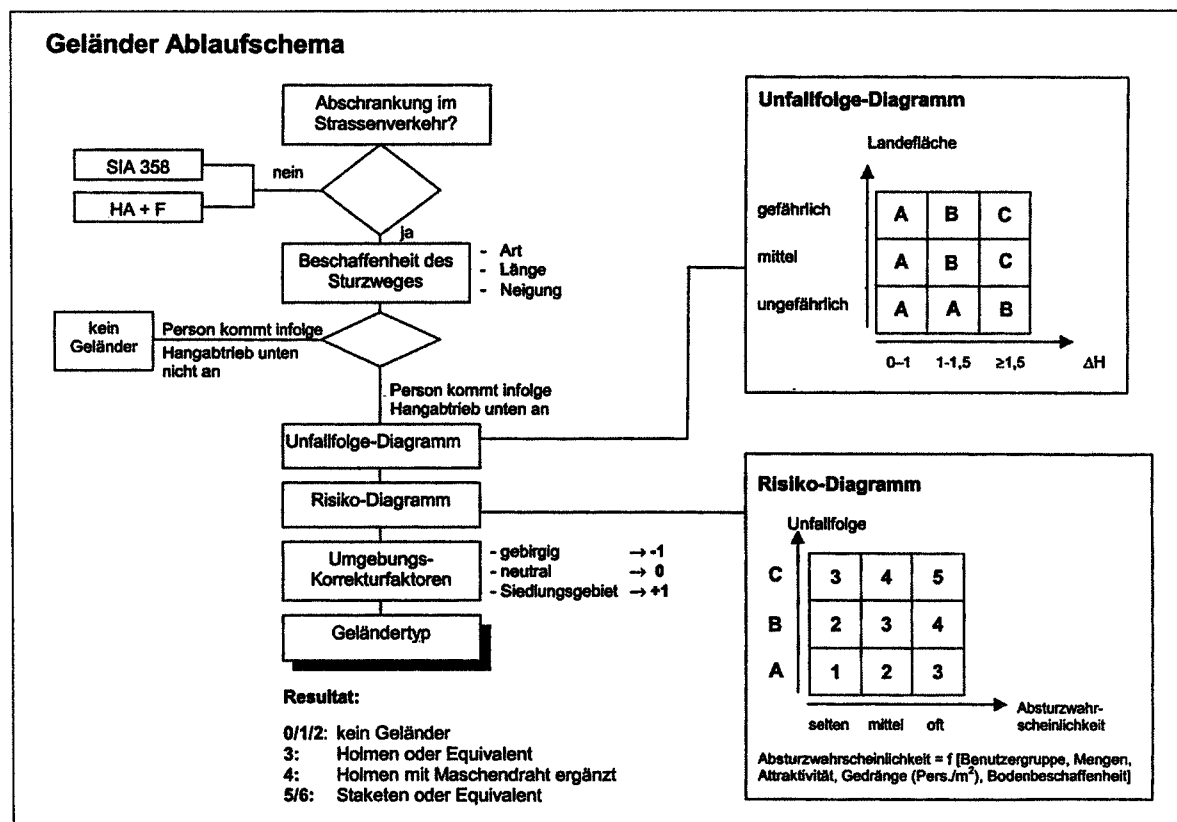


Abb. 4 Entscheidungsdiagramm gemäss Vorschlag der BfU

2.5.10 Zu Ziffer 16, Einsatz von Absturzsicherungen über Steilhängen

Im Fall von Steilhängen ist die Bewegungsgeschwindigkeit einer abstürzenden Person von der Absturzhöhe und von der Charakteristik der Oberfläche (Oberflächenglätte, Rutschverhalten, Bewuchs, aus der Oberfläche ragender Fels, Bestockung usw.) sowie der Neigung des Abhangs abhängig. Zur Zusammenführung der massgebenden Charakteristiken hat die Forschungsstelle die drei "Kategorien der Begehbarkeit" (Begehbar - Erschwert begehbar - Nicht begehbar) geschaffen. Die Begehbarkeit enthält im Wesentlichen die Charakteristik der Oberfläche und die Neigung des Abhangs. In Kombination mit der Absturzhöhe sind in der "Begehbarkeit" somit alle Elemente enthalten, die für die Bewegungsgeschwindigkeit beim Absturz massgebend sind. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Kategorie der Begehbarkeit ohne Hilfsmittel einfach bestimmt werden kann.

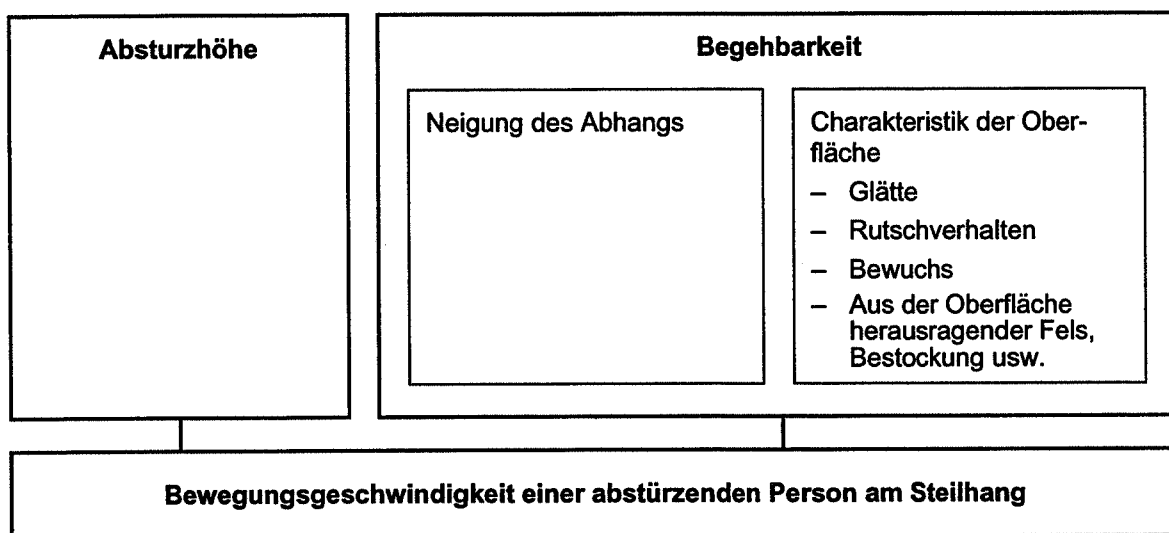


Abb. 5 Die für die Bewegungsgeschwindigkeit beim Absturz an Steilhängen primär massgebenden Aspekte

2.5.11 Zu Ziffer 19.1, Typen von Absturzsicherungen, Geländer ohne Füllungen

Unter Ziffer 19.1 wird explizit auf die breite Verwendungsmöglichkeit von einfachen Traversengeländern, d.h. Geländern ohne Füllung, jedoch mit zwei Längselementen hingewiesen. Diese Geländer wie z.B. die klassischen "Gasrohrgeländer" bieten vielfach eine ausreichende Absturzsicherheit und fügen sich gut in die Umgebung ein.



Abb. 6 Traversengeländer

2.5.12 Zu Ziffer 19.4, Typen von Absturzsicherungen, Kombination Geländer mit Leitschranke

Unter Ziffer 19.4 wird auf den Geländertyp "Kombination Geländer mit Leitschranke" hingewiesen. Dieser Typ wird an Stellen angeordnet, wo eine Absturzsicherung für Fussgänger und für Fahrzeuge notwendig ist, wo jedoch Leitschranken z.B. aus ästhetischen Gründen weniger geeignet sind. Dieser Typ muss gemäss der Norm SN EN 1317-2 [7] mit Anpralltests geprüft werden. In der Abb. 7 ist das erste Geländer dargestellt, welches in der Schweiz gemäss der erwähnten Norm getestet worden ist.



Abb. 7 Kombination Geländer mit Leitschranke vor und während dem Anpralltest TB 32 (PW, Masse 1500 kg, Anprallgeschwindigkeit 110 km/h, Anprallwinkel 20°)

2.5.13 Zu Ziffer 24, Ausführung Geländer ohne Füllungen

Die Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen hat in ihrer Stellungnahme auf die Notwendigkeit von Massnahmen zur Vermeidung des Anpralls von Sehbehinderten an Geländer ohne Füllungen hingewiesen. Sehbehinderte, die sich gegen ein Geländer bewegen, müssen dieses rechtzeitig mit dem Taststock bemerken können. Dazu ist ein Bord wie z.B. ein Brückenrand oder eine Stützmauerkrone mit einer minimalen Höhe von 3 cm ausreichend. Geländer, die nicht auf solchen Betonkonsolen stehen, müssen ein Längselement aufweisen, deren Unterkante einen Abstand von höchstens 30 cm zum Boden aufweist.

2.5.14 Zu Ziffer 25, Ausführung Füllungen

In der Norm SN 543 358 (SIA) sind die Anforderungen an Füllungen für Geländer, die auf das Aufhalten von Kindern im Vorschulalter ausgerichtet sind, geregelt. Für den Fall von Verkehrsanlagen werden diese Anforderungen grundsätzlich als zu hoch erachtet, da die mit diesen Füllungen erreichbare Zielgruppe - Kinder im Alter unter drei Jahren - kaum unbeaufsichtigt auf Strassenbrücken anzutreffen ist. Trotzdem wurden die Anforderungen der Norm SIA 358 übernommen. Die Regelung wurde primär getroffen, um neben der eingeführten Regelung gemäss der Norm SIA 358 keine anderslautenden Anforderungen zu haben. Daneben werden die aus subjektiven Gründen bestehenden höheren Bedürfnisse an das Sicherheitsniveau von Absturzsicherungen in der direkten Umgebung von auf Kinder ausgerichteten Einrichtungen damit abgedeckt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Norm SN 640 568 den Einsatz von Geländern mit Füllungen nur für wenige Fälle vorschreibt.

2.5.15 Zu Ziffer 27, Höhe der Fussgängerrückhaltesysteme

Im Gegensatz zur Norm SN 543 358 (SIA) wird in der Norm SN 640 568 die Höhe der Fussgängerrückhaltesysteme ab Niveau Boden, d.h. der Ebene auf der sich die Fussgänger üblicherweise bewegen, und nicht ab dem Niveau der "begehbaren Fläche" gemessen. Am Brückenrand werden u.a. zur Verhinderung des Abschiebens von Schmutz und festen Gegenständen in vielen Fällen Borde mit einer Höhe bis etwa 15 cm über OK Boden angeordnet. Da diese Borde im Sinne der Norm 543 358 (SIA) meistens als "begehbar" beurteilt werden, müsste mit der Übernahme der Regelung nach der Norm SIA 358 die Geländerhöhe ab OK dieser Borde gemessen werden. Dies kann u.U. zu in Bezug auf die Ästhetik problematischen Lösungen führen, ohne dass das Sicherheitsniveau angehoben wird. Die Regelung führt gegenüber den Bestimmungen in der Norm SIA 358 zu einer Erhöhung der gestalterischen Freiheit. Wie unter Ziffer 2.5.4 angeführt, könnte das in Bezug auf das Risiko ohnehin unproblematische Überklettern auch mit ab OK Borde gemessenen - und damit höheren - Geländern nicht verhindert werden.

3 Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

3.1 Ausgangslage

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 jedoch gefährliche Hindernisse am Strassenrand sein können. U.a. in den USA sind deshalb seit langer Zeit "umfahrbare" Stützen von Signalen, Beleuchtungsmasten usw. mit "break-away" oder "slip base" Konstruktionen ausgeführt worden. Letztere sind Konstruktionen, bei denen sich der über den Boden aufragende Teil beim Anprall von der Grundplatte horizontal wegschieben lässt und umkippt.

Mitte der siebziger Jahre wurde in Deutschland die systematische Entwicklung und Prüfung von "umfahrbaren" Signalen, Notrufsäulen und Beleuchtungsmasten angegangen. Primäres Ziel war die Entwicklung von Signalständern aus einer Fachwerkkonstruktion 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 weggeschoben oder überfahren werden kann. Nachdem die Einführung dieser Konstruktionen in Deutschland sehr positive Auswirkungen auf die Unfallschwere gezeigt hat, hat das Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft 1987 im Auftrag des Bundesamtes für Strassenbau praktisch identische Tests auf dem Versuchsgelände der ETH Zürich in Vauffelin (BE) durchführen lassen. Die Ergebnisse der Tests waren dermassen überzeugend, dass das Bundesamt für Strassenbau am 24. August 1988 den Chefs der kantonalen Autobahnbüros die Einführung der "neuen" Signalständerkonstruktion empfohlen hat.

3.2 Bedeutung von umfahrbaren Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

3.2.1 Unfallstatistik

Untersuchungen über Unfälle mit Anprall an Signalständer, Beleuchtungskandelaber usw. fehlen. Bis Ende der achziger Jahre sind in den Berichten zu den Strassenverkehrsunfällen in der Schweiz des Bundesamtes für Statistik Angaben über die Unfallbeteiligten wie andere Fahrzeuge oder Objekte auf bzw. ausserhalb der Fahrbahn erschienen. Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Angaben für 1988 zeigen, dass bei 11 % der Unfälle an allen Strassen Objekte ausserhalb der Fahrbahn angefahren wurden. Dabei sind in überdurchschnittlich vielen Fällen, nämlich 17 %, Personen getötet worden. Die Unfallschwere dieser Unfälle war somit vergleichsweise hoch. Die Situation dürfte sich jedoch auf Grund der inzwischen verbreiteten Einführung von passiven Schutzeinrichtungen in den Fahrzeugen wie Air-Bags usw. in der Zwischenzeit verbessert haben. Hinweise auf die Herabsetzung der Unfallschwere durch den Einsatz von "umfahrbaren" Tragkonstruktionen lassen sich aus den verfügbaren Zahlen jedoch nicht herauslesen.

	Unfälle mit getöteten Personen		Unfälle mit schwer verletzten Personen		Unfälle mit leicht verletzten Personen		Unfälle mit Sachschaden		Total der Unfälle	
	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]
Unfälle mit Anprall an feststehende Objekte ausserhalb der Fahrbahn	151	17	1'142	11	1'158	9	5'984	11	8'435	11
Total der Unfälle	881	100	10'573	100	13'090	100	52'624	100	77'168	100

Tab. 3 Unfälle 1988 auf allen Strassen in der Schweiz und Anteil der Unfälle mit Anprall an feststehende Objekte ausserhalb der Fahrbahn [27]

Etwas spezifischere Zahlen zu Unfällen mit Anprall an feststehende Objekte ausserhalb der Fahrbahn liefert das Dokument "Veilige inrichting van bermes, Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen" des CROW, NL [24]. Die Zahlen gelten jedoch ausschliesslich für Autobahnen. Die in der Tabelle 4 angegebenen Zahlen sind somit mit den Angaben in der Tabelle 3 nicht vergleichbar.

Bei über 80% aller Unfälle sind Objekte neben der Strasse angefahren worden. Davon sind in etwa 80 % der Unfälle Leitschranken angefahren worden. Unfälle mit Anprall an Beleuchtungsmasten und Signale ereigneten sich selten. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Objekte an den Autobahnen in der Regel mit Leitschranken geschützt werden.

Angefahrenes Objekt neben der Strasse	Unfälle mit getöteten Personen		Unfälle mit verletzten Personen		Unfälle mit Sachschaden		Total der Unfälle		Total getötete und verletzte Personen	
	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]	Zahl	[%]
Baum	74	41	576	20	2'092	9	2'742	11	882	22
Beleuchtungsmast	5	3	169	6	920	4	1'094	4	212	5
Signal	7	4	149	5	1'474	7	1'675	6	258	6
Leitschranke	93	52	1'941	69	18'030	80	20'064	79	2'774	67
Total der Unfälle mit Anprall an Objekte neben der Strasse	179	100	2'835	100	22'516	100	25'575	100	4'126	100
Total der Unfälle insgesamt	232		3'819		26'326		30'377		5'460	
Anteil der Unfälle mit Anprall an Objekte neben der Strasse		77		74		86		84		76

Tab. 4 Unfälle auf Autobahnen in Holland (1990 bis 1995) insgesamt und mit Anprall an Objekte neben der Fahrbahn [24]

3.2.2 Angaben zur Herabsetzung der Unfallschwere beim Anprall an "umfahrbare" Tragkonstruktionen

- Im Bericht Nr. 660 des Transport and Road Research Laboratory (Crowthorne, GB, 1974), "Field experience of breakaway lighting columns" [21], wird angegeben, dass der durchschnittliche Unfallschaden mit der Einführung von "breakaway"-Beleuchtungsmasten von 775 £ auf 146 £ gesenkt werden konnte.
- Ein schwedischer Hersteller von "umfahrbaren" Beleuchtungskandelaber gibt in seinem Verkaufsprospekt an, dass in Schweden beim Anprall an herkömmliche Beleuchtungskandelaber jährlich 50 Personen getötet und 250 schwer verletzt werden. Dagegen seien bei etwa 150 Kollisionen mit den von ihm hergestellten "umfahrbaren" Beleuchtungskandelabern keine Personen schwer verletzt oder getötet worden [28].

3.3 Konstruktionen

3.3.1 Stützen aus Holz

In den USA wird für verschiedene Elemente der Strassenausrüstung vergleichsweise häufig Holz verwendet. So z.B. für Pfosten für Leitschranken - insbesondere für umfahrbare Endstücke von Leitschranken sowie auch für Stützen von Signalen. Ende der 70er Jahre fanden im Auftrag des California Department of Transportation eine Reihe von Tests mit "zweistieligen" Signalstützen aus Holz statt. Es wurden Stützen aus Massivholz mit Rund- oder Rechteckprofilen sowie auch solche aus Verbundkonstruktionen getestet. Zur Herabsetzung der Steifigkeit im potentiellen Höhenbereich eines Fahrzeuganpralls sind die Stützen durch Bohrungen und/oder Sägeschnitte geschwächt worden. Die Abb. 8 und 9 zeigen den "Sollbruchbereich" von getesteten Stützen. In der Abb. 10 ist der Ablauf bei einem Test mit Stützen aus Holz dargestellt. In der Schweiz wird für Elemente der Strassenausrüstung - ausser für Lärmschutzwände - kaum Holz verwendet.

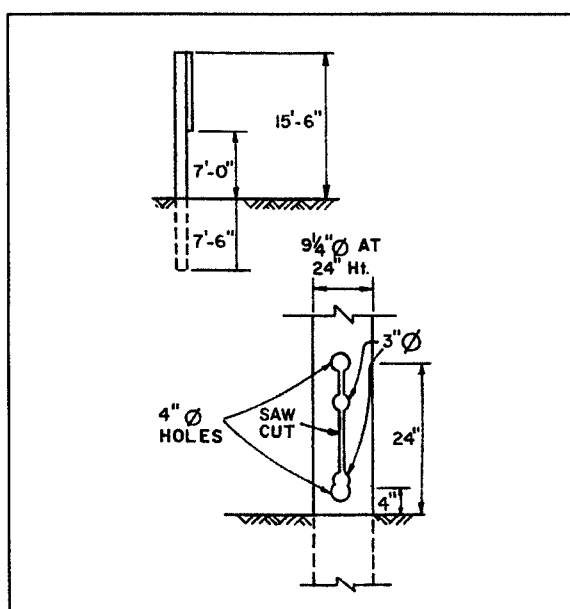


Abb. 8 "Sollbruchbereich" einer Stütze aus Holz, \varnothing 235 mm [26]

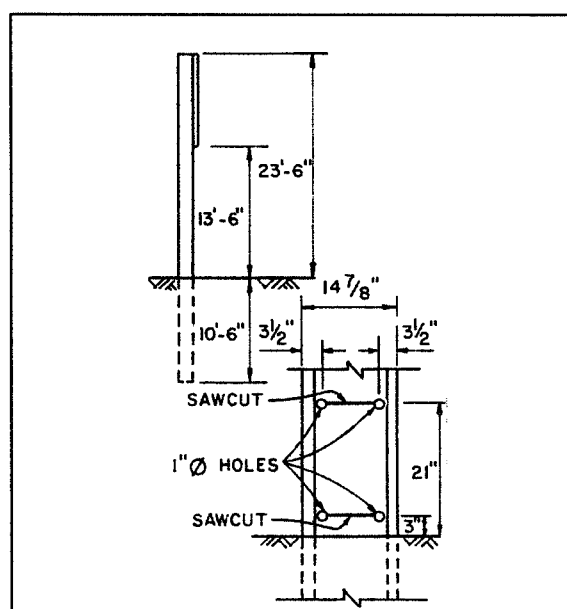
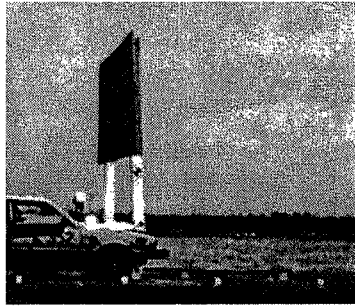


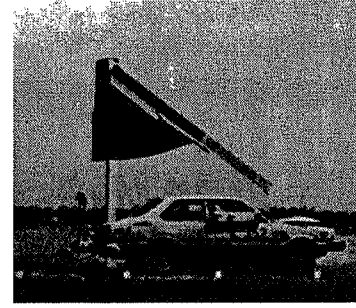
Abb. 9 "Sollbruchbereich" einer Stütze in Verbundkonstruktion aus Sperrholz, Dicke 38 mm, Aussenmasse 378 x 200 mm [26]



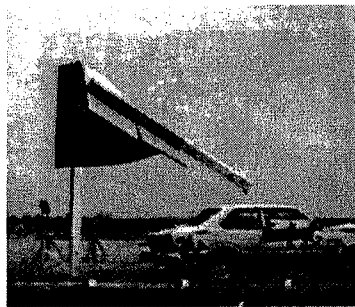
Impact + 0.01 sec



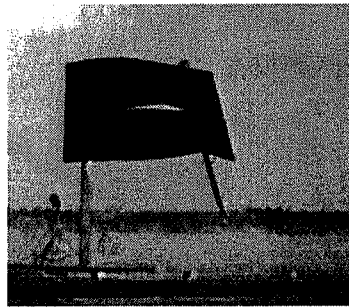
Impact + 0.08 sec



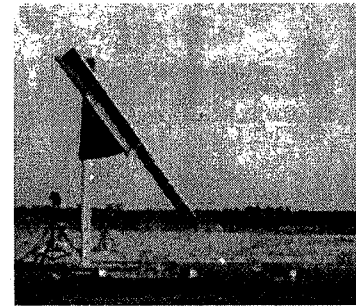
Impact + 0.14 sec



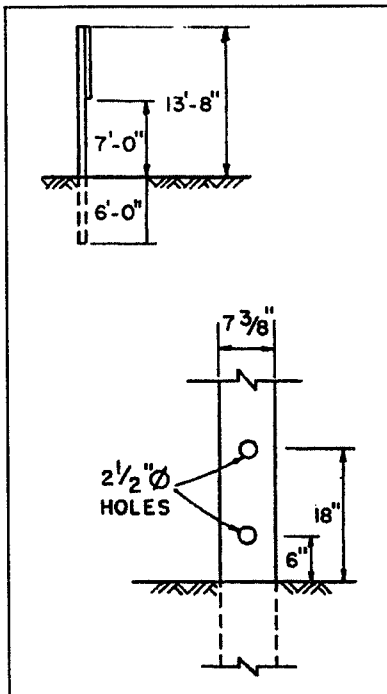
Impact + 0.21 sec



Impact + 1.05 sec



Impact + 2.22 sec



Angaben zu den Tests

Datum des Tests: 21. Mai 1980

Charakteristik der Pfosten

Holzart: Douglastanne

Querschnitt: Rechteck, 136 x 187 mm

Verschwächung: 2 Bohrungen \varnothing 64 mm in einer Höhe über Boden von 150 und 450 mm

Charakteristik des Fahrzeugs

Marke/Typ: Toyota Corolla 1976

Masse: 1075 kg

Testbedingungen

Anprall: Frontal zentrisch

Geschwindigkeit: 92 km/h

Abb. 10 Test mit Signalstützen aus Holz aus [26]

3.3.2 "Break-away"- Konstruktionen

Break-away - Konstruktionen werden vor allem im Fall von hohen und schlanken Elementen der Strassenausrüstung eingesetzt. Bei diesen Konstruktionen wird beim Anprall der über dem Boden aufragende Teil auf der Grundplatte horizontal weggeschoben und damit auch von der Verankerung gelöst. Das Fahrzeug schlägt somit den Fussbereich der Stütze weg und fährt unter dem Element der Strassenausrüstung durch. Beispiele von Break-away - Konstruktionen finden sich in den Abb. 11 und 12.

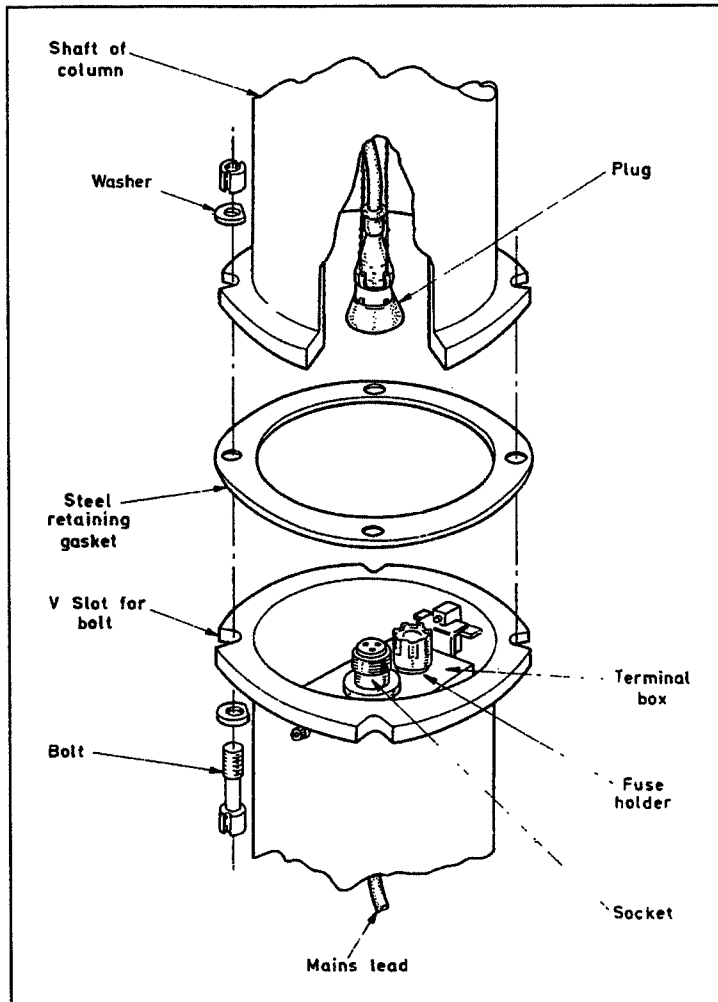


Abb 11 Break-Away-Verbindung für einen Beleuchtungskandelaber [21]

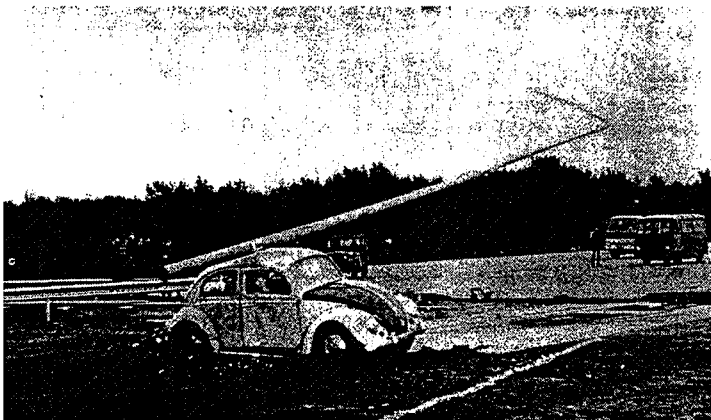


Abb 12 Seitlicher Anprall eines PW an einen Beleuchtungskandelaber mit Break-Away-Verbindung. Der Candelaber wird abgerissen und fällt auf das Autodach [22].

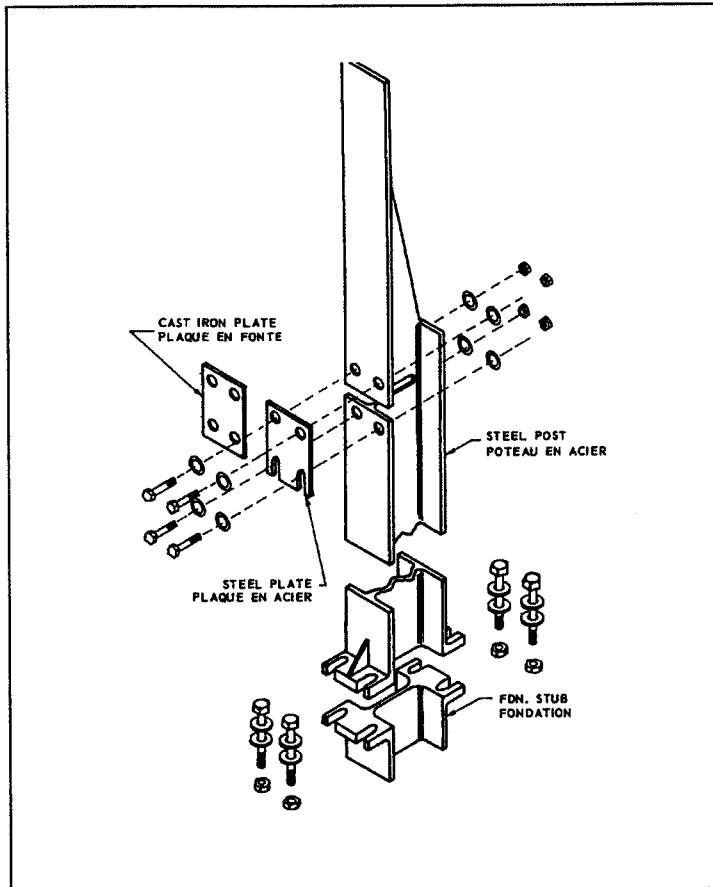


Abb 13 Break-Away-Verbindung für eine Signaltafel, mit einem zusätzlichen Soll-Knickpunkt über Kopfhöhe

3.3.3 Einbeulende Konstruktionen

Einbeulende Konstruktionen bestehen aus annähernd geschlossenen Kästen aus Stahlblech oder Kunststoff. Beim Anprall werden die Kästen eingebeult und/oder flach gedrückt und damit die Biegesteifigkeit vermindert. Die Konstruktion kann in der Folge ohne erhebliche Gefährdung der Fahrzeuginsassen umgefahren werden. In der Abb. 14 sind 4 Sequenzen eines Anpralltests an einen Beleuchtungskandelaber gezeigt, der aus einem Rohrprofil mit achteckigem Querschnitt aus Stahlblech besteht. Das Profil wird vor dem Fahrzeug kontinuierlich zusammengefaltet und der Mast auf seiner ganzen Länge überfahren [28].

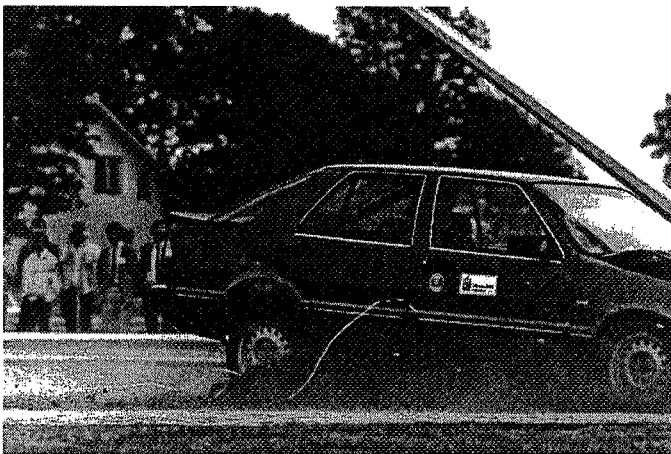


Abb 14 Anprall an Beleuchtungs-
kandelaber aus achteckförmiger
Blechkonstruktion [28]

3.3.4 Fachwerk

Die Verwendung von Fachwerkkonstruktionen für Signalständer an Stelle von Stützen aus massiven Träger-Profilen (I NP, HEB usw.) ist in Europa seit einigen Jahren verbreitet. Solche Konstruktionen sind - wie bereits erwähnt - Mitte der siebziger Jahre in Deutschland und 1987 in der Schweiz getestet worden. Die Tests wie auch die Erfahrungen bei Unfällen zeigen, dass gegenüber dem Anprall an steife Stützen die Fahrzeugdeformation und die Beschleunigung des anprallenden Fahrzeugs wesentlich verkleinert wird. Die Abb. 15 zeigt die Endstellung eines Fahrzeugs nach einem Anprall an eine herkömmliche Stütze aus Rundrohr. In der Abb. 17 ist ein Schild mit 2 Fachwerkstützen nach dem Durchgang des Testfahrzeugs gezeigt.

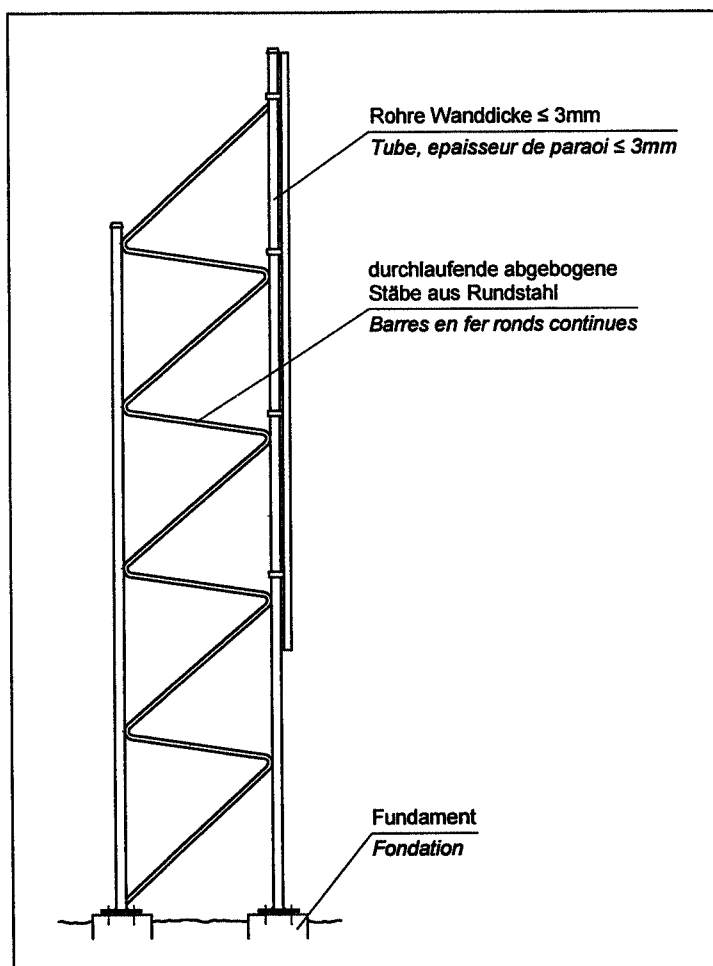


Abb 15 Fachwerkkonstruktion für ein Signal



Abb. 16 Anprall eines PW an eine aus einem Rohr bestehende Signalstütze, Profil \varnothing 165,1 x 4,5 mm, Fahrzeugmasse 855 kg, Anprallgeschwindigkeit 86 km/h [18]

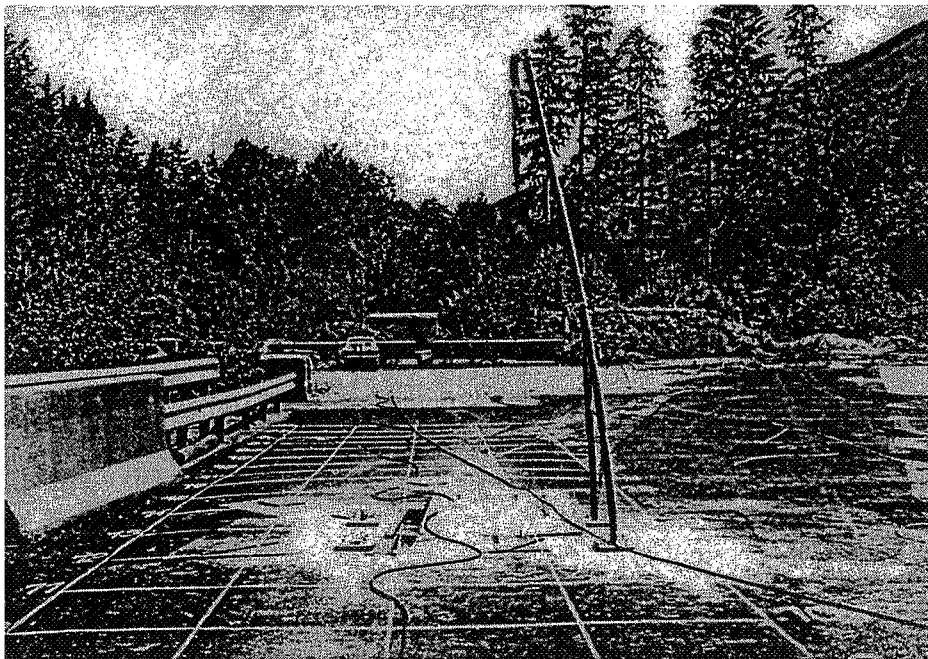


Abb. 17 Anprall eines PW an eine aus einem Fachwerk bestehende Signalstütze. Das Fahrzeug ist durch den Anprall nur unwesentlich abgebremst worden. Fahrzeugmasse 900 kg, Anprallgeschwindigkeit 82 km/h [18]

3.4 Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren

3.4.1 Geltungsbereich und Inhalt

Die Norm SN EN 12767 [12] befasst sich mit den Aspekten der passiven Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung. Sie behandelt jedoch keine Fahrzeugrückhaltesysteme und Lärmschutzwände und ebenfalls keine Elemente, die zur vorübergehenden Führung des Verkehrs auf Baustellen eingesetzt werden. Die Norm legt die Leistungsanforderungen fest und definiert die Leistungsklassen hinsichtlich der passiven Sicherheit. Sie enthält im Weiteren die technischen Grundlagen für die Prüfung der passiven Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausrüstung.

3.4.2 Leistungsklassen gemäss der Norm SN EN 12767

Die Norm enthält die nachfolgend angegebenen Leistungsklassen, Kategorien und Stufen. Im nachfolgenden Kommentar ist die Meinung der VSS-Expertenkommission EK 2.10, Passive Sicherheit, angegeben, welche die Bearbeitung der EN als Schweizer "Spiegelausschuss" zur CEN TC 226/ WG1 begleitete und die auch die Begleitkommission für die Bearbeitung der vorliegenden Forschungsarbeit ist.

◇ Energieabsorptionkategorie

- Kategorie HE, Hochenergieabsorbierend

Die Tragkonstruktion hat auch die Funktion eines Anpralldämpfers. Das daran anprallende Fahrzeug wird von der Konstruktion gegen 0 km/h abgebremst.

- Kategorie LE, Niedrigenergieabsorbierend

Das an die Tragkonstruktion anprallende Fahrzeug wird nur wenig abgebremst.

- Kategorie NE, Nicht Energieabsorbierend

Das an die Tragkonstruktion anprallende Fahrzeug wird von der Konstruktion nicht oder nur wenig abgebremst. Die Konstruktion wird deformiert ohne dass dabei in einem erheblichen Ausmass Energie umgewandelt wird.

Für die Schweiz haben die Energieabsorptionkategorien HE und LE keine massgebliche Bedeutung. Ein Tragwerk hat nicht die Funktion eines Anpralldämpfers zu übernehmen. Falls aus Gründen der örtlichen Verhältnisse hinter dem Tragwerk kein Raum für die Ausfahrt eines anprallenden Fahrzeugs vorhanden ist, muss ein Anpralldämpfer angeordnet werden.

◇ Geschwindigkeitsklassen

Die Norm enthält drei Geschwindigkeitsklassen: 50, 70 und 100. Die Bezeichnungen stehen für die Prüfgeschwindigkeit in km/h. Für die Schweiz haben lediglich die Klassen 70 und 100 eine Bedeutung. Die Geschwindigkeitsklasse 50 hat aus den folgenden Gründen keine Bedeutung:

- An Stellen mit Verkehrsgeschwindigkeit ≤ 50 km/h - d.h. speziell innerhalb des Siedlungsraums - ist das Niveau der passiven Sicherheit allgemein ohnehin niedrig. Neben diesen Strassen finden sich vielfach Hausecken, Gartenmauern, Brüstungsenden, Bäume usw..
- Die Gefährdung der angegurteten und vielfach zudem mit Airbags geschützten Fahrzeuginsassen ist beim Anprall mit $v \leq 50$ km/h gering.
- Innerhalb des Siedlungsraums müssen auch gestalterische Aspekte berücksichtigt werden, die von "umfahrbaren" Konstruktionen nicht immer eingehalten werden können.

◇ Indizes der Insassensicherheitsstufen

In der Norm SN EN werden insgesamt 4 Insassensicherheitsstufen festgelegt. Die Stufen werden aus den folgenden mit Anprallversuchen gemäss der Norm SN EN 1317-1 [6] festgestellten Werten ermittelt:

- Index für die Schwere der Beschleunigung, ASI (Acceleration Severity Index)
- Theoretische Anprallgeschwindigkeit des Kopfes, THIV (Theoretical Head Impact Velocity)

◇ Übersicht und Bedeutung der Insassensicherheitsstufen

- Tragkonstruktionen mit der Insassensicherheitsstufe 1 unterliegen den geringsten Anforderungen in Bezug auf die Indizes ASI und THIV. Diese Stufe ist in der Norm SN 640 569 neben der Stufe 4 als relevante Stufe festgelegt worden.
- Die Insassensicherheitsstufen 2 und 3 werden von der VSS EK 2.10 als nicht relevante Stufen beurteilt.
- Die Insassensicherheitsstufe 4 gilt für "Ungefährliche Tragkonstruktionen", bei denen angenommen werden kann, dass diese beim Anprall nur geringe Personenschäden hervorrufen.

◇ Bedeutung von Tests mit Anprallgeschwindigkeit 35 km/h

Der in der EN geforderte Test mit einer Anprallgeschwindigkeit 35 km/h basiert auf der Erfahrung, dass in einigen Fällen Tragkonstruktionen bei einer niedrigen Anprallgeschwindigkeit nicht so deformiert werden, dass sie umgefahren werden können. Dies kann zu hohen Werten der Beschleunigung führen. Eine massgebliche Gefährdung der Fahrzeuginsassen resultiert - wegen der geringen Anprallgeschwindigkeit - daraus jedoch nicht. Die VSS EK 2.10 beurteilt Anpralltests mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h deshalb als nicht relevante Anforderung.

Insassensicherheitsstufe	Höchstwert für die Anprallheftigkeit bei 35 km/h		Höchstwert für die Anprallheftigkeit bei 50, 70 resp. 100 km/h	
	ASI []	THIV [km/h]	ASI []	THIV [km/h]
1	1,0	27	1,2	33
2	1,0	27	1,0	27
3	0,6	11	0,6	11
4	–	–	–	3

Legende:

 Gemäss der Norm SN 640 569 massgebende Klassen der Insassensicherheitsstufe und relevante Anforderungen bei den Tests

Tab. 5 Insassensicherheitsstufe und Werte der Anprallheftigkeit für Tragkonstruktionen bei den Prüfungen gemäss der Norm SN EN 12767

3.4.3 Ungefährliche Tragkonstruktionen

In der Norm SN EN 12767 wird für "kleine" Tragkonstruktionen, von denen die Zertifizierungsstelle (approved body gemäss der Bauprodukterichtlinie) annimmt, dass sie nur geringe Schäden verursachen und nur kleine Geschwindigkeitsveränderungen hervorrufen, ein vereinfachtes Prüfverfahren vorgeschrieben. Die Konstruktionen können wie folgt geprüft werden:

- Es ist nur ein Test mit der der Geschwindigkeitsklasse entsprechenden Geschwindigkeit durchzuführen.
- Die Prüfung kann mit einem bemannten Fahrzeug durchgeführt werden.
- Auf die Messung der Beschleunigungen kann verzichtet werden. Der THIV-Wert kann basierend auf der Messung der Veränderung der Geschwindigkeit während des Anpralls berechnet werden.

3.5 Kommentar zu Teilen der Norm SN 640 569

3.5.1 Zu Ziffer 1, Geltungsbereich

Die Norm gilt für Strassen ausserhalb des Siedlungsraums. Auf die Ausdehnung des Geltungsbereichs auf den Siedlungsraum ist aus den folgenden Gründen verzichtet worden: Innerhalb des Siedlungsraums finden sich vielfach eine grosse Anzahl von Hindernissen am Strassenrand in der unmittelbaren Nähe des Lichtraumprofils der Strassenbenützer. So z.B. Hausecken, Gartenmauern, Bäume, Geländeranfänge, parkierte Fahrzeuge. Diese Elemente führen allgemein zu einem niedrigen Niveau der passiven Sicherheit. Andererseits ist die Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch diese Hindernisse im Innerortsbereich infolge der geringen Verkehrsgeschwindigkeit jedoch klein. Die Elemente der Strassenausrüstung im Siedlungsraum haben neben den Aspekten der Strassenverkehrssicherheit auch jenen der Strassenraumgestaltung zu genügen. Es ist deshalb angemessen, im Innerortsbereich keine speziellen Anforderungen an die passive Sicherheit der Elemente der Strassenausrüstung zu stellen. Nur an besonders exponierten Stellen wie der Signalisation auf Verkehrsinseln sind die Grundsätze der passiven Sicherheit zu beachten.

3.5.2 Zu Ziffer 10, Anforderungen an umfahrbare Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

Wegen der erheblichen Herabsetzung des Schadenausmasses durch den Einsatz von umfahrbaren Tragkonstruktionen besteht ein grosses Interesse, die Entwicklung und den Einsatz dieser Konstruktionen nachhaltig zu fördern. Speziell im Fall von Elementen, die nicht kostengünstig als "Massenprodukte" hergestellt werden können, muss der Aufwand für Prüfungen angemessen sein. Im Weiteren besteht eine grosse Vielfalt von auf die lokalen Bedürfnisse ausgerichteten Signalständern aus Fachwerken, bei denen die Prüfung jeder Variante keinen Sicherheitszuwachs erbringt. Varianten dieser Konstruktionen sind vor Jahren in Deutschland und in der Schweiz geprüft worden und haben sich seither bei vielen Anfahrten bewährt. Gemäss den bilateralen Verträgen mit den Ländern der EFTA und Vereinbarungen der EFTA mit der EU darf die Schweiz keine Normen herausgeben, die Widersprüche zu Europäischen Normen enthalten. In der Norm SN 640 569 wird dieser Bedingung wie folgt Rechnung getragen:

Die Tragkonstruktionen müssen eine der nachfolgend aufgeführten Anforderungen erfüllen:

◇ Prüfung gemäss der Norm SN EN 12767

Das Element erfüllt alle Anforderungen gemäss der Europäischen Norm.

◇ Prüfung gemäss den in Ziffer 11 der Norm SN 640 569 festgehaltenen Anforderungen

Das Element wird grundsätzlich gemäss der Norm SN EN 12767 geprüft, wobei jedoch der Prüfumfang herabgesetzt ist. Der reduzierte Prüfumfang ist in der Norm SN 640 569 angegeben.

◇ Es handelt sich um eine Standardkonstruktion gemäss Ziffer 12 der Norm SN 640 569

Die Norm liefert Angaben über Blechdicken und Gewichte für Konstruktionen, welche ohne Prüfung aufgestellt werden können und als "umfahrbare Konstruktion" gelten. Dazu gehören die seit langer Zeit eingeführten und bezüglich ihrer Sicherheit erprobten Signalständer aus Fachwerken.

3.5.3 Zu Ziffer 11, Prüfparameter und massgebliche Anforderungen gemäss der Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausrüstung

Die Ziffer enthält den für die Schweiz massgeblichen und gegenüber der Norm SN EN 12767 herabgesetzten Prüfumfang. Die in der Norm SN 640 569 festgelegten verminderten Anforderungen in Bezug auf den Umfang der Prüfungen sind unter Ziffer 3.4.2 dieses Berichtes begründet.

4 Auswirkungen der Normen SN 640 568 und SN 640 569

4.1 Norm SN 640 568, Geländer

4.1.1 Auswirkungen auf die Projektierung

Für den Einsatz, die Wahl und Anordnung von Geländern ausserhalb von Hochbauten und ihren Zugängen haben bis zum Erscheinen der Norm SN 640 568 technische Grundlagen gefehlt. Dies hat zu Unsicherheiten bei der Projektierung geführt. In Einzelfällen sind dadurch unangemessene Lösungen vorgeschlagen und ausgeführt worden. Daneben ist auch zu beachten, dass die bevorstehende Publikation der Norm EN 1317-6, Geländer, weitere Unsicherheiten über deren Anwendung verursachen würde. Die Auswirkungen der Norm SN 640 568, Geländer, werden wie folgt beurteilt:

- Die Norm führt zu risikogerechten Beurteilungen der Notwendigkeit der Anordnung von Absturzsicherungen für Personen
- Die Norm ermöglicht die Wahl von bezüglich ihres konstruktiven Aufwandes angemessenen Systemen. Insbesondere beseitigt sie die Unsicherheiten bezüglich der Wahl von Geländern mit "übersteig- und durchkriechungssicheren" Füllungen.
- Die Norm liefert die notwendige Transparenz bezüglich des Ermessens bei der Systemwahl.
- Für den Einsatz und die Wahl von Geländern besteht eine Grundlage, die in Bezug auf die örtliche Situation einen weiten Ermessensspielraum offen lässt. Damit kann beispielsweise die Anordnung von Systemen, welche nicht ortsbildverträglich sind, mit der Norm verhindert werden.
- Die Norm führt nicht zum vermehrten Einsatz von Absturzsicherungen für Personen.
- Mit der Norm besteht die Grundlage für die Wahl von einfachen Absturzsicherungen wie zum Beispiel einfache Zäune.

4.1.2 Auswirkungen für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen

Die Norm SN 640 658 kann für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen die folgenden Auswirkungen haben:

- Die Norm erlaubt vergleichsweise freie Gestaltungsmöglichkeiten für Geländer
- Die Norm verbessert die Rechtssicherheit im Zusammenhang mit der Konstruktion von Geländern

4.1.3 Auswirkungen für die Unterhaltsdienste

Die Norm hat keine oder höchstens marginale Auswirkungen für die Unterhaltsdienste.

4.2 Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung

4.2.1 Auswirkungen auf die Projektierung

Der Einsatz und die Anordnung von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung wird in der Norm SN 640 566, Passive Sicherheit im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen, für Fälle behandelt, die im Zusammenhang mit dem Einsatz von Schutzeinrichtungen stehen. Bis zum Erscheinen der Norm SN 640 569 haben jedoch Angaben über den Einsatz von und die Anforderungen an "umfahrbare" Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung gefehlt. Daneben ist zu beachten, dass die Publikation der Norm SN EN 12767, zu Unsicherheiten über deren Anwendung führt. Die Auswirkungen der Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung, auf die Projektierung werden wie folgt beurteilt:

- Die Norm führt zur häufigeren Anwendung von "umfahrbaren" Tragwerken der Strassenausrüstung.
- Die Norm beseitigt Unsicherheiten über die Anordnung von "umfahrbaren" Tragwerken im Zusammenhang mit dem Einsatz von Schutzeinrichtungen.
- Die Norm bewirkt einen angemessenen finanziellen Aufwand für Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung im Zusammenhang mit der Systemwahl.
- Die Norm gewährleistet einen angemessenen Aufwand für Prüfkosten und damit eine für die Strasseninhaber günstige Konkurrenzsituation.
- Die Norm bewirkt keine Veränderungen bezüglich des Einsatzes von "umfahrbaren" Tragwerken innerhalb des Siedlungsgebietes.
- Die Wahl von Tragwerken der Strassenausrüstung kann im Siedlungsgebiet weiterhin auf Grund der Bedürfnisse der Strassenbenützer wie auch der gestalterischen Aspekte erfolgen. An Strassen ausserhalb des Siedlungsgebietes sind die Anforderungen in Bezug auf die Gestaltung der Elemente der Strassenausrüstung allgemein weniger ausgeprägt.

4.2.2 Auswirkungen für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen

Die Norm SN 640 659 kann für die Schweizer Hersteller und Montagefirmen die folgenden Auswirkungen haben:

- Häufigerer Einsatz von "umfahrbaren" Tragwerken der Strassenausrüstung
- Die Möglichkeit, "umfahrbare" Tragwerke der Strassenausrüstung mit gegenüber der Norm SN EN 12767 erheblich herabgesetzten Anforderungen und vielfach ohne Belastung durch Prüfkosten liefern zu können.

4.2.3 Auswirkungen für die Unterhaltssdienste

Die Norm hat eher marginale Auswirkungen für die Unterhaltssdienste. Im Fall von Signalen an Strassen ausserhalb des Siedlungsgebietes wird der Aufwand für den Ersatz nach Kollisionen geringer.

Literaturhinweise

- [1] Vornorm SN 640 565, Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen
- [2] Vornorm SN 640 566, Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen
- [3] Norm SN 640 568, Geländer (in Vorbereitung)
- [4] Norm SN 640 569, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausrüstung
- [5] Norm SN 543 358 (SIA), Geländer und Brüstungen
- [6] Norm SN EN 1317-1 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren
- [7] Norm SN EN 1317-2 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 2: Schutzeinrichtungen: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren
- [8] Norm SN EN 1317-3 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 3: Anpralldämpfer: Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer
- [9] Norm prEN 1317-4 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 4: Endstücke und Übergänge: Anprallprüfungen für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren (in Vorbereitung)
- [10] Norm prEN 1317-5 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 5: Dauerhaftigkeit und Nachweis der Konformität (in Vorbereitung)
- [11] Norm prEN 1317-6 Rückhaltesysteme an Strassen - Teil 6: Geländer (in Vorbereitung)
- [12] Norm SN EN 12767, Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen für die Strassenausstattung - Anforderungen und Prüfverfahren
- [13] Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken, Bundesamt für Strassen (in Überarbeitung)
- [14] Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, Bundesamt für Strassen
- [15] Sichere landwirtschaftliche Gebäude, Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL), Schöftland
- [16] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Innerbetriebliche Verkehrswege, Merkblatt 22030d, Luzern
- [17] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Geländer, Merkblatt 44006d, Luzern
- [18] Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft, ETH Zürich, Anfahrversuche an Verkehrsschilder, Zürich, 1988 (nicht veröffentlicht)
- [19] Bundesanstalt für Strassenwesen; Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II, Köln, 1977

- [20] Director of Information, OECD, Roadside obstacles: Their effects on the frequency and severity of accidents; development and evaluation of countermeasures, Paris, 1975
- [21] Dept. of Environment, Transport and Road Research Laboratory, Field experience of breakaway lightning columns, Crowthorne (Berkshire), 1974
- [22] Institute of Road Safety Research, SWOV, lightning columns, AB Voorburg (NL), 1978
- [23] Fonds für Verkehrssicherheit, Bürkel Baumann Schuler, Brückengeländer mit erhöhter Sicherheit, Winterthur, 1994
- [24] CROW, Veilige inrichting van Bermen, Richtlijnen voor het Autosnelwegen, AE Ede (NL) 1999
- [25] Break-away lightning columns, current practice in Finland in 1998, FinnRa Engineering News No 6, Finnish National Road Administration, Traffic and Road Engineering, Juni 1998
- [26] State of California, Dept. of Transportation, Div. of Construction, Vehicular impact tests of breakaway wood supports for dual-support roadside signs, Sacramento, 1981
- [27] Bundesamt für Statistik, Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz 1988, Bern 1989
- [28] AB Varmförzinkning Smålandsstemar, Pole collisions. The advantages of a soft pole, Firmenprospekt, S-Smålandsstemar, (undatiert)

Anhang

- 1 Schreiben des Direktors des Bundesamtes für Strassenbau
- 2 Auszug aus dem Testbericht Anfahrversuche an Verkehrsschilder
- 3 Auszug aus dem Testbericht Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II

Schreiben des Direktors des Bundesamtes für Strassenbau

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie



Bundesamt für Strassenbau
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle strade

Telefon 031/619411 30/51

3003 Bern, 24. August 1988

An die Kantonsingenieure

An die Chefs der kantonalen Autobahnbüros

Sehr geehrte Herren

Im vergangenen Jahr führte das Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau an der ETH Zürich (IVT) im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Basel-Landschaft und im Einvernehmen mit unserem Amt Anfahrversuche an konventionelle und an neuartige, umfahrbare Signalständer durch. Wir senden Ihnen in der Beilage eine Kopie des Versuchsprogrammes und der Schlussfolgerungen aus dem Bericht des IVT. Die Ergebnisse sind derart eindeutig, dass wir Sie bitten, in Zukunft Signale, die nicht hinter eine aus andern Gründen montierte Leitschranke zu stehen kommen, nicht mehr mit einer Leitschranke gegen Anfahrten zu schützen, sondern sie auf umfahrbare Signalständer zu versetzen. Wird im Zuge einer Unterhaltsmassnahme (Belagserneuerung, Erneuerung von Leitschranken infolge Korrosion, usw.) eine ganze Nationalstrassenteilstrecke sicherheitstechnisch überprüft, so ist den Erkenntnissen aus dem genannten Bericht ebenfalls Rechnung zu tragen.

Mit freundlichen Grüssen
BUNDESAMT FUER STRASSENBAU
Der Direktor

K. Suter

Beilage erwähnt

Auszug aus dem Testbericht Anfahrversuche an Verkehrsschilder

*Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik,
Strassen- und Eisenbahnbau IVT, ETHZ*

24. Februar 1988

S 900

Anfahrversuche an Verkehrsschilder

Auftraggeber: Tiefbauamt
des Kantons Basel-Landschaft

Sachbearbeiter: H. Köster, dipl. Ing. ETH

Anfahrversuche an Verkehrsschilder

Auftraggeber: Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft

1. EINLEITUNG

Im Auftrag des Kantons Basel-Landschaft führte das Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau der ETH Zürich im August 1987 Anfahrversuche an Verkehrsschilder durch. Es wurden einerseits Ausfahrtstafeln (4 m²) für Autobahnen und andererseits grössere Wegweisertafeln (12 m²) geprüft. Die Versuche fanden auf unserem Versuchsgelände in Vauffelin bei Biel statt. Ziel der Versuche war die Erprobung umfahrbarer Ausführungen von Verkehrsschildern, d.h. von Verkehrsschilder, die für einen anprallenden Personenwagen keine wesentliche Gefahr darstellen. Zu Vergleichszwecken wurden zwei Versuche an herkömmlichen Ausfahrtstafeln durchgeführt. Insgesamt umfasste die Versuchsserie sechs Versuche. Diese Anfahrversuche sind als Ergänzung zu der in den Jahren 1975 und 1976 von der Bundesanstalt für Strassenwesen in Deutschland durchgeführten umfangreichen Versuchsserie zu betrachten.

[Literatur: M. Domhan: Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II, Bundesanstalt für Strassenwesen Köln, 1977].

- 2 -

2. VERSUCHSPROGRAMM

Insgesamt waren 5 Anfahrversuche vorgesehen. Durchgeführt wurden sechs Versuche, da beim kleinen Gabelständer für die Ausfahrtstafel in unfahrbarer Ausführung zwei Varianten der Verbindung Ständerrohr-Fussplatte getestet wurden.

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Versuche mit einem einheitlichen Fahrzeugtyp und annähernd gleichem Fahrzeuggewicht von ca. 900 kg durchgeführt. Verwendet wurde der Opel Kadett (C). Die Versuche 1 bis 5 wurden mit der Version Caravan und der Versuch 6 mit dem Coupé gefahren. Die Fahrzeuggewichte lagen zwischen 850 und 910 kg.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Versuchsobjekte mit Angabe der geplanten Versuchsbedingungen.

- Herkömmliche Schilder

Versuch VS 1

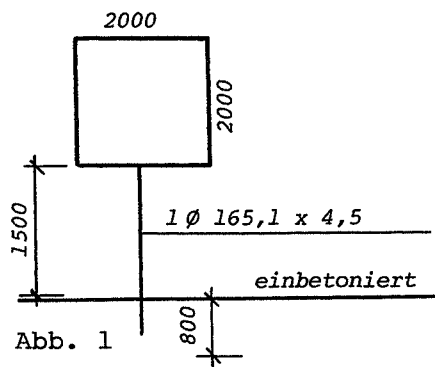


Abb. 1

Schild: Lamellenbauweise System BOB

Klemmschellen: 3

Pfosten: 1 Rundpfosten 165,1 x 4,5

Pfostenbefestigung: einbetoniert

Versuchsbedingungen:

- Anprallgeschwindigkeit: 80 km/h

- Anprallwinkel: frontal 0°

Versuch VS 2

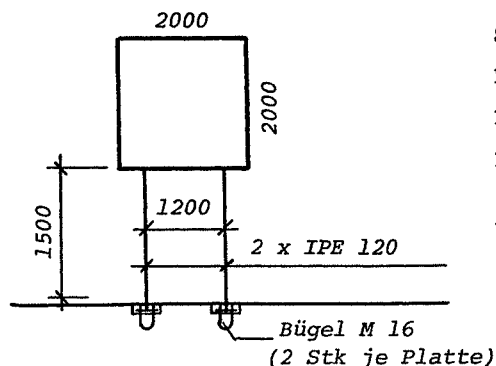


Abb. 2

Schild: Lamellenbauweise System BOB

Klemmschellen: 9 pro Pfosten

Pfosten: IPE 120

Pfostenbefestigung: Fussplatte; 4 M 16,
Ankerbügel

Versuchsbedingungen:

- Anprallgeschwindigkeit: 80 km/h

- Anprallwinkel: frontal 0°
(gegen linken Pfosten)

- 3 -

- Umfahrbare Schilder

Versuch VS 3

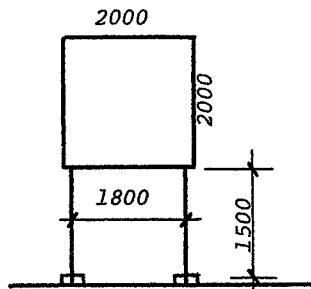


Abb. 3

Schild: Lamellenbauweise System BOB

Klemmschellen: 2 pro Ständer

Pfosten: 2 Gabelständer, Spreizung 1000
 Rohrpfosten $\varnothing 60,3 \cdot 2,9$,
 Diagonalen $\varnothing 26,9 \cdot 2,65$

Pfostenbefestigung: Fussplatte, Rohrpfosten durchgesteckt und beidseits stark verschweisst; 4 M 16 (hinten rechts nur 2 M 16), Dübel Hilti HSLG

Versuchsbedingungen:

- Anprallgeschwindigkeit: 80 km/h
- Anprallwinkel: frontal 0° (gegen linken Ständer)

Versuch VS 4

wie Versuch VS 3, aber andere Pfostenbefestigung:

Pfostenbefestigung: Fussplatte mit aufgeschweissten Rohrpfosten, Kehlnaht $a = 3$ mm.

Versuch VS 5

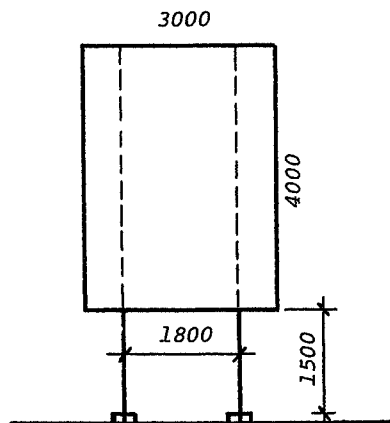


Abb. 4

Schild: zweiteilige Alu-Tafel

Klemmschellen: 3 pro Ständer

Pfosten: 2 Gabelständer, Spreizung 1000
 Rohrpfosten $\varnothing 60,3 \cdot 2,9$;
 Diagonalen $\varnothing 26,9 \cdot 2,65$

Pfostenbefestigung: Fussplatte mit aufgeschweissten Rohrpfosten (Kehlnaht $a = 3$ mm), 4 M 16, linker Ständer Ankerbügel, rechter Ständer Dübel Hilti HSLG

Versuchsbedingungen:

- Anprallgeschwindigkeit: 100 km/h
- Anprallwinkel: 45° gegen linke Seite

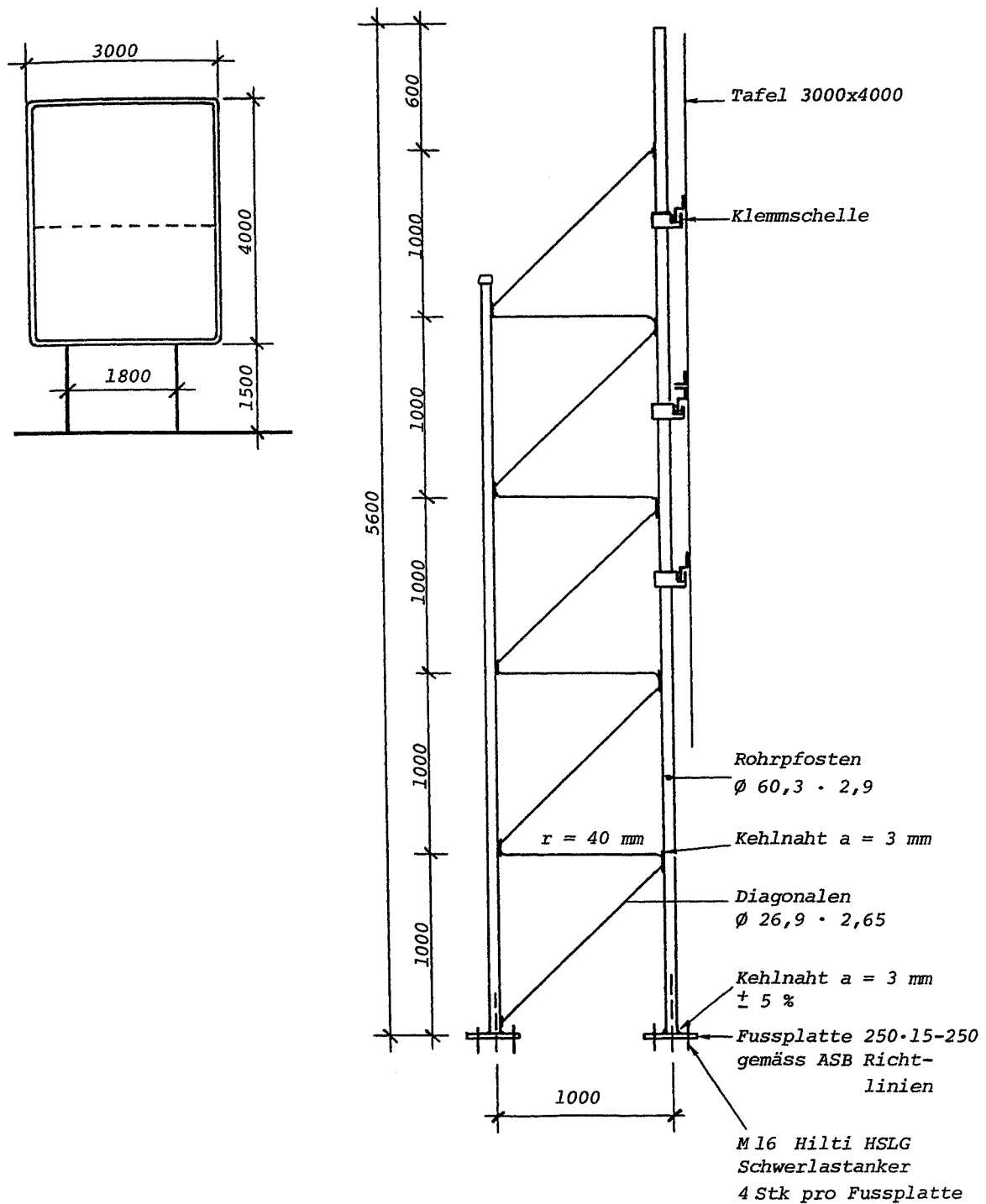
Versuch VS 6

wie Versuch VS 5, aber andere Geschwindigkeit

- Anprallgeschwindigkeit: 40 km/h

Abbildung 5: Systemskizze umfahrbarer Wegweiser
(grosse Ausführung)

- 4 -



3. VERSUCHSERGEBNISSE

3.1. Bemerkungen zu den Versuchsprotokollen

- Verzögerungswerte

Die Verzögerungen der Fahrzeuge wurden mittels Beschleunigungsgebern gemessen und über ein Schleppkabel übertragen. Die Werte der Fahrzeugverzögerungen wurden entsprechend dem ISO-Norm-Entwurf (ISO/TC 22SC 12 175 E 7) mit der Filterfrequenz von 100 Hz bei 3 dB Abfall aufgezeichnet.

Die geglättete Kurve gibt die mittleren Verzögerungen über 50 millisec. an.

- ASI-Wert: (acceleration severity index)

Der ASI-Wert ist ein Index für die Anprallschwere und Verletzungsgefahr der Fahrzeuginsassen. Bei ASI > 1 sind normalerweise schwere Verletzungen für angeschnallte Fahrzeuginsassen zu erwarten

$$ASI = \sqrt{\left(\frac{x}{12g}\right)^2 + \left(\frac{y}{9g}\right)^2 + \left(\frac{z}{10g}\right)^2}$$

x = Längsverzögerung über 50 msec

y = Querverzögerung über 50 msec

z = Vertikalverzögerung über 50 msec

- Beurteilung

Die Beurteilung der Versuchsabläufe erfolgt nach den Kriterien der passiven Sicherheit. Beim Anprall sollen weder unbeteiligte Dritte noch die Fahrzeuginsassen gefährdet werden. Das bedeutet:

- Es dürfen keine Teile wegfliegen, die andere gefährden können.
- Die Fahrtrichtung des Unfallfahrzeugs soll nicht verändert werden.
- Die Verzögerungen beim Anprall sollen für die Insassen des Unfallfahrzeugs erträglich sein.

- 6 -

- Es dürfen keine Teile in das Fahrzeug eindringen und der Fahrgastraum soll unversehrt bleiben.
- Die Beschädigungen an Fahrzeug und Schild sollen möglichst gering sein.

Entsprechend diesen Kriterien erfolgt die Bewertung der Versuchsabläufe in : sehr gut, gut, befriedigend und ungenügend.

3.2. Anfahrversuche

Nachfolgend sind die sechs Anfahrversuche aufgeführt mit:

- Messwerte (Versuchsbedingungen und Versuchsergebnisse),
- Beschreibung des Versuchsablaufes,
- Verzögerungsdiagramme,
- Fotos.

- 7 -

Anfahrversuch VS 1

Datum: 25.8.87

Versuchsobjekt:

Schild : Ausfahrtstafel, 2 x 2 m, (herkömmliche Ausführung)
Ständer : 1 Rundpfosten Ø 165,1 · 4,5 mm
Ständerbefestigung : einbetoniert
Tafel : Lamellenbauweise System BOB, Lamellen verschraubt
Höhe UK Tafel : 149,5 cm ab Boden

Versuchsbedingungen:

Versuchsfahrzeug : Opel Kadett (C) Caravan
Fahrzeugmasse : 855 kg
Anprallwinkel : frontal 0°
Anprallgeschwindigkeit: 86 km/h
Anprallpunkt : 20 cm links von der Fahrzeugachse

Versuchsergebnisse:

Versuchsablauf: Wagen prallt gegen den Pfosten und wird brutal gestoppt.

Verzögerungen :

längs max : 47 g quer max : 19 g vertikal max : 40 g
längs über 50 msec: 9,6 g quer über 50 msec: 3 g vert. über 50 msec: 13,5 g

ASI-Wert : 1,60

Geschwindigkeit nach Anprall : 0

Richtungsänderung nach Anprall: -

Endstellung des Fahrzeugs: Front 1 m hinter Vorderkante Pfosten (bezogen auf Ausgangsposition) Heck nach rechts geschwenkt (ca. 21°)

Eindringtiefe der Ständer in Karosserie: ca. 65 cm

Fahrzeugschaden: Totalschaden, Türen verklemmt (Heckklappe lässt sich öffnen), Sitze herausgerissen, Lenkrad gegen Frontscheibe, Frontscheibe zerstört, Fussraum eingedrückt, Boden und Dach eingeknickt, Vorderwagen stark zerstört.

Trennung Tafel-Ständer: nein

Schaden an der Tafel : gering Rand links geknickt, Rand rechts gebrochen

Endlage der Tafel : am Pfosten, Unterkante gegenüber der Ausgangslage um 1,3 m in Längsrichtung verschoben, Höhe UK links 103 cm, rechts 80 cm ab Boden

Anfahrversuch VS 1

Trennung Ständer-Fussplatte: (keine Fussplatte, da einbetoniert)
Beschädigung des Ständers : geknickt und nach vorne gebogen
Endlage des Ständers : im Fundament, Veränderung OK Pfosten infolge
Umbiegung 2,74 m nach vorn und 0,65 m nach
links
Schaden an der Pfostenverankerung: Mörtel ausgebrochen
Schaden am Fundament : nein
Beurteilung : ungenügend

VS 1

Der Pw prallt mit einer Geschwindigkeit von 86 km/h an den starken Rundpfosten des Schildes. Der Anprallpunkt liegt 20 cm links von der Fahrzeugachse. Der Pfosten dringt tief, ungefähr bis zur Vorderachse, in die Karosserie ein. Dann biegt sich der Pfosten etwas durch und legt sich um die Fahrzeugfront. Die Tafel wird dadurch leicht schräg nach hinten (in Anfahrrichtung gesehen) geneigt. Das Fahrzeug wird vom Pfosten quasi in einem Sack aufgefangen. Dadurch hebt das Fahrzeug hinten ab und steigt mit dem Heck sehr hoch (Hinterräder ca. 1.1 m über Boden). Der Pw knickt etwas ein. Die Tafel kippt nach vorn. Dann senkt sich das Fahrzeugheck wieder, wobei es etwas nach rechts ausschwenkt. Der Wagen bleibt am Pfosten stehen.

Der Bremsweg beträgt ca. 1.1 m und setzt sich aus der Karosseriedeformation von ca. 65 cm und der Pfostendeformation von ca. 45 cm (auf Höhe des Anprallpunktes) zusammen. Die Verzögerungswerte liegen sehr hoch. Für allfällige Insassen des Fahrzeugs hätte dieser Anprall mit grösster Wahrscheinlichkeit zu tödlichen Verletzungen geführt.

Abbildung 6

Versuch VS 1

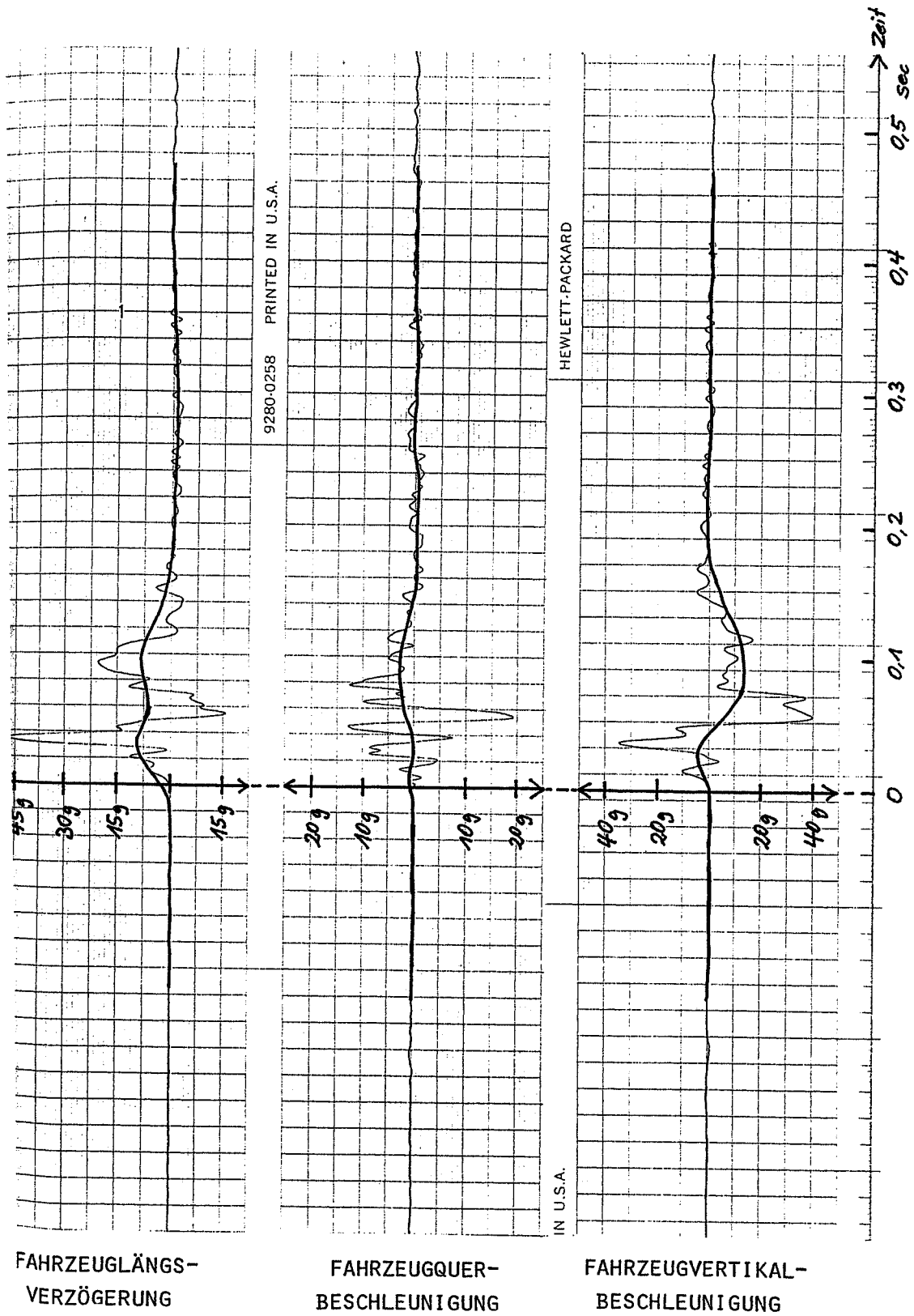




Abbildung 7:
Situation mit dem Schild
vor dem Versuch.

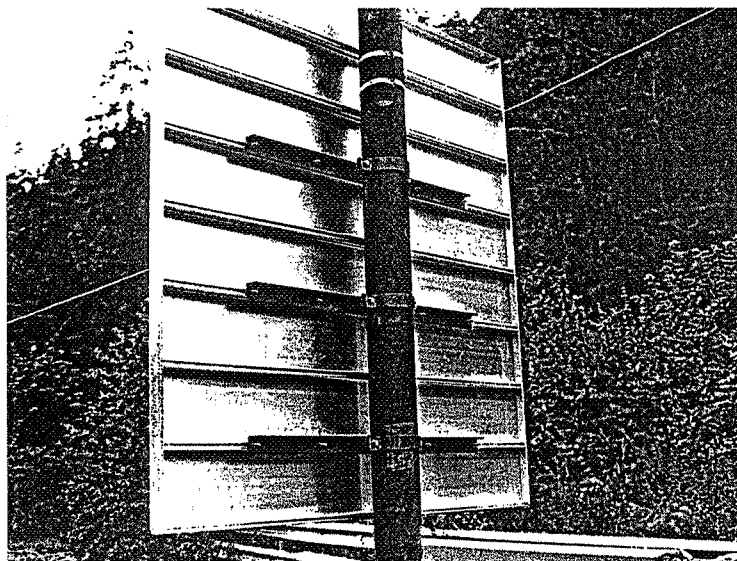


Abbildung 8:
Rückseite des Schildes,
Befestigung Tafel-Pfosten.

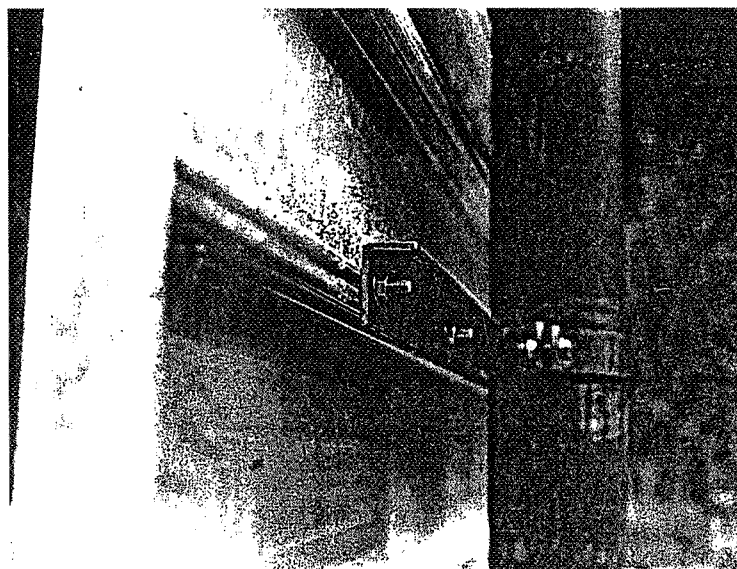


Abbildung 9:
Tafelbefestigung im
Detail.

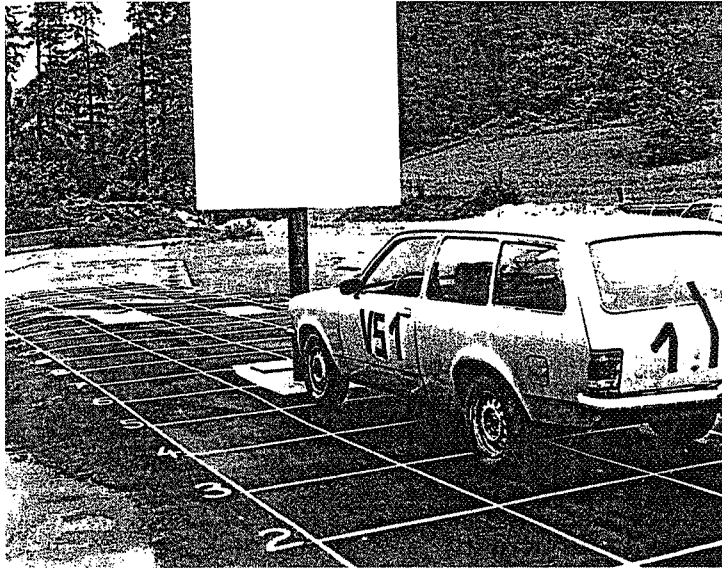


Abbildung 10:
Versuchsfahrzeug vor dem Schild.

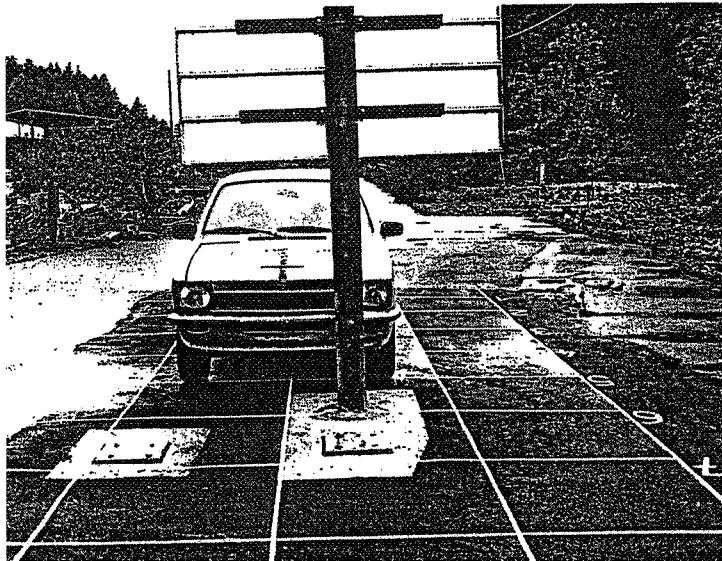


Abbildung 11:
Versuchsanordnung

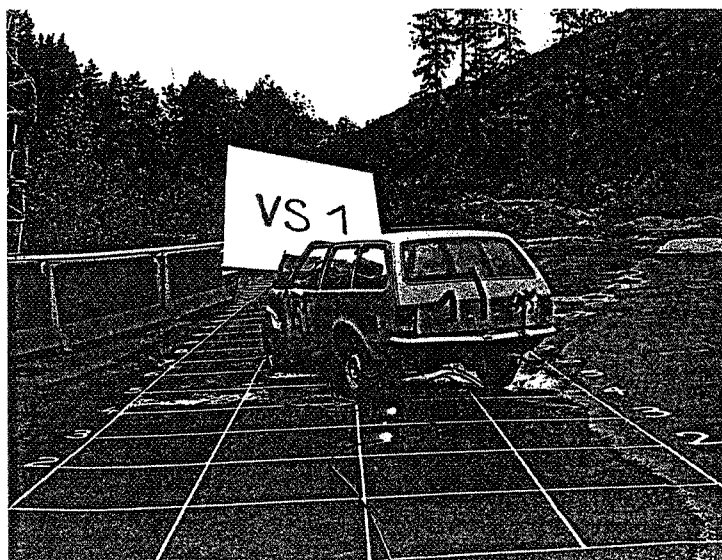


Abbildung 12:
Situation nach dem Versuch.

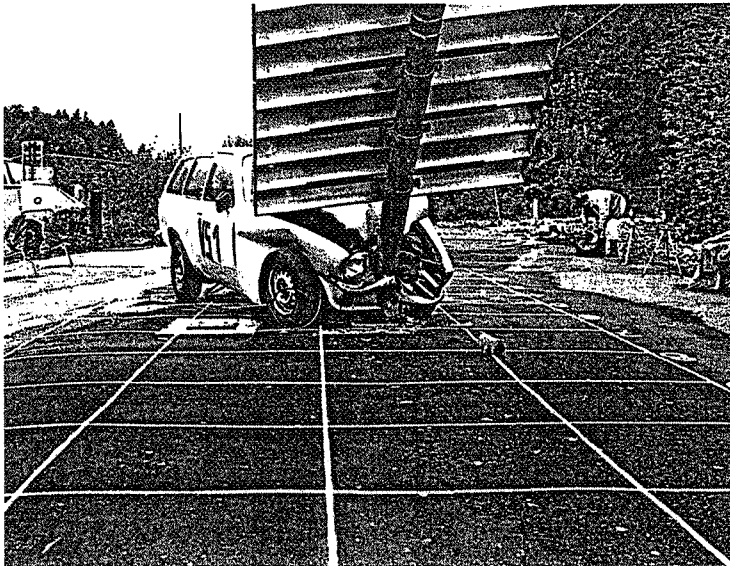


Abbildung 13:
Situation nach dem Versuch.

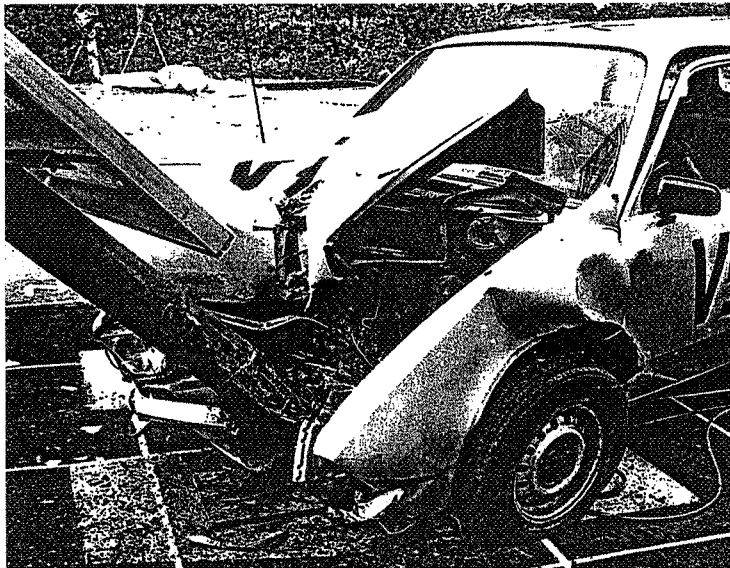


Abbildung 14:
Fahrzeugschaden.

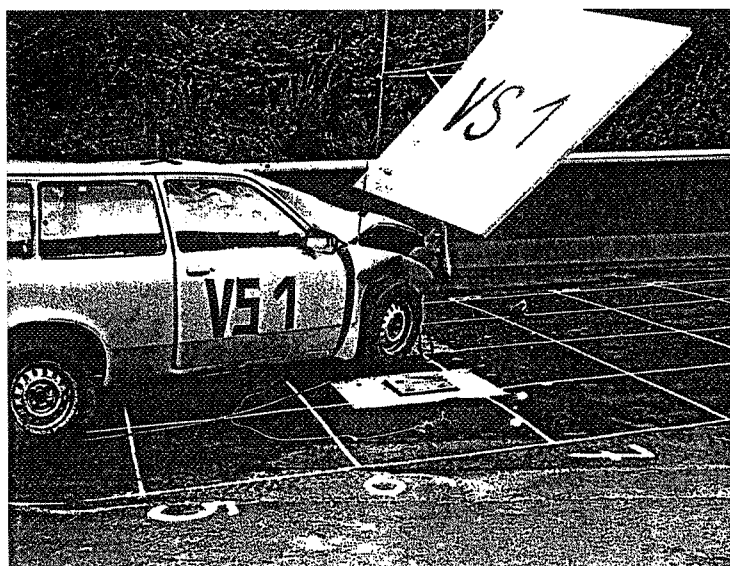
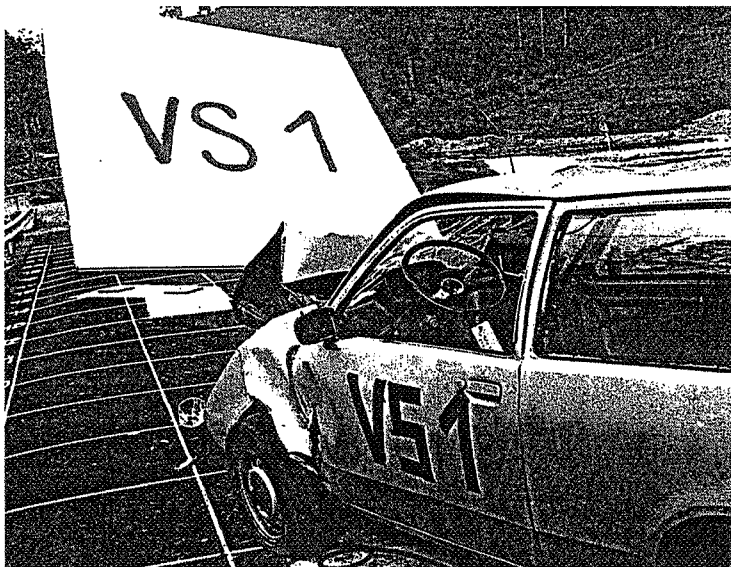


Abbildung 15:
Situation nach dem Versuch.



- 14 -

Abbildung 16:
Fahrzeugschaden. Man be-
achte das eingedrückte
Dach und die Stellung von
Lenkrad und Sitzen.

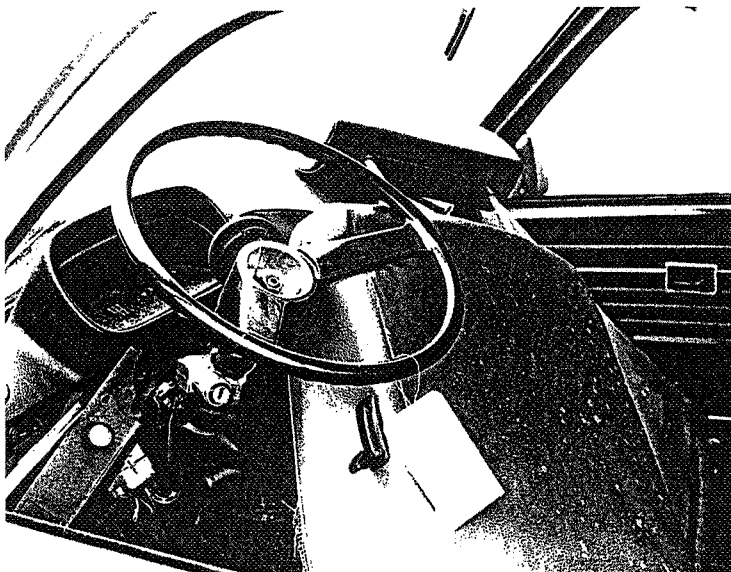


Abbildung 17:
Schaden im Fahrzeuginnen-
raum. Herausgerissene
Sitze und hochgedrücktes
Lenkrad und Armaturen-
brett.



Abbildung 18:
Verbogener und verformter
Schilderpfosten.

- 25 -

Anfahrversuch VS 3

Datum: 26.8.87

Versuchsobjekt:

Schild : Ausfahrtstafel, 2 x 2 m, umfahrbare Ausführung
Ständer : 2 Gabelständer, Spreizung 100 cm, Abstand 1,8 m
Ständerbefestigung: durch Fussplatte hindurchgeführt und verschweisst,
je 4 (Ausnahme: hinten rechts nur 2 Dübel) Ankerdübel
Tafel : Lamellenbauweise System BOB, Lamellen verschraubt (aber nur
teilweise umrandet, Klemmschellen nicht am richtigen Ort).
Höhe UK Tafel: 147,5 cm ab Boden

Versuchsbedingungen:

Versuchsfahrzeug : Opel Kadett (C) Caravan
Fahrzeugmasse : 900 kg
Anprallwinkel : frontal 0°
Anprallgeschwindigkeit: 82 km/h
Anprallpunkt : 37 cm links von der Fahrzeugachse

Versuchsergebnisse:

Versuchsablauf : Der Wagen reisst den linken Ständer problemlos ab und
fährt geradeaus weiter. Der Ständer steckt vorne im
Fahrzeug.

Verzögerungen:

längs max : 5,2 g quer max : 5,5 g vertikal max : 9 g
längs über 50 msec: 1,7 g quer über 50 msec: 0,5 g vert. über 50 msec: 0,5 g
ASI-Wert: 0,16

Geschwindigkeit nach Anprall : ? (keine Filmaufnahme)

Richtungsänderung nach Anprall: ca. 3°

Endstellung des Fahrzeugs : Anprall an Schutzmauer ca. 45 m hinter dem
Schild und ca. 3 m links der Achse

Eindringtiefe der Ständer in Karosserie: ca. 45 cm

Fahrzeugschaden: Schaden stammt vor allem vom Anprall an die Schutzmauer.
Beim Anprall an das Schild wurde der Wagen vorn nur mit-
telmässig beschädigt ohne Beeinträchtigung wichtiger
Funktionen.

- 26 -

Anfahrversuch VS 3

Trennung Tafel-Ständer: links vollständig, rechts hängen 3 Lamellen am Ständer

Schaden an der Tafel : Tafel auseinandergefallen, Verbindungsschrauben herausgerissen (beachte: es war keine vollständige Umrandung montiert).

Endlage der Tafel : teils am rechten Ständer hängend, teils neben dem Ständer auf dem Boden liegend.

Trennung Ständer-Fussplatte: linker Ständer ist über den Schweissnähten abgerissen

Beschädigung der Ständer : links: vorderes Rohr ist bis zum hinteren Rohr durchgebogen
rechts: leicht verzogen, fast unbeschädigt

Endlage der Ständer : linker Ständer abgerissen, im Fahrzeug steckend

Schaden an der Pfostenverankerung: 1 Dübel beschädigt (hinten links aussen)

Schaden am Fundament : keiner

Beurteilung : sehr gut

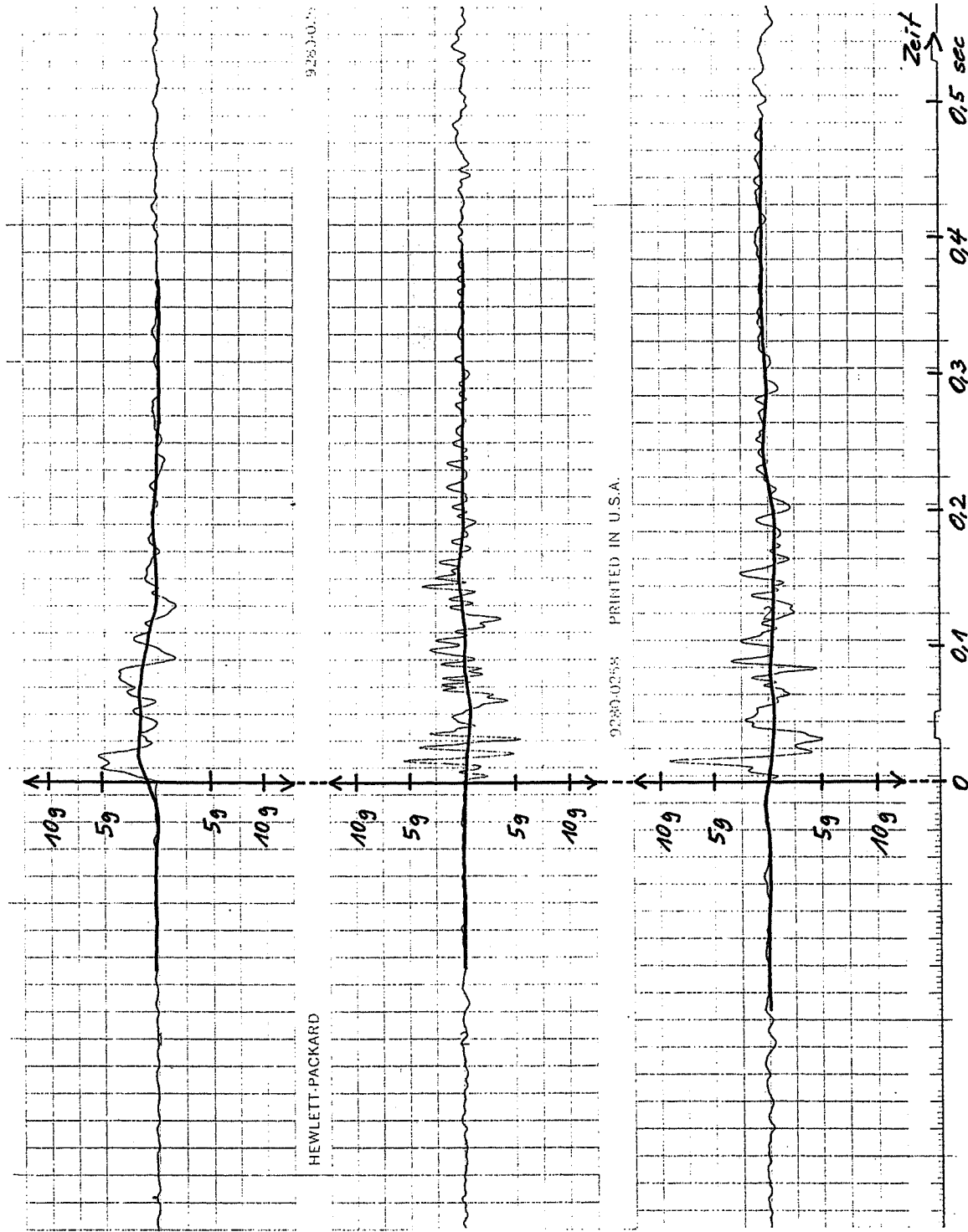
- 27 -

VS 3

Der Wagen prallt mit 82 km/h an den linken Gabelständer. Der Anprallpunkt liegt ca. 37 cm links von der Fahrzeugachse. Das vordere Rohr des Gabelständers wird stark durchgebogen. Der Ständer dringt relativ weit in die Karosserie ein bevor er abgerissen wird. Die Tafel wird in Fahrtrichtung etwas mitgezogen und schwenkt zum rechten Ständer herum. Dabei streift sie das Dach des Pw leicht. Anschliessend fällt die Tafel auseinander. 2 Lamellen oben und eine Lamelle unten bleiben am rechten Ständer hängen. Das grosse mittlere Teilstück der Tafel fällt neben dem rechten Ständer auf den Boden. (Da es sich um einen kurzfristig angesetzten zusätzlichen Versuch handelte, musste die Tafel aus vorhandenen Teilen zusammengesetzt werden. Daher hatte sie keine durchgehende Umrandung und die Klemmschellen waren nicht am richtigen Ort). Der Pw fährt, den linken Gabelständer vorne eingeklemmt, nur wenig abgebremst annähernd geradeaus weiter und prallt heftig in die Schutzmauer.

Die Verzögerungswerte liegen tief und der beim Anprall an das Schild entstandene Fahrzeugschaden ist relativ gering. Bei diesem Ablauf des Anpralls besteht weder für die Fahrzeuginsassen noch für unbeteiligte Dritte eine erhöhte Gefährdung.

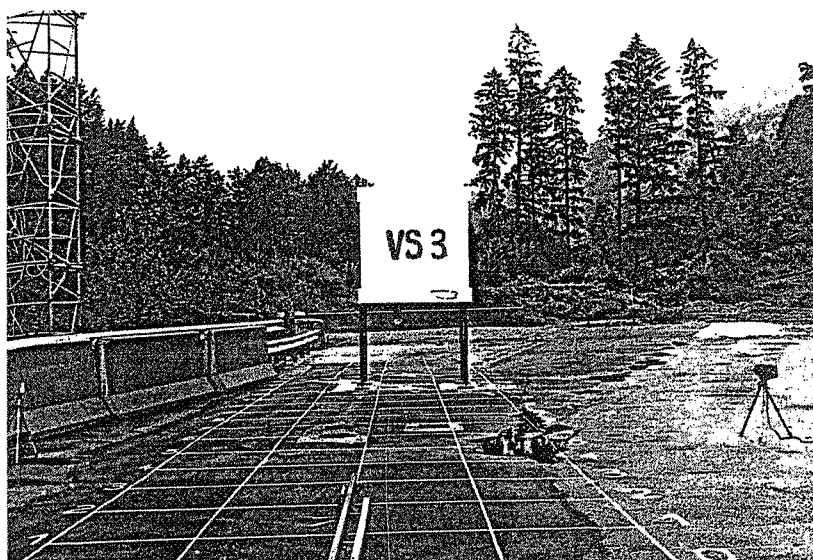
Versuch VS 3



FAHRZEUGLÄNGS-
VERZÖGERUNG

FAHRZEUGQUER-
BESCHLEUNIGUNG

FAHRZEUGVERTIKAL-
BESCHLEUNIGUNG



- 29 -

Abbildung 33:

Schild vor dem Versuch. Da der Versuch zusätzlich angesetzt wurde, musste die Tafel aus vorhandenen Teilen zusammengesetzt werden.

Abbildung 34:

Umfahrbarer Schilderständer

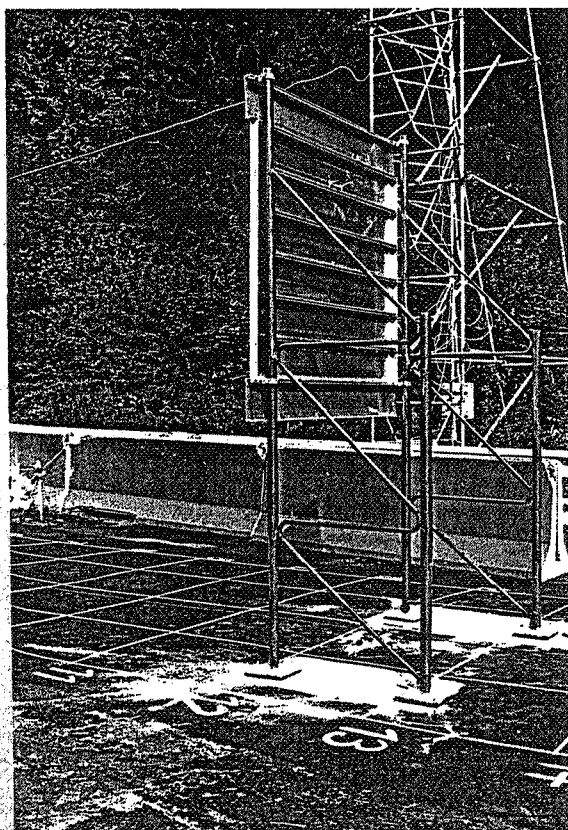
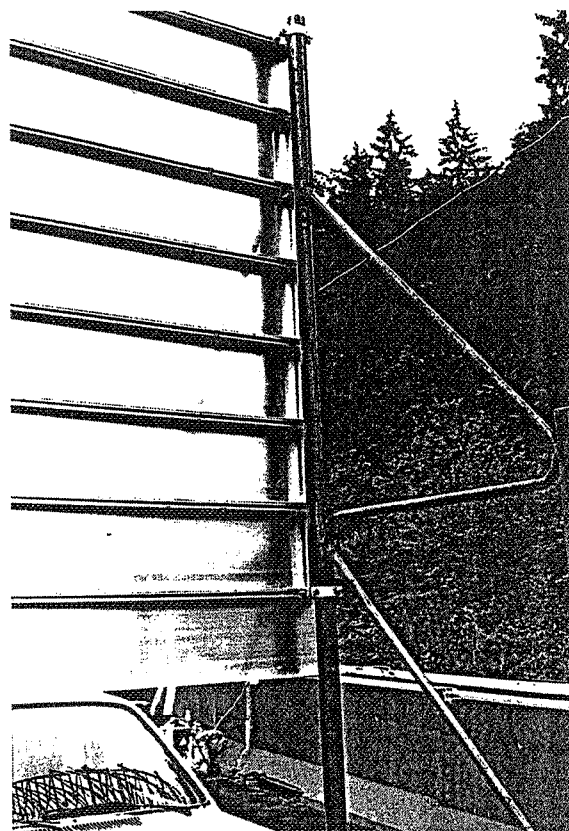


Abbildung 35:

Verbindung Ständer - Tafel. Wegen der zusammengesetzten Tafel sind die Klemmschellen nicht am richtigen Ort.



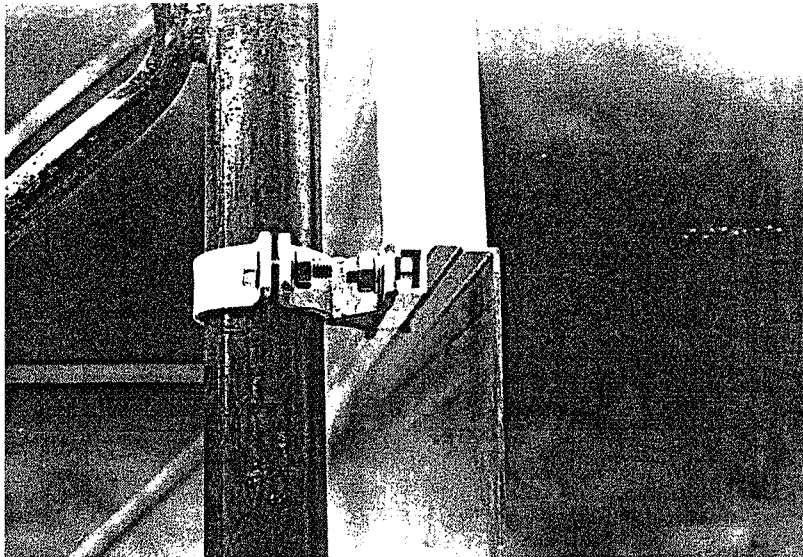


Abbildung 36:
Klemmschelle im Detail.



Abbildung 37:
Massive Schweissnaht.
Pfosten - Fussplatte.

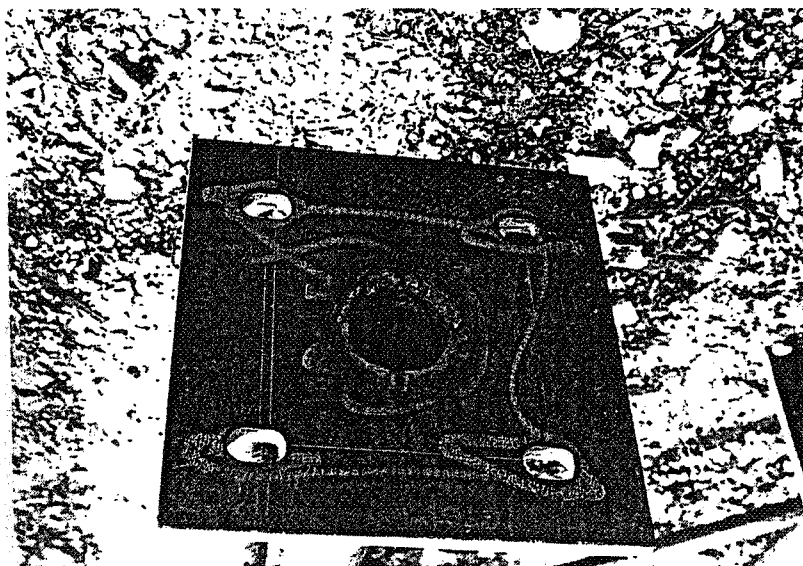


Abbildung 38:
Fussplatte mit Aussparung
und Pfosten von unten
ebenfalls verschweisst.

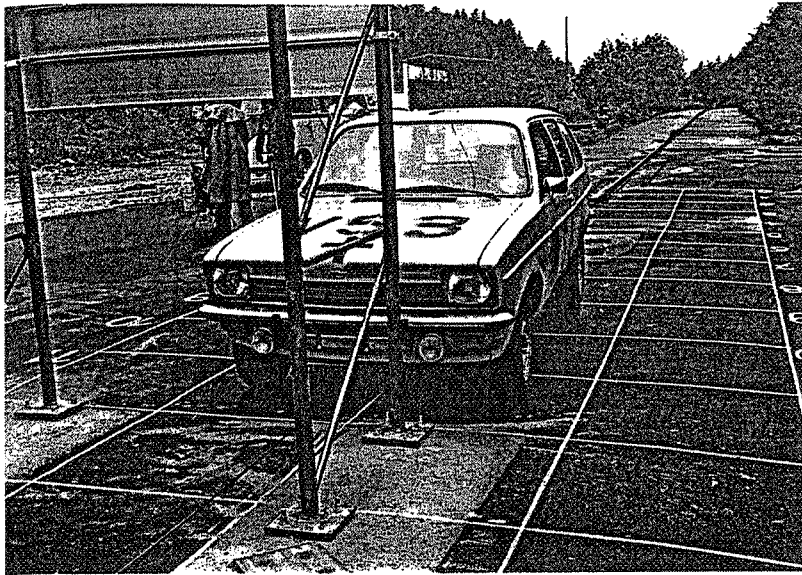


Abbildung 39:
Versuchsanordnung.

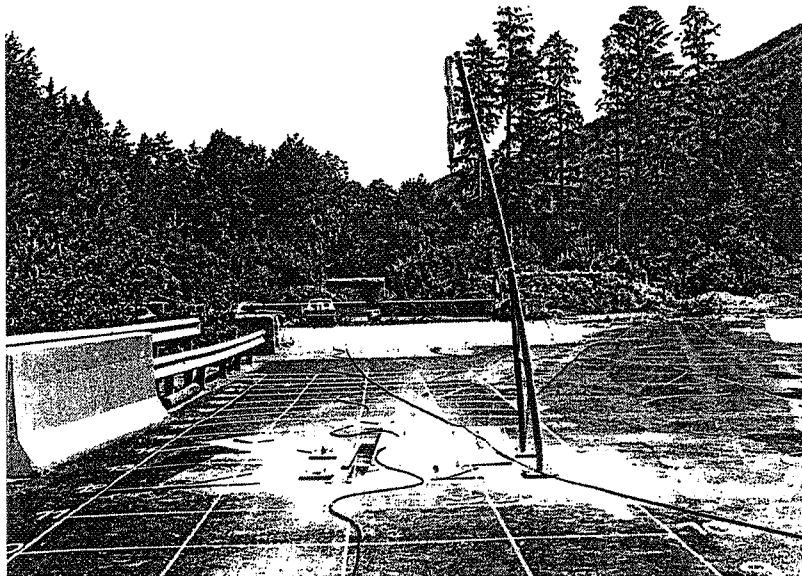


Abbildung 40:
Situation nach dem Versuch
mit Endstellung des Ver-
suchsfahrzeugs an der
Schutzmauer.

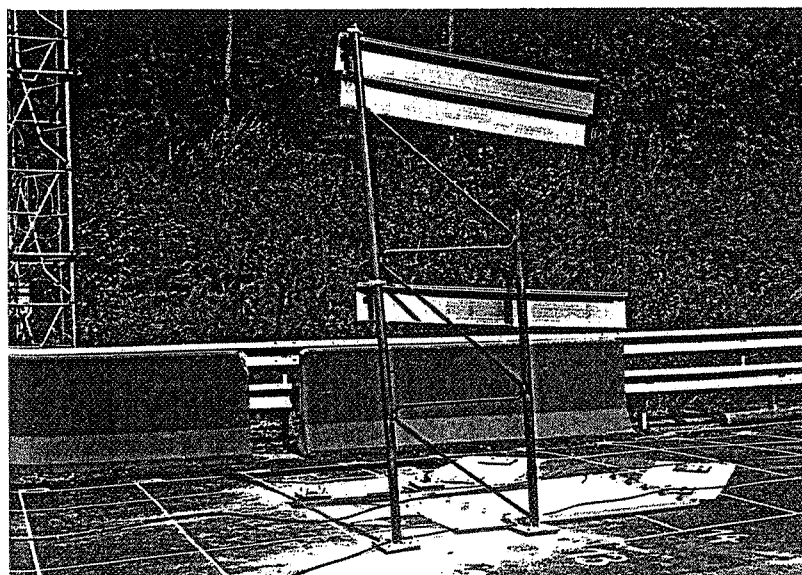


Abbildung 41:
Schaden am Schild. Der
linke Ständer ist abge-
rissen. Der Mittelteil
der Tafel liegt auf dem
Boden.

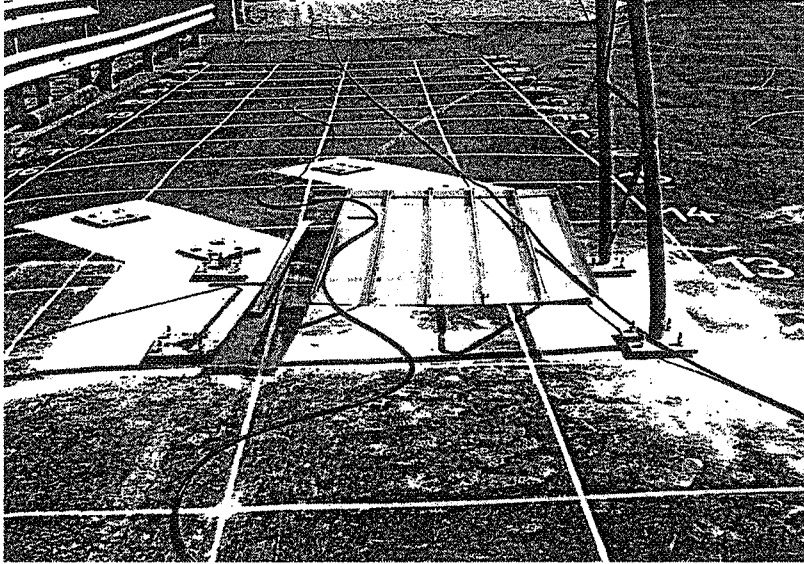


Abbildung 42:

Lage der Teile vom Schild und Fussplatten vom abgerissenen linken Ständer.

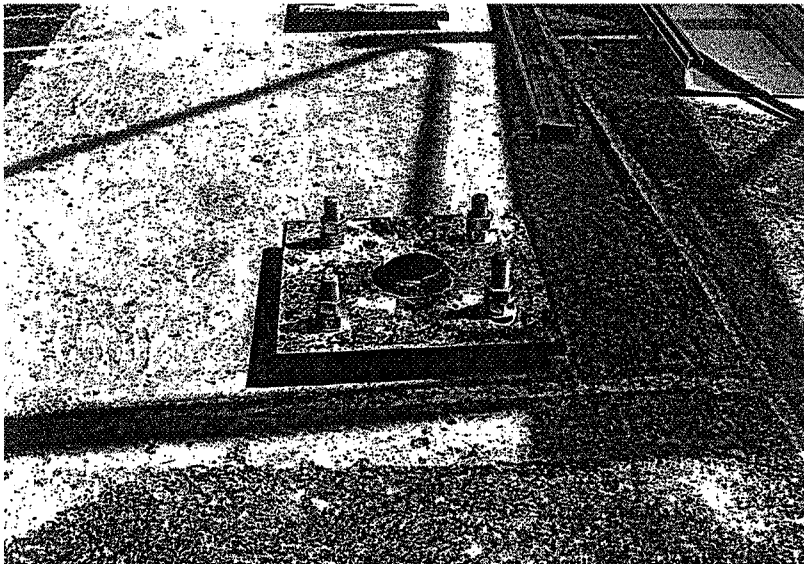


Abbildung 43:

Der vordere Pfosten des linken Ständers ist unmittelbar über der Schweissnaht abgerissen.

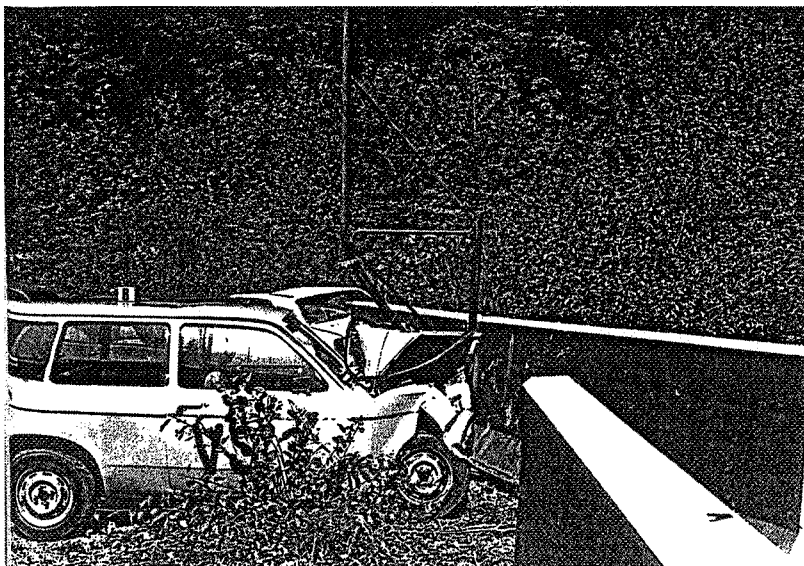


Abbildung 44:

Endstellung des Versuchsfahrzeugs. Der Schaden stammt vom Anprall an die Schutzmauer, die verschoben wurde. Der linke Ständer steckt in der Fahrzeugfront.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Schilder herkömmlicher Ausführung stellen sehr gefährliche Hindernisse dar. Dies gilt ganz besonders auch für die Ausfahrtstafeln heutiger Bauart auf Autobahnen. Aufgrund ihres exponierten Standortes ist einerseits die Gefahr von Anfahrten relativ gross, andererseits können sie vielfach wegen ihres Standortes nicht oder nur schlecht mit Leitschranken geschützt werden.

Die Versuche an den neuen, umfahrbaren Ausführungen von Verkehrsschildern haben sehr gute Resultate ergeben und die positiven Ergebnisse aus Deutschland voll bestätigt. Auch bei den seitlichen Anfahrten an grosse umfahrbare Wegweiser sind keine Probleme aufgetreten.

Kurz zusammengefasst lauten die wichtigsten Erkenntnisse bezüglich der Gefährdung Dritter oder der Insassen des Unfallfahrzeugs folgendermassen:

- In keinem der Versuche sind irgendwelche Teile in gefährlicher Art weggeschleudert worden. Die Klemmschellen sind jeweils an den abgerissenen Ständern verblieben.
- Es sind keine Teile auf einen allfälligen parallelen Fahrstreifen gefallen oder geschleudert worden. Losgerissene Teile sind vom Unfallfahrzeug in Anfahrtrichtung mitgeschleppt worden oder nahe beim Standort des Schildes zu Boden gefallen.
- Die anprallenden Unfallfahrzeuge sind geradeaus weitergefahren und wären somit nicht in unkontrollierbarer Bogenfahrt auf die Fahrbahn zurückgekommen. Ausgenommen Versuch VS 2 an der herkömmlichen Ausführung der Ausfahrtstafel mit 2 Pfosten IPE 120.
- Die Unfallfahrzeuge blieben nach dem Anprall an die umfahrbaren Schilder für den Fahrer kontrollierbar. In keinem der Versuche mit den neuen Schildern wurden die Lenkung (allenfalls durch Karosseriedeformationen etwas beeinträchtigt), die Bremsen oder die Reifen beschädigt.

- 58 -

- Die Gefährdung der Insassen des Unfallfahrzeugs war bei den beiden Anfahrversuchen an die herkömmlichen Schilder sehr gross.
- Bei den Anfahrversuchen an die umfahrbaren Schilder wurden die Fahrzeuginsassen nur gering gefährdet. Die Verzögerungswerte lagen sehr tief und wären dementsprechend gut erträglich. Der Fahrgastraum wurde in keinem Fall beschädigt und es sind keine Teile in den Fahrgastraum eingedrungen.

Aufgrund dieser sehr guten Versuchsergebnisse sollten die Verkehrsschilder künftig generell (sofern möglich) umfahrbar gestaltet werden. Dies gilt ganz besonders für die Ausfahrts- tafeln auf Autobahnen. Umfahrbare Verkehrsschilder sollen nicht durch Leitschranken geschützt werden, da ein Anprall an ein umfahrbares Schild für die Insassen des Unfallfahrzeugs eher ungefährlicher ist als ein Leitschranken-anprall und ausserdem die Anprallwahrscheinlichkeit wegen der geringen Ausdehnung des Schildes verglichen mit Leitschranken kleiner ist. Ferner entfällt die Gefährdung durch Leitschranken-anfänge. Bei der Anwendung von umfahrbaren Schildern sind zwei Punkte zu beachten:

- hinter dem Schild muss ein genügender Freiraum (ohne Hindernisse) für das Ausrollen bzw. die Bremsstrecke des Unfallfahrzeugs vorhanden sein.
- wenn umfahrbare Schilder auf ansteigenden Böschungen stehen, besteht die Gefahr, dass das Unfallfahrzeug mitsamt allenfalls mitgeschleppter Teile auf die Fahrbahn zurückgelenkt wird (analog Abprallgefahr bei Leitschranken).

Die fachgerechte Anwendung umfahrbarer Verkehrsschilder stellt einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der passiven Sicherheit auf Strassen dar. Die Versuchsergebnisse sind sehr positiv.

- 59 -

Zürich, den 24. Februar 1988

Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik,
Strassen- und Eisenbahnbau (IVT)

Der Sachbearbeiter:



H. Köster, dipl.Ing. ETH



Prof. K. Dietrich

Auszug aus dem Testbericht Erprobung passiver Schutzeinrichtungen für Strassen, Teil II

Tabelle 2: **Tabelle 2: Tabellarische Übersicht der Versuche VZ 1 - VZ 11**
 Versuchsfahrzeug in allen Versuchen Opel Kadett, Typ B, Versuchsgewicht 875 kg, frontale Anfahrt gegen den linken Ständer, Anprallpunkt 0,30 m links der Fahrzeuglängsachse.

Vers.-Nr.	Versuchsobjekt		V	max. Pz. Beschl. längs	ASI	VDI	Versuchsergebnisse		Beurteilung	
	Tafel Höhe x Breite x li. Höhe	Ständer					Versuchsobjekt	Versuchsfahrzeug		Verbindung Ständer-Fundament
	mm	mm	km/h	g		%				
VZ 1	2 000 x 3 000	Gabelständer (599)	91	---	---	25	linker Ständer zerstört, Tafel beschädigt	Front besch. Windsch. zerstört	beide Rohre an Schweißnaht abgerissen	geringe Gefährdung für Fahrzeuginsassen und nachfolgenden Verkehr
VZ 2	2 000 x 3 000	Profilträger	87	---	---	80	beide Ständer zerstört, Tafel beschädigt	Front stark besch. Windsch. zerstört	Träger mit Fußplatte abgerissen	starke Gefährdung für Fahrzeuginsassen, keine Gefährdung für nachfolgenden Verkehr
VZ 3	2 000 x 3 000	Gabelständer (550)	60	33	0,83	35	linker Ständer zerstört, Tafel beschäd.	Front stark beschädigt	vorderes Rohr an Schweißnaht, hinteres m. Fußplatte abgerissen	mittlere Gefährdung für Fahrzeuginsassen, keine Gefährdung für nachfolgenden Verkehr
VZ 4	4 000 x 3 000	Gabelständer (1 000)	37	14	0,91	25	linker Ständer und Tafel leicht beschädigt	Front beschädigt	vorderes Rohr nur ein Knotenblech angrissen	mittlere Gefährdung für Fahrzeuginsassen, keine Gefährdung für nachfolgenden Verkehr
VZ 5	4 000 x 3 000	Gabelständer (1 000)	95	14	0,67	50	linker Ständer zerstört, Tafel beschädigt	Fahrzeug stark beschädigt	vorderes Rohr mit Knotenblechen an Schweißnaht, hinteres mit Fußplatte abgerissen	starke Gefährdung für Fahrzeuginsassen und nachfolgenden Verkehr
VZ 6	Freilufttafel 820 x 3 160	Rohrpfosten	43	16	0,52	20	linker Pfosten zerstört, Tafel und rechter Pfosten beschädigt	Front beschädigt	Rohr über Knotenblechen abgerissen	keine Gefährdung für Fahrzeuginsassen und nachfolgenden Verkehr
VZ 7	4 000 x 3 000	Rohrmasten	40	19	1,31	20	geringe Schäden	Front beschädigt	nicht beschädigt	mittlere Gefährdung für Fahrzeuginsassen, keine Gefährdung für nachfolgenden Verkehr
VZ 8	2 000 x 3 000	Rohrpfosten	105	45	1,68	90	linker Pfosten und Tafel zerstört	Front stark besch. Windsch. zerstört	Rohrpfosten mit Fußplatte abgerissen	starke Gefährdung für Fahrzeuginsassen und nachfolgenden Verkehr
VZ 9	2 000 x 3 000	Gabelständer (590)	99	14	0,51	30	linker Ständer zerstört, Tafel nicht beschädigt	Front beschädigt	beide Rohre an Schweißnaht abgerissen	geringe Gefährdung für Fahrzeuginsassen und nachfolgenden Verkehr
VZ 10	4 000 x 3 000	Gabelständer (650)	42	17	0,75	20	linker Ständer stark und Tafel leicht beschädigt	Front beschädigt	vorderes Rohr an Schweißnaht abgerissen, hinteres Rohr stark verformt	geringe Gefährdung für Fahrzeuginsassen, keine Gefährdung für nachfolgenden Verkehr
VZ 11	4 000 x 3 000	Gabelständer (650)	115	17	1,37	35	linker Ständer zerstört, Tafel leicht beschädigt	Front stark besch. Windsch. zerstört	vorderes Rohr an Schweißnaht, hinteres m. Fußplatte abgerissen	mittlere Gefährdung für Fahrzeuginsassen, geringe Gefährdung für nachfolgenden Verkehr

6. Empfehlungen für die konstruktive Ausbildung von Verkehrsschildern großer Abmessungen

Auf der Grundlage der geschilderten Versuchsergebnisse und der daraus abzuleitenden Schlußfolgerungen in bezug auf den Ablauf eines Anpralls können im Hinblick auf die passive Sicherheit eine Reihe von Empfehlungen zur konstruktiven Gestaltung und Bemessung der Ständer, zur Ausbildung und Befestigung der Tafel sowie zur Befestigung der Ständer auf den Fundamenten gegeben werden.

6.1 Konstruktion und Abmessungen der Aufstellvorrichtungen

- Für die Aufstellung von Verkehrsschildern sind möglichst leicht verformbare Ständer zu wählen. Als leicht verformbar kann ein Rohrpfosten aus einem Rohr bis 76 mm Durchmesser und ein Gabelständer aus Rohren bis 76 mm Durchmesser bei Wandstärken bis zu jeweils ca. 3 mm aus Stahl St 37-2 angesehen werden.
- Einzelständer aus Profilträgern oder stärkeren Rohren als 76 mm Durchmesser sowie Gabelständer aus entsprechenden Rohren können nicht mehr als leicht verformbar angesehen werden; gemäß den Richtlinien für abweisende Schutzeinrichtungen /2/ müssen Kraftfahrer vor einem Anprall an derartige Konstruktionen durch die Anordnung von Schutzplanken geschützt werden.
- Bei einer Aufstellvorrichtung, deren Umfahrbarkeit angestrebt wird, sollten die Ständer unbeschadet der jeweiligen konstruktiven Ausbildung der Aufstellvorrichtung in einem gegenseitigen Abstand von mindestens 1,80 m aufgestellt werden, da dann von der Fahrbahn abkommende Pkw bei Frontalanfahrten in der Regel nur gegen einen Ständer prallen, wodurch dieser bei gleicher Anprallenergie leichter verformt bzw. bei höherer Geschwindigkeit leichter abgerissen werden kann.

- 27 -

- Soweit statisch möglich, sollen für Gabelständer Rohre mit 60 mm Durchmesser gewählt werden. Rohre mit 76 mm Durchmesser sollen erst gewählt werden, wenn bei der Wahl von 60 mm-Rohren eine zu große Spreizung erforderlich werden würde.
- Die Wandstärke der Rohre soll nicht stärker als die nach DIN 4115 "Stahlleichtbau und Stahlrohrbau" erforderliche Mindeststärke gewählt werden.

6.2 Ausbildung und Befestigung der Tafel

- Die Tafeln der Verkehrsschilder sind, soweit möglich, mit einer lichten Höhe von 1.500 mm über dem Fundament anzubringen, damit anprallende Pkws unter der Tafel durchfahren können. Wegen der mit dieser Höhe verbundenen Vorteile sollte auch eine je nach Größe der Tafel aus statischen Gründen ggfls. erforderlich werdende stärkere Dimensionierung der Ständer in Kauf genommen werden.
- Voraussetzung für die Umfahrbarkeit von Verkehrsschildern großer Abmessungen ist eine geeignete Befestigung der Tafel an den Ständern. Ein günstiges Anfahrverhalten, wie in der Versuchsreihe beobachtet, kann durch Verwendung der in den Versuchen erprobten Befestigungsvorrichtungen, z.B. Klemmschellen der Typen Alform und Alround, sichergestellt werden.

6.3 Befestigung der Aufstellvorrichtung auf dem Fundament

- Zur Sicherstellung der Umfahrbarkeit dürfen die Rohre der Gabelständer und kleineren Rohrpfeiler aus Rohren bis 76 mm Durchmesser und unter 4 mm Wandstärke an den Fußplatten nicht mit Knotenblechen befestigt werden. Sie sind stets nur mit einer Rundschweißnaht an entsprechend dimensionierten Fußplatten anzuschließen. Die Schweißnaht

- 28 -

soll nicht stärker als statisch erforderlich ausgebildet werden, wobei jedoch die geringste zul. Stärke nach DIN 4115 einzuhalten ist.

- Eine Grundvoraussetzung für die Wirksamkeit umfahrbarer Aufstellvorrichtungen ist allerdings die Verhinderung eines Anpralls der Unfallfahrzeuge an aus dem Boden herausragende Fundamente. Die Fundamente sollten deshalb an keiner Stelle mehr als 0,10 m aus dem umgebenden Boden herausragen. Zu diesem Zweck muß bei Aufstellung von Verkehrsschildern im Böschungsbereich das Fundament in die Böschung hinein verschoben und die Aufständigung des Schildes ggfls. asymmetrisch auf der der Fahrbahn zugewandten Seite des Fundaments vorgenommen werden.

