Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau

Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum

Bürkel Baumann Schuler
Ingenieure + Planer AG, Winterthur
P. Bürkel, dipl. Ing. ETH
H.-J. Müller, dipl. Ing. ETH

Forschungsauftrag 1/86 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Februar 1996

3.4 EN 1317, Teil 3: Anpralldämpfer 27
3.4.1 Ausgangslage 27
3.42 Generelle Beurteilung 27
3.4.3 Die Klasse B1 28
3.4.4 Gefährdung des Verkehrs durch die Abstützkonstruktion 28

3.5 EN 1317, Teil 4: Endstücke und Übergänge 28
3.5.1 Ausgangslage 28
3.5.2 Risikobeurteilung 29
3.5.3 Anforderungen an Endstücke 29
3.5.4 Anforderungen an Übergänge 29

3.6 EN 1317, Teil 5: Dauerhaftigkeit und Nachweis der Konformität 29
3.6.1 Ausgangslage 29
3.6.2 Dauerhaftigkeit 30
3.6.3 Konformitätsnachweis 31

4 Auswirkungen der EN 1317 33

4.1 Charakteristiken des Schweizer Marktes im Bereich Fahrzeugrückhaltesysteme 33
4.2 Auswirkungen für Schweizer Hersteller und Montagefirmen auf dem Schweizer Markt 33
4.3 Auswirkungen für Schweizer Hersteller und Montagefirmen im EU-Raum 34
4.4 Auswirkungen für die schweizerischen Strassenverwaltungen 34

Anhang 1, Literaturverzeichnis
Anhang 2, prEN 1317-Teil 1
Anhang 3, prEN 1317-Teil 2

Zusammenfassung

Ausgangslage

Die Norm SN 640 570, Leitschranken, stammt aus dem Jahre 1968. Sie ist trotz ihres Alters noch unerwartet aktuell. Es fehlen jedoch Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und die Prüfungen von Schutzeinrichtungen, die den Bedingungen des gegenwärtigen Verkehrs (Fahrzeugcharakteristiken, Verkehrsgeschwindigkeit) und den heutigen Schutzzielen angepasst sind. Die VSS Fachkommission 2, Verkehrstechnik, hat deshalb der Kommission für Forschung im Strassenwesen des EVED beantragt, eine Forschungsarbeit zur Bearbeitung einer Norm Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum zu veranlassen. Im Laufe der Beschaffung von Grundlagen ist seitens der CEN der Technischen Kommission TC226, Strassenausrüstung, der Auftrag erteilt worden, Normen im Bereich Rückhaltesysteme an Strassen zu bearbeiten. Dies hatte zur Folge, dass die Vorbereitung einer schweizerischen Norm eingestellt werden musste, und dass die Forschungsstelle bei der Bearbeitung der EN in der CEN/TC226 mitgearbeitet hat. Die Vorbereitung der EN 1317 ist durch die Subkommission VSS SK 173.7, Passive Sicherheit im Strassenraum, begleitet worden.

Übersicht zu den Teilen EN 1317 im Bereich der Fahrzeugrückhaltesysteme

Allgemeines

Die Norm EN 1317 umfasst neben den Fahrzeugrückhaltesystemen (Leitschranken, Leitmauern, Anpralldämpfer, Endstücke, Übergänge) auch die Personenrückhaltesysteme (Geländer, Brüstungen). Die bis 1995 behandelten Teile der Norm befassen sich ausschliesslich mit den Anforderungen und Prüfungen der Fahrzeugrückhaltesysteme.

EN 1317, Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren

Die Norm enthält Grundlageninformationen und Prüfvorschriften. Sie richtet sich vor allem an Prüf- und Zertifizierstellen. Die Norm ist grundsätzlich praktikabel. Sie enthält jedoch Fehler und Unklarheiten im Bereich der Festlegung der Anforderungen an die Prüffahrzeuge. Im weiteren werden Indices für die Anprallheftigkeit eingeführt, bei denen die Beziehungen zur Verletzungsschwere nicht nachgewiesen sind. Die Norm wird voraussichtlich im Jahre 1996 durch die CEN ratifiziert.

EN 1317, Teil 2: Schutzeinrichtungen, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren

In der Norm sind die Leistungsstufen für Schutzeinrichtungen und die Bedingungen für die Anpralltests festgelegt. Die Norm ist grundsätzlich praktikabel

und gut aufgebaut. Die Anzahl der mit der Norm abgedeckten unterschiedlichen Systeme ist jedoch ausserordentlich gross. Das Ziel einer Beschränkung der Systeme, die in Europa eingesetzt werden, wird deshalb kaum erreicht. Der Normteil wird voraussichtlich zusammen mit dem Teil 1 im Jahre 1996 abgeschlossen.

EN 1317, Teil 3: Anpralldämpfer

In der Norm sind die Leistungsstufen für Anpralldämpfer und die Bedingungen für die Anpralltests festgelegt. Die Norm ist analog dem Teil 2 aufgebaut. Es wurden bereits zwei neu entwickelte Systeme mit dem Ende 1994 vorliegenden Entwurf erfolgreich geprüft. Der vorliegende Normenentwurf enthält jedoch eine zu grosse Zahl von Leistungsklassen, mit denen zum Teil bedeutungslose Fälle abgedeckt werden. Die grosse Zahl der Leistungsklassen verhindert die Entwicklung von kostengünstigen Systemen und damit in vielen Fällen den Einsatz von Anpralldämpfern. Die Ratifizierung des Normteils ist frühestens im Jahre 1997 zu erwarten.

EN 1317, Teil 4: Endstücke und Übergänge von Schutzeinrichtungen

Der Inhalt der Norm ist im Detail noch nicht festgelegt. Endstücke und Übergänge finden sich in grosser Zahl vor allem an Gemischtverkehrsstrassen. Für die Vertreter der Schweiz in der CEN/TC 226/WG1 steht vor allem die Festlegung von angemessenen Anforderungen im Vordergrund, welche die Entwicklung von kostengünstigen Endstücken und Übergängen nicht behindert. Die Meinungen über das Schutzziel und die Anforderungen gehen in der WG1 weit auseinander.

EN 1317, Teil 5: Dauerhaftigkeit und Nachweis der Konformität

Die Norm enthält materialtechnische Anforderungen an alle Arten von Rückhaltesystemen an Strassen und die von der Kommission der EU festgelegten Elemente des Konformitätsnachweises. In Anbetracht der Vielfalt der Materialien, die bei Rückhaltesystemen eingesetzt werden, und den vielfach ungünstigen Bedingungen bei der Montage der Rückhaltesysteme ist es schwierig, ein Konzept zur Festlegung der Anforderungen bezüglich der Dauerhaftigkeit und der Konformität zu finden. Das Konzept der Norm ist noch offen.

Auswirkungen der EN

Die längerfristigen Auswirkungen der EN 1317 für die Hersteller und die Strassenverwaltungen sind erheblich. Zumindest in den Ländern der EU ist in Zukunft bei Ausschreibungen für Rückhaltesysteme anstelle der vom Staat standardisierten Systeme nur noch die Festlegung von Anforderungen an die im Projekt vorgesehenen Systeme zulässig. Die mit diesem Beschaffungskonzept verbundene Systemvielfalt beim Einsatz von Schutzeinrichtungen kann zu schwerwiegenden logistischen Problemen beim Strassenunterhalt führen.

Résumé

Situation de départ

La norme SN 640 570, glissières de sécurité, date de 1968. Malgré son âge, elle est d'une actualité surprenante. Il y manque cependant des spécifications relatives à la performance et aux essais des systèmes de retenue correspondant aux conditions du trafic actuel (caractéristiques des véhicules, vitesse du trafic) et aux buts de la protection. C'est pourquoi la commission VSS 2, Technique de la circulation, a demandé à la commission de la recherche en matière de routes, d'attribuer un travail de recherche pour l'élaboration d'une norme, spécifications des dispositifs routiers de retenue. Au cours de cette recherche, la commission technique TC226 du CEN, Equipement de la route, a été chargée d'élaborer des normes dans le domaine des dispositifs routiers de retenue. En conséquence, la préparation de la norme suisse a dû être abandonnée et le centre de recherche s'est engagé dans la CEN/TC 226 en faveur de l'élaboration de la norme européenne. La préparation des normes EN a été suivie par la sous-commission 173.7 de la VSS, Protection passive dans l'espace routier.

Aperçu des parties de l'EN 1317 dans la domaine des dispositifs routiers de retenue de véhicules

Généralités

La norme EN 1317 traite des dispositifs routiers de retenue de véhicules (systèmes de retenue, parapets de sécurité en béton, amortisseurs de choc, éléments d'extrémité, éléments de transition) ainsi que des dispositifs de retenue pour piétons (garde-corps, balustrades). Les parties de la norme élaborées jusqu'en 1995 ont traité uniquement des spécifications et des essais des dispositifs routiers de retenue de véhicules.

EN 1317, Partie 1: Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essai

Cette norme contient des informations de base et des prescriptions pour les essais. Elle s'adresse en premier lieu aux laboratoires d'essai et aux institutions de certification. La norme est applicable mais elle contient des erreurs et manque de clarté en ce qui concerne les prescriptions sur les véhicules de test. De plus, la relation entre les indices de sévérité de choc utilisés et la gravité des blessures n'est pas démontrée. La ratification de cette norme par le CEN est prévue pour 1996.

EN 1317, Partie 2: Systèmes de retenue - Classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai

Cette norme fixe les classes de performance des systèmes de retenue ainsi que les caractéristiques des essais de choc. La norme est en principe applicable et bien

structurée. Le nombre des différents systèmes de retenue traités est cependant extrêmement élevé. L'objectif d'une limitation du nombre de systèmes utilisés en Europe est probablement illusoire. L'élaboration de cette partie de la norme sera probablement terminée en même temps que la partie 1, en 1996.

EN 1317, Partie 3: Amortisseurs de choc

Cette norme fixe les classes de performance des amortisseurs de choc ainsi que les caractéristiques des essais de choc. La structure de la norme est similaire à celle de la partie 2. Sur la base du projet de fin 1994, deux nouveaux systèmes d'amortisseurs de choc ont été testés avec succès. La gamme de classes de performance est nettement trop large. Quelques cas peuvent même être considérés comme insignifiants. Le grand nombre de classes de performance freine le développement de systèmes bon marché et empêche par conséquent dans bien des cas l'installation d'amortisseurs de choc. La ratification de cette partie est peu probable avant l'année 1997.

EN 1317, Partie 4: Eléments d'extrémité et éléments de transition

Le contenu de cette norme n'est pas encore fixé en détail. Les éléments d'extrémité et de transition sont surtout installés en grand nombre le long des routes à trafic mixte. Le but de la délégation suisse dans le CEN/TC 226/WG1 est d'arriver à des spécifications raisonnables ne faisant pas obstacle au développement d'éléments d'extrémité et de transition bon marché. Au sein du WG1, on est cependant loin du consensus dans les domaines du but de protection et des spécifications.

EN 1317, Partie 5: Durabilité et certificat de conformité

La norme contient des spécifications technologiques concernant toutes sortes de dispositifs routiers de retenue ainsi que les éléments du certificat de conformité, fixés par la commission de l'Union Européenne. Etant donné la diversité des matériaux utilisés dans les dispositifs routiers de retenue et le fait que les systèmes ne sont pas assemblés chez le fabricant, une conception règlant les spécifications relatives à la durabilité et à la conformité ne sera pas facile à établir. Le concept de la norme n'est pas encore défini.

Effets de l'EN

Pour les fabricants et les services routiers, les effets à long terme de l'EN 1317 sont considérables. Dans les pays de l'Union Européenne pour le moins, il ne sera pas possible de se limiter uniquement à des systèmes standardisés et proposés par l'Etat. Seuls les systèmes satisfaisant aux performances requises pour un projet donné seront admissibles. La grande diversité de systèmes liée à ce mode de faire peut conduire à des problèmes importants dans l'entretien des routes.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Norm SN 640 570, Leitschranken, Ausgabe 1968, weist auch am heutigen Standard gemessen noch ein hohes technisches Niveau auf. Sie hat jedoch in den Jahren nach ihrem Erscheinen zu Problemen Anlass gegeben, weil Detailinformationen für ihre Umsetzung in die Praxis und Bestimmungen in bezug auf die Prüfung von Rückhaltesystemen an Strassen fehlten. So sind in der Schweiz verschiedentlich Passive Schutzeinrichtungen angeordnet worden, die vor allem wegen konstruktiven Mängeln nicht oder nur beschränkt funktionstüchtig sind. Dieser Umstand hat das Bundesamt für Strassenbau (ASB) in den siebziger Jahren bewogen, Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken [8], herauszugeben. Diese enthalten für alle Einsatzbereiche geprüfte Schutzeinrichtungen. Die Richtlinien haben in der Schweiz einen nachhaltigen Sicherheitszuwachs bewirkt, welcher ausser an den Brückenrändern in den meisten Fällen mit keiner relevanten Kostenerhöhung verbunden war. Analoge Entwicklungen haben in den Nachbarländern stattgefunden. Sowohl Deutschland wie auch Frankreich haben Leitschrankensysteme standardisiert und deren Einsatz verfügt oder empfohlen.

Seit der Herausgabe der Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken sind die Anforderungen an die Sicherheit unserer Strassen gestiegen. Diese Entwicklung sowie die geplante Schaffung eines neuen umfassenden Normenpakets, Passiver Schutz im Strassenraum, haben die VSS Kommission 2, Verkehrstechnik, veranlasst, das Kreditgesuch für die FA 1/86 für die Bearbeitung einer Norm, Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum, zu unterstützen.

Nach der Auftragserteilung durch das Eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement sind Grundlagen für die Bearbeitung der Norm beschafft und ausgewertet worden. Die Grundlagenbeschaffung umfasste insbesondere Literaturrecherchen in bezug auf Prüfverfahren, die Bedingungen seitens des Motorfahrzeugverkehrs in der Schweiz sowie ausländische Normen. Im Laufe der Beschaffung von Grundlagen zum Forschungsgebiet ist die Forschungsstelle erstmals seitens des SIA im Zusammenhang mit Recherchen für eine Norm über Befestigungen darauf aufmerksam gemacht worden, dass gemäss einer Vereinbarung der EU und der EFTA-Länder mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) aus dem Jahre 1984 keine nationalen Normen mehr herausgegeben werden dürfen, wenn durch die CEN Europäische Normen (EN) vorbereitet werden. In der Folge hat eine Anfrage bei der Schweizerischen Normenvereinigung (SNV) ergeben, dass Mandate für Normen im Bereich Passive Schutzeinrichtungen in Vorbereitung sind.

Aufgrund der Auskunft der Schweizerischen Normen-Vereinigung wurde die Vorbereitung einer nationalen Norm eingestellt und auf den Beginn der Bearbeitung einer EN gewartet. Die erste Sitzung der CEN Arbeitsgruppe 1 der Technischen Kommission 226 (CEN/TC 226/WG1) fand am 17. September 1990 statt. Als Vertreter der Schweiz bzw. der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS) hat ein Angehöriger der Forschungsstelle in der Arbeitsgruppe mitgearbeitet. Wie im Rahmen dieses Berichtes erläutert wird, hat sich mit dem Übergang der Bearbeitung der Norm Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen von der VSS an die CEN/TC226/WG1 deren Umfang und Inhalt nachhaltig verändert.

Die Arbeiten für die EN 1317 sind immer noch im Gange. Der Zeitpunkt ihres Abschlusses ist noch offen.

1.2 Zielsetzungen der Forschungsarbeit

1.2.1 Zielsetzungen gemäss Kreditgesuch

Das Ziel der Forschungsarbeit gemäss dem Kreditgesuch war die Vorbereitung einer Norm, Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum. Im Rahmen dieser Bearbeitung waren vor allem die folgenden aktuellen Probleme zu untersuchen:

◊ Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen in bezug auf den Anprall von Bussen

  Diese Fahrzeugart weist einen geringen Anteil am Verkehr auf. Die Transportleistung ist jedoch erheblich. Die Forschungsarbeit hat die Beziehungen der Verkehrssicherheit der Busse und Reisecars zu den Passiven Schutzeinrichtungen zu klären.

◊ Rückhalteniveau der Passiven Schutzeinrichtungen gegenüber Schweren Lastfahrzeugen

  Die Norm SN 640 570, Leitschranken, geht von Testbedingungen für alle üblichen Einsätze von Rückhaltesystemen an Strassenrändern, auf Mittelstreifen und auf den Brückenrändern (Leitschranken Typen II und III) von einer Anprallgeschwindigkeit 70 km/h (70-80 km/h) und einer Fahrzeugmasse von 10'000 kg aus. Diese Bedingungen stimmen mit den Verhältnissen auf unseren Strassen allgemein nicht überein.

◊ Sicherheit des Zweiradverkehrs

  Die Ausrüstung einzelner Strassen in der Schweiz sollte vermehrt auch auf die Zweiradfahrer ausgerichtet werden. Dies gilt speziell für die bekannten Motorradfahrerrouten. Dabei stellen Leitschrankenpfosten aus Träger-Profilen eine Gefährdung für die Motorradfahrer dar. Bei der Festlegung der Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen ist dies zu berücksichtigen.

◊ Verletzungsschwere nach Anprall

Die in der Schweiz allgemein eingesetzten Stahlleitschranken weisen ein günstiges Verhalten in bezug auf die Schwere der Verletzungen von Insassen nach einem Anprall (Anprallheftigkeit) auf. Im Hinblick auf neu zu entwickelnde Systeme mit einem hohen Rückhalteniveau sowie auf den Einsatz von Leitmauern müssen die Anforderungen bezüglich der Verletzungsschwere untersucht und ein Vorschlag für die Norm Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum vorbereitet werden.

◊ Sicherheitsniveau der Passiven Schutzeinrichtungen im Strassenraum

Das Sicherheitsniveau von Rückhaltesystemen kann in einzelnen Fällen mit einem angemessenen Aufwand angehoben werden. Eine Voraussetzung dafür, dass neue Schutzeinrichtungen entwickelt oder bestehende Systeme verbessert werden, ist die Festlegung der Anforderungen in den Normen der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

1.2.2 Grundsätze bei der Vorbereitung der Europäischen Norm EN 1317, Rückhaltesysteme an Strassen

Die EN 1317 behandelt grundsätzlich die gleichen Aspekte wie die geplante SN, Anforderungen an Passive Schutzeinrichtungen im Strassenraum. In beiden Normen sollen primär Anforderungen festgelegt und keine ausführungsorientierten Angaben gemacht werden. Im Zusammenhang mit der Umstellung von einer SN auf eine Europäische Norm (EN) haben sich jedoch die folgenden Veränderungen ergeben:

◊ Der Aufbau und die Gestaltung der Normen hat gemäss den Regeln der CEN zu erfolgen.

◊ Die Normen sind dem Recht der EU unterstellt [24].

◊ Es werden ergänzend zur Festlegung der Anforderungen an Fahrzeugrückhaltesysteme (Schutzeinrichtungen, Anpralldämpfer, Endstücke, Übergänge) auch die Prüfverfahren behandelt.

◊ Es werden die Aspekte der Dauerhaftigkeit behandelt.

◊ Die von der Kommission der EU festgelegten Elemente des Konformitätsnachweises werden in die Norm aufgenommen.

1.3 Übersicht zu den bestehenden Normen und Richtlinien

Zusammenstellung gültiger und neuer technischer Normen

Eine Zusammenstellung findet sich in der Tabelle 1, Ersatz aktueller technischer Normen durch neue EN/SN und durch SN. Die Entwicklung der Normierung ist wie folgt charakterisiert:

◊ Alle technischen Normen, welche Anforderungen an Systeme festlegen, werden in Europäische Normen übergeführt.

◊ Es werden Europäische Normen mit neuen Bereichen – Allgemeine Kriterien für Prüfverfahren, Dauerhaftigkeit usw. geschaffen.

◊ Alle technischen Normen, welche den Einsatz, die Wahl und die Anordnung von Rückhaltesystemen an Strassen behandeln, werden in einer Nationalen Norm (SN/VSS) zusammengefasst.

◊ Über die weitere Bearbeitung und Herausgabe ausführungsorientierter Richtlinien besteht noch keine Klarheit.

Problemkreise	Bisherige technische Normen	Neue technische Normen
Grundlagen	◊ SN 640 570, Leitschranken ◊ SN 640 565, Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen	◊ EN 1317-1, Rückhaltesysteme an Strassen, Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren
Anforderungen an Rückhaltesysteme/ Ausführung	SN 640 570, Leitschranken	◊ EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Strassen, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren ◊ EN 1317-3, Rückhaltesysteme an Strassen, Anpralldämpfer, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren ◊ EN 1317-4, Endstücke und Übergänge von Schutzeinrichtungen, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren ◊ EN 1317-5, Rückhaltesysteme an Strassen, Dauerhaftigkeit und Konformitätsnachweis
	Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken, Bundesamt für Strassenbau	Evtl. Revidierte Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken, Bundesamt für Strassenbau
Einsatz, Wahl und Anordnung von Rückhaltesystemen an Strassen	◊ SN 640 570, Leitschranken ◊ Richtlinien für die Anordnung von Leitschranken an Autobahnen und Autostrassen, Bundesamt für Strassenbau ◊ Leitschranken an Gemischtverkehrsstrassen, FA 1/78, EDI	SN 640 566, Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen
	Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel Brückenrand und Mittelstreifen, Bundesamt für Strassenbau	Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel Brückenrand und Mittelstreifen, Bundesamt für Strassenbau

Tab. 1 Ersatz aktueller technischer Normen durch neue Normen

Übersicht über die technischen Normen und ihre Beziehungen

Die Übersicht im Bild 1 enthält Angaben zu den Beziehungen zwischen den Dokumenten. Die Darstellung zeigt die folgenden Merkmale:

◊ Die SN 640 565, Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen, hat vor allem zur "Projektierungsnorm" SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen (in Vorbereitung), eine direkte Beziehung.

◊ Die EN 1317-2, 1317-3 und 1317-4 mit den Anforderungen an Schutzeinrichtungen und Anpralldämpfer sind in Zukunft die systemorientierten Grundlagen der "Projektierungsnorm" SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen (in Vorbereitung).

◊ Die EN 1317-1, Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren, ist eine Grundlage der drei "Anforderungsnormen" EN 1317-2/3/4.

◊ Die EN 1317-5, Dauerhaftigkeit und Konformitätsnachweis, ist eine Grundlage für ausführungsorientierte technische Normen – beispielsweise die Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken des Bundesamtes für Strassenbau.

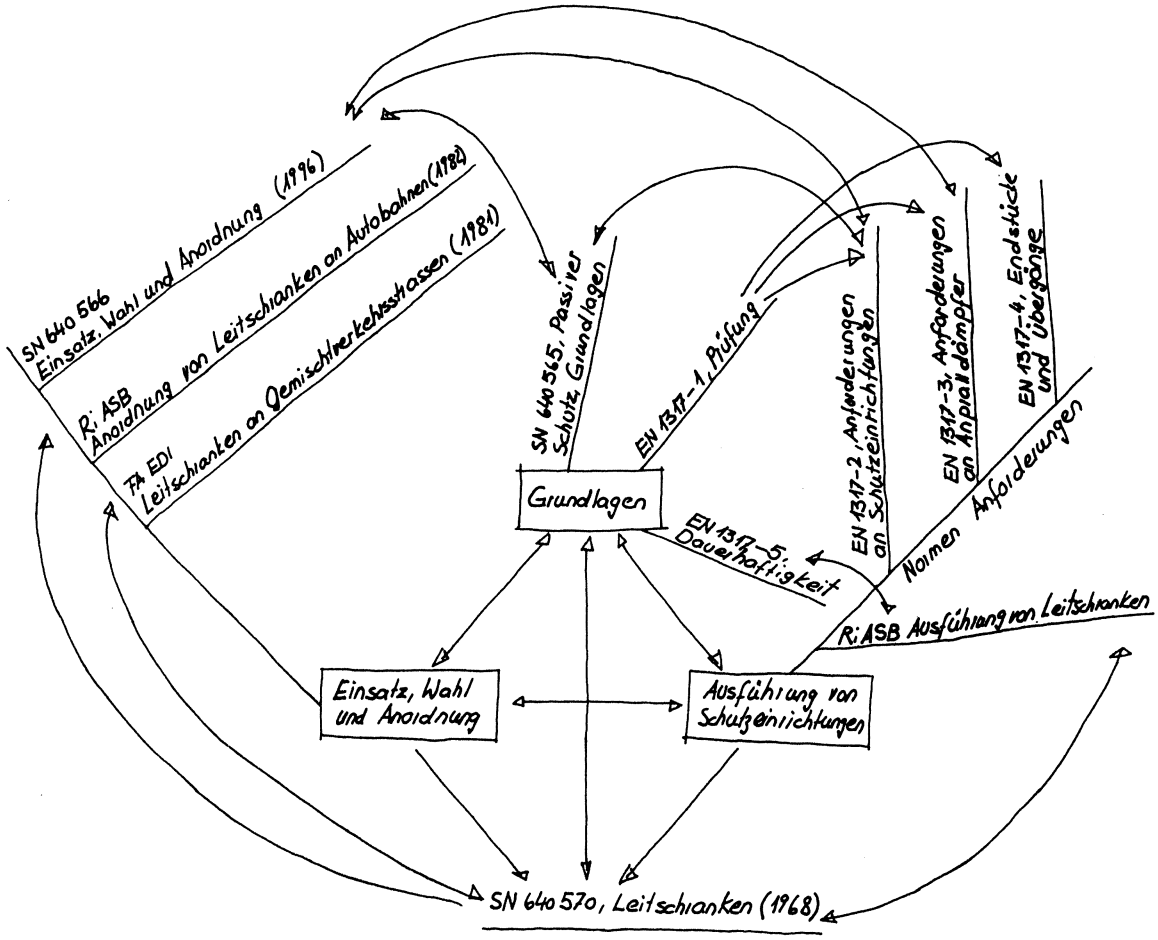


Bild 1 Übersicht über die technischen Normen im Bereich Rückhaltesysteme an Strassen (mind map)

2 Vorgehen und Probleme bei der Bearbeitung der EN 1317, Rückhaltesysteme an Strassen

2.1 Allgemeines

Die folgenden Kommentare sollen Informationen über die Probleme bei der Erarbeitung der Norm im Rahmen des Problemkreises "Technische Normen und Konformitätsnachweis in Europa" liefern. Es ist dabei davon auszugehen, dass die beschriebenen Probleme in anderen Bereichen der Normenbearbeitung der Strassenausrüstung ähnlich sind. Zum besseren Verständnis werden die Beziehungen der Europäischen Normen zum EU-Recht zusammenfassend dargestellt.

2.2 Rechtliche Aspekte im Bereich EU und EFTA

Rechtsbeziehungen

Das Bild 2 zeigt die Beziehungen zwischen den Europäischen Normen, der EU und der EFTA. Nachfolgend sind die Beziehungen im Detail erläutert:

◊ Die EU ist eine Staatengemeinschaft mit einem Parlament (Europarat) und einer Verwaltung (Kommission), welche Verordnungen und Richtlinien erlässt. Im Fall der Verordnungen ist der Bürger der EU der Adressat. Dagegen richten sich die Richtlinien an den Mitgliederstaat, welcher der Richtlinie über seine Gesetzgebung Rechtskraft verschafft.

◊ Die EFTA ist im Gegensatz zur EU keine Zollunion mit supranationalen Organen. Zentrales Organ für die Anwendung des EFTA-Vertrages ist der Rat. Dieser ist lediglich eine Gesandtenkonferenz. Beschlüsse des Rates sind mit Staatsverträgen zu vergleichen. In bezug auf die Gestaltung von technischen Normen und die Regelung des Konformitätsnachweises von Produkten bestehen zu beachtende "Vorschriften".

◊ Die Bearbeitung von Europäischen Normen durch das Europäische Komitee für Normung (CEN) basiert auf einem Vertrag zwischen der EU und der EFTA. Die Schweiz nimmt über diesen Vertrag am Harmonisierungsprozess in Europa teil.

Im Bild 2 sind u.a. die Beziehungen zwischen der EU und den Europäischen Normen dargestellt. Die Verbindung EU-Rat/Bauprodukterichtlinien/Europäische Normen zeigt, dass die durch den EU-Rat erlassenen Richtlinien vom 21. Dez. 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliederstaaten über Bauprodukte [24] in den zu erarbeitenden EN zwingend zu berücksichtigen sind.

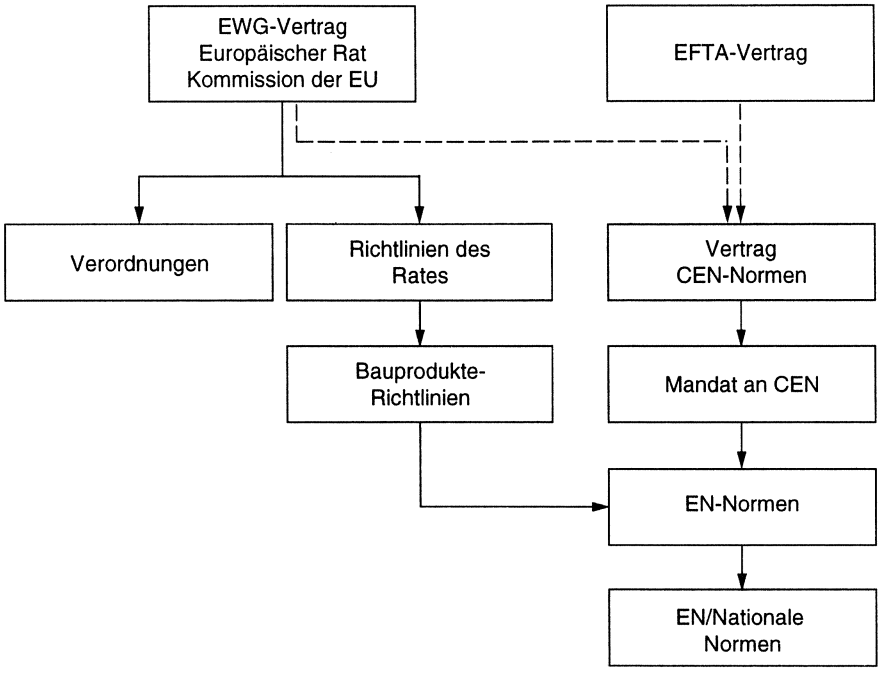


Bild 2 Rechtsbeziehungen zwischen der EU, der EFTA und den Europäischen Normen

2.3 Leitlinien der europäischen Normierungspolitik

Eine Übersicht findet sich im Bild 3. Für das Verständnis sind die folgenden Hinweise von Bedeutung:

◊ Die Darstellung zeigt, dass das primäre Ziel der Europäischen Normen die Sicherheit ist. Gemäss dem Anhang 1 zu den Bauprodukterichtlinien [24] umfasst die Anforderung Sicherheit auch die Elemente mechanische Festigkeit, Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz, Nutzungssicherheit, Schallschutz und Energieeinsparung. Diese Erweiterung des Begriffs Sicherheit hat im vernetzten Bereich der Rückhaltesysteme an Strassen eine wesentliche Bedeutung. Wegen der Bedeutung der Sicherheit im Rahmen der Schaffung von Europäischen Normen stellte sich auch die Frage nach der Notwendigkeit eines Mandates zur Bearbeitung einer Norm über den Einsatz, die Wahl und die Anordnung von Rückhaltesystemen an Strassen durch die CEN/TC 226/WG1. Ein Antrag für ein solches Mandat wurde seitens der CEN/TC 226/WG1 in einem früheren Zeitpunkt als notwendig und später jedoch als nicht notwendig beurteilt.

◊ Harmonisierungsdokumente (HD) haben ein geringeres Gewicht als EN. Ein Harmonisierungsdokument ist mit der Verpflichtung der Mitgliederstaaten der EU verbunden, diese auf nationaler Ebene zu übernehmen bzw. zumindest öffentlich anzukündigen und entgegenstehende Dokumente zurückzuziehen.

◊ Notifikationsverfahren regeln die Informationsverbreitung im Zusammenhang mit neuen und geplanten Normen. Notifikationsverfahren sollen gemäss der einschlägigen Literatur ein wichtiges Mittel zur Harmonisierung der Märkte sein.

◊ Technische Zulassungen werden durch die bezeichneten Prüfstellen der EU-Staaten in Bereichen ausgestellt, in denen Technische Normen fehlen bzw. wegen unzureichenden Grundlagen nicht geschaffen werden können. Die Leitlinien für die Durchführung von europäischen technischen Zulassungsprüfungen (ETAG) werden von der Europäischen Organisation für Technische Zulassungen bearbeitet (EOTA). Die EFTA-Länder haben in der EOTA lediglich einen Beobachterstatus. Die Schweiz hat als EFTA-Mitglied keine für Technische Zulassungen bezeichnete Stelle. Ein mit Schutzeinrichtungen in einer Beziehung stehender Fachbereich der EOTA sind die Befestigungen (Dübel, Ankerschienen usw.).

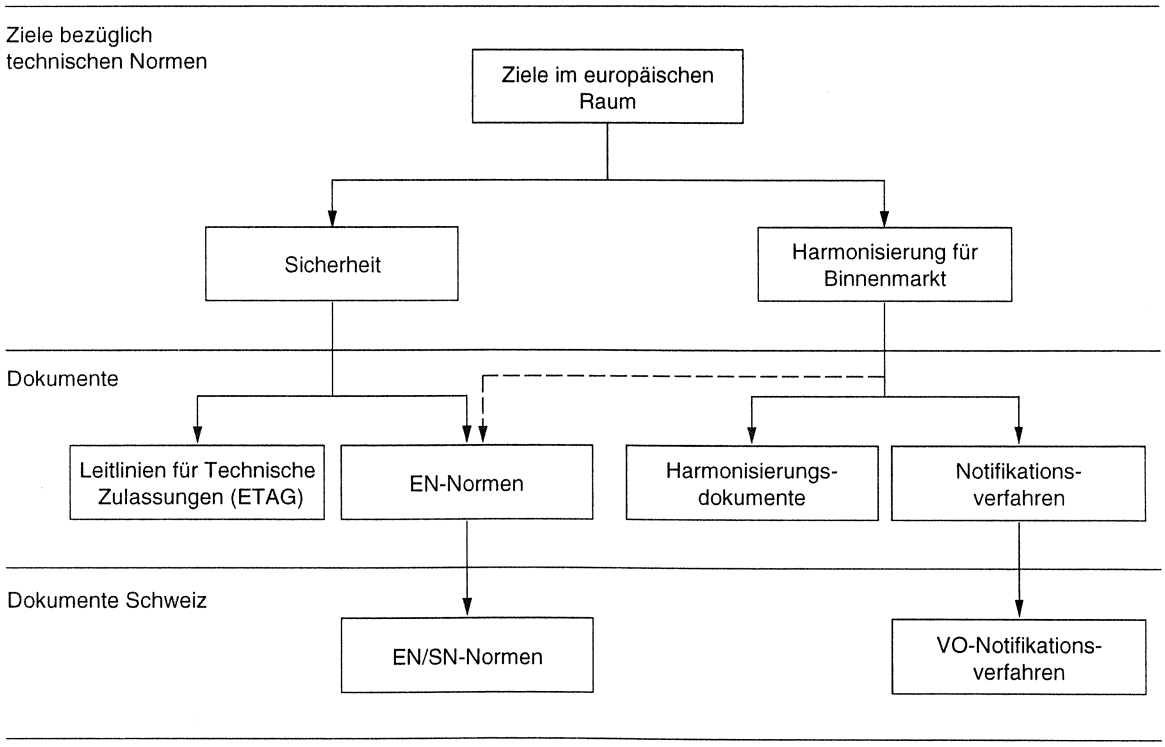


Bild 3 Übersicht über die Dokumente im Zusammenhang mit der Sicherheit und Harmonisierung im europäischen Binnenmarkt

2.4 Organisatorische Aspekte der Normierungstätigkeit

Übersicht zur Organisation

Die für die Tätigkeit in der Arbeitsgruppe CEN/TC 226/WG1, Rückhaltesysteme an Strassen, massgebende Organisation ist im Bild 4 dargestellt. Für die Arbeit in der WG1 waren vor allem die folgenden organisatorischen Elemente von Bedeutung:

◊ Für die Bearbeitung von Normen ist die Technische Kommission (TC) verantwortlich. Die Mitglieder der Arbeitsgruppen (WG) sind grundsätzlich auch Mitglieder der TC. Im Fall der TC 226, Strassenausrüstung, sind jedoch die Arbeitsgruppen vollumfänglich für die Bearbeitung zuständig. An den Sitzungen der TC nehmen die Vorsitzenden sowie einzelne Mitglieder der WG teil. Das Gros der Mitglieder der WG hat somit kaum einen Einfluss auf die Entscheidungen auf der Stufe der TC.

◊ Die Normen, für welche die Technische Kommission zuständig ist, tangieren sehr unterschiedliche Fachbereiche wie Leitschranken (Metallbau) und Markierungen (Beleuchtungstechnik, Beschichtungen). Die meisten Vertreter der Länder sind aus diesem Grunde nur sehr beschränkt in der Lage, die nationalen Interessen bei der Behandlung der Normen in diesem massgebenden Gremium zu vertreten.

◊ U.a. wegen der heterogenen Materie, die auf der Stufe der TC 226 behandelt wird, funktioniert auf nationaler Ebene auch die Information vom TC-Delegierten zu den Delegierten auf der Stufe WG gar nicht oder nur beschränkt. In anderen TC, welche für einen einheitlicheren Fachbereich verantwortlich sind, sollen Informationsprobleme jedoch nicht auftreten.

◊ Die verschiedenen Arbeitsgruppen haben in Anbetracht ihrer sehr unterschiedlichen Fachbereiche praktisch keinen Kontakt untereinander. Im Fall der WG 6, Lärmschutzeinrichtungen, war die eigentlich wichtige Koordination mit der WG 1 im Bereich "Fahrzeuganprall" nicht gewährleistet.

Aus den Hinweisen zur Organisation der TC 226 und der TC 226/WG1 ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die Vertretung der WG-Mitglieder in der TC 226 durch die VSS geregelt werden sollte.

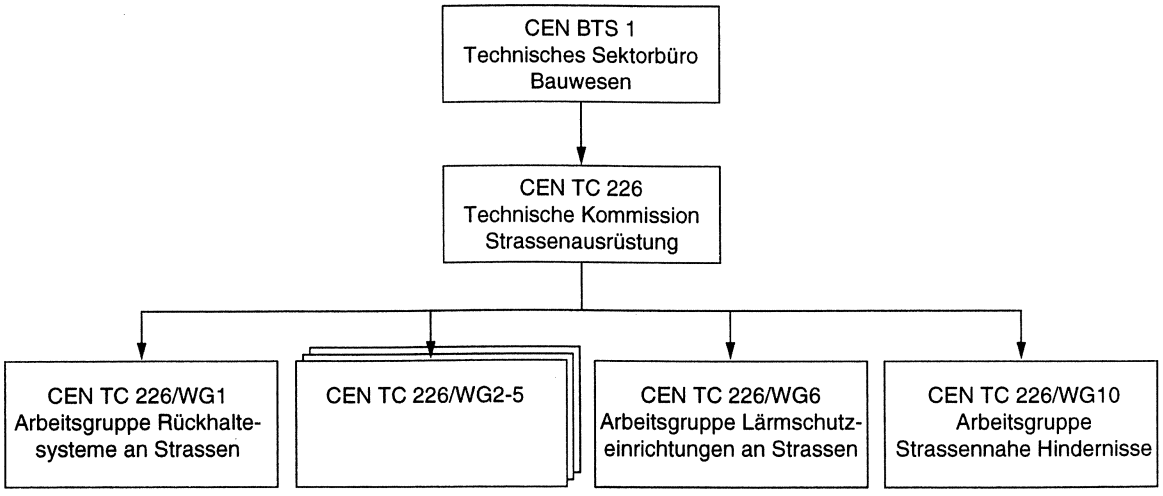


Bild 4 Übersicht Organisation der Technischen Kommission 226, Strassenausrüstung, mit den WG mit einer unmittelbaren Beziehung zur WG1

2.5 Zusammensetzung der CEN/TC 226/WG1 und ihre Auswirkungen auf die Normenbearbeitung

Übersicht zur Zusammensetzung der Arbeitsgruppe

Eine Matrix zur Zusammensetzung findet sich in der Tabelle 2. Die Zusammensetzung weist die folgenden Charakteristiken auf:

◊ Eine Dominanz der Gruppen "Strassenverwaltung" und "Prüflabor/Forschung" mit speziell aktiven Delegierten

◊ Eine Dominanz der Delegation United-Kingdom, die auch ihren sprachlichen Vorteil bei den Diskussionen ausnützt – im übrigen aber auch einen grossen Anteil der Sachbearbeitung übernommen hat.

◊ Eine allgemein wenig massgebende Gruppe aus dem Bereich Unternehmung

CEN-Mitgliederländer	Strassen-verwaltung	Prüflabor/ Forschung	Beratende Ingenieure	Unter-nehmung	Total Delegation
Deutschland	1	1		3	5
Frankreich	3	1		1	5
Italien	1	1		2	4
Dänemark	1				1
United-Kingdom	1	2	2	1	6
Spanien	1				1
Belgien					
Griechenland					
Niederlande	1			1	2
Norwegen	1				1
Portugal					
Schweden		1			1
Österreich	1			2	3
Finnland	1	1			2
Schweiz			2		2
Total	12	7	4	10	33
Speziell aktive Delegierte	4	4	2	1	

Tab. 2 Herkunft der Mitglieder der CEN TC 226/WG1, Rückhaltesysteme an Strassen, Stand 1994

Hinweise zur Normierungstätigkeit

Die Tätigkeit der Arbeitsgruppe wies die folgenden Besonderheiten auf:

◊ Es wurden praktisch keine Diskussionen geführt, bei welchen nationale wirtschaftliche Interessen im Zusammenhang mit der Herstellung und Montage von Leitschranken standen. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass nur in wenigen "CEN-Ländern" leistungsfähige Leitschrankenhersteller tätig sind. Auch in der Schweiz besteht unverständlicherweise nur ein sehr geringes Interesse an der Tätigkeit der WG.

◊ Es wurden nie Diskussionen über Risikoaspekte oder über die wirtschaftlichen Auswirkungen der zu schaffenden Normen für die Staatshaushalte geführt.

◊ Es wurden keine Diskussionen über die Auswirkungen der Normen auf die logistischen Probleme für die Unterhaltsdienste geführt (Vielfalt der Systeme als Folge des Abbaus der Handelshemmnisse, fehlende Kompatibilität der Konstruktionselemente usw.).

◊ Es wurden sehr eingehende Diskussionen über zahlreiche Belange der Prüfung – so beispielsweise über die Charakteristiken der Testfahrzeuge (Masse, Lage des Schwerpunkts usw.) geführt. Im Vordergrund standen z.B. Interessen von Prüfstellen zum Einsatz von Fahrzeugen der nationalen Produktion und zur Weiterführung eigener Testreihen mit geringen Modifikationen am Prüfprogramm.

2.6 Arbeitsweise der CEN/TC 226/WG1

Organisation

Die WG1 bearbeitet die verschiedenen Normen in Taskgroups (TG). Das Organigramm findet sich im Bild 5.

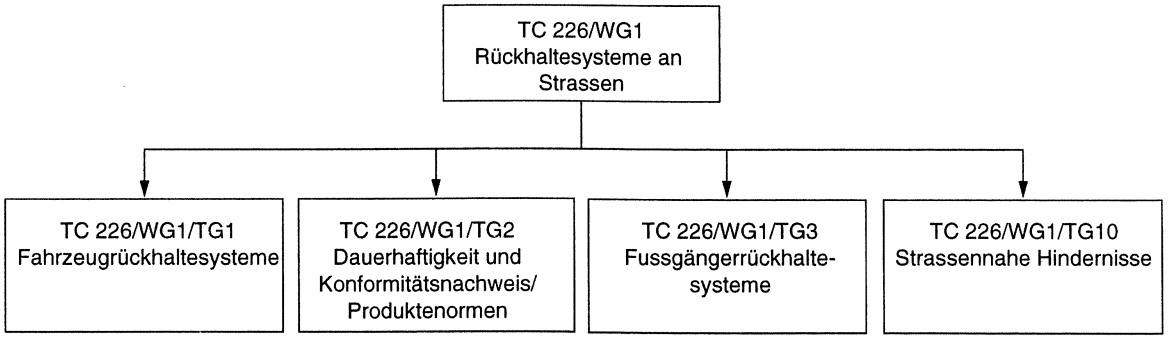


Bild 5 Organisation der CEN/TC 226/WG1, Rückhaltesysteme an Strassen, Stand 1994

CEN/TC 226/WG1/TG1, Fahrzeugrückhaltesysteme

Die Taskgroup TG1 war das "ausführende Element" der WG1, das im wesentlichen die Teile über Prüfverfahren sowie über die Anforderungen an Fahrzeugrückhaltesysteme bearbeitet hat. In der TG1 waren vor allem Angehörige aus dem Bereich "Prüflaboratorium" der Delegationen I, UK, F, D, NL und CH vertreten.

CEN/TC 226/WG1/TG2, Dauerhaftigkeit und Konformitätsnachweis

Die Tätigkeit der TG2 umfasst zwei Arbeitsphasen:

◊ Phase 1, Product Standards

Wie in diesem Bericht noch ausgeführt wird, ergeben die neuen Normen noch nicht übersehbare Probleme für die Inhaber von Strassen. International durchgeführte Submissionen für Rückhaltesysteme gemäss den Regeln der WTO bzw. GATT [37] können die bisherigen Standardausführungen verdrängen und eine für die Logistik unhaltbare Systemvielfalt mit sich bringen. Um dies zu verhindern, wurde seitens der Delegation D vorgeschlagen, Product Standards zu schaffen, wobei jeweils in einer Norm ein System einer Schutzeinrichtung standardisiert worden wäre. Die TG2 hat in der Folge einen Prototyp eines Product Standards bearbeitet. Im Rahmen der Behandlung dieses Normenentwurfs, Draft Standard for Safety Barriers, Safety Barriers, Spaced Steel Guardrails (Distanzleitschranke), welcher auf deutschen Lieferbedingungen basiert, wurde seitens der TG2 der WG1 beantragt, das Projekt "Product Standards" nicht mehr weiter zu verfolgen. Die Überlegungen für diesen Antrag waren die folgenden:

- Gemäss dem Verfahren zur Ausarbeitung von Normen nach dem sogenannten "neuen Konzept" [32] sind in den EN Anforderungen festzulegen. In den Product Standards werden jedoch konstruktive Einzelheiten festgelegt.
- Es stellt sich die Frage des Patentschutzes, welche Probleme aufwerfen kann.
- Es ergeben sich Probleme zum rechtlichen Status der Product Standards. Es wird auf das Dokument Vorgehen bei der Bearbeitung, zur Vernehmlassung, zur Ratifizierung und zur Herausgabe von Normen in den EU- und EFTA-Staaten hingewiesen.

In der Folge hat die WG1 das Projekt "Product Standards" mindestens vorerst aufgegeben.

◊ Phase 2, Dauerhaftigkeit und Konformitätsnachweis

Die Bearbeitung dieser Norm ist im Frühjahr 1995 aufgenommen worden. Die Aspekte der Norm werden unter Ziffer 3.6 behandelt.

CEN/TC 226/WG1/TG3, Fussgängerrückhaltesysteme

Das Interesse der WG1 für Fussgängerrückhaltesysteme ist ausserordentlich gering. Es fehlen in der WG Fachleute, die sich mit Geländern befassen. Mit der Sachbearbeitung wurde erst anfangs 1995 mit einer kleinen Gruppe von sieben Personen – fünf Experten und zwei Delegierten der WG1 – begonnen. Es besteht eine erhebliche Unsicherheit über die zu behandelnden Elemente und das Vorgehen. Die Forschungsstelle hat dem Vorsitzenden der TG zahlreiche Unterlagen über Geländer zur Verfügung gestellt – insbesondere die Forschungsarbeit über Brückengeländer mit erhöhter Sicherheit [13].

2.7 Die schweizerische Begleitgruppe zur CEN/TC 226/WG1

Bezeichnete Begleitgruppe

Als Begleitgruppe (shadow group) zur CEN/TC 226/WG1 wurde von der VSS-Fachkommission 173, Projektierung, die VSS-Subkommission 173.7, Passive Sicherheit im Strassenraum, eingesetzt. Eine Begleitgruppe zur CEN/TC 226 besteht nach Wissen der Forschungsstelle nicht.

Mitglieder der Begleitgruppe

Der Begleitgruppe gehören die folgenden Mitglieder und Experten an:

◊ Peter Bürkel, Delegierter CH in der CEN/TC 226/WG1 (Vorsitz)
◊ François Guenot, Bundesamt für Strassenbau
◊ René Roth, Kantonale Strassenverwaltung
◊ Freddy Buchs, Unternehmung
◊ Dr. Emil Doupal, Eidg. Technische Hochschule
◊ Gerd Hörnig, Unternehmung
◊ Jost Koch, Bundesamt für Strassenbau
◊ Wolfgang Schüler, Delegierter CH in der CEN/TC 226/WG1
◊ Hansruedi Tellenbach, Kantonale Strassenverwaltung

Die Begleitgruppe weist bezüglich der Zugehörigkeit zu einer Organisation und hinsichtlich den unterschiedlichen wirtschaftlichen Interessen eine ausgewogene Zusammensetzung auf.

Aufgaben der Begleitkommission

Die Aufgaben der Begleitkommission sind nachfolgend zusammengestellt:

◊ Vorbereiten von Weisungen an die Delegierten vor Sitzungen der WG1 oder von TG
◊ Vorbereiten von Stellungnahmen zu Entwürfen von Teilen der EN 1317

◊ Bearbeiten von Stellungnahmen zur Vernehmlassung der einzelnen Teile der EN 1317, deutsch und französisch, zu Handen der Schweizerischen Normen-Vereinigung SNV (stage 41)

◊ Antrag zur Abstimmung zu Handen der Schweizerischen Normen-Vereinigung SNV (stage 51)

Verfahren für Vernehmlassungen und Abstimmungen

Das von der VSS für Vernehmlassungen (CEN enquiry, stage 41) und die Abstimmung (Formal vote, stage 51) festgelegte einfache Verfahren ist im Bild 6 dargestellt.

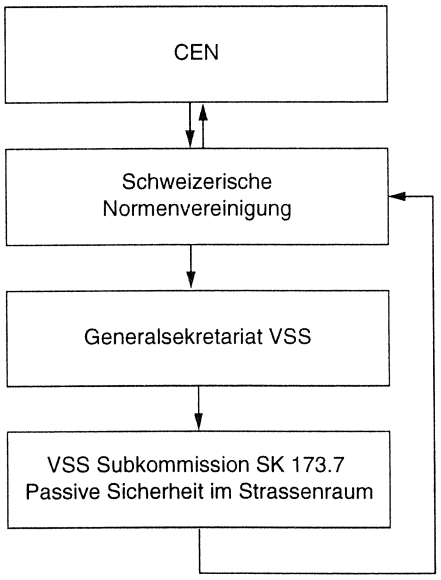


Bild 6 Verfahren für die Vernehmlassung (CEN enquiry, stage 41) und die Abstimmung (formal vote, stage 51) im Fall der EN 1317

Zuständig für die Vernehmlassung und die formelle Abstimmung ist die Schweizerische Normenvereinigung SNV. Der Ablauf gemäss Bild 6 bezogen auf die Norm EN 1317 ist wie folgt charakterisiert:

◊ Das Verfahren ist kurz und einfach. Es gestattet die Einhaltung der für die massgebenden Verfahrensschritte festgelegten kurzen Termine.

◊ Der Ablauf unterscheidet sich vom Verfahren des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins SIA, welches im wesentlichen die für die Genehmigung von nationalen Normen zuständigen Instanzen des Vereins miteinbezieht.

◊ Das Verfahren erzielt keine Breitenwirkung. Die tangierten Kreise – insbesondere die Unternehmer – werden nicht miteinbezogen. Dies gilt im übrigen weitgehend auch für das vom SIA praktizierte Vorgehen.

3 Teile der EN 1317

3.1 Grundlagen

Die Hinweise zu den verschiedenen Teilen der EN 1317 basieren im wesentlichen auf folgenden Grundlagen:

◊ Protokolle der Sitzungen der CEN/TC 226/WG1, Rückhaltesysteme an Strassen, sowie der TG1, Fahrzeugrückhaltesysteme

◊ Protokolle der Sitzungen der Begleitgruppe zur CEN/TC 226/WG1 der VSS Subkommission SK 173.7, Passive Sicherheit im Strassenraum

◊ Der Stellungnahme der VSS-Subkommission 173.7 zur Vernehmlassung (CEN enquiry, stage 41) zu den Teilen 1 und 2

◊ Der Zusammenstellung der Vernehmlassungsbeiträge zu den prEN 1317-1 und prEN 1317-2 der AFNOR vom 23.3.1995 [31]

3.2 EN 1317, Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren

3.2.1 Generelle Beurteilung

Der Teil 1 enthält Grundlageninformationen und Prüfvorschriften, die vor allem für den beschränkten Adressatenkreis der Prüf- und Zertifizierstellen sowie allenfalls bei der Entwicklung von Rückhaltesystemen von Interesse sind. Die Frage bezüglich der Praktikabilität der Norm stellt sich deshalb kaum. Die Norm wird wie folgt beurteilt:

◊ Die Norm hat sich in der Prüfpraxis grundsätzlich bewährt.

◊ Die Norm enthält praxisorientierte Elemente wie z.B. eine Standardgliederung des Prüfberichts, welche die Vergleichbarkeit der Tests und ihre Transparenz verbessert.

◊ Die Norm enthält theoretische Grundlagen, insbesondere Angaben zur Bestimmung der Indizes der Anprallheftigkeit, die nicht in eine Norm gehören.

3.2.2 Terminologie

Die prEN werden englisch verfasst und vor der Vernehmlassung (CEN enquiry, stage 41) in die Sprachen Deutsch und Französisch übersetzt. Bei der Übersetzung stellt sich die Frage, ob eine möglichst direkte Übersetzung der englischen Ausdrücke anzustreben sei, oder ob eingeführte französische, belgische, deutsche, österreichische oder schweizerische Bezeichnungen gewählt werden sollen.

Deutsche Übersetzung der Fachausdrücke

Die VSS-Subkommission hat zur Übersetzung des Deutschen Instituts für Normung e.V. (DIN) gemäss Bild 7 bzw. Tabelle 3 Stellung genommen.

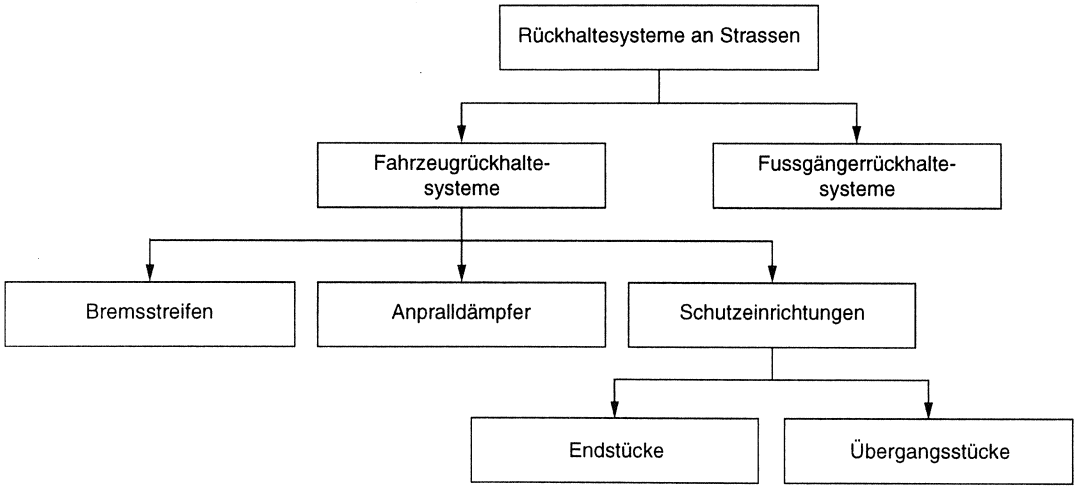


Bild 7 Vernehmlassung EN 1317, Teil1, Stellungnahme der Begleitgruppe CH zur Gliederung des Fachbereichs Rückhaltesysteme an Strassen, deutsche Fassung

Begriffe		Begründung des Antrags der Begleitgruppe
Übersetzung des DIN	Änderungsantrag der Begleitgruppe CH	
Dauerhafte Schutzeinrichtung	Permanente Schutzeinrichtung	"Dauerhaft" wird mit der "Lebensdauer" einer Schutzeinrichtung in Verbindung gebracht
Vorübergehende Schutzeinrichtung	Temporäre Schutzeinrichtung	Gemäss dem schweizerischen Sprachgebrauch zutreffender
Verformbare Schutzeinrichtung	Begriff nicht einführen	Durch den Wirkungsbereich definiert
Starre Schutzeinrichtung	Begriff nicht einführen	Durch den Wirkungsbereich definiert
Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung	Endstück einer Schutzeinrichtung	Es ist nicht immer definiert, welches der Anfang bzw. das Ende einer Schutzeinrichtung ist
Oberes Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung	Begriff nicht einführen	Unverständliche Begriffe
Unteres Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung	Begriff nicht einführen	Unverständliche Begriffe
Brüstung für Fahrzeuge	Begriff nicht einführen	Eine Schutzeinrichtung wird durch die Leistungsklasse und nicht durch die Form oder den häufigsten Anordnungsort definiert
Bremsbett	Notfallspur	Anpassung an die Terminologie der Strassenprojektierung
Brüstung für Fussgänger	Begriff nicht einführen	In der Norm nicht zu behandeln
Fussgänger-Geländer	Begriff nicht einführen	In der Norm nicht zu behandeln
	Übergangsstück	Begriff einführen und als Teil einer Schutzeinrichtung wie die "Endstücke" behandeln

Tab. 3 Vernehmlassung der EN 1317, Teil 1, Stellungnahme der Begleitgruppe CH zur Terminologie deutsch

Französische Übersetzung der Fachausdrücke

Die VSS-Subkommission hat zur Übersetzung der AFNOR gemäss Bild 8 bzw. der Tabelle 4 Stellung genommen.

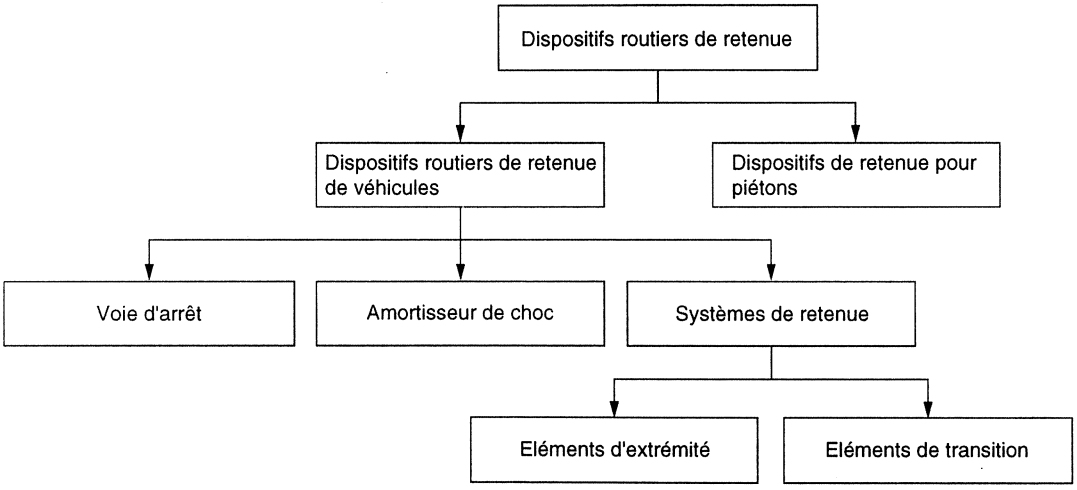


Bild 8 Vernehmlassung EN 1317, Teil1, Stellungnahme der Begleitgruppe CH zur Gliederung des Fachbereichs Rückhaltesysteme an Strassen, französische Fassung

terme		motif
selon prEN 1317-1	proposition CH	
Barrières de sécurité	Systèmes de retenue	plus précis
Barrières de sécurité permanante	Systèmes de retenue permanents	plus précis
Barrières de sécurité temporaire	Systèmes de retenue temporaires	plus précis
Barrières de sécurité simple	Systèmes de retenue simples	plus précis
Barrières de sécurité double	Systèmes de retenue doubles	plus précis
Extrémité	Eléments d'extrémité	plus précis
Atténuateur de choc	Amortisseur de choc	plus précis
Atténuateur de choc redirectif	Amortisseur de choc avec déviation	plus précis
Atténuateur de choc non directif	Amortisseur de choc sans déviation	plus précis
Lit d'arrêt	Voie de détresse	plus précis
	Eléments de transition	terme nouveau

Tab. 4 Vernehmlassung der EN 1317, Teil1, Stellungnahme der Begleitgruppe CH zur Terminologie französisch

3.2.3 Festlegungen für Fahrzeuge unter Prüfbedingungen

Personenwagen

Im Zusammenhang mit den Festlegungen für die Personenwagen haben sich keine massgeblichen Diskussionen ergeben. Im Vordergrund standen die folgenden Aspekte:

◊ Abweichungen zwischen dem festgelegten Längsabstand des Schwerpunktes von der Vorderachse (CGX) und der tatsächlichen Schwerpunktlage bei Kleinwagen

◊ Das gleiche Problem ergab sich bei der Höhe des Schwerpunktes über Boden (CGZ).

◊ In der Vernehmlassung beantragte die SK 173.7, auf eine Festlegung der Radspur zu verzichten, da die Differenzen bei den verbreiteten Fahrzeugmodellen gering sind.

Im übrigen wird auf den Kommentar der SK 173.7 zur Vernehmlassung verwiesen.

Lage des Schwerpunktes von Lastwagen über dem Boden

Bei der Behandlung der Festlegung der Schwerpunkthöhe hat die Bestimmung der Höhe über dem Boden (CGZ) zahlreiche Probleme aufgeworfen:

◊ Es sind keine Angaben über die Höhe des Schwerpunktes über Boden von Lastwagen bei den Herstellern erhältlich. Es fehlen auch Studien, welche Angaben enthalten.

◊ Es liegen generelle Vorschläge zur experimentellen Bestimmung der Schwerpunktlage (z.B. Pendel) sowie Grundlagen zur rechnerischen Bestimmung vor [29].

◊ Es wird vorgeschlagen, die Höhenlage des Schwerpunktes als einheitlich zu betrachten und die Ladung bezüglich den massgebenden Charakteristiken zu standardisieren. Dieser Vorschlag ergibt jedoch zahlreiche Einschränkungen bezüglich den Fahrzeugen (Tankfahrzeuge usw.).

In der Vernehmlassung der SK 173.7 wird vorgeschlagen, auf die Festlegung der Schwerpunkthöhe generell zu verzichten. Es soll jedoch die Höhe des Schwerpunktes der Ladung über Oberkant Ladebrücke festgelegt werden.

Lage des Schwerpunktes von Bussen über dem Boden

Angaben zum Schwerpunkt CGZ finden sich in den Fahrzeugspezifikationen des Hersteller. Bei der Vorbereitung einer Prüfung von Leitschranken mit zwei Kastenprofilen 150/180 mm mit der Testbedingung TB 51 (Bus/13'000 kg) hat sich gezeigt, dass der in der prEN festgelegte Wert des CGZ mit 1,20 m eher auf Stadtbusse als auf Reisebusse (Überlandbusse) ausgerichtet ist. Der CGZ von Reisebussen ist grösser.

Anteil der Ladung an der Prüfträgheitsmasse bei Schweren Lastfahrzeugen

Der Anteil der Ladung an der Prüfträgheitsmasse ist nicht festgelegt. Es ist dabei offensichtlich, dass der Anprall an ein Rückhaltesystem durch die Masse der Ladung beeinflusst wird. Die Untersuchung der Forschungsstelle [16] behandelt diesen Problemkreis. Eine Festlegung der Masse des Fahrzeugs bzw. der Ladung würde die Streuung der Testresultate herabsetzen.

Anteil des Ballastes an der Prüfträgheitsmasse bei Bussen

Es gelten die Hinweise wie für die Schweren Lastfahrzeuge im Zusammenhang mit der Ladung. Im Fall der marginalen Befestigung des Ballastes in den Bussen ist davon auszugehen, dass der Ballast beim Anprall nicht massgeblich wirksam ist. Das Resultat der Anprallprüfung ist deshalb u.a. vom Anteil des Ballastes an der Prüfträgheitsmasse abhängig.

3.2.4 Messung der Indizes der Anprallheftigkeit

Ausgangslage

Die Grösse der Fahrzeugbewegungsänderung steht in einer direkten Beziehung zur Schwere der Verletzung der Fahrzeuginsassen. Die Fahrzeugbewegungsänderung wird mit der Messung der Beschleunigung des Fahrzeugs in den Achsen x, y und z im Fahrzeugschwerpunkt bestimmt. Als Mass zur Beurteilung wird aus diesen Grössen ein Index berechnet.

Von den europäischen Testlaboratorien wurde in den letzten 10 bis 20 Jahren der in den USA in den siebziger Jahren entwickelte Index ASI (Acceleration Severity Index) verwendet. Dieser Index fasst die bezüglich den Achsen x, y und z gewichteten Beschleunigungen zusammen. Der Index basiert auf der Annahme, dass bei einem Anprall mit ASI = 1,0 ein geringes Verletzungsrisiko der Fahrzeuginsassen resultiert.

Ebenfalls in den USA ist ein alternativer Index, der THIV (Theoretical Head Impact Velocity), vorgeschlagen worden. Dieser Index berechnet sich aus der Beschleunigung in den Fahrzeugachsen x und y sowie aus der Gierbewegung des Fahrzeugs. Als Indexwert wird dabei die Anprallgeschwindigkeit eines virtuellen Kopfes im Innenraum eines virtuellen Fahrzeugs verwendet. Für die Berechnung wird ein nicht befestigtes kugelförmiges Objekt (Kopf) verwendet, welches an eine Box (Fahrzeuginnenwand) anprallt, welche verzögert wird und eine Gierbewegung ausführt (Bild 9).

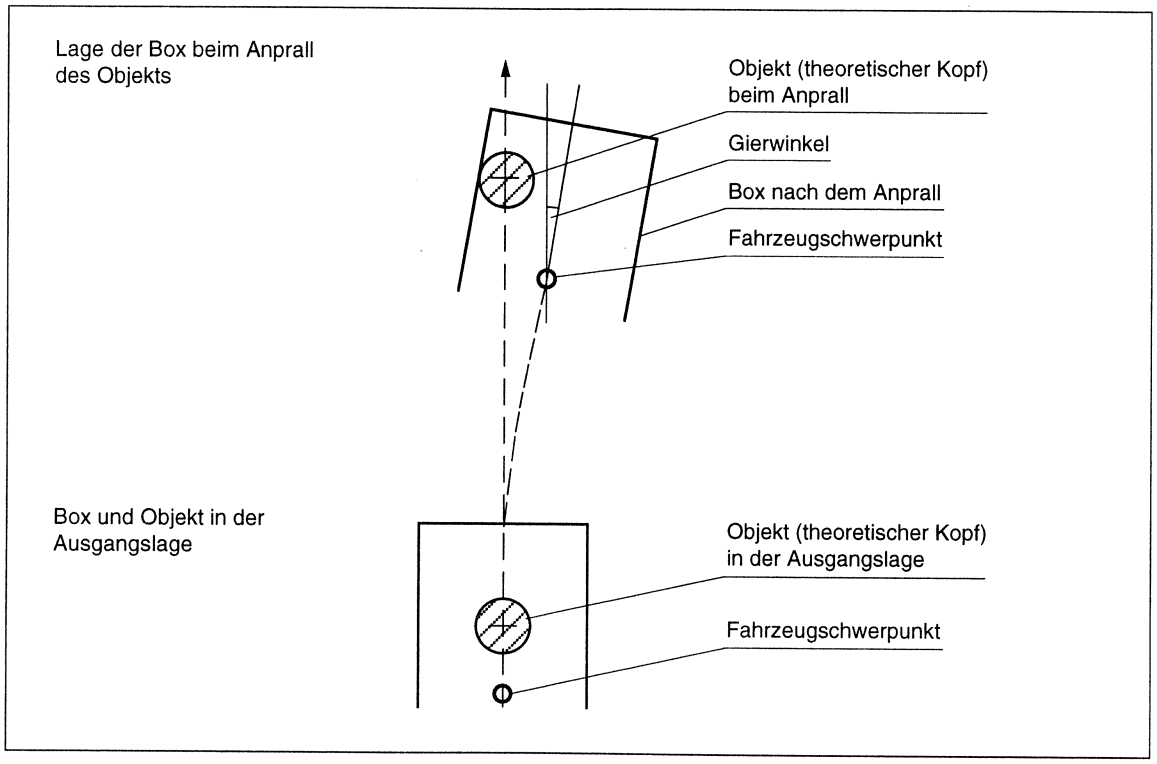


Bild 9 Umriss des fiktiven Fahrzeuginnenraumes und des kugelförmigen Objekts (Kopf) in der Ausgangslage und beim Anprall an die linke Seite der Box (Fahrzeuginnenwand)

Die Übernahme des Indexes THIV neben dem Index ASI wurde von den Delegierten UK und S vorgeschlagen und von der CEN/TC 226/WG1 mit dem Vorbehalt eines definitiven Entscheides zur Einführung in fünf Jahren akzeptiert. Die Delegation CH hat die Einführung des Indexes THIV abgelehnt. Die SK 173.7 hat im Rahmen der Vernehmlassung des Normteils prEN 1317-1 die Einführung des Indexes THIV ebenfalls abgelehnt.

Beurteilung der Indizes ASI und THIV

Zur Beurteilung der beiden Indizes sind die folgenden Aspekte von Bedeutung:

◊ Zur Beziehung zwischen der tatsächlichen Schwere der Verletzungen der Insassen von Fahrzeugen und den beiden Indizes liegt keine Forschungsarbeit vor.

◊ Der Index THIV täuscht mit dem "fliegenden Kopf" einen Realitätsbezug vor, der nicht existiert. U.a. durch den Gebrauch von Gurten und den zunehmenden Einsatz von Airbags wird die Beziehung des Indexes THIV zur Verletzungsschwere der Insassen zusätzlich geschwächt.

◊ Bei der Bestimmung des Indexes THIV wird die Beschleunigung in Richtung der z-Körperachse (Vertikalachse) nicht berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass speziell beim Einsatz moderner passiver Sicherheitseinrichtungen in den Fahrzeugen (Seitenanprallschutz in den Türen, Seitenanprall-Airbag) die Bedeutung der seitlichen Fahrzeugbeschleunigung ab- und damit diejenige der vertikalen Fahrzeugbeschleunigung zunimmt. Eine Grundlagenforschung

zum Einfluss der Vertikalbeschleunigung in bezug auf die Schwere der Verletzungen von Fahrzeuginsassen fehlt jedoch.

◊ Die Bestimmung des Indexes ASI ist einfach. Er basiert ausschliesslich auf der Messung der Fahrzeugbeschleunigungen. Beim Index THIV muss zusätzlich die Bewegung gemessen werden. Die Bestimmung des Indexes THIV ist u.a. deshalb aufwendiger als die des Indexes ASI.

◊ Es liegen zahlreiche Prüfberichte mit einer Bestimmung des ASI vor. Dieses Datenmaterial ist beim Wechsel vom Index ASI auf den Index THIV nur noch von beschränkter Bedeutung.

◊ Die Bestimmung beider Indizes in der Übergangszeit bis zum definitiven Entscheid über den massgebenden Index verteuert die Versuche.

3.3 EN 1317, Teil 2: Schutzeinrichtungen – Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren

3.3.1 Inhalt

Der Teil 2 enthält im wesentlichen die folgenden Elemente:

◊ Die Anforderungen, die für alle Schutzeinrichtungen gelten

◊ Eine Klassifizierung der Schutzeinrichtungen

◊ Die Anforderungen, die an die einzelnen Klassen gestellt werden

◊ Die speziellen Prüfbedingungen für Schutzeinrichtungen

3.3.2 Generelle Beurteilung

Der Teil 2 enthält Informationen, die für das Gros der Strassenfachleute von Bedeutung sind. Es werden deshalb an die Verständlichkeit und Relevanz der Informationen hohe Anforderungen gestellt. Die Forschungsstelle hat sich vor allem im Zusammenhang mit der Norm SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen (in Vorbereitung), eingehend mit dem Normteil und speziell auch mit dessen Praktikabilität befasst. Die Forschungsstelle beurteilt den Teil 2 wie folgt:

◊ Die Norm ist in jeder Beziehung praktikabel.

◊ Die auf dem schweizerischen Strassennetz eingesetzten bzw. in naher Zukunft zum Einsatz gelangenden Systeme von Schutzeinrichtungen werden mit den festgelegten Leistungsklassen abgedeckt.

◊ Die Anzahl der mit der Norm abgedeckten unterschiedlichen Systeme ist gross.

3.3.3 Aufhaltestufen

◊ Prüfkonzept

Fahrzeugrückhaltesysteme mit einer höheren Aufhaltestufe (T3, N2, H1, H2, H4a und H4b) werden mit zwei unterschiedlichen Prüfungen beurteilt:

- Prüfung nach der für das Aufhalten massgebenden Anfahrprüfung
- Einheitliche Prüfung für das Gros aller Systeme mit einem Personenwagen 900 kg zur Bestimmung der Anprallschwere für Fahrzeuginsassen

Dieses Konzept stellt einen wichtigen Fortschritt bei der Prüfung von Schutzeinrichtungen dar.

◊ Umfang der Prüfungen und Aufhaltestufen

Die Norm enthält elf mögliche Prüfungen. Der Umfang der Prüfungen und Aufhaltestufen wird wie folgt beurteilt:

- Die grosse Vielfalt verhindert die gemäss dem "new approach" [24] geforderte Harmonisierung des europäischen Binnenmarktes durch die Festlegung von Anforderungen in Europäischen Normen.
- Die grosse Vielfalt ergab sich daraus, dass die CEN/TC 226/WG1 die Anliegen aller in der WG vertretenen CEN-Länder berücksichtigen und mit diesem Vorgehen rasch eine Einigung erzielen wollte.
- Das Anliegen der Schweiz, die im Testgelände Vauffelin bisher durchgeführten Prüfungen mit Lastwagen 70 km/h, 15°, 10'000 kg (TB 42) als Testbedingung in die EN 1317 einzubringen, wurde berücksichtigt.
- Das weitere Anliegen der Schweiz zur Einführung der Abnahmeprüfung TB 41 (Lastwagen 70 km/h, 8°, 10'000 kg) wurde ebenfalls berücksichtigt. Die Begleitgruppe CH ging davon aus, dass mit dieser zusätzlichen Prüfung in der EN 1317-2 die Sicherheit auf Autobahnbaustellen mit einem angemessenen Aufwand gewährleistet werden kann. Die früher vielfach auf Autobahnbaustellen eingesetzten mit Wasser gefüllten Schutzeinrichtungen aus Kunststoff wurden in den letzten Jahren durch wirksamere Systeme ersetzt. Es ist möglich, dass die Ergänzung der prEN mit der Prüfung TB 41 dazu einen Beitrag geleistet hat.
- Die Testbedingungen TB 71 (Lastwagen 30'000 kg) und TB 81 (Sattelschlepper 38'000 kg) weisen die gleiche Anprallgeschwindigkeit und den gleichen Anprallwinkel auf. Es ist jedoch unklar, welche Prüfung die härtere ist. Die Einführung nur einer Prüfbedingung wäre zweckmässiger gewesen.
- Bei den Prüfungen TB 21 und 22 sowie 31 und 32 werden Personenwagen mit 1300 kg (für die temporären) und 1500 kg (für die übrigen Schutzeinrichtungen) verwendet. Es ist davon auszugehen, dass die geringe Differenz der beiden Massen in Anbetracht der grossen Streuung der Prüfresultate ohne Bedeutung ist. Die Einführung einer einheitlichen Fahrzeugmasse von 1500 kg und eine Verminderung der Anzahl der Prüfungen mit Personenwagen von vier auf drei wäre sinnvoll gewesen.

- Die Festlegung von unterschiedlichen Anprallwinkeln für die häufigen Prüfungen TB 42 (15°) und TB 11 (20°) führt zu teuren Umstellungen bei Prüfgeländen mit festen Beschleunigungseinrichtungen.
- Die Festlegung der Gesamtmasse der Personenwagen auf 1300 kg und 1500 kg hat in der Zeitschrift ROUTES DU MONDE Kritik ausgelöst. In dieser Zeitschrift wird unter Hinweis auf Grundlagen des NCHRP Programms der USA [27] festgestellt, dass ein nachhaltiger Trend hin zu schweren Personenwagen inklusive Pick-ups bestehe. So soll in Schweden der Anteil der im Jahre 1994 zugelassenen Personenwagen mit einer Prüfmasse ≥ 1300 kg (Fahrzeug ohne Insassen und Ladung) 41% betragen. Die CEN/TC 226/WG1 ist demgegenüber davon ausgegangen, dass in Zukunft aus Gründen des Energiesparens die Fahrzeuge generell kleiner und vor allem leichter werden und eine konstruktionsbedingte Verminderung der Fahrzeugmasse eintritt.

◊ Klassifizierung nach aufsteigenden Aufhaltestufen

- In Ziffer 3.1 der EN 1317-2 wird festgestellt, dass die einzelnen Stufen gemäss Tabelle 1, Prüfkriterien bei Fahrzeuganprall, nach steigendem Aufhaltevermögen klassifiziert sind. Dies ist jedoch nur beschränkt richtig.
- Der Anprall beim TB 51 mit einem Bus ist in einem erheblichen Ausmass von der Höhe des Schwerpunktes über Boden, dem Anteil des Ballastes, der Art des Ballastes und allenfalls auch von der Konstruktion des Busses abhängig.
- Beim Anprall im Fall der Tests mit Lastwagen ist das Versuchsergebnis vom Anteil der Ladung, der Art der Ladung und deren Befestigung sowie in besonderen Fällen auch von der Ausführung der Fahrzeugfront abhängig.
- Der Test TB 81 ist von der Massenverteilung des Fahrzeugs (Sattelschlepper) sowie von den Ladungsbedingungen abhängig.

3.3.4 Anprallheftigkeitsstufen

Regelung

Die Norm enthält zwei Anprallheftigkeitsstufen A und B gemäss Tabelle 5. Die Kennwerte des Indexes THIV sind für beide Stufen gleich gross. Es fehlen jedoch auf zuverlässigen Grundlagen basierende Angaben über die Bedeutung der beiden Stufen in bezug auf die Verletzung angegurteter Fahrzeuginsassen. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich B leichte bis schwere Verletzungen zu erwarten sind.

Anprallheftigkeitsstufe	ASI [-]	THIV [km/h]
A	≤ 1,0	≤ 33,0
B	≤ 1,4	≤ 33,0

Tab. 5 Indexwerte in Beziehung zur Anprallheftigkeit

Wahl der Anprallheftigkeitsstufe

In der Norm wird bezüglich der Wahl lediglich festgestellt, dass die Anprallheftigkeitsstufe A bei vergleichbaren Verhältnissen bevorzugt werden soll. Diese Formulierung muss vom Normenbenützer interpretiert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Stufe A in den folgenden Fällen gewählt wird:

◊ Es steht ein ausreichender Deformationsraum zur Verfügung.

◊ Der technische Aufwand zur Gewährleistung der Stufe A ist insbesondere auch bei Erneuerungen unter Berücksichtigung des Risikos angemessen.

◊ Es stehen dem Einsatz einer Schutzeinrichtung der Stufe A keine massgeblichen Schutzziele entgegen.

Wahl einer Schutzeinrichtung ohne spezielle Anprallheftigkeitsstufe

In der Anmerkung 2 zur Tabelle 3, prEN 1317-2, Anprallheftigkeitsstufen, wird auf die Möglichkeit der Wahl einer Schutzeinrichtung ohne spezielle Anprallheftigkeitsstufe hingewiesen. Die Anmerkung gestattet den Einsatz sehr harter Schutzeinrichtungen wie z.B. Leitmauern im Fall eines massgeblichen Risikos für Personen und Anlagen ausserhalb des Strassenraums. Die Anmerkung ist jedoch nicht so formuliert, dass sie Klarheit schafft.

3.3.5 Stufen des Wirkungsbereichs

Definition des Wirkungsbereichs

Als Wirkungsbereich gilt der Abstand zwischen der dem Verkehr zugewandten Seite des Rückhaltesystems und der grössten seitlichen Lage eines Bauteils des Systems während des Anpralls eines Fahrzeugs. Der Wirkungsbereich ist ein Mass für die Wahl und Anordnung von Schutzeinrichtungen. Neben den festgelegten Wirkungsbereichen kann ein Bereich < 0,6 m festgelegt werden.

Auswirkungen auf die Wahl von Schutzeinrichtungen

Die Festlegung des Wirkungsbereichs ist vor allem von folgenden Bedingungen abhängig:

◊ Dem Abstand zu einem zu schützenden Objekt

◊ Dem Abstand zu einem anstossenden Fahrstreifen (speziell im Fall von Mittelstreifenleitschranken)

◊ Dem Abstand zu einem gefährlichen Hindernis

◊ Dem Raum auf einem Brückenkonsolkopf hinter der Schutzeinrichtung

In vielen Fällen ist ein Wirkungsbereich festzulegen, welcher erheblich grösser ist als der zur Verfügung stehende Deformationsraum. Dies bedeutet, dass bei der Festlegung des Wirkungsbereichs das Risiko eines heftigen Anpralls gemäss der Norm SN 640 565, Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen, zu beurteilen und zu berücksichtigen ist.

Auswirkungen auf das Angebot von Schutzeinrichtungen

◊ Entwicklung von neuen Systemen

Es ist davon auszugehen, dass seitens der Hersteller von Schutzeinrichtungen durch Eigenentwicklungen nur wenige Wirkungsbereiche abgedeckt werden. Der Hersteller ist in der Lage, den Markt in bezug auf die verschiedenen Aufhaltestufen zu beurteilen. In Anbetracht der vielen Kombinationen von Aufhalte- und Wirkungsbereichstufen in der Norm EN ist es jedoch schwierig, für die Bedürfnisse verschiedener Länder die Marktsituation zu beurteilen.

◊ Präjudizierung des Systems bei Ausschreibungen

Für die Festlegung des Wirkungsbereichs von zu beschaffenden Schutzeinrichtungen besteht ein erheblicher Ermessensbereich. Die Beschaffungsbehörde oder Verwaltung ist damit in der Lage, die Systemwahl unter Berücksichtigung verschiedener Interessen (Unterhalt bzw. Lagerhaltung von Ersatzmaterial usw.) im Rahmen einer Submission weitgehend zu präjudizieren.

3.3.6 Prüfverfahren

Allgemeines

Das Gros der Regelungen unter Ziffer 5, Prüfverfahren, hat zu keinen besonderen Diskussionen bei der Behandlung in der CEN/TC 226/WG1 Anlass gegeben. Hinweise zu verschiedenen Punkten findet man in [31]. Im folgenden werden Aspekte einzelner Regelungen, die in der WG und in der Begleitgruppe, der VSS SK 173.7, Passive Sicherheit im Strassenraum, zu Diskussionen Anlass gegeben haben, behandelt.

Prüffahrzeug

Regelungen über Prüffahrzeuge haben massgebliche Auswirkungen auf die Streuung der Anprallversuche und die Versuchskosten. Es wurde deshalb bezüglich den Anforderungen an die Fahrzeuge eine ausgewogene Regelung gesucht. Es wurde festgelegt, dass die für die Prüfungen zu verwendenden Fahrzeuge für den Verkehr in Europa gängige Modelle sein müssen.

Diese Regelung gewährleistet den Einkauf preisgünstiger älterer Personenwagen. Aus den folgenden Gründen bewirkt die Regelung bei den Anfahrtests jedoch erhebliche Streuungen der Versuchsresultate:

◊ Es können Fahrzeuge verschiedenster Typen und Hersteller mit unterschiedlicher Bauweise eingesetzt werden. Vor allem im Fall des Tests TB 11, Gesamtmasse 900 kg, ist die Wahl eines Einheitsfahrzeugs wünschenswert.

◊ In den letzten Jahren wurden u.a. mit der Verbesserung des Seitenanprallschutzes die für den Anprall an Schutzeinrichtungen massgeblichen Teile der Fahrzeugkabine modifiziert.

Ladebedingungen von Schweren Lastfahrzeugen

Die Ladebedingungen haben auf die Resultate von Anfahrversuchen nachhaltige Auswirkungen. Die Forschungsstelle hat sich im Rahmen einer Untersuchung über das wirksame Fahrzeuggewicht Schwerer Lastfahrzeuge beim Anprall an Schutzeinrichtungen [16] mit dem Problem der Ladebedingungen befasst. Aufgrund dieser Studie kann zu den Ladebedingungen folgendes festgestellt werden:

◊ In der Praxis werden "feste" Ladungen so befestigt, dass sie bei einem Anprall an eine Schutzeinrichtung auf der Ladebrücke rutschen und vielfach abgeworfen werden. Die Masse der Ladung ist deshalb für den Anprall nicht oder nur vermindert wirksam.

◊ Grosse Streuungen im Zusammenhang mit den Ladungsbedingungen können nur elimeniert bzw. nachhaltig herabgesetzt werden, wenn die Ladung steif mit dem Fahrzeug verbunden wird, oder wenn Tankfahrzeuge mit leerem oder gänzlich gefülltem Tank verwendet werden.

◊ Eine steife Befestigung der Ladung am Fahrzeug ist konstruktiv aufwendig. Eine übliche Befestigung an der Ladebrücke gewährleistet dies nicht.

◊ Die im Vernehmlassungsentwurf enthaltene Forderung nach einer Befestigung nach den Anweisungen des Herstellers ist ohne Relevanz, da solche Anweisungen allgemein fehlen.

3.3.7 Erfahrungen aus Prüfungen nach der EN 1317, Teil 2

In den letzten Jahren sind von fünf Testinstituten eine Vielzahl von Anprallprüfungen mit PW, LW und Bussen nach der prEN 1317-2 durchgeführt worden. Die Erfahrungen können im wesentlichen wie folgt zusammengefasst werden:

◊ Die Teile prEN 1317-1 und 2 haben sich bei den Tests als grundsätzlich praktikabel erwiesen.

◊ Die Versuche haben erhebliche Streuungen aufgezeigt. So wurden bei zwei in verschiedenen Laboratorien durchgeführten identischen Tests an einer Seilleitschranke die Wirkungsbereiche W4 und W6 ermittelt. Diese "Ringversuche" haben eine schon seit langem notwendige Diskussion über die Streuungen bei Anprallversuchen an Schutzeinrichtungen ausgelöst.

Im Hinblick auf eine umfassende Informationsbeschaffung über Anprallversuche hat sich die WG um die Durchführung eines Inter-Laboratory-Test-Programs (ILTP) bemüht. Entgegen der Stellungnahme der CH-Delegation waren jedoch beim ILTP keine Ringversuche mit von mehreren Laboratorien durchgeführten identischen Versuchen sondern lediglich Praktikabilitätstests zu den Teilen prEN 1317-1 und 2 vorgesehen. In der Folge ergaben sich Schwierigkeiten bei der Finanzierung des ILTP durch die EU. Anlässlich der Sitzung der CEN/TC 226/WG1 vom 19./20. Okt. 1995 wurde beschlossen, das ILTP aufzugeben.

3.4 EN 1317, Teil 3: Anpralldämpfer

3.4.1 Ausgangslage

In der Schweiz wie in den Nachbarländern sind wenige Anpralldämpfer vorwiegend des Typs GREAT und VECU-STOP an Standorten mit einem hohen Risiko von Frontalanfahrten angeordnet. An einzelnen Standorten in der Schweiz sind diese Anpralldämpfer so plaziert worden, dass der geplante Sicherheitszuwachs durch die von den Anpralldämpfern ausgehende Risikoerhöhung kompensiert worden ist. Mit der Publikation der SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen (in Vorbereitung) [3], werden die Grundlagen geschaffen, um Einsätze von Anpralldämpfer, die den Verkehr gefährden, zu verhindern. In dieser SN finden sich die massgebenden Elemente des Vernehmlassungsexemplars der EN 1317-3 als Synopsis und vor allem als Information zu den verschiedenen Leistungsklassen (Typen).

Die Sachbearbeitung des Teils 3 ist erst nach Abschluss der Vorbereitung des Teils 2 angefangen worden. Der Normteil kommt anfangs 1996 in die Vernehmlassung (CEN enquiry, stage 41). Es ist davon auszugehen, dass dem Entwurf keine Opposition erwachsen wird.

3.4.2 Generelle Beurteilung

Der Teil 3 enthält die Leistungsklassen, die Anforderungen sowie die Abnahmekriterien für Prüfverfahren. Die Norm richtet sich wie der Teil 2 nicht nur an Spezialisten im Bereich der Passiven Schutzeinrichtungen sondern auch an die Angehörigen von Strassenbauverwaltungen und von Projektierungsbüros. Im folgenden wird die EN 1317-3 generell beurteilt:

◊ Die Norm ist in der Anwendung praktikabel.

◊ Die Norm enthält zehn Klassen. In Anbetracht des relativ seltenen Einsatzes von Anpralldämpfern ist diese Anzahl zu hoch. Eine Reduktion wäre einfach möglich.

◊ Die Leistungsklasse A mit einer Prüfgeschwindigkeit 50 km/h kann weggelassen werden. Die angegurteten Insassen moderner Personenwagen werden beim Anprall an ein Hindernis mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h nur in seltenen Fällen schwer verletzt. Das Risiko ist deshalb derart gering, dass der Einsatz eines teuren Fahrzeugrückhaltesystems nicht angemessen ist.

◊ Die Leistungsklasse A ist auch wegen den räumlichen Einsatzbedingungen in den meisten Fällen nicht praktikabel. In Anbetracht der Anprallgeschwindigkeit von 50 km/h handelt es sich um Standorte an Strassen im Siedlungsgebiet (Hauptstrassen in Städten, Parkhauszufahrten usw.) mit allgemein beschränkten Platzverhältnissen.

◊ Die Leistungsklasse D mit einer Prüfgeschwindigkeit von 110 km/h liegt nahe bei der Klasse C, Prüfgeschwindigkeit 100 km/h. Auf die Einführung einer Klasse D könnte verzichtet werden.

3.4.3 Die Klasse B1

Die Entwicklung von Anpralldämpfern bedingt einen grossen Entwicklungsaufwand. Ein erheblicher Anteil davon sind Anfahrprüfungen. Im Fall der Leistungsklassen Typen B/R und C/R sind es sechs Anfahrtests, die alleine für die Prüfung des Baumusters im Rahmen des Konformitätsnachweises durchgeführt werden müssen. Verschiedene Delegationen haben den Prüfaufwand als unangemessen beurteilt und sich dafür eingesetzt, dass eine Klasse B1 mit einem reduzierten Prüfumfang eingeführt wird. In Anbetracht des Umstandes, dass bereits zwei Systeme der Klassen/Typen B/R bzw. C/R entwickelt und vom französischen Labor LIER erfolgreich geprüft worden sind, ist davon auszugehen, dass in naher Zukunft wahrscheinlich keine Systeme entwickelt werden, die nur die Anforderungen an die Klasse B1 erfüllen.

3.4.4 Gefährdung des Verkehrs durch die Abstützkonstruktion

Die bei Anpralldämpfern des Typs R (umlenkend) notwendigen Abstützkonstruktionen können beim seitlichen Anprall nahe dem Anpralldämpferende eine massgebliche Risikoerhöhung bewirken. Die Testkriterien berücksichtigen diesen Umstand nicht ausreichend.

3.5 EN 1317, Teil 4: Endstücke und Übergänge

3.5.1 Ausgangslage

Basierend auf einem Entscheid der CEN/TC 226/WG 1 vom 19.10.1995 soll unter Vorbehalt der Erteilung eines Mandates durch die CEN ein Teil 4, Endstücke und Übergänge, vorbereitet werden. Diesem Entscheid sind die folgenden "Vorbereitungsphasen" vorausgegangen:

◊ In einer ersten Phase bestand die Absicht, die Endstücke in einem Normteil, Anpralldämpfer und Endstücke, zu behandeln.

◊ Später setzte sich die Meinung durch, dass die Funktionen und der Einsatz von Anpralldämpfer und Endstücken wohl Schnittbereiche aufweisen – beispielsweise die Endstücke von Betonleitmauern – aber dass trotzdem erhebliche Unterschiede bestehen. In der Folge wurde beschlossen, einen Teil 4: Endstücke und Übergänge, vorzubereiten.

◊ Die bisherige Vorbereitung des Teils 4 basierte auf der Annahme, dass Endstücke als energieumwandelnde Einrichtungen wie Anpralldämpfer funktionieren sollen, bzw. dass Endstücke als kostengünstige Ausführung von umlenkenden Anpralldämpfer zu betrachten sind.

◊ Im weiteren Verlauf der Bearbeitung wurden die Leistungen der bestehenden Endstücke analysiert. Die Beurteilung zeigte, dass die bisherige Absicht, anpralldämpferähnliche Endstücke einzusetzen, keine mögliche Vorgehensweise ist.

Gemäss dem angegebenen Beschluss der WG 1 wird die zuständige TG 1 einen neuen Vorschlag für die prEN 1317, Teil 4, Endstücke und Übergänge, vorbereiten.

3.5.2 Risikobeurteilung

Die Endstücke vieler Leitschranken an den Strassen Europas beinhalten eine nachhaltige Gefährdung und bewirken in vielen Fällen eine Risikovergrösserung, welche den Sicherheitszuwachs seitens der Schutzeinrichtung übersteigt. In zahlreichen Staaten werden heute wie in der Schweiz Leitschrankenenden mit einer Verankerung des Systems und einer Absenkung oder einer Ausschwenkung in eine aufsteigende Böschung ausgeführt. Anlässlich einer Sitzung der CEN/TC 226/WG1 wurde festgestellt, dass abgesenkte Endstücke hinsichtlich des Rollover (Überschlag als Folge eines einseitigen Aufreitens bzw. des dadurch verursachten Rollens) ein tolerierbares Risiko aufweisen. Schwere Unfälle sind ausschliesslich aus Norwegen bekannt. Ein Anprall "Head on" an ein Endstück nahe am Strassenrand wird als "seltenes Ereignis" eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit wird auf ca. 5% der Unfälle geschätzt, bei denen ein Anprall an eine Schutzeinrichtung erfolgt.

3.5.3 Anforderungen an Endstücke

Aufgrund der Beurteilung des Systemelements Endstück sind die folgenden Anforderungen bezüglich des Anpralls eines Personenwagens massgebend:

- ◊ Gewährleistung der Funktionstauglichkeit der Schutzeinrichtung am Systemanfang
- ◊ Kein Eindringen von Teilen des Endstücks in einen anprallenden Personenwagen
- ◊ Kein Aufreiten eines anprallenden Fahrzeugs auf die Schutzeinrichtung
- ◊ Kein Rollover eines anprallenden Fahrzeugs
- ◊ Eine angemessene Anprallheftigkeit

3.5.4 Anforderungen an Übergänge

Die Diskussionen bezüglich den Anforderungen sind im Gange. Bei den Übergängen ergeben sich Diskussionen vor allem im Zusammenhang mit den Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen.

3.6 EN 1317, Teil 5: Dauerhaftigkeit und Nachweis der Konformität

3.6.1 Ausgangslage

Gemäss nicht verifizierten Informationen sind auf Grund eines Erlasses der Kommission der EU die Elemente des Konformitätsnachweises in der ein Bauprodukt betreffenden EN zu regeln. Die CEN/TC 226/WG1 hat beschlossen, den Konformitätsnachweis zusammen mit den Anforderungen, welche die Dauerhaftigkeit zu gewährleisten haben, im Teil EN 1317-5 zu behandeln. Die Elemente des Konformitätsnachweises werden von der Kommission der EU festgelegt. Die Zuordnung ist bis zum Abschluss der Forschungsarbeit nicht

erfolgt. Die WG1 hat jedoch im Frühjahr 1995 beschlossen, die Bearbeitung des Normteils zu beginnen und bezüglich den Elementen des Konformitätsnachweises Annahmen zu treffen.

Die Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) hat sich bereit erklärt, die Sachbearbeitung der Norm zu übernehmen. Die BASt hat kurzfristig einen Entwurf, datiert Juli 1995, vorbereitet und den in der WG1 vertretenen Delegationen mit der Aufforderung zu einer schriftlichen Stellungnahme zugestellt. Die Delegation CH hat sich zusammen mit der VSS SK 173.7 eingehend mit dem Vorschlag befasst und eine Stellungnahme bearbeitet. Bei der BASt sind jedoch nur wenige Stellungnahmen eingetroffen. Im folgenden werden die wesentlichen Aspekte der beiden Problemkreise Dauerhaftigkeit und Konformitätsnachweis behandelt.

3.6.2 Dauerhaftigkeit

Zielsetzung der Regelung

Gemäss dem "neuen Konzept" bzw. dem Beschluss des Rates der EU vom 7. Mai 1985 werden in den Europäischen Normen die wesentlichen Anforderungen an die Sicherheit und an andere Belange im öffentlichen Interesse festgelegt. Im Fall der Dauerhaftigkeit von Rückhaltesystemen an Strassen geht es vor allem um den Aspekt der Oekonomie. Basierend auf diesen Bedingungen ergaben sich die folgenden praxisorientierten Zielsetzungen des Bereichs Dauerhaftigkeit:

◊ Technische Grundlagen zur Entwicklung von Rückhaltesystemen

◊ Grundlagen zur werkeigenen Produktionskontrolle

◊ Grundlagen zur Prüfung, Zertifizierung und Überwachung des Produkts bzw. der Produktion durch unabhängige bezeichnete Stellen

◊ Grundlagen für ein QM-System

◊ Grundlagen für Prüfungen und zur Produktionsüberwachung im Rahmen der Kontrollen seitens der Strasseneigentümer (Bauherren)

Aspekte der Regelungen zur Dauerhaftigkeit

Die wesentlichen Schwierigkeiten bei der Behandlung der Dauerhaftigkeit der Rückhaltesysteme ergeben sich aus den folgenden Charakteristiken dieser Einrichtungen:

◊ Die Bauprodukterichtlinien sind im wesentlichen auf Baustoffe und Bauteile ausgerichtet. Im Artikel 1, Absatz 2, der Bauprodukterichtlinien wird festgestellt: "... im Sinne dieser Richtlinien ist unter "Bauprodukt" jedes Produkt zu verstehen, das hergestellt wird, um dauerhaft in Bauwerken des Hoch- oder Tiefbaus eingebaut zu werden". Rückhaltesysteme an Strassen werden jedoch nicht dauerhaft in Bauwerke eingebaut. Dies gilt im speziellen für temporäre Schutzeinrichtungen, die ohnehin kein Bauprodukt sind.

◊ Rückhaltesysteme an Strassen sind komplexe Einrichtungen bzw. Konstruktionen mit einer grossen Zahl von Einzelteilen mit unterschiedlicher Relevanz für die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit. Dies gilt speziell für Anpralldämpfer.

◊ Rückhaltesysteme an Strassen werden hinsichtlich Ihrer Bauweise (Stahlleitschranke, Betonleitmauer, Aluminiumgeländer usw.) aus sehr unterschiedlichen Materialien gefertigt.

◊ Rückhaltesysteme weisen im allgemeinen Elemente zur Energieumwandlung auf. Diese bestehen in Einzelfällen aus Materialien, für die weder technische Spezifikationen noch Erfahrungen bei einem langjährigen Einsatz bestehen (Dämpferelemente in Anpralldämpfern usw.).

◊ Für viele Bauteile von Rückhaltesystemen an Strassen bestehen wie für "andere Bauwerke" technische Spezifikationen bzw. EN – so z.B. für Stahlwerkstoffe und Feuerverzinkung. So sind zum Beispiel für Signalbrücken die gleichen Anforderungsklassen und Leistungsniveaus wie für Stahlleitschranken massgebend. Signalbrücken werden im Gegensatz zu Leitschranken jedoch als Bauwerk beurteilt.

◊ Für das Gros der für Rückhaltesystemen an Strassen verwendeten Materialien bestehen Normen, welche die Dauerhaftigkeit zu gewährleisten haben. Es ist eine offene Frage, ob mit einfachen Hinweisen auf solche Normen alle Bedürfnisse seitens der Rückhaltesysteme abgedeckt werden.

3.6.3 Konformitätsnachweis

Ziele

Der Konformitätsnachweis ist die Grundlage zur Berechtigung, ein Produkt mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnen. Nachfolgend sind die massgebenden Ziele des Konformitätsnachweis zusammengefasst:

◊ Die Schaffung einer Grundlage zur Überprüfung der Sicherheit eines Produkts durch die Behörde

◊ Grundlagen zur Information der Benützer und Verbraucher, dass das Produkt sicher ist

◊ Die Vereinheitlichung der Anforderungen und der Prüfungen als Grundlage zur Harmonisierung des europäischen Binnenmarktes

Festlegungsverfahren

Die Elemente und Systeme des Konformitätsnachweises finden sich im Anhang III der Bauprodukterichtlinien. Die Festlegung erfolgt durch Organe der EU. Da der Kommission der EU Spezialisten fehlen, um das für ein Produkt angemessene Nachweisverfahren beurteilen zu können, ist ein Ausschuss mit Vertretern der Mitglieder-Staaten beauftragt, der Kommission Vorschläge zu unterbreiten. In der Praxis soll es sich gezeigt haben, dass der für die Rückhaltesysteme an Strassen zuständige Ständige Ausschuss für Bauprodukte der Kommission der EU ebenfalls überfordert ist. Die in der CEN/TC 226/WG1 vertretenen Delegierten der EU-Staaten sind deshalb aufgefordert worden, die Vertreter ihrer Länder im Ständigen Ausschuss bezüglich der Festlegung der Elemente des Konformitätsnachweises zu beeinflussen. Wegen der ständigen Überlastung des Ständigen Ausschusses für Bauprodukte ist ein Entscheid der EU Kommission erst im Jahre 1996 zu erwarten.

Wahl des Systems und der Elemente des Verfahrens

Die Systemwahl hat im Fall von Rückhaltesystemen an Strassen eine sehr nachhaltige Auswirkung auf die Kosten. Die Festlegung des Systems und seiner Elemente hat deshalb auf den Grundlagen einer Analyse der Beziehungen zwischen möglichen Nachweisverfahren und der Sicherheit des Produkts zu erfolgen. Im Fall der Rückhaltesysteme an Strassen hätte eine detailliertere Untersuchung folgendes ergeben:

◊ Geringfügige Konstruktionsfehler können eine erhebliche Sicherheitsverminderung eines Rückhaltesystems bewirken. Der Prüfung und Zertifizierung des Baumusters durch eine unabhängige Stelle kommt deshalb eine erhebliche Bedeutung zu.

◊ Im Gegensatz zu konventionellen Bauten werden Schutzeinrichtungen häufig beschädigt oder sogar zerstört. In einem gewissen Ausmass ist dadurch eine laufende Überprüfung der Funktionstauglichkeit des Systems möglich.

◊ Praktisch alle Mängel an Schutzeinrichtungen sind als sichtbare Abweichung des montierten Rückhaltesystems gegenüber der Sollausführung bzw. dem Baumuster erkennbar. Solche Abweichungen treten mindestens bei konventionellen Schutzeinrichtungen aus Stahl fast ausschliesslich als Folge von Montagefehlern auf. Die in den Bauprodukterichtlinien [24] aufgeführten Elemente des Konformitätsnachweises beziehen sich jedoch in keinem Fall auf Montagefehler sondern auf Mängel bei der Produktion im Werk.

◊ Bauteile von Rückhaltesystemen an Strassen wie Planken und Pfosten weisen kaum je massgebliche Abweichungen gegenüber der Sollausführung bzw. den Bauteilen des Baumusters auf.

Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen wäre es sinnvoll, ein Nachweissystem mit einer Prüfung und Zertifizierung des Baumusters durch benannte Stellen zu wählen, während die Produktionsüberwachung durch den Hersteller erfolgen kann. Gemäss dem gegenwärtigen Informationsstand über die Interventionen der Delegierten der EU-Länder in der CEN/TC 226/WG1 bei ihren Vertretern im Ständigen Ausschuss für Bauprodukte der Kommission der EU ist davon auszugehen, dass seitens der EU ein Konformitätsnachweisverfahren mit einem umfassenden Einsatz benannter Überwachungsstellen festgelegt wird. Es ist in diesem Zusammenhang auch denkbar, dass durch die Kommission auch die Montage als Teil der Produktion bezeichnet wird.

4 Auswirkungen der EN 1317

4.1 Charakteristiken des Schweizer Marktes im Bereich Fahrzeugrückhaltesysteme

Im Bereich der Rückhaltesysteme weist der schweizerische Markt die folgenden Charakteristiken auf:

◊ Die Herstellung von spezifischen Bauteilen von Schutzeinrichtungen wie insbesondere Planken beschränkt sich auf einen geringeren Anteil des in der Schweiz montierten Materials.

◊ Das Gros der schweizerischen Unternehmer montiert Schutzeinrichtungen gemäss den Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken [8], wobei die Bauteile – insbesondere die Leitplanken – vielfach von ausländischen Herstellern bezogen werden.

◊ Temporäre Schutzeinrichtungen aus Stahl für den Einsatz auf Autobahnbaustellen werden in der Schweiz keine hergestellt. Schweizer Firmen vertreiben drei deutsche Systeme aus Stahl. Eine Firma produziert eine Kombination von Betonschutzeinrichtung und Stahlleitschranke.

◊ In der Schweiz werden Leitmauern aus Beton für den temporären Einsatz fabriziert, die jedoch nur in einem beschränkten Umfang geprüft worden sind. Es bestehen erhebliche Bedenken hinsichtlich ihrer Sicherheit.

4.2 Auswirkungen für Schweizer Hersteller und Montagefirmen auf dem Schweizer Markt

Gemäss der Vereinbarung der EFTA mit der EU hat die Schweiz die Norm EN 1317 lediglich zu publizieren. Die Vornorm SN 640 566, Einsatz, Wahl und Anordnung von Rückhaltesystemen an Strassen (in Vorbereitung) [3], basiert jedoch bezüglich den Systemen auf der prEN 1317. Die EN 1317 erhält damit ihre Gültigkeit indirekt über die SN 640 566. Nachfolgend sind mögliche Auswirkungen der EN 1317 zusammengestellt:

◊ In Anbetracht der vergleichsweise geringen Bedeutung der Produktion von Bauteilen für Schutzeinrichtungen in der Schweiz sind die Auswirkungen der EN 1317 jedenfalls in den nächsten Jahren marginal.

◊ Sofern das Bundesamt für Strassenbau den Unternehmern weiterhin technische Unterlagen mit vom Bund entwickelten und geprüften Standardsystemen zur Verfügung stellt, ergeben sich in den nächsten Jahren als Folge der EN 1317 voraussichtlich keine erheblichen Veränderungen auf dem Markt.

◊ Es ist davon auszugehen, dass in einigen Jahren ausländische Hersteller montagefreundliche und leistungsfähige Systeme über Vertretungen in die Schweiz einführen.

◊ Es ist denkbar, das einzelne schweizerische Strassenverwaltungen im Hinblick auf Haftungsfälle Systeme mit einem CE-Zeichen ausschreiben. Dieses Vorgehen könnte die Schweizer Hersteller nachhaltig diskriminieren.

4.3 Auswirkungen für Schweizer Hersteller und Montagefirmen im EU-Raum

Im EU-Raum dürfen nach dem Inkrafttreten der EN 1317 bzw. einer Übergangsfrist ausschliesslich Rückhaltesysteme mit dem CE-Zeichen montiert werden. Für die Schweizer Firmen ergeben sich daraus verschiedene Probleme [32]:

◊ Die Normen bewirken für Schutzeinrichtungen mit einem höheren Aufhaltevermögen (Stufen H1...H4) hohe Entwicklungs- und Prüfkosten, welche nur in einem grossen Markt bzw. mit einem grossen Umsatz gedeckt werden können. Das gleiche gilt unter Berücksichtigung des ohnehin beschränkten Marktes auch für Anpralldämpfer.

◊ Eine schweizerische Organisation kann sich bis auf weiteres nicht als benannte Prüf- oder Zertifizierungsstelle akkreditieren lassen, da die EU nicht bereit ist, eine schweizerische Akkreditierungsstelle zu bezeichnen. Der Hersteller kann die für den Konformitätsnachweis notwendigen Prüfungen und Zertifizierungen einer benannte Stelle in der EU in Auftrag geben. In Anbetracht der ausserordentlich hohen Kosten für Prüfungen wird ohnehin jeder Hersteller dasjenige Prüflabor in Europa suchen, welches die günstigsten Bedingungen anbietet, und das wird vielfach ein ausländisches sein. Der Schweizer Unternehmer wird durch den Beizug einer ausländischen benannten Prüfstelle nicht massgeblich benachteiligt.

◊ Bezüglich des Elements "Produktionsüberwachung" des Konformitätsnachweises sind die Verhältnisse ungünstiger. Wie beim Prüfen und Zertifizieren muss der schweizerische Hersteller eine benannte Überwachungsstelle aus dem EU-Raum beauftragen. Dadurch werden im Vergleich zum EU-Konkurrenten den Schweizer Firmen grössere Kosten entstehen. Es ist jedoch heute schwierig abzuschätzen, wie gross der Aufwand einer bezeichneten Überwachungsstelle sein wird.

4.4 Auswirkungen für die schweizerischen Strassenverwaltungen

Die voraussichtlichen Auswirkungen der EN 1317 auf die Strassenverwaltungen in den EU-Ländern sind nachhaltig und beunruhigen vor allem die Unterhaltsdienste. Der Zwang der Strassenverwaltungen in den EU-Ländern im Zuge öffentlicher Ausschreibungen "CE-Zeichen konforme" aus "neuartigen" Bauteilen bestehende Rückhalteeinrichtungen beschaffen zu müssen, kann schwerwiegende logistische Probleme verursachen. Die schweizerischen Strassenverwaltungen können unter Berücksichtigung des GATT-Abkommens in eine ähnliche Situation geraten. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch vergleichsweise gering.

Anhang 1, Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

[1] Norm SN 640 570 (VSS), Leitschranken (ersetzt durch Vornorm SN 640 566)

[2] Vornorm SN 640 565 (VSS), Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen (1991)

[3] Vornorm SN 640 566 (VSS), Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen (1995)

[4] Norm SN 018 013 (VSM), Regelung für die Übernahme Europäischer Normen (1991)

[5] Empfehlung VSS 641 000, VSS-Normenwerk, Dokumentationskategorien (1994)

[6] Eidgenössisches Departement des Innern, Leitschranken an Gemischtverkehrsstrassen, Forschungsauftrag 1/78 (1981)

[7] Bundesamt für Strassenbau, Richtlinien für die Anordnung von Leitschranken an Autobahnen und Autostrassen (1974)

[8] Bundesamt für Strassenbau, Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken (1982)

[9] Bundesamt für Strassenbau, Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken (1990)

[10] Schweizerische Bundesbahnen, Bauabteilung der Generaldirektion, Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen auf Gleise (1981)

[11] Schweizerische Bundesbahnen, Baudirektion, Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen von Strassenfahrzeugen auf Gleisanlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h (1990)

[12] Bundesamt für Statistik, Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz (1992)

[13] Fonds für Verkehrssicherheit, Bürkel Baumann Schuler, Brückengeländer mit erhöhter Sicherheit (1994)

[14] Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau der ETH Zürich, Anprallversuche an eine passive Schutzeinrichtung, Bericht K11 (1995)

[15] Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau der ETH Zürich, Anprallversuche an eine passive Schutzeinrichtung, Bericht K12 (1995)

[16] Tiefbauamt des Kantons Bern, Kanton Solothurn, Büro für Nationalstrassen, Bürkel Baumann Schuler, Wirksames Fahrzeuggewicht Schwerer Lastfahrzeuge zur Beurteilung des Anpralls an Schutzeinrichtungen (1995)

[17] Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen D, Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Strassen (1989)

[18] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen D, Europäische Normen für die Strassenausstattung und den Strassenbau – Stand und Erwartungen, FGSV-Sonderdruck (1993)

[19] Bundesanstalt für Strassenwesen D, Technische Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken an Bundesfernstrassen (1992)

[20] Bundesanstalt für Strassenwesen D, Schutzeinrichtungen an Bundesfernstrassen, Verkehrstechnik, Heft V6 (1993)

[21] Bundesanstalt für Strassenwesen D, Zur Sicherheit von Reiseomnibussen, Mensch und Sicherheit, Heft M 17 (1993)

[22] Bundesanstalt für Strassenwesen D, Technische Lieferbedingungen für Gegenstände und Materialien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Strassen, Entwurf (1991)

[23] Kai Neborg, Fachhochschule München, Testmöglichkeiten passiver Schutzeinrichtungen nach CEN und Erprobung eines Normentwurfs mit dem ECV-Crashsystem des TÜV Bayern Sachsen (1994)

[24] Europäische Gemeinschaften, Richtlinien des Rates vom 21. Dez. 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliederstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)

[25] Europäische Union, Richtlinien des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger, mit Ergänzungslieferung vom Februar 1994

[26] Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Richtlinien des Rates 89/106/EWG, Bauprodukte, Wesentliche Anforderungen Nr. 4, Nutzungssicherheit, Grundlagendokument, in Vorbereitung (1993)

[27] Transportation Research Board, USA, Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features (1993)

[28] Transportation Research Board, USA, International Harmonization of Testing und Evaluation Procedures for Roadside Safety Features, Vortragsreihe (1992)

[29] I.B. Laker, A Note on the Determination of the Position of the Centre of Gravity of Two axle and Multi-axle Vehicles, Technical Report (1994)

[30] King K. Mak, Roger P. Bligh, Hayes E. Ross, Jr., Dean L. Sicking, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, College Station, Texas, Slotted Rail Guardrail Terminal (1995)

[31] AFNOR, prEN 1317-1 und prEN 1317-2, Collected comments resulting out of the CEN enquiry and proposed responses prepared by CEN/TC 226/WG 1 (1994)

[32] Th. Bühler, Technische Normen, technische Vorschriften und Konformitätsnachweis nach EG-Recht, Schulthess Polygraphischer Verlag, Zürich (1993)

[33] Roth Rudolf Heinrich, Dr. jur., Technische Normen im Recht, SNV Schriftenreihe zur Normung, Nr. 2 (1983)

[34] Brunner Andreas , Dr. jur., Technische Normen in Rechtsetzung und Rechtsanwendung, Basler Studien zur Rechtswissenschaft, Band 32 (1991)

[35] Niederbacher Jürg, Dr. jur., Das Recht der Technik in der europäischen Integration, Schriften zum Europarecht, Band 4 (1991)

[36] Sanders T.R.B, Objectifs et principes de la normalisation, publication du comité STACO de l'ISO (1973)

[37] GATT-Übereinkommen vom 15. April 1994 der WTO (General Agreement on Tariffs and Trade, World Trade Organization)

[38] Notifikationsverordnung vom 3. Dezember 1990

[39] ISO 612, Road vehicles, Dimensions of motor vehicles and towed vehicles, Terms and definitions (1987)

[40] ISO 1176, Road vehicles, Masses, Vocabulary and codes (1990)

[41] ISO 2416, Passenger cars, Load distribution (1976)

[42] ISO 2958, Road vehicles, Exterior protection for passenger cars (1973)

[43] ISO 3437, Road vehicles, Determination of fuel leakage in the event of a collision (1975)

[44] ISO 3560, Road vehicles, Frontal fixed barrier collision test method (1975)

[45] ISO 3779, Road vehicles, Vehicle identification number (VIN), Content and structure (1983)

[46] ISO 3780, Road vehicles, World manufacturer identifier (WMI) code (1983)

[47] ISO 3784, Road vehicles, Measurement of impact velocity in collision tests (1976)

[48] ISO 3833, Road vehicles, Types, Terms and definitions (1977)

[49] ISO 3984, Road vehicles, Passenger cars, Moving barrier rear collision test method (1982)

[50] ISO 4030, Road vehicles, Vehicles identification number (VIN), Location an attachment (1983)

[51] ISO 4130, Road vehicles, Three-dimensional reference system and fiducial marks, Definitions (1978)

[52] ISO 4131, Road vehicles, Dimensional codes for passenger cars (1979)

[53] ISO 6487, Road vehicles, Measurement techniques in impact tests, Instrumentation (1987)

[54] ISO/TR 6546, Road vehicles, Information core appropriate to the field study of accidents in which seat belts are used (1979)

[55] ISO 6813, Road vehicles, Collisions, Terminology (1981)

[56] ISO/TR 8349, Road vehicles, Measurement of road surface friction (1986)

[57] ISO 10392, Road vehicles with two axles, Determination of centre of gravity (1992)

[58] ISO Standards Handbook 11, Road vehicles, Volume 1, 2nd Edition (1987)

Anhang 2, prEN 1317-Teil 1

ENTWURF
prEN 1317-1

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPEENNE

April 1994

DK

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren

Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods

Dispositifs routiers de retenue de véhicules - Partie 1: Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essai

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 226 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B - 1050 Brüssel

c CEN 1994 Das Copyright ist allen CEN-Mitgliedern vorbehalten.

Ref. Nr. prEN 1317-1:1994 D

Inhalt

		Seite
	Vorwort	3
0	Einleitung	3
1	Anwendungsbereich	3
2	Terminologie der Rückhaltesysteme an Strassen	4
3	Festlegungen für Fahrzeuge unter Prüfbedingungen	7
4	Messung des ASI-Index	9
5	Messung des THIV-Index und des PHD-Index	11
6	Ausgleich bei Verschiebung der Geräte vom Fahrzeugschwerpunkt	18
7	Prüfbericht	20
Anhang A (informativ) **VCDI-Index**		23
Anhang B (informativ) **Kinetische Anprallenergie und Durchschnittskraft**		25
Anhang C (informativ) **Fahrzeugbeschleunigung - Messung und Berechnungsverfahren**		28

Vorwort

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde vom Technische Komitee CEN/TC 226 "Straßenausstattung" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI betreut wird.

Das Technische Komitee CEN/TC 226 hat beschlossen, diesen Europäischen Norm-Entwurf zur CEN-Umfrage vorzulegen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung, sind folgende Länder gehalten diese Europäische Norm zu übernehmen:

0 Einleitung

Beim Entwurf von Straßen können zu berücksichtigende Sicherheitsüberlegungen die Errichtung von Rückhaltesystemen in bestimmten Bereichen oder an ausgewählten Punkten erfordern.

Rückhaltesysteme an Straßen werden bemessen und bereitgestellt, um von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge aufzuhalten sowie Fußgänger und andere Straßenbenutzer zurückzuhalten und zu leiten.

Es steht eine Vielzahl von Systemen zur Verfügung; diese unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihrer Funktion als auch ihrer Eigenschaften.

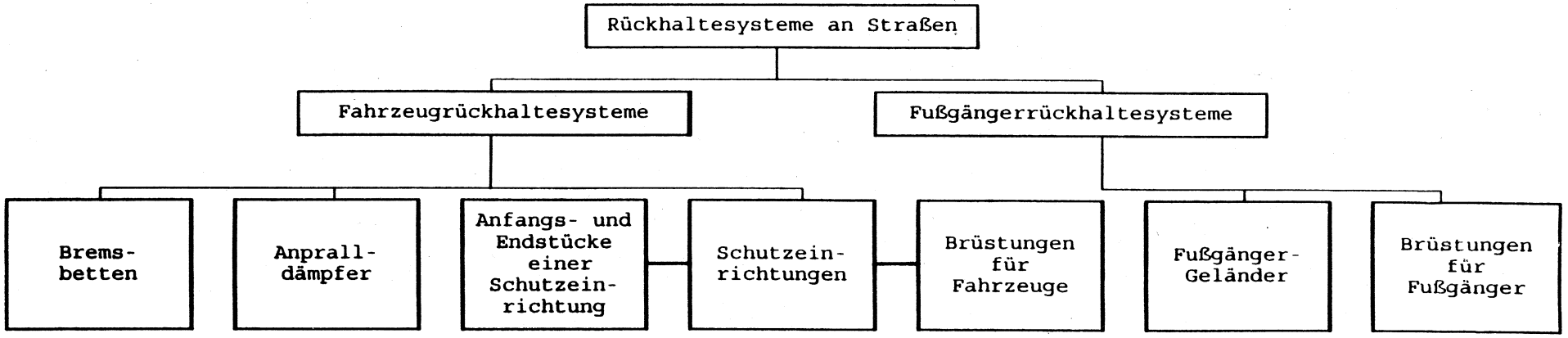
Die Europäische Normung erfordert eine gemeinsame Terminologie als Grundlage der Kommunikation sowie eine geeignete Basis der Verständigung über Bemessung, Leistungsanforderung, Herstellung und Errichtung von Rückhaltesystemen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm EN ...-1 definiert die wesentlichen Begriffe für Fahrzeug- und Fußgänger-Rückhaltesysteme an Straßen. Sie dient dem Verständnis und der Interpretation der anderen Teile dieser Normenreihe. Sie enthält auch die allgemeinen Kriterien für Prüfverfahren.

2 Terminologie der Rückhaltesysteme an Straßen

Die Systemtypen sind entsprechend der folgenden Auflistung angeordnet:



Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen

2.1 **Rückhaltesystem an Straßen:** Generelle Bezeichnung für ein Fahrzeug- und Fußgänger-Rückhaltesystem an Straßen.

2.2 **Fahrzeug-Rückhaltesystem an Straßen:** Ein an einer Straße errichtetes System, das ein von der Fahrbahn abkommendes Fahrzeug aufhält; es kann zur Begrenzung von Schäden oder Verletzungen von Straßenbenutzern oder anderen, in der Nähe befindlichen Personen verwendet werden.

2.2.1 **Schutzeinrichtung:** Ein Fahrzeug-Rückhaltesystem, das längsseits einer Straße oder im Mittelstreifen errichtet wird.

2.2.1.1 **Dauerhafte Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die an einer Straße dauerhaft errichtet wird.

2.2.1.2 **Vorübergehende Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die leicht entfernt werden kann und bei Straßenarbeiten, in Notfällen oder ähnlichen Situationen verwendet wird.

2.2.1.3 **Verformbare Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die sich bei einem Fahrzeuganprall verformt und dauerhaft verformt bleiben kann.

2.2.1.4 **Starre Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die bei einem Fahrzeuganprall eine vernachlässigbare Verformung erfährt.

2.2.1.5 **Einseitige Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die nur für einen einseitigen Anprall bemessen ist.

2.2.1.6 **Doppelseitige Schutzeinrichtung:** Eine Schutzeinrichtung, die für einen Anprall an beiden Seiten bemessen ist.

2.2.2 **Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung:** Die Anfangs- und Endverankerung einer Schutzeinrichtung.

2.2.2.1 **Oberes Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung:** Ein Anfangs- und Endstück, das am nach oben gerichteten Ende einer Schutzeinrichtung angebracht ist.

2.2.2.2 **Unteres Anfangs- und Endstück einer Schutzeinrichtung:** Ein Anfangs- und Endstück, das am nach unten gerichteten Ende einer Schutzeinrichtung angebracht ist.

2.2.3 **Brüstung für Fahrzeuge:** Eine Schutzeinrichtung, die am Rand einer Brücke oder an einer Stützmauer oder einer vergleichbaren Konstruktion errichtet wird und zusätzliche Schutz- und Rückhalteeinrichtungen für Fußgänger oder andere Straßenbenutzer beinhalten kann.

2.2.4 **Anpralldämpfer:** Eine Vorrichtung zur Energieaufnahme eines Fahrzeugs an Straßen, die vor einem festen Gegenstand eingebaut ist, um die Heftigkeit eines Anpralls zu verringern.

2.2.4.1 **Zurückleitender Anpralldämpfer:** Ein Anpralldämpfer, der für das Aufhalten und Zurückleiten eines anprallenden Fahrzeugs bemessen ist.

2.2.4.2 **Nichtzurückleitender Anpralldämpfer:** Ein Anpralldämpfer, der für das Aufhalten und Abfangen eines Fahrzeugs bemessen ist.

2.2.5 **Bremsbett:** Eine an eine Straße angrenzende Fläche, die mit besonderem Material angefüllt ist, um von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge abzubremsen und zum Stillstand zu bringen; im allgemeinen befindet es sich an langen abschüssigen Strecken.

2.3 **Fußgänger-Rückhaltesystem:** Ein System, das errichtet wird, um Fußgänger zurückzuhalten und zu leiten.

2.3.1 **Brüstung für Fußgänger:** Ein Fußgänger- oder für "andere Straßenbenutzer" errichtetes Rückhaltesystem entlang einer Brücke oder auf einer Stützmauer oder ähnlichen Konstruktion, das nicht als Fahrzeug-Rückhaltesystem dient.

2.3.2 **Fußgänger-Geländer:** Ein Rückhaltesystem für Fußgänger oder "andere Straßenbenutzer" längsseits des Randes eines Fußwegs oder -pfads, das Fußgänger davon abhalten soll, eine Fahrbahn oder andere, möglicherweise gefährliche Flächen zu betreten oder zu überqueren.

ANMERKUNG: Als Vorkehrungen für "andere Straßenbenutzer" gelten Vorkehrungen für Reiter, Radfahrer und freilaufendes Vieh auf Brücken oder vergleichbaren Konstruktionen.

3 Festlegungen fur Fahrzeuge unter Prüfbedingungen

Festlegungen für Fahrzeuge unter Prüfbedingungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Festlegungen für Fahrzeuge

Masse (kg)								
Trägheitsprüfmasse	825 ± 25	1 300 ± 40	1 500 ± 50	10 000 ± 300	13 000 ± 400	16 000 ± 500	30 000 ± 900	38 000 ± 1 100
(einschließlich Höchstballast)*)	80	130	187	---	---	---	---	---
Dummy	75	---	---	---	---	---	---	---
statische Gesamtmasse des Fahrzeugs	900 ± 25	1 300 ± 40	1 500 ± 50	10 000 ± 300	13 000 ± 400	16 000 ± 500	30 000 ± 900	38 000 ± 1 100
Maße (m) (Toleranz ± 15 %)								
Radspur (Durchschnitt)	1,22	1,41	1,51	keine Festlg.	keine Festlg.	2,0	2,20	keine Festlg.
Radradius (unbelastet)	---	---	---	0,46	0,52	0,52	0,55	0,55
Radstand (Achsstand)	---	---	---	4,50	6,50	5,9	6,7	11,25
Anzahl der Achsen	---	---	---	2	2	2	4	4/5

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Stelle des Schwerpunkts (m) (Toleranz ± 10 %)								
Längsabstand von der Vorderachse (CGX)	0,73	1,06	1,24	Keine Festlg.	Keine Festlg.	3,36	4,14	Keine Festlg.
Höhe über dem Boden (CGY)	0,53	0,53	0,53	1,30	1,20	1,38	1,67	1,65
Fahrzeugart	Auto	Auto	Auto	LKW ohne Anhänger	Bus	LKW ohne Anhänger	LKW ohne Anhänger	LKW mit Anhänger
*) einschließlich Meßgerät								

4 Messung des ASI-Index

4.1 Der Begriff des ASI-Index

Der bekannte ASI-Index ist eine Funktion der Zeit und wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$ASI(t) = [(\bar{a}x/\hat{a}x)^2+(\bar{a}y/\hat{a}y)^2+(\bar{a}z/\hat{a}z)^2]^{1/2} \qquad (1)$$

wobei $\hat{a}x$, $\hat{a}y$ und $\hat{a}z$ Grenzwerte für die Komponenten der Beschleunigung entlang der Körperachsen x, y und z sind; $\bar{a}x$, $\bar{a}y$ und $\bar{a}z$ sind die Komponenten der Beschleunigung eines gewählten Punktes P des Fahrzeugs, die nach dem Verfahren der gleitenden Durchschnittsbildung über das Zeitinterval δ = 50 ms gebildet werden, so daß

$$\bar{a}x = \frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta} ax\ dt\ ; \qquad \bar{a}y = \frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta} ay\ dt\ ; \qquad \bar{a}z = \frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta} az\ dt \qquad (2)$$

Der ASI-Index soll ein Maß für die Heftigkeit der Fahrzeugbewegung während des Anpralls angeben, die auf eine Person wirkt, die in der Nähe des Punktes P sitzt.

Der Durchschnitt in (2) ist in Wirklichkeit ein "Tiefpaßfilter", der die Tatsache berücksichtigt, daß Fahrzeugbeschleunigungen auf den Körper des Insassen durch relativ weiche Berührungen übertragen werden können, welche die höchsten Frequenzen nicht übersteigen können.

Im übrigen ist zu beachten, daß die direkte Anwendung der Fahrzeugbeschleunigung, auch wenn diese gemittelt wurde, bedeutet, daß diejenigen Körperteile des Insassen, die verletzt werden können, ständig mit einem Fahrzeugteil in Berührung sind.

Gleichung (1) ist die einfachstmögliche Interaktionsgleichung mit drei Variablen; wenn zwei der Komponenten der Fahrzeugbeschleunigung Null betragen, erreicht der ASI-Index seinen Grenzwert 1, wenn die dritte Komponente ihre Grenzbeschleunigung erreicht; wenn jedoch zwei oder drei Komponenten nicht Null betragen, kann der ASI-Index 1 betragen, auch wenn die einzelnen Komponenten wesentlich unter den relevanten Grenzwerten liegen.

Als Grenzbeschleunigungen gelten die Werte, unterhalb derer das Risiko für die Insassen sehr gering ist (nur geringe oder keine Verletzungen).

Für Europa (Frankreich, Deutschland und die Niederlande) gelten für angeschnallte Insassen die folgenden allgemein angewandten Grenzbeschleunigungen:

$$\hat{a}x = 12g\ ,\ \hat{a}y = 9g\ ,\ \hat{a}z = 10g\ , \qquad (3)$$

wobei g = 9,81 ms^{-2} die Beschleunigung der Erdanziehung auf Meereshöhe ist.

Nach der oben angegebenen Definition ist der ASI-Index eine dimensionslose Größe, die eine Skalarfunktion der Zeit und im allgemeinen des gewählten Fahrzeugpunkts ist und nur positive Werte annimmt. Je höher der ASI-Index über 1 liegt, desto höher ist das Sicherheitsrisiko für die Insassen an diesem Punkt; deshalb wird der bei einer Kollision erreichte Höchstwert des ASI-Index als eindeutiger Wert der Heftigkeit angenommen, oder

$$ASI = \max[ASI(t)]. \qquad (4)$$

4.2 Fahrzeuggeräte

Die Fahrzeugbeschleunigung ist an einem einzigen Punkt des Fahrzeugkörpers in unmittelbarer Nähe des Massenschwerpunkts des Fahrzeugs zu messen; bei einem Personenkraftwagen liegt dieser Punkt üblicherweise auf dem Tunnel nahe des Gangschalthebels. Ferner sind drei Beschleunigungsmeßwandler (oder ein dreiaxialer Meßwandler) erforderlich.

Die Erfahrung zeigt jedoch, daß aufgrund von physikalischen Zwängungen die tatsächliche Anordnung der Beschleunigungsmesser einige Zentimeter neben dem Massenschwerpunkt erfolgen kann; dadurch können erhebliche Unterschiede zwischen den gemessenen Beschleunigungen und denen am Massenschwerpunkt aufgrund von Winkelbewegungen auftreten. In diesen Fällen sollte ein zweiter dreiaxialer Meßwandler entlang der Längsachse, wie in Anhang E angegeben, aufgestellt werden.

Bei langen Fahrzeugen kann die Beschleunigung vor allem wegen der Gierbewegung vom vorderen zum hinteren Teil des Fahrzeugs erheblich variieren. Bei der Kollision eines Busses mit einem Seitenschutz wird deshalb zum Beispiel empfohlen, den ASI-Index an zwei Punkten zu beurteilen, die der extremen vorderwärtigen und rückwärtigen Position der Insassen entsprechen: als direkteste Möglichkeit zur Messung gilt hierbei die Anordnung von zwei dreiaxialen Meßwandlern genau an diesen Stellen.

Wenn ein vollständiger Satz von Meßwandlern eingebaut wurde (siehe Anhang E), um die 6 Bewegungsfreiheitsgrade des Fahrzeugs aufzuzeichnen, kann als Alternativverfahren der gesamte Bereich der Fahrzeugbeschleunigung berechnet werden, und der ASI-Index könnte an jedem Punkt auf einfache Weise ermittelt werden.

Die Meßwandler, Filter und Aufzeichnungskanäle müssen der in der Europäischen Norm für Rückhaltesysteme an Straßen unter der Überschrift "Prüfverfahren" festgelegten Frequenzklasse entsprechen.

4.3 Zusammenfassung des Verfahrens zur Berechnung des ASI-Index

a) Die Messungen der drei Komponenten der Fahrzeugbeschleunigung sind mit den beschriebenen Geräten aufzuzeichnen. Im allgemeinen sind solche Messungen als Magnetaufzeichnungen in Form von drei Reihen aus N Nummern, die bei einer bestimmten Proberate S (Proben/Sek.) entnommen wurden, aufzubewahren.

Für drei derartige Meßreihen

$$^{1}a_x, {}^{2}a_x, \ldots, {}^{k-1}a_x, {}^{k}a_x, {}^{k+1}a_x, \ldots, {}^{N}a_x$$

$$^{1}a_y, {}^{2}a_y, \ldots, {}^{k-1}a_y, {}^{k}a_y, {}^{k+1}a_y, \ldots, {}^{N}a_y$$

$$^{1}a_z, {}^{2}a_z, \ldots, {}^{k-1}a_z, {}^{k}a_z, {}^{k+1}a_z, \ldots, {}^{N}a_z,$$

ist die Schwerkraftbeschleunigung g die Maßeinheit.

b) Die Anzahl *m* der Proben ist im Mittelbildungsfenster δ = 0,05 s zu finden:
m = INT(δ*S) = INT(.05*S), wobei INT(R) die in bezug auf R nächste ganze Zahl ist. Z. B. ist bei S = 500 Proben pro Sek. m = 25.

c) Die Durchschnittsbeschleunigungen sind als Funktionen der Zeit ${}^{k}t = h\,(k+m/2)$ wie folgt zu berechnen:

$$ {}^{k}\bar{a}_x = \frac{1}{m}\left({}^{k}a_x + {}^{k+1}a_x + {}^{k+2}a_x + \ldots + {}^{k+m}a_x\right) = \frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m} {}^{j}a_x $$

$$ {}^{k}\bar{a}_y = \frac{1}{m}\left({}^{k}a_y + {}^{k+1}a_y + {}^{k+2}a_y + \ldots + {}^{k+m}a_y\right) = \frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m} {}^{j}a_y $$

$$ {}^{k}\bar{a}_z = \frac{1}{m}\left({}^{k}a_z + {}^{k+1}a_z + {}^{k+2}a_z + \ldots + {}^{k+m}a_z\right) = \frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m} {}^{j}a_z $$

$$ j = k $$

d) Der ASI-Index ist als Funktion der Zeit (1) wie folgt zu berechnen:

$$ {}^{k}ASI = \left[\left({}^{k}\bar{a}_x/12\right)^2 + \left({}^{k}\bar{a}_y/9\right)^2 + \left({}^{k}\bar{a}_z/10\right)^2\right]^{1/2} $$

e) Der ASI-Index ist als Höchstwert der Reihen für ${}^{k}ASI$ zu finden.

5 Messung des THIV-Index und des PHD-Index

5.1 Einleitung

Der THIV-Index wurde entwickelt, um die Anprallheftigkeit von Insassen in Fahrzeugen nachzuweisen, die mit einem Straßenrückhaltesystem kollidieren. Als Insasse wird hierbei ein frei bewegliches Objekt (Kopf) angesehen, das bei Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit während der Berührung mit einer Schutzeinrichtung seine freie Bewegung solange beibehält, bis es eine Oberfläche im Fahrzeuginnern berührt. Die theoretische Kopf-Anprallgeschwindigkeit wird als ein Maß für die Anprallheftigkeit des Fahrzeugs auf die Schutzeinrichtung angesehen.

Es wird vorausgesetzt, daß der Kopf während der verbleibenden Anpralldauer mit der Oberfläche in Berührung bleibt. Hierbei unterliegt er während der verbleibenden Berührungsdauer denselben Beschleunigungsstufen wie das Fahrzeug (PHD-Index).

5.2 THIV-Index

Es kann angenommen werden, daß zu Beginn der Berührung des Fahrzeugs mit der Schutzeinrichtung sowohl das Fahrzeug als auch der theoretische Kopf dieselbe Horizontalgeschwindigkeit V_o aufweisen, wobei sich das Fahrzeug ausschließlich translational bewegt.

Es kann davon ausgegangen werden, daß sich das Fahrzeug während des Anpralls nur in der horizontalen Ebene bewegt, da hohe Neigungs- und Rollbewegungen oder vertikale Bewegungen nicht von vorrangiger Bedeutung sind, sofern sich das Fahrzeug nicht überschlägt. Dieser extreme Vorgang braucht nicht berücksichtigt zu werden, da in diesem Fall die Entscheidung zur Zurückweisung des geprüften Systems anhand von visueller Beobachtung oder photographischen Aufzeichnungen erfolgt.

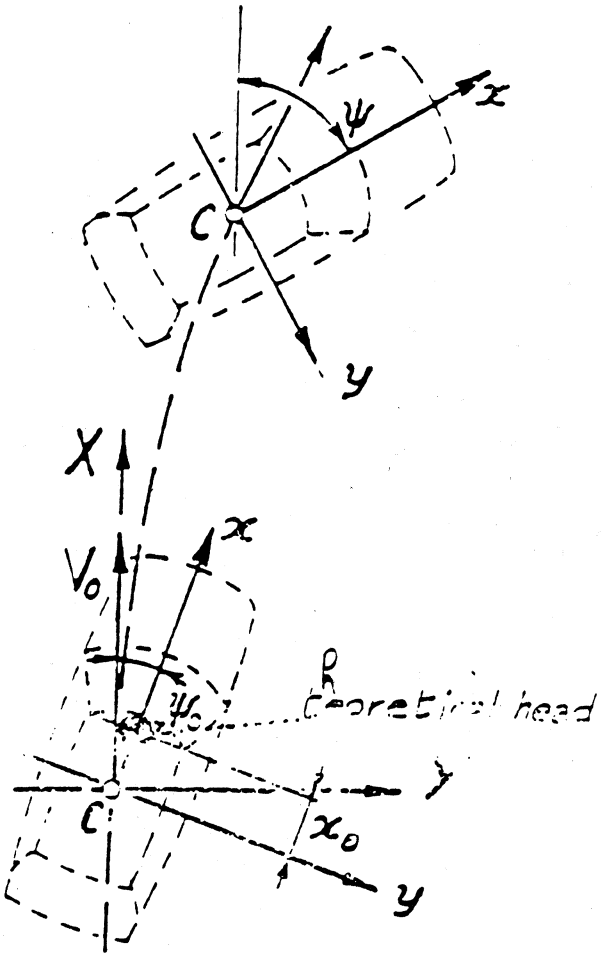


Bild 1: Bezugsrahmen für das Fahrzeug und die Bodenhöhe

Die beiden Bezugsrahmen werden verwendet, wie in Bild 1 angegeben. Bei einem Fahrzeugbezug von Cxy ist x die Längs- und y die Querrichtung; der Ursprung C ist ein Punkt des Fahrzeugs nahe am, jedoch nicht notwendigerweise übereinstimmend mit dem Schwerpunkt, an dem zwei Beschleunigungsmesser und ein Giergeschwindigkeitssensor aufgestellt werden. $\ddot{x}_c$ und $\ddot{y}_c$ sind die Beschleunigungen des Punktes C (in Meter pro Quadratsekunde), bzw. entlang der Fahrzeugachsen x und y, die von den beiden Beschleunigungsmessern aufgezeichnet werden und $\dot{\psi}$ ist die Giergeschwindigkeit (in Radiant pro Sekunde), die vom Sensor aufgezeichnet wird ($\ddot{x}$ positiv vorwärts, $\ddot{y}$ positiv zur rechten Seite und $\dot{\psi}$ positiv im Uhrzeigersinn von oben gesehen).

Ein Bodenbezug OXY, horizontal, mit der X-Achse ausgerichtet an der Geschwindigkeit V_0 und dem Ursprung O in Übereinstimmung mit dem Fahrzeugausgangspunkt C.

$X_c(t)$, $Y_c(t)$ sind die Koordinaten des Fahrzeugbezugpunktes C in bezug auf die Bodenhöhe, während $X_b(t)$, $Y_b(t)$ die Koordinaten des theoretischen Kopfes in bezug auf die Bodenhöhe sind (Bild 2.)

Anhand der oben angegebenen Definitionen und der vereinfachten Hypothese können die Fahrzeug- und theoretischen Kopfbewegungen wie folgt berechnet werden.

5 .2.1 Fahrzeugbewegung

Anfangsbedingungen: zur Zeit t = 0

$$\begin{cases} X_c = 0 & Y_c = 0 & \psi = \psi_0 \\ \dot{X}_c = V_0 & \dot{Y}_c = 0 & \dot{\psi} = 0 \,. \end{cases} \qquad (1)$$

Der Gierwinkel ψ wird durch Integration der Giergeschwindigkeit $\dot{\psi}$ berechnet:

$$\psi(t) = \int_0^t \dot{\psi}\, dt + \psi_0 \,; \qquad (2)$$

danach wird aus den Komponenten der Fahrzeugbeschleunigung in bezug auf die Bodenhöhe:

$$\begin{cases} \ddot{X}_c = \ddot{x}_c \cos\psi - \ddot{y}_c \sin\psi \\ \ddot{Y}_c = \ddot{x}_c \sin\psi + \ddot{y}_c \cos\psi \,, \end{cases} \qquad (3)$$

die Fahrzeuggeschwindigkeit und -lage durch Integration berechnet:

$$\begin{cases} \dot{X}_c = \Delta\dot{X}_c + V_0 & \Delta\dot{X}_c = \int_0^t \ddot{X}_c dt \\ \dot{Y}_c = \Delta\dot{Y}_c & \Delta\dot{Y}_c = \int_0^t \ddot{Y}_c dt \end{cases} \qquad (4)$$

$$\begin{cases} X_c = \int_0^t \Delta\dot{X}_c dt + V_0 t \\ Y_c = \int_0^t \Delta\dot{Y}_c dt \end{cases} \qquad (5)$$

5.2.2 Theoretische Kopfbewegung relativ zum Boden

Anfangsbedingung: zur Zeit t = 0,

$$\begin{cases} X_b = x_b\cos\psi = X_0 & Y_b = x_b\sin\psi = Y_0 \\ \dot{X}_b = V_0 & \dot{Y}_b = 0 \end{cases} \qquad (6)$$

Bei gleichbleibender Bewegung des theoretischen Kopfes folgt:

$$X_b = V_0 t + X_0 \qquad Y_b = Y_0 \,. \qquad (7)$$

5.2.3 Theoretische Kopfbewegung relativ zum Fahrzeug

Die Fahrzeugkomponenten der relativen Geschwindigkeit des theoretischen Kopfes sind:

$$\begin{cases} v_x(t) = -\Delta\dot{X}_c\cos\psi - \Delta\dot{Y}_c\sin\psi + y_b\dot{\psi} \\ v_y(t) = \Delta\dot{X}_c\sin\psi - \Delta\dot{Y}_c\cos\psi - x_b\dot{\psi} \end{cases} \qquad (8)$$

Die Koordinaten des theoretischen Kopfes bezogen auf den Fahrzeugrahmen können durch folgende Gleichungen berechnet werden:

$$\begin{cases} x_b(t) = \Delta X_b\cos\psi + \Delta Y_b\sin\psi \\ y_b(t) = -\Delta X_b\sin\psi + \Delta Y_b\cos\psi \end{cases} \quad \text{,where} \quad \begin{aligned} \Delta X_b &= X_0 - \int_0^t \Delta\dot{X}\,dt \\ \Delta Y_b &= Y_0 - \int_0^t \Delta\dot{Y}\,dt \,. \end{aligned} \qquad (9)$$

5.2.4 Flugzeit

Es wird angenommen, daß die fiktiven Anprallflächen innerhalb des Fahrzeugs eben und rechtwinklig zu den x- und y- Achsen des Fahrzeugs verlaufen (Bild 2). Die Abstände dieser Flächen von der ursprünglichen Kopfposition sind D_x vorwärts und D_y nach beiden Seiten.

Die Flugzeit des theoretischen Kopfes ist die Anprallzeit auf eine der drei fiktiven Flächen in Bild 2, d. h. die kürzeste Zeit T, wenn eine der folgenden drei Gleichwertigkeiten erfüllt ist:

$$x_b(T) = D_x + x_0; \quad \text{oder } y_b(T) = D_y; \quad \text{oder } y_b(T) = -D_y \,. \qquad (10)$$

Die Normwerte der Flugwege sind:

$$D_x = \overset{0.6}{\cong} \text{ m} \qquad D_y = \overset{0.3}{\ldots} \text{ m}$$

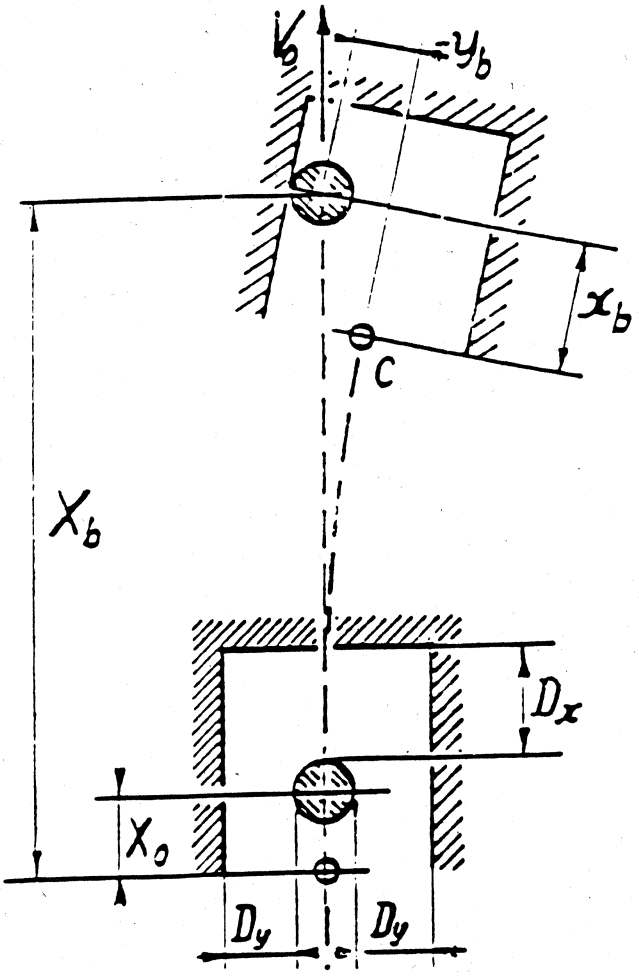


Bild 2: Anprall des theoretischen Kopfes auf der linken Seite

5.2.5 THIV-Index

Der THIV-Index ist die relative Geschwindigkeit zur Zeit T, d. h.:

$$THIV = [v_x^2(T) + v_y^2(T)]^{1/2}. \qquad (11)$$

Der THIV-Index ist in Meter pro Sekunde anzugeben.

5.3 PHD-Index

Der PHD-Index ist der Höchstwert der Beschleunigung, der nach der Zeit T der Kollision des theoretischen Kopfes durch einen 10 Hz-Tiefpaßfilter gefiltert wird. Wenn F_{10} dem Filtern entspricht, gilt:

$$\mathrm{PHD} = \mathrm{MAX}\left(\mathcal{F}_{10}(\ddot{x}_c^2 + \ddot{y}_c^2)^{1/2}\right) \qquad (\text{for } t > T) \qquad (12)$$

Der PHD-Index ist in g Einheiten anzugeben.*)

5 .4 Fahrzeuggeräte

Das Fahrzeug sollte mit einem Beschleunigungsmesser für die Messung in Längsrichtung (vorwärts), einem für die seitliche Richtung und einem Winkelgeschwindigkeitssensor ausgestattet sein. Die drei Sensoren sollten auf einem gemeinsamen Block montiert und im Punkt C nahe des Fahrzeugschwerpunkts aufgestellt werden.

Die Meßwandler, Filter und Aufzeichnungskanäle müssen der in der Europäischen Norm für Rückhaltesysteme an Straßen unter der Überschrift "Prüfverfahren" festgelegten Frequenzklasse entsprechen.

Es wird die Verwendung eines Meßwertschreibers empfohlen, um den Moment der ersten Berührung des Fahrzeugs mit dem Rückhaltesystem anzuzeigen.

5.5 Zusammenfassung des Verfahrens zur Berechnung des THIV- und PHD-Indexes

a) Die Fahrzeugbeschleunigungen und die Giergeschwindigkeit sind aufzuzeichnen und in digitaler Form bei der Proberate S aufzubewahren; als Angaben in den drei Aufzeichnungsbögen gelten ${}^k\ddot{x}_c$, ${}^k\ddot{y}_c$ und ${}^k\psi$ (k = 1,2...N). Der Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Daten im Aufzeichnungsbogen ist $h = {}^kt - {}^{k-1}t = 1/S$. Z. B. ist bei S = 500 Proben h = 2 ms.

b) Die Giergeschwindigkeit ist nach der periodischen Gleichung (aus Gleichung (2)) zu integrieren:

$$^1\psi = \psi_0; \quad ^2\psi = {}^1\psi + h\,\frac{^1\dot{\psi} + {}^2\dot{\psi}}{2} \quad ;\ldots; \quad ^{k+1}\psi = {}^k\psi + h\,\frac{^k\dot{\psi} + {}^{k+1}\dot{\psi}}{2}$$

c) Die Fahrzeugbeschleunigung ist bei Bodenbezug wie folgt zu berechnen (3):

$$^k\ddot{X}_c = {}^k\ddot{x}_c \cos {}^k\psi - {}^k\ddot{y}_c \sin {}^k\psi \qquad ^k\ddot{Y}_c = {}^k\ddot{x}_c \sin {}^k\psi + {}^k\ddot{y}_c \cos {}^k\psi$$

d) Die Fahrzeugbeschleunigung ist bei Bodenbezug wie folgt zu integrieren (4), (9):

$$\begin{cases} ^1\Delta\dot{X}_c = 0; & ^{k+1}\Delta\dot{X}_c = {}^k\Delta\dot{X}_c + h\,\dfrac{^k\ddot{X}_c + {}^{k+1}\ddot{X}_c}{2}; \\ ^1\Delta\dot{Y}_c = 0; & ^{k+1}\Delta\dot{Y}_c = {}^k\Delta\dot{Y}_c + h\,\dfrac{^k\ddot{Y}_c + {}^{k+1}\ddot{Y}_c}{2}; \end{cases}$$

(*) 1 g = 9, 81 m.s^{-2}

$$\begin{cases} {}^{1}\Delta X_b = X_0 & {}^{k+1}\Delta X_c = {}^{k}\Delta X_c - h\,\dfrac{{}^{k}\Delta\dot{X}_c + {}^{k+1}\Delta\dot{X}_c}{2}\,; \\ {}^{1}\Delta Y_c = 0; & {}^{k+1}\Delta Y_c = {}^{k}\Delta Y_c - h\,\dfrac{{}^{k}\Delta\dot{Y}_c + {}^{k+1}\Delta\dot{Y}_c}{2}\,; \end{cases}$$

e) Die relative Position und relative Geschwindigkeit des theoretischen Kopfes sind als Funktionen der Zeit (8), (9) wie folgt zu berechnen:

$$\begin{cases} {}^{k}x_b(t) = {}^{k}\Delta X_b \cos {}^{k}\psi + {}^{k}\Delta Y_b \sin {}^{k}\psi \\ {}^{k}y_b(t) = -{}^{k}\Delta X_b \sin {}^{k}\psi + {}^{k}\Delta Y_b \cos {}^{k}\psi \end{cases}$$

$$\begin{cases} {}^{k}v_x = -{}^{k}\Delta\dot{X}_c \cos {}^{k}\psi - {}^{k}\Delta\dot{Y}_c \sin {}^{k}\psi + {}^{k}y_b\,{}^{k}\dot{\psi} \\ {}^{k}v_y = {}^{k}\Delta\dot{X}_c \sin {}^{k}\psi - {}^{k}\Delta\dot{Y}_c \cos {}^{k}\psi - {}^{k}x_b\,{}^{k}\dot{\psi} \end{cases}$$

f) Der Mindestwert für j ergibt sich aus einer der folgenden drei Gleichwertigkeiten :

(10) $$j_x = D_x + X_0; \quad \text{or } j_y = D_y; \quad \text{or } j_y = -D_y$$

g) Berechne:

$$\mathrm{THIV} = [{}^{j}v_x^2 + {}^{j}v_y^2]^{1/2}$$

h) Die resultierende Fahrzeugbeschleunigung in g ist als eine Funktion der Zeit wie folgt zu berechnen:

$${}^{k}A = \frac{1}{g}\,({}^{k}\ddot{x}_c^2 + {}^{k}\ddot{y}_c^2)^{1/2}$$

i) Die Sequenz ${}^{k}A$ ist mit einem digitalen Butterworth-Tiefpaßfilter zu filtern, der eine Grenzfrequenz von 10 Hz und eine Dämpfung von 48 dB/Oktave hat; der PHD-Index ist der Höchstwert einer auf diese Weise gefilterten Frequenz.

5.6 Verfahren zur Berechnung des OIV- und ORA-Indexes

Das oben angegebene Verfahren kann zur Berechnung des OIV- und des ORA-Indexes vereinfacht werden, indem Schritt 2 ausgelassen und stets $\psi = 0$ angenommen wird.

6 Ausgleich bei Verschiebung der Geräte vom Fahrzeugschwerpunkt

Fahrzeugbeschleunigungen werden für den Nachweis von Prüfergebnissen anhand des ASI- und THIV-Indexes und des "flail space model" verwendet.

Dies erfordert die Aufstellung einer Reihe von Beschleunigungsmessern im oder nahe des Fahrzeugschwerpunktes. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß dies aufgrund von physikalischen Zwängungen innerhalb des Fahrzeugs nicht immer möglich ist. Deshalb darf die tatsächliche Anordnung der Beschleunigungsmesser einige Zentimeter neben dem Massenschwerpunkt erfolgen; dadurch können erhebliche Unterschiede zwischen den gemessenen Beschleunigungen und denen am Massenschwerpunkt aufgrund von Winkelbewegungen auftreten.

Diese Unterschiede können durch die Verwendung von zusätzlichen Geräten auf ein Minimum beschränkt werden. Es wird deshalb empfohlen, zusätzlich zu der ursprünglichen Reihe von dreiaxialen Meßwandlern eine zweite Reihe von dreiaxialen Meßwandlern entlang der x-Achse (Längsachse), wie in Bild 3 dargestellt, aufzustellen.

Unter Verweisung auf Bild 3 gilt für einen Punkt P auf der x-Achse in einem Abstand x in Vorwärtsrichtung vom Schwerpunkt:

$$
\begin{aligned}
a_x &= a_{xc} - x(\omega_y^2 + \omega_z^2) \\
a_y &= a_{yc} + x\dot{\omega}_z \\
a_z &= a_{zc} - x\dot{\omega}_y
\end{aligned}
$$

Dabei ist:

a_x, a_y, a_z = Beschleunigung des Punktes P in Längsrichtung, seitlicher Richtung und vertikaler Richtung;

a_{xc}, a_{yc}, a_{zc} = Beschleunigung des Schwerpunktes in Längsrichtung, seitlicher Richtung und vertikaler Richtung;

ω_y, ω_z = Neigung und Giergeschwindigkeit;

$\dot{\omega}_y$, $\dot{\omega}_z$ = Neigung und Gierbeschleunigung.

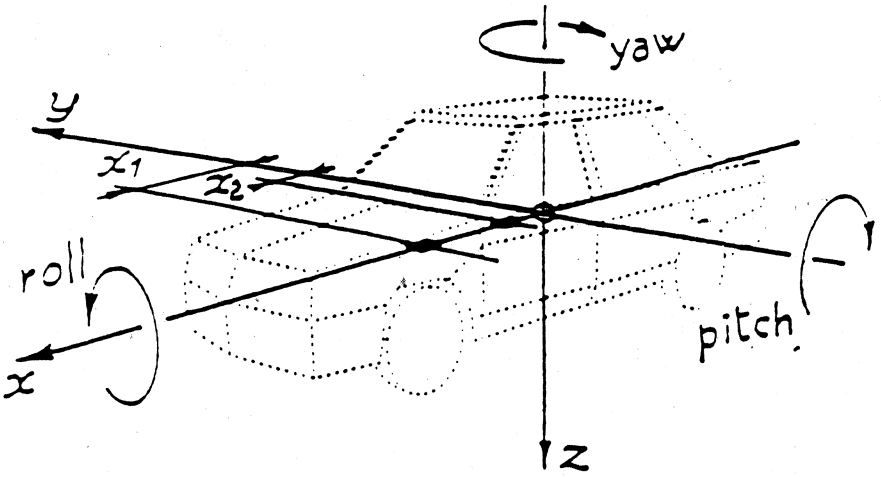


Bild 3 : Positive Zeichen und Beschleunigungsmeßstelle

Somit werden die Beschleunigungen der Punkte P_1 und P_2 in Bild 3 wie folgt berechnet:

$$a_{x1} = a_{xc} - x_1(\omega_y^2 + \omega_z^2)$$

$$a_{x2} = a_{xc} - x_2(\omega_y^2 + \omega_z^2)$$

$$a_{y1} = a_{yc} + x_1\dot{\omega}_z \qquad (2)$$

$$a_{y1} = a_{yc} - x_2\dot{\omega}_z$$

$$a_{z1} = a_{zc} - x_1\dot{\omega}_y$$

$$a_{z2} = a_{zc} - x_2\dot{\omega}_y \; .$$

Nach Gleichung (2) können die Beschleunigungen des Schwerpunktes wie folgt berechnet werden:

$$a_{xc} = \frac{x_1 a_{x2} - x_2 a_{x1}}{x_1 - x_2}$$

$$a_{yc} = \frac{x_1 a_{y2} - x_2 a_{y1}}{x_1 - x_2} \qquad (3)$$

$$a_{zc} = \frac{x_1 a_{z2} - x_2 a_{z1}}{x_1 - x_2} \; .$$

7 Prüfbericht [1]

Der Prüfbericht muß die folgenden Angaben in der angegebenen Reihenfolge enthalten:

a) **Prüfstelle**
a.1 Name:
a.2 Anschrift:
a.3 Telefonnummer:
a.4 Faxnummer:
a.5 Prüfort:

b) **Nummer des Prüfberichts:**

c) **Auftraggeber**
c.1 Name:
c.2 Anschrift:
c.3 Telefonnummer:
c.4 Faxnummer:

d) **Prüfgegenstand**
d.1 Datum des Empfangs:
d.2 Prüfdatum:
d.3 Name des Prüfgegenstands:
d.4 Zeichnung in Anhang Nr.:[2]

e) **Prüfverfahren**
e.1 CEN Prüfart:
e.1.1 Zielanprallgeschwindigkeit (km/h):
e.1.2 Zielanprallwinkel (°):
e.1.3 Ziel-Trägheitsprüfmasse des Fahrzeugs (kg):
e.2 Aufbau[3]
e.2.1 Detaillierte Beschreibung des geprüften Aufbaus:
e.2.2 Zeichnung des Prüfaufbaus[4] in Anhang Nr.:
e.2.3 Photographien in Anhang Nr.:
e.2.4 Länge (m):
e.2.5 Geländerbalkenteil:
e.2.6 Geländerbalkenlänge (m):

---

[1] Dieser Vorschlag beruht auf den Kriterien, die in Abschnitt 5.4.3 "Prüfberichte" der EN 45 001:1989 E Allgemeine Kriterien für den Betrieb von Prüflaboratorien angegeben sind.

[2] Zeichnungen sind vom Auftraggeber vorzulegen.

[3] Die folgenden Punkte gelten für konventionelle Geländer. Für andere Objekte sind entsprechende Punkte anzugeben.

[4] Einschließlich Endverankerungen.

e.2.7 Stützenmaterial:
e.2.8 Stützenmaße (m):
e.2.9 Stützeneinbettung (m):
e.2.10 Stützenabstand (m):
e.2.11 Bodenart und -bedingung:
e.3 Fahrzeug
e.3.1 Fahrzeugtyp:
e.3.2 Baujahr:
e.3.3 Fahrzeugnummer[5]):
e.3.4 Prüfträgheitsmasse (kg):
e.3.5 Ballast, Stelle und Masse:
e.3.6 Dummy, falls vorhanden:
e.3.7 Leergewicht (kg):
e.3.8 Maße und Eigenschaften des Fahrzeugs in Anhang Nr.:[6])
e.3.9 Photographien in Anhang Nr.:

f) **Ergebnisse**
f.0.1 Nummer der Prüfung:
f.0.2 Datum:
f.0.3 Wetterbedingungen bei der Prüfung:
f.0.4 Allgemeine Beschreibung der Prüffolge:
f.1 Prüfgegenstand
f.1.1 Dynamische Höchstdurchbiegung (m):
f.1.2 Dauerhöchstdurchbiegung (m):
f.1.3 Länge der Berührung (m):
f.1.4 Anprallpunkt:
f.1.5 Hauptsächliche gebrochene oder gelöste Teile (ja/nein):
f.1.6 Beschreibung der Schäden des Prüfgegenstands:
f.1.7 Bodenverankerungen entsprechen den Bemessungsstufen (ja/nein):
f.1.8 Photographien des Prüfgegenstands in Anhang Nr.:
f.1.9 Zeichnung des Prüfgegenstands in Anhang Nr.:
f.1.10 *)[7]) Verankerungskräftemessungen:
f.1.11 *) Graphische Darstellung der Kräfte in Anhang Nr.:
f.2 Fahrzeug
f.2.1 Anprallgeschwindigkeit (km/h):
f.2.2 %-Differenz zur Zielgeschwindigkeit (%):
f.2.3 Anprallwinkel (°):
f.2.4 %-Differenz zum Zielwinkel (%):
f.2.5 Innerhalb der Toleranzgrenzen? (ja/nein):
f.2.6 *) Ausgangsgeschwindigkeit (km/h):
f.2.7 *) Ausgangswinkel (°):
f.2.8 *) Rückprallweg (m):
f.2.9 Fahrzeug durchbricht die Schutzeinrichtung (ja/nein):
f.2.10 Fahrzeug fährt durch die Schutzeinrichtung hindurch (ja/nein):
f.2.11 Fahrzeug innerhalb der CEN "Box" (ja/nein):
f.2.12 Fahrzeug überschlägt sich innerhalb des Prüfbereichs (ja/nein):
f.2.13 Allgemeine Beschreibung der Fahrzeugtrajektorie:

---

[5]) VIN (Vehicle Identification Number).

[6]) Ist anzugeben.

[7]) *) bezeichnet eine freigestellte Angabe.

f.2.14 *) Fahrzeugschaden TAD:
f.2.15 *) Fahrzeugschaden VDI:
f.2.16 Index der Verformung des Cockpits VCDI:
f.2.17 Hauptsächliche gelöste Fahrzeugteile:
f.2.18 Photographien des Fahrzeugs in Anhang Nr.:
f.3 Nachweis der Schädigungen
f.3.1 ASI-Index
f.3.2 THIV-Index und PHD-Index
Flugweg (m):
Flugzeit (m/s):
THIV (m/s):
PHD (g):
f.3.3 *) Anprallgeschwindigkeit des Insassen (OIV)
vorwärts (m/s):
seitlich (m/s):
Fallbeschleunigung des Insassen
vorwärts (g):
seitlich (g):
f.3.4 Graphische Darstellung der Beschleunigung in Anhang Nr.:

g) **Allgemeine Festlegungen**

Die in diesem Prüfbericht angegebenen Prüfergebnisse gelten nur für die geprüften Gegenstände.

Dieser Prüfbericht darf nur vollständig vervielfältigt werden, es sei denn, das Prüflaboratorium hat seine schriftliche Einwilligung gegeben.

h) **Genehmigung des Prüfberichts**
8.1 Datum:
8.2 Unterschrift:
8.3 Titel:

Anhänge
Anhang 1:
Anhang 2:
...

Anhang A (informativ) VCDI-Index

A.1 Definition

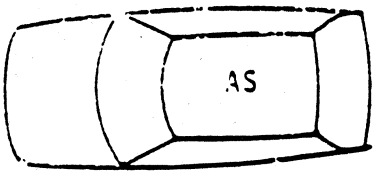
Der VCDI-Index (Verformungs-Index des Cockpits) beruht auf dem VIDI-Index (Verformungsindex des Fahrzeuginnern), der im Rahmen verschiedener internationaler Sitzungen von 1970 bis 1971 entwickelt wurde.

Dieser Index bezeichnet sowohl die Stelle als auch das Ausmaß der Verformung des Cockpits. Er besteht aus zwei Buchstaben plus 7 Zahlen in folgender Anordnung:

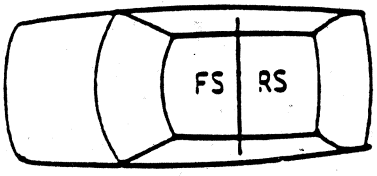
XXabcdefg

A.2 Verformungsstelle

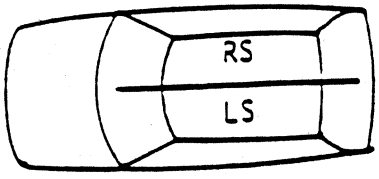
Die Verformungsstelle im Cockpit wird durch die beiden ersten Buchstaben wie folgt angegeben:



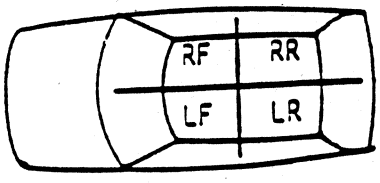
Alle Sitze: XX = AS



Vordersitze: XX = FS Rücksitze: XX = RS



Rechte Sitze: XX = RS Linke Sitze: XX = LS

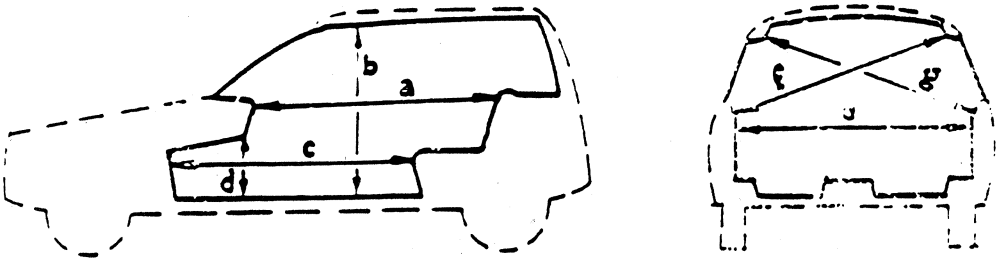


Rechte Vorderseite: XX = RF Rechte Rückseite: XX = RR
Linke Vorderseite: XX = LF Linke Rückseite: XX = LR

Bild A.1 - Verformungsstelle im Cockpit

A.3 Ausmaß der Verformung

Die 7 Subindizes a, b, c, d, e , f und g bezeichnen den Prozentsatz der Verringerung von 7 Innenmaßen (Bild A.2)



a Abstand zwischen dem Armaturenbrett und dem oberen Ende des Rücksitzes
b Abstand zwischen dem Fahrzeugdach und dem Fahrzeugboden
c Abstand zwischen dem Rücksitz und der Motorabdeckung
d Abstand zwischen der Unterseite des Armaturenbrettes und dem Fahrzeugboden
e Innenbreite
f Abstand zwischen der Unterkante des rechten Fensters und der Oberkante des linken Fensters
g Abstand zwischen der Unterkante des linken Fensters und der Oberkante des rechten Fensters

Bild A.2 - Innenmasse

Der Wert für jeden der 7 numerischen Subindizes ist anhand der folgenden Skala zu bestimmen:

0 wenn die Verringerung weniger als 3 % beträgt
1 wenn die Verringerung mehr als 3 % und weniger als oder gleich 10 % beträgt
2 wenn die Verringerung mehr als 10 % und weniger als oder gleich 20 % beträgt
3 wenn die Verringerung mehr als 20 % und weniger als oder gleich 30 % beträgt
usw.

A.4 Beispiele

Wenn zum Beispiel ein Seitenanprall auf die rechte Seite e und f um 14 % und g um 7 % für die rechten Sitze verringert und die Verringerung aller übrigen Maße unter 3 % beträgt, lautet der VCDI-Index: RS0000221.

Wenn in einem weiteren Beispiel der Aufprall am Ende den Abstand a um 8 % und c um 12 % auf dem rechten Vordersitz verringert und alle anderen Verringerungen weniger als 3 % betragen, lautet der VCDI-Index: RF1200000.

Anhang B (informativ) Kinetische Anprallenergie und Durchschnittskraft

B.1 Durchschnittskraft aufgrund der Kinematik

In der ersten Phase einer Kollision gegen eine Schutzeinrichtung muß die Komponente der Geschwindigkeit des Fahrzeugschwerpunkts rechtwinklig zur Schutzeinrichtung um ihren Anfangswert

$$V_n = V \sin\alpha \qquad (1)$$

auf Null sinken; wenn S_n und $\bar{a}_n$ die Verschiebungen bzw. die Durchschnittsbeschleunigung des Fahrzeugschwerpunktes rechtwinklig zur Schutzeinrichtung sind, ist auf einfache Weise zu erkennen, daß in der ersten Phase

$$\bar{a}_n = \frac{V_n^2}{2\,S_n}; \qquad (1)$$

und die auf die Masse M des Fahrzeugs wirkende Durchschnittskraft während dieser Phase

$$\bar{F} = M\,\bar{a}_n = \frac{M\,V_n^2}{2\,S_n}. \qquad (2)$$

beträgt.

B.2 Durchschnittskraft aufgrund eines Energieausgleichs

Das gleiche Ergebnis kann durch einen einfachen Energieausgleich erzielt werden. In der Tat muß die seitliche kinetische Energie des Fahrzeugs während der ersten Phase des Anpralls

$$T = \frac{M\,V_n^2}{2} \qquad (3)$$

durch die Arbeit $W_n = \bar{F}S_n$ der auf den Fahrzeugschwerpunkt wirkenden seitlichen Kraft ausgeglichen werden; daraus folgt:

$$\frac{M\,V_n^2}{2} = \bar{F}\,S_n, \quad \text{whence: } \bar{F} = \frac{M\,V_n^2}{2\,S_n}. \qquad (4)$$

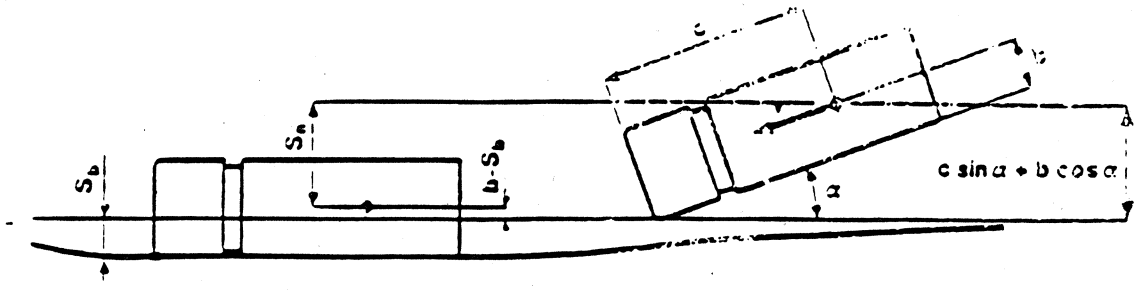


Bild B.1 : Verschiebung des Schwerpunkts

B.3 Durchschnittskraft als Funktion der Seitenschutzverschiebung

Unter Verweisung auf Bild B1 beträgt der vom Massenschwerpunkt zurückgelegte Weg S_n ungefähr

$$S_n = c \sin\alpha + b(\cos\alpha - 1) + S_b \,. \qquad (5)$$

wobei S_b die dynamische Höchstdurchbiegung der dem Verkehr zugekehrten Seite der Schutzeinrichtung ist (genauer gesagt sollte S_b die Summe aus Schutzeinrichtungsdurchbiegung und einem Teil des Fahrzeugknautschens sein).

Durch Kombination der vorherigen Gleichungen kann die Durchschnittskraft schließlich wie folgt ausgedrückt werden:

$$\bar{F} = \frac{M(V \sin\alpha)^2}{2[c \sin\alpha + b(\cos\alpha - 1) + S_b]} \,. \qquad (6)$$

Die Kraft $\bar{F}$ gibt die Größenordnung der Wechselwirkung zwischen Fahrzeug und Schutzeinrichtung während des Anpralls an; sie ist nützlich für eine erste Beurteilung der auf die Schutzeinrichtungsverankerungen wirkenden Gesamtkraft und der Heftigkeit für das kollidierende Fahrzeug.

Es ist anzumerken, daß $\bar{F}$ eine bezüglich der seitlichen Verschiebung gemittelte Kraft ist, d. h.:

$$\bar{F} = \frac{1}{S_n} \int_0^{S_n} F(s)\, ds \,. \qquad (7)$$

Theoretische und praktische Nachweise zeigen, daß ein signifikanter Höchstwert der Kraft F(s), der als Maß der Höchsteinwirkung auf Schutzeinrichtungsverankerungen anzusehen ist, um das 2,5fache höher ist als $\bar{F}$.

B.4 Beispiele

B.1 b Die Tabelle gibt die nach (3) berechneten kinetischen Energien an, die zu den festgelegten Leistungsklassen gehören, sowie die nach (6) berechneten Durchschnittskräfte für einige

Beispielwerte für Schutzeinrichtungsverschiebungen.

Tabelle B.1

Leistungsklasse	Kinetische Energie (kJ)	Durchbiegung auf der dem Verkehr zugekehrten Seite (m)					
		0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
		Durchschnittskraft $\bar{F}$ (kN)					
T1	6,2	16,8	9,3	5,8	4,2	3,3	2,7
T2	21,5	36,5	24,2	16,7	12,7	10,3	8,6
T3	36,6	46,7	33,8	24,7	19,4	16,0	13,6
N1	43,3	59,2	42,0	30,3	23,7	19,4	16,5
N2	81,9	112,0	79,4	57,2	44,7	36,7	31,1
H1	126,6	93,6	76,6	61,7	51,6	44,4	38,9
H2	287,5	133,0	116,8	100,4	88,1	78,5	70,8
H3	462,1	266,4	227,1	189,8	163,0	142,9	127,1
H4a	572,0	311,3	267,6	225,4	194,7	171,4	153,1
H4b	724,6	269,1	242,1	213,6	191,1	172,8	157,8

Anhang C (informativ) Fahrzeugbeschleunigung - Messung und Berechnungsverfahren

C.1 Einleitung

Während eines Anpralls kann die Beschleunigung eines Fahrzeugs von einem zu einem anderen Fahrzeugpunkt aufgrund von Winkelgeschwindigkeiten und -beschleunigungen erheblich variieren. Folglich kann es sein, daß die Messung an einem einzigen Punkt nicht ausreicht, um das vollständige Beschleunigungsfeld innerhalb eines Fahrzeugs zu bestimmen.

Im allgemeinen gibt es während einer Kollision einen Innenbereich eines Fahrzeugs, der mehr oder weniger starr bleibt, abgesehen von konstruktiven Vibrationen, die ausgefiltert werden, wenn der beschriebene 60 Hz-Filter angewandt wird.

In diesem Anhang werden zwei Verfahren zur Bestimmung der vollständigen Beschleunigung eines Fahrzeugs beschrieben, das als starrer Körper angesehen wird; diese Bestimmung erfolgt zu einer bestimmten Zeit und die Messungen werden zu dieser Zeit durchgeführt. Die Sensoren für diese Messungen sollten an ortsfesten Punkten an den Stellen des Fahrzeugs angebracht werden, die ein starres Verhalten aufweisen.

Die Kenntnis der vollständigen Beschleunigung kann für die Berechnung der Beschleunigung an verschiedenen Punkten des Fahrzeugs oder für die Nachstellung des Fahrzeugweges durch Integration erforderlich sein.

C.2 Beschleunigung eines starren Körpers

Die Beschleunigung ${}_p\mathbf{a}$ eines beliebigen Punktes P eines starren Körpers kann als vektorielle Darstellung wie folgt ausgedrückt werden:

$$ {}_p\mathbf{a} = {}_c\mathbf{a} + \dot{\omega} \wedge \mathbf{R} + \omega \wedge (\omega \wedge \mathbf{R}) \ , \qquad (1) $$

Dabei ist:

$$ {}_p\mathbf{a} \equiv \begin{Bmatrix} {}_p a_x \\ {}_p a_y \\ {}_p a_z \end{Bmatrix} $$ die Beschleunigung des allgemeinen Punktes P;

$$ {}_c\mathbf{a} \equiv \begin{Bmatrix} {}_c a_x \\ {}_c a_y \\ {}_c a_z \end{Bmatrix} $$ die Beschleunigung eines Datumpunktes C;

$$ \omega \equiv \begin{Bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{Bmatrix} $$ die Winkelgeschwindigkeit des starren Körpers;

R = P - C ist der Radiusvektor von Punkt C nach Punkt P;
der Punkt (˙) bezeichnet die zeitbezogene Ableitung und das Symbol $\wedge$ das Vektorprodukt.

Alternativ kann Gleichung (1) auch wie folgt angegeben werden:

$$ {}_p\mathbf{a} = {}_c\mathbf{a} + \dot{\omega}\wedge\mathbf{R} + (\omega\cdot\mathbf{R})\omega - (\omega\cdot\omega)\mathbf{R} \ , \qquad (2) $$

wobei der Punkt das Skalarprodukt bezeichnet.

Für die Ermittlung der Beschleunigung ${}_p$a eines beliebigen Punktes P eines starren Körpers zu einer bestimmten Zeit t müssen ferner die Position R des besagten Punktes sowie 9 kinematische Parameter bekannt sein, d. h. die drei Komponenten von ${}_c$a, die drei Komponenten von ω und die drei Komponenten von $\dot{\omega}$, wobei für alle dieselbe Zeit t gilt.

C.3 Messung durch 12 lineare Meßwandler

Die als Matrix dargestellte Gleichung (1) kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$ \{{}_p\mathbf{a}\} = \{{}_c\mathbf{a}\} + [\mathbf{A}]\{\mathbf{R}\} \qquad (3) $$

Dabei ist:

$$ [\mathrm{A}] = \begin{bmatrix} -\omega_y^2 - \omega_z^2 & \omega_x\omega_y - \dot{\omega}_z & \omega_x\omega_z + \dot{\omega}_y \\ \omega_x\omega_y + \dot{\omega}_z & -\omega_x^2 - \omega_z^2 & \omega_y\omega_z - \dot{\omega}_x \\ \omega_x\omega_z - \dot{\omega}_y & \omega_y\omega_z + \dot{\omega}_x & -\omega_x^2 - \omega_y^2 \end{bmatrix} . \qquad (4) $$

Anstelle der 9 kinematischen Parameter kann es einfacher sein, 12 Parameter wie folgt als unbekannt anzunehmen, d. h. die drei Komponenten von ${}_c$a und alle 9 Elemente der Matrix [A].

Drei lineare Beschleunigungsmesser, die an den Fahrzeugachsen x, y und z ausgerichtet sind, werden auf einem einzigen Block in Punkt C montiert (dies kann jeder geeignete Punkt sein) und in jedem von drei anderen geeigneten Punkte ${}_1$P, ${}_2$P und ${}_3$P. Die 4 Punkte dürfen nicht in derselben Ebene liegen. Diese 12 Beschleunigungsmesser geben das Maß für $\{{}_c\mathrm{a}\}$ plus die Beschleunigungen für $\{{}_1\mathrm{a}\}$, $\{{}_2\mathrm{a}\}$ und $\{{}_3\mathrm{a}\}$ der drei bekannten Punkte ${}_1$P, ${}_2$P und ${}_3$P an.

Für jeden Punkt ${}_i$P kann Gleichung (4) wie folgt ausgedrückt werden:

$$ \{{}_i\Delta\mathrm{a}\} = [\mathrm{A}]\{{}_i\mathrm{R}\}, \quad (i = 1,2,3) \qquad (5) $$

Dabei ist:

$$ \{{}_i\Delta\mathrm{a}\} = \{{}_i\mathrm{a}\} - \{{}_c\mathrm{a}\} \ . \qquad (6) $$

Durch Einführung der Matrizen (3x3):

$$ [\Delta\mathrm{a}] = [{}_1\Delta\mathrm{a} \ \vdots \ {}_2\Delta\mathrm{a} \ \vdots \ {}_3\Delta\mathrm{a}] \ , \quad [\mathrm{R}] = [{}_1\mathrm{R} \ \vdots \ {}_2\mathrm{R} \ \vdots \ {}_3\mathrm{R}] \ , \qquad (7) $$

können die drei Matrixgleichungen (6) wie folgt synthetisch ausgedrückt werden:

$$[\Delta a] = [A][R] \,, \tag{8}$$

Dies kann einfach gelöst werden, indem die unbekannte Matrix [A] wie folgt erzielt wird:

$$[A] = [\Delta a][R]^{-1}, \text{ or } \quad [A]^T = [R]^{-T}[\Delta A]^T \,. \tag{9}$$

Lösung (9) ist nur möglich, wenn die Matrix [R] nicht singulär ist, und dies erfordert, daß die 4 Punkte ${}_cP$, ${}_1P$, ${}_2P$ und ${}_3P$ nicht in einer Ebene liegen.

Die Winkelbeschleunigung $\dot{\omega}$ kann einfacherweise anhand des nichtsymmetrischen Teils der Matrix [A] ermittelt werden:

$$\frac{1}{2}[A] - \frac{1}{2}[A]^T = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{\omega}_x & \dot{\omega}_y \\ \dot{\omega}_z & 0 & -\dot{\omega}_x \\ -\dot{\omega}_y & \dot{\omega}_x & 0 \end{bmatrix} ; \tag{10}$$

Die Komponenten der Winkelgeschwindigkeiten können hingegen weder eindeutig noch genau anhand des symmetrischen Teils der Matrix [A] ermittelt werden. Deshalb wird dieses Verfahren für die Rekonstruktion des Flugweges nicht empfohlen, obwohl es ein sehr direktes Verfahren für die Berechnung der Beschleunigung eines beliebigen Fahrzeugpunktes darstellt.

Wenn die Beschleunigung $\{{}_ca\}$ und die Matrix [A] bekannt sind, kann die Beschleunigung eines beliebigen Punktes P des Fahrzeugs einfacherweise nach Gleichung (3) bestimmt werden.

C.4 Messung durch 6 lineare Meßwandler und 3 Winkelmeßwandler

Dieses Verfahren erfordert 6 lineare Meßwandler sowie drei Winkelmeßwandler. Drei lineare Beschleunigungsmesser und die Winkelgeschwindigkeitssensoren werden auf einem einzigen Block im Datumspunkt C montiert. Die drei linearen Beschleunigungsmesser und die 3 Winkelgeschwindigkeits-Meßwandler werden an den Fahrzeugachsen x, y und z ausgerichtet.

Es ermöglicht eine direkte Messung von ${}_ca$ und ω; somit sind nur noch drei Unbekannte zu bestimmen, d. h. die Komponenten von $\dot{\omega}$. Dies kann durch Hinzufügen von drei linearen Meßwandlern wie folgt durchgeführt werden.

Einer der drei letzteren Meßwandler ist in Punkt ${}_iP$ in Richtung des Einheitsvektors ${}_in$ (i = 1,2,3) anzuordnen; nach Skalarmultiplikation mit ${}_in$ ergibt sich Gleichung (2) wie folgt:

$${}_im \cdot \dot{\omega} = p_i \tag{11}$$

Dabei ist:

${}_iR = {}_iP - C$ der Lagevektor von Punkt ${}_iP$

${}_im = {}_iR \wedge {}_in$

$p_i = a_i - {}_ca_i - (\omega \cdot {}_iR)\omega_i + (\omega \cdot \omega)R_i$

$a_i = {}_i\mathbf{a} \cdot {}_i\mathbf{n}$ die Messung des Sensors in Punkt ${}_iP$;

${}_ca_i = {}_c\mathbf{a} \cdot {}_i\mathbf{n}$ die Komponente von ${}_ca$ in Richtung ${}_in$;

$\omega_i = \omega \cdot {}_i\mathbf{n}$ die Komponente von ω in Richtung ${}_in$;

$R_i = {}_i\mathbf{R} \cdot {}_i\mathbf{n}$ die Komponente von ${}_iR$ in Richtung ${}_in$.

Nach Zusammenfassung der Gleichungen in (11) für die Messungen der letzteren drei Meßwandler ergibt sich folgende Gleichung:

$$[M]\{\dot{\omega}\} = \{p\} \tag{12}$$

Dabei ist:

$$[M] = \begin{bmatrix} {}_1m_x & {}_1m_y & {}_1m_z \\ \hline {}_2m_x & {}_2m_y & {}_2m_z \\ \hline {}_3m_x & {}_3m_y & {}_3m_z \end{bmatrix} ; \{\dot{\omega}\} = \begin{Bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{Bmatrix} ; \{p\} = \begin{Bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{Bmatrix} \tag{13}$$

Aus Gleichung (2) ergibt sich die Winkelbeschleunigung wie folgt:

$$\{\dot{\omega}\} = [M]^{-1}\{p\} ; \tag{14}$$

Diese Lösung ist nur möglich, wenn die Matrix [M] nicht singulär ist, und dies erfordert, daß die Punkte ${}_iP$ und die Richtungen ${}_in$ (i = 1,2,3) des Sensors sorgfältig ausgewählt werden.

Hiermit sind alle 9 kinematischen Parameter, d. h. $\{{}_ca\}$, $\{\omega\}$ und $\{\dot{\omega}\}$, bekannt. Sie können zur Berechnung der Beschleunigung eines beliebigen Punktes P des Fahrzeugs mit (1), (2), oder (3) oder zur Rekonstruktion des Fahrzeugsweges mit einem geeigneten Verfahren verwendet werden.

Eine gute Wahl für die Position und die Richtung der Meßwandler wird in den folgenden Beispielen angegeben, wobei sich der Punkt C in der xz-Ebene (Symmetrieebene) nahe des Fahrzeugschwerpunkts befindet und die verbleibenden drei Beschleunigungsmesser in zwei Punkten symmetrisch zur xz-Ebene montiert werden. Andere gutgewählte Anordnungen sind ebenfalls möglich.

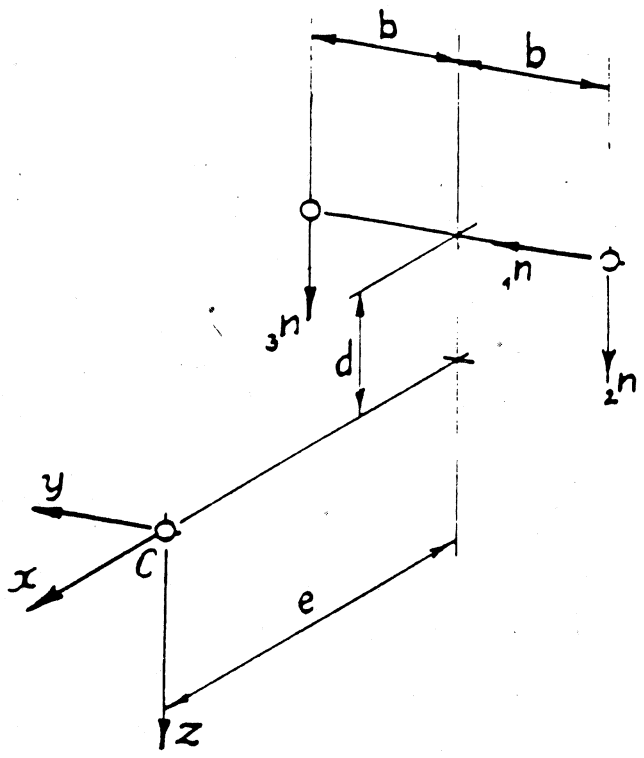


Bild C.1: Beispiel A

$$[M] = \begin{bmatrix} d & 0 & -e \\ -b & e & 0 \\ b & e & 0 \end{bmatrix}; \qquad [M]^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & -1/2b & 1/2b \\ 0 & 1/2e & 1/2e \\ -1/e & -d/2be & d/2be \end{bmatrix}$$

$$\{p\} = \begin{Bmatrix} a_1 - {}_ca_y - b(\omega_x^2+\omega_z^2) + e\omega_x\omega_y + d\omega_y\omega_z \\ a_2 - {}_ca_z - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y + b\omega_y\omega_z \\ a_3 - {}_ca_z - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y - b\omega_y\omega_z \end{Bmatrix}$$

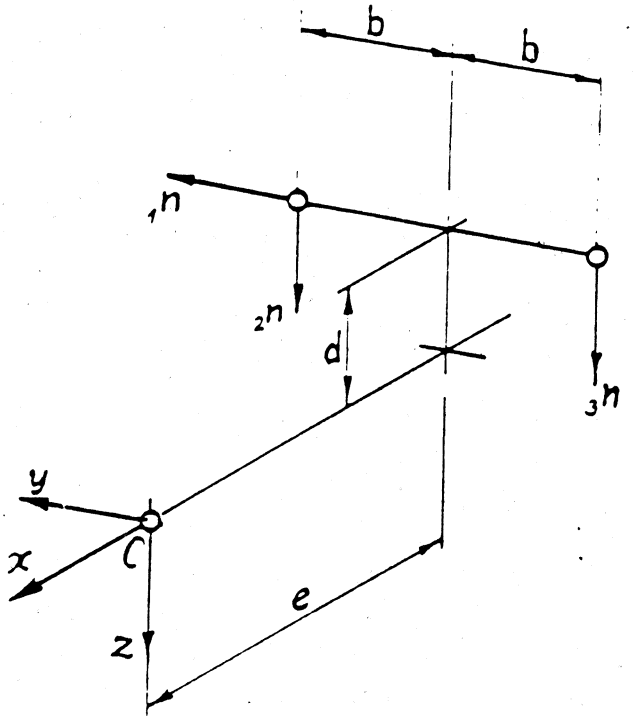
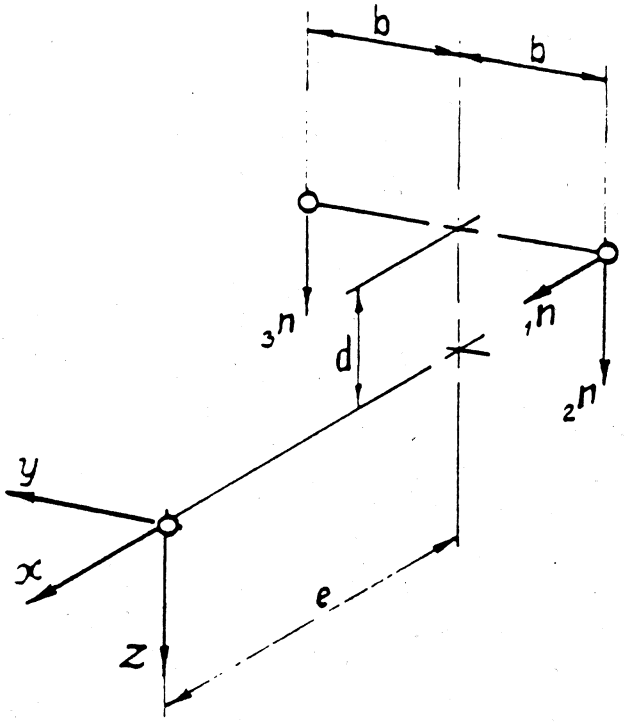


Bild C.2 : Beispiel B

$$[M] = \begin{bmatrix} d & 0 & -e \\ b & e & 0 \\ -b & e & 0 \end{bmatrix} ; \qquad [M]^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 1/2b & -1/2b \\ 0 & 1/2e & 1/2e \\ -1/e & d/2be & -d/2be \end{bmatrix}$$

$$\{p\} = \begin{Bmatrix} a_1 - \omega_y^2 + b(\omega_x^2+\omega_z^2) + e\omega_x\omega_y + d\omega_y\omega_z \\ a_2 - \omega_z^2 - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y - b\omega_y\omega_z \\ a_3 - \omega_z^2 - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y + b\omega_y\omega_z \end{Bmatrix}$$



Beispiel C.3 : Beispiel C

$$[M] = \begin{bmatrix} 0 & -d & b \\ -b & e & 0 \\ b & e & 0 \end{bmatrix}; \qquad [M]^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & -1/2b & 1/2b \\ 0 & 1/2e & 1/2e \\ 1/b & d/2be & d/2be \end{bmatrix}$$

$$\{p\} = \begin{Bmatrix} a_1 - {}_c a_x - e(\omega_x^2+\omega_z^2) + e\omega_x\omega_y + d\omega_y\omega_z \\ a_2 - {}_c a_z - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y - b\omega_y\omega_z \\ a_3 - {}_c a_z - d(\omega_x^2+\omega_y^2) + e\omega_x\omega_y + b\omega_y\omega_z \end{Bmatrix}$$

C.5 Bemerkungen

Das erste vorgeschlagene Verfahren erfordert nur lineare Beschleunigungsmeßwandler, dies jedoch in abundanter Zahl; es ist ein direktes Verfahren zur Bestimmung der Beschleunigung eines beliebigen Punktes des Fahrzeugs.

Das zweite Verfahren, daß eine Mindestanzahl von Meßwandlern (6 für lineare Beschleunigung und 3 für Winkelgeschwindigkeit) erfordert, ist für die Rekonstruktion des Fahrzeugweges geeigneter. Bezüglich der drei in den Bildern dargestellten Beispiele wird A für Kollisionen auf der rechten Fahrzeugseite, B für Kollisionen auf der linken Seite und C für Kollisionen am Fahrzeugende empfohlen.

In jedem Fall sollten beim Vergleich der beiden Verfahren auch die Genauigkeit und die Kosten für die einzelnen Meßwandler berücksichtigt werden.

Anhang 3, prEN 1317-Teil 2

ENTWURF
prEN 1317-2

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPEENNE

April 1994

DK

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 2: Schutzeinrichtungen - Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren

Road restraint systems - Part 2: Safety barriers - Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods

Dispositifs routiers de retenue de véhicules - Partie 2: Barrières de sécurité - Classes de performance, critères d'acceptation des essai de choc et méthodes d'essai

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 226 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B - 1050 Brüssel

c CEN 1994 Das Copyright ist allen CEN-Mitgliedern vorbehalten.

Ref. Nr. prEN 1317-2:1994 D

Inhalts

Seite

Vorwort 2

0. Einleitung 3

1. Anwendungsbereich 4
2. Normative Verweisungen 4
3 Leistungsklassen 4

4 Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen 8

5 Prüfverfahren 11

Vorwort

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde vom Technische Komitee CEN/TC 226 "Straßenausstattung" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI betreut wird.

Das Technische Komitee CEN/TC 226 hat beschlossen, diesen Europäischen Norm-Entwurf zur CEN-Umfrage vorzulegen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung, sind folgende Länder gehalten diese Europäische Norm zu übernehmen:

0. Einleitung

Beim Entwurf von Straßen können zu berücksichtigende Sicherheitsüberlegungen die Errichtung von Schutzeinrichtungen in bestimmten Bereichen und an ausgewählten Punkten erfordern, um von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge sowohl für die Fahrzeuginsassen als auch für andere Straßenbenutzer sicher aufzuhalten und zurückzuleiten.

Zweck dieser Norm ist die Harmonisierung der derzeitig geltenden nationalen Normen und Regelungen für Schutzeinrichtungen.

In dieser Norm werden mehrere Leistungsstufen für die drei wesentlichen Kriterien des Zurückhaltens eines Fahrzeugs angegeben:

- die Aufhaltestufe (T1, T2, T3, N1, N2, H1, H2, H3, H4a und H4b)

- die Stufen der Anprallheftigkeit (A, B)

- die Verformung, ausgedrückt als Wirkungsbereich (W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7 und W8).

Die einzelnen Leistungsstufen für Schutzeinrichtungen ermöglichen den national und örtlich zuständigen Stellen, die Leistungsklassen für die zu verwendende Schutzeinrichtung festzulegen. Hierbei sind die Klasse oder Art der Straße, ihre Lage, ihre Geometrie sowie das Vorhandensein einer ungeschützten Konstruktion oder einer möglicherweise eine Gefährdung darstellenden, an die Straße angrenzenden Fläche oder eines Gegenstands als Faktoren zu berücksichtigen.

Die Beschreibung eines Schutzeinrichtungs-Systems nach den Anforderungen dieser Norm muß die entsprechenden Klassen und Leistungsstufen des Produkts beinhalten.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Beurteilung eines Fahrzeug-Rückhaltesystems innerhalb des Bereichs der Aufhaltestufen T3, N2, H1, H2, H3, H4a und H4b üblicherweise die Durchführung von zwei unterschiedlichen Prüfungen erfordert:

- eine Prüfung nach der Aufhaltehöchststufe für dieses bestimmte System und

- eine Prüfung mit einem leichten Fahrzeug (900 kg), um zu beurteilen, ob ein die Anforderungen erfüllendes Erzielen der Höchststufe mit der Sicherheit für ein leichtes Fahrzeug vereinbar ist.

Diese Systeme sind besonders zu bemessen und zu beurteilen, damit sie ihre Funktion erfolgreich erfüllen können. Für die einwandfreie Anwendung dieses Teils der Norm ist es unabdingbar, alle anderen Dokumente innerhalb der Norm zu berücksichtigen. Zusätzlich sind Herstellungsgüte, Dauerhaftigkeit und die Anforderungen erfüllende Bedingungen für die Errichtung wichtige Sicherheitskriterien, die bei der Anwendung dieser Systeme zu berücksichtigen sind.

Diese Norm bietet auch die Möglichkeit einer gemeinsamen Basis für die Erhebung von Daten aus Anfahrprüfungen und des Zusammenfassens entsprechender europäischer Studien und Untersuchungen im Hinblick auf eine Verbesserung künftiger Festlegungen einschließlich einer Überprüfung der Messung der Anprallheftigkeit.

Die in dieser Norm enthaltenen Angaben gelten für Systeme, deren einziger Zweck auf ihrer Funktion des Aufhaltens beruht. Diese Angaben gelten auch für Systeme, deren Funktion des Aufhaltens einen zusätzlichen Zweck darstellt und die weitere Funktionen erfüllen, welche in anderen Normen festgelegt sind, wie z. B. als Lärmschutzwände, Signaleinrichtungen oder ähnliches.

1. Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm EN ...-2 enthält Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Schutzeinrichtungen einschließlich Brüstungen für Fahrzeuge. Sie definiert Leistungsklassen für einzelne Aufhaltestufen, Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen und Prüfverfahren.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält Bezüge mit Ausgabedatum zu Vorschriften aus anderen Veröffentlichungen. Diese normativen Bezüge sind im Text gekennzeichnet, die Veröffentlichungen sind unten genannt. Später erfolgte Änderungen oder Revisionen in jeder dieser Veröffentlichungen beziehen sich auf diese Europäische Norm nur dann, wenn dies ausdrücklich erwähnt ist.

EN .... - 1 Ruckhatesysteme an Strassen - Teil 1 : Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren

ISO 6487

ISO 10392

3 Leistungsklassen

Die Leistungsfähigkeit einer Schutzeinrichtung ist als Funktion der folgenden Kriterien bestimmt:

- Aufhaltestufe
- Anprallheftigkeit
- Verformung des Rückhaltesystems.

Jedes dieser Kriterien beinhaltet mehrere Leistungsstufen, welche die Wahl eines Aufhaltesystems ermöglichen, das den Verkehrsbedingungen und den geometrischen Eigenschaften der zu berücksichtigenden Straße entspricht.

3.1 Aufhaltestufen

Die Stufen für das Aufhalten eines Fahrzeugs hängen von Anfahrprüfungen ab, denen Schutzeinrichtungen mit annehmbaren Ergebnissen zu unterziehen sind. Die Prüfungen für alle Aufhaltestufen sind in Tabelle 1 als Anprallgeschwindigkeit, Anprallwinkel und Masse des anprallenden Fahrzeugs angegeben.

Tabelle 1: Prüfkriterien bei Fahrzeuganprall

Prüfung	Anprall-geschwindigkeit (km/h)	Anprall-winkel (Grad)	Gesamtmasse des Fahrzeugs (kg)
TB 11	100	20	900
TB 21	80	8	1 300
TB 22	80	15	1 300
TB 31	80	20	1 500
TB 32	110	20	1 500
TB 41	70	8	10 000
TB 42	70	15	10 000
TB 51	70	20	13 000
TB 61	80	20	16 000
TB 71	65	20	30 000
TB 81	65	20	38 000

ANMERKUNG: Festlegungen für das Fahrzeug und Toleranzen sind in Teil 1, Abschnitt 5 dieser Norm angegeben.

Die in Tabelle 1 angegebenen Anfahrprüfungen definieren die einzelnen Stufen für das Aufhalten eines Fahrzeugs. Die Stufen für das Aufhalten durch Schutzeinrichtungen sind in Tabelle 2 angegeben; diese Stufen sind nach steigendem Aufhaltevermögen klassifiziert. Für eine bei einer gegebenen Aufhaltestufe erfolgreich geprüfte Einrichtung gilt, daß sie die Prüfbedingungen niedrigerer Stufen erfüllt hat.

Tabelle 2: Aufhaltestufen

	Aufhaltestufen	Abnahmeprüfung
Aufhaltevermögen nur für vorübergehende Schutzeinrichtungen	T1 T2 T3	TB 21 TB 22 TB 41 + TB 21
Normales Aufhaltevermögen	N1 N2	TB 31 TB 32 + TB 11
Höheres Aufhaltevermögen	H1 H2 H3	TB 42 + TB 11 TB 51 + TB 11 TB 61 + TB 11
Sehr hohes Aufhaltevermögen	H4a H4b	TB 71 + TB 11 TB 81 + TB 11

ANMERKUNG 1: Für vorübergehende Schutzeinrichtungen dürfen auch andere Stufen als T1, T2 und T3 angewandt werden.

ANMERKUNG 2: Da die Prüfung und Entwicklung von Schutzeinrichtungen mit sehr hohem Aufhaltevermögen in verschiedenen Ländern unter Verwendung von sehr unterschiedlichen Typen von Schwerlastwagen stattgefunden hat, sind in dieser Norm gegenwärtig beide Prüfungen TB 71 und TB 81 angegeben. Die beiden Stufen des Aufhaltevermögens H4a und H4b dürfen nicht als äquivalent angesehen werden und zwischen ihnen besteht keine hierarchische Ordnung.

3.2 Anprallheftigkeit

Die Anprallheftigkeit für Fahrzeuginsassen wird durch die Indizes ASI und THIV und PHD nachgewiesen. Der Index VDI gilt als Maß der Fahrzeugverformung.

Die Definition dieser Indizes ist in Teil 1 dieser Norm angegeben.

In Tabelle 3 sind zwei Heftigkeitsstufen als Funktion der ASI - und THIV (PHD)-Indexwerte festgelegt.

Tabelle 3: Anprallheftigkeitsstufen

Anprall-heftig-keits-stufen	Kennwerte		
A	ASI ≤ 1,0	und	THIV ≤ 9
B	ASI ≤ 1,4		PHD ≤ 20 g

ANMERKUNG 1: Die Anprallheftigkeitsstufe A sollte für die Insassen eines von der Fahrbahn abkommenden Fahrzeugs eine höhere Sicherheitsstufe darstellen als die Stufe B und sie wird bei vergleichbaren Umständen bevorzugt.

ANMERKUNG 2: An besonders gefährlichen Stellen, an denen das Aufhalten eines von der Fahrbahn abkommenden Fahrzeugs (z. B. eines Schwertransporters) von vorrangiger Bedeutung ist, kann die Übernahme und Errichtung eines Fahrzeug-Rückhaltesystems ohne spezielle Anprallheftigkeitsstufe erforderlich sein. Die bei der Prüfung des Rückhaltesystems aufgezeichneten Indexwerte sind jedoch im Prüfbericht anzugeben.

3.3 Verformung des Rückhaltesystems

Die Verformung von Schutzeinrichtungen bei Anfahrprüfungen ist durch die dynamische Durchbiegung und den Wirkungsbereich bestimmt (Bild 2). Die Verformung muß mit dem hinter dem System zur Verfügung stehenden Raum vereinbar sein.

Als Wirkungsbereich gilt der Abstand zwischen der dem Verkehr zugewandten Seite des Rückhaltesystems an Straßen und der maximalen dynamischen seitlichen Position irgendeines Teils des Systems.

ANMERKUNG 1: Wenn sich das Fahrzeug um das Fahrzeug-Rückhaltesystem herum so verformt, daß dieses zur Messung des Wirkungsbereichs nicht verwendet werden kann, ist als Alternative die maximale seitliche Position irgendeines Teils des Fahrzeugs zugrundezulegen.

ANMERKUNG 2: Bei Anfahrprüfungen mit Bussen und Lastkraftwagen sind die äußerste seitliche Position des Systems und die äußerste seitliche Position des Prüffahrzeugs im Prüfbericht getrennt anzugeben.

Als dynamische Durchbiegung gilt die maximale seitliche dynamische Verschiebung der dem Verkehr zugewandten Seite des Rückhaltesystems. Bei schmalen Rückhaltesystemen kann die dynamische Durchbiegung schwierig zu messen sein und in diesem Fall darf der Wirkungsbereich als dynamische Durchbiegung angenommen werden.

Die Istwerte der dynamischen Durchbiegung und des Wirkungsbereichs sind zu messen und im Prüfbericht anzugeben.

Tabelle 4: Stufen des Wirkungsbereichs

Klassen der Stufen des Wirkungs-bereichs	Stufen des Wirkungsbereichs (W)
W1	W ≤ 0,6
W2	W ≤ 0,8
W3	W ≤ 1,0
W4	W ≤ 1,3
W5	W ≤ 1,7
W6	W ≤ 2,1
W7	W ≤ 2,5
W8	W ≤ 3,5

ANMERKUNG 1: Eine Stufe des Wirkungsbereichs von weniger als 0,6 darf festgelegt werden.

ANMERKUNG 2: Die dynamische Durchbiegung und der Wirkungsbereich ermöglichen die Bestimmung der Aufstellbedingungen für jede Schutzeinrichtung sowie die Definition der Abstände, die vor Hindernissen zu berücksichtigen sind, damit das System die Anforderungen erfüllen kann.

ANMERKUNG 3: Die Verformung hängt sowohl von der Systemart als auch von den Eigenschaften der Anfahrprüfung ab.

4 Abnahmekriterien für Anfahrprüfungen

Für die Durchführung einer erfolgreich bestandenen Anfahrprüfung gelten die folgenden Abnahmekriterien und Messungen:

4.1 Verhalten der Schutzeinrichtung

Die Schutzeinrichtung muß das Fahrzeug ohne Bruch der Hauptlängselemente des Systems aufhalten und zurückleiten.

Kein Hauptbestandteil der Schutzeinrichtung darf sich vollständig lösen oder andere Verkehrsteilnehmer, Fußgänger oder sich in einem Arbeitsbereich befindende Personen übermäßig gefährden.

Schutzeinrichtungsteile dürfen nicht in den Fahrzeuginnenraum eindringen. Verformungen des oder ein Eindringen in den Fahrzeuginnenraum, wodurch ernsthafte Verletzungen hervorgerufen werden könnten, sind nicht zulässig.

Bodenanker und Befestigungen müssen den Festlegungen für die Bemessung der Schutzeinrichtung und anderen festgelegten Anforderungen entsprechen.

4.2 Verhalten des Prüffahrzeugs

Das Fahrzeug darf die aufgestellte Schutzeinrichtung weder vollständig unter- noch vollständig überrollen.

Das Fahrzeug muß während und nach dem Anprall aufrecht stehenbleiben; Roll-, Längsneigungs- und Schwankbewegugen sind jedoch zulässig.

Nach dem Anprall muß das Fahrzeug so zurückgeleitet werden, daß innerhalb von 10,0 m vom Anprallpunkt des Fahrzeugs auf die dem Verkehr zugewandte Seite der Schutzwand oder Schutzplanke keines der Fahrzeugteile über eine vertikale Ebene parallel zur dem Verkehr zugewandten Seite der Schutzeinrichtung in einem Abstand von 2,2 m plus Fahrzeugbreite hinausreicht.

4.3 Heftigkeitsindex

Sowohl ASI als auch THIV und PHD sind mit einem Minimum an Meßgeräten im Fahrzeug zu ermitteln, wie in Abschnitt 5-6 dieser Norm angegeben. Diese Werte sind im Prüfbericht anzugeben.

4.4 Verformung des Prüffahrzeugs

Die Verformung des Fahrzeuginnenraums ist zu beurteilen und als VDI-Index bei allen Prüfungen mit Personenkraftwagen nach Teil 1, Anhang A dieser Norm anzugeben.

4.5 Verformung der Schutzeinrichtung

Die dynamische Durchbiegung und der Wirkungsbereich sind zu bestimmen und die Stufen sind im Prüfbericht nach Teil 1, Abschnitt 9 dieser Norm anzugeben.

Die Prüfparameter, nach deren Ergebnissen die Abnahmekriterien nachzuweisen sind, sind in Tabelle 5 als Funktion der Aufhaltestufe der geprüften Schutzeinrichtung aufgelistet.

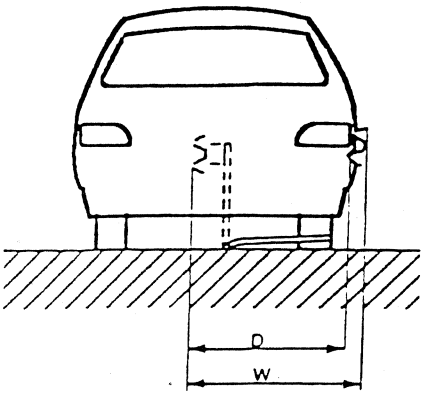


Bild 1a

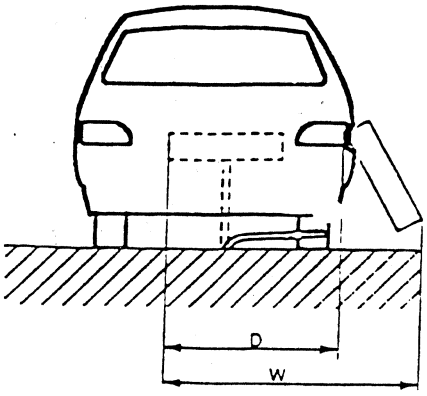


Bild 1b

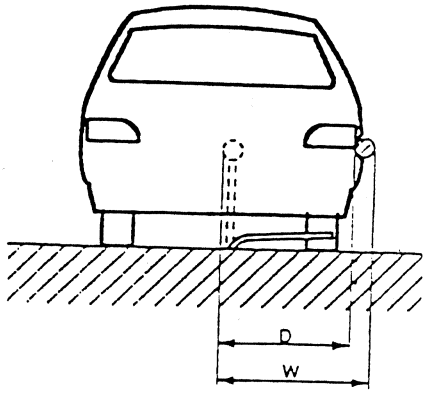


Bild 1c

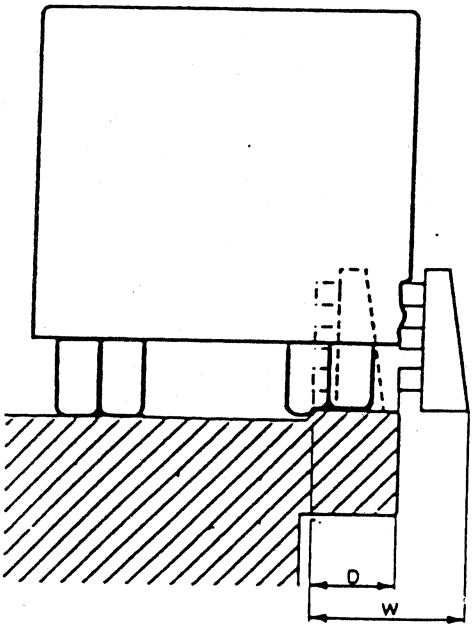


Bild 1d

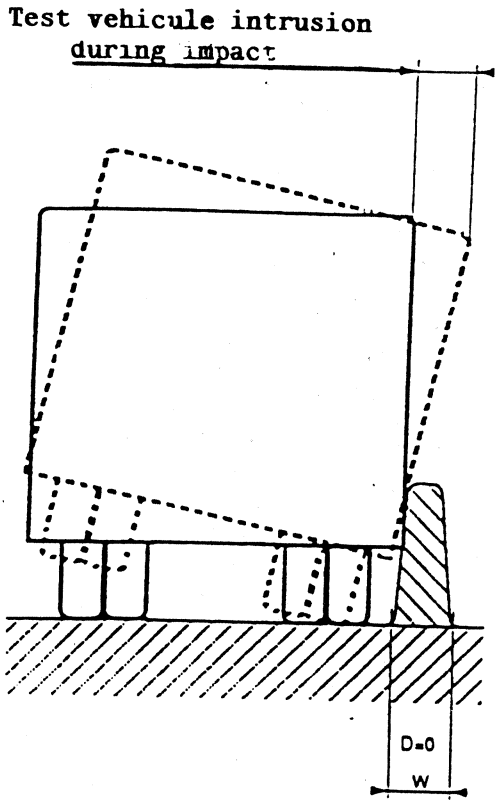


Bild 1e

Bild 1: Dynamische Durchbiegung (D) und Wirkungsbereich (W)

Tabelle 5: Prüfparameter für die Schutzeinrichtung

Aufhalte-stufen	Parameter			
	Schutzeinrichtung und Fahrzeugverhalten	Stufe der Anprallheftigkeit (ASI - THIV (PHD))	Fahrzeugverformung	Schutzeinrichtungsverformung
T1	TB 21	TB 21	TB 21	TB 21
T2	TB 22	TB 22	TB 22	TB 22
T3	TB 41 + TB 21	TB 21	TB 21	TB 41
N1	TB 31	TB 31	TB 31	TB 31
N2	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11[1])	TB 32 + TB 11	TB 32
H1	TB 42 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 42
H2	TB 51 + TB 1	TB 11	TB 11	TB 51
H3	TB 61 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 61
H4a	TB 71 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 71
H4b	TB 81 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 81

[1]) Die Stufe ist anhand des höheren Ergebnisses aus beiden Prüfungen zu bestimmen, wobei beide Ergebnisse im Prüfbericht nach Teil 1, Abschnitt 9 dieser Norm anzugeben sind.

5 Prüfverfahren

5.1 Prüfort

Die Prüffläche muß größtenteils flach sein und darf eine Steigung von nicht mehr als 2,5 % aufweisen. Sie muß eine ebene, harte und befestigte Oberfläche aufweisen und zum Prüfzeitpunkt frei von stehendem Wasser, Eis oder Schnee sein. Sie muß eine ausreichende Größe aufweisen, damit das Prüffahrzeug auf die geforderte Geschwindigkeit beschleunigt und seine Annäherung an die Schutzvorrichtung stetig erfolgen kann.

Für die Beurteilung der Fahrzeugeigenschaften nach dem Anprall muß die befestigte Fläche mit einer Länge von 40 m über den erwarteten Anprall und 15 m vor die Schutzeinrichtungslinie der Berührung des Fahrzeugs mit der Schutzeinrichtung reichen.

Es sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, um sicherzustellen, daß das Fahrzeug im Ausfahrbereich nicht mit freistehenden Hindernissen kollidiert, die zusätzliche Verformungen des Prüffahrzeugs verursachen und die genaue Messung des VCDI-Index (siehe Teil 1, Anhang A) verhindern könnten.

Es sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, um die Staubbildung durch die Prüffläche und das Prüffahrzeug während der Anfahrprüfung auf ein Mindestmaß zu beschränken, damit photographische Aufzeichnungen nicht beeinträchtigt werden.

5.2 Prüffahrzeug

Die für die Prüfung zu verwendenden Fahrzeuge müssen für den Verkehr in Europa gängige Modelle der Produktion sein, deren Eigenschaften und Maße den in Teil 1, Abschnitt 5 angegebenen Festlegungen entsprechen.

Die Reifen müssen auf den von den Herstellern angegebenen Druck aufgepumt werden. Der Zustand des Fahrzeugs muß bezüglich Reifen, Aufhängung, Radstand und Aufbau den Anforderungen an die Verkehrszulassung entsprechen. Es dürfen keine Reparaturen oder Änderungen vorgenommen werden, welche die allgemeinen Eigenschaften des Fahrzeugs ändern oder dessen Zulassung aufheben würden. Das Fahrzeug muß sauber sein und Schlamm oder Rückstände, die beim Anprall Staub verursachen könnten, sind vor der Prüfung zu entfernen.

Das Fahrzeug darf während des Anpralls und im Ausfahrbereich nach 4.2 nicht durch eine Betätigung der Lenkung oder anderer Mittel abgefangen werden (z. B. durch Bremsen, Antiblockiersysteme, Blockieren oder Feststellen).

5.2.1 Ladebedingungen

Alle Flüssigkeiten sind in der Gesamtträgheits-Prüfmasse enthalten.

Alle Ballastgewichte sind so am Fahrzeug sicher zu befestigen, daß die Anweisungen des Herstellers bezüglich der horizontalen und vertikalen Lastverteilung nicht überschritten werden.

5.3 Schutzeinrichtung

Genaue Beschreibungen und Bemessungsfestlegungen der Schutzeinrichtung sind im Prüfbericht (Teil 1, Abschnitt 9) anzugeben, um eine Überprüfung der Übereinstimmung des zu prüfenden aufgestellten Systems zu ermöglichen.

5.3.1 Aufbau

Die Länge der Schutzeinrichtung muß ausreichen, um die vollständige Leistungseigenschaft des Systems darstellen zu können.

Wenn die Schutzeinrichtung Spannung entwickeln muß, sind Endanker nach den Festlegungen für Schutzeinrichtungen vorzusehen.

Nachträgliche Verankerungen müssen den Festlegungen für die Bemessung entsprechen.

5.3.2 Lage des Anprallpunkts

Der Anprall muß im allgemeinen an einem Punkt in ungefähr ein Drittel der Länge der Schutzeinrichtung von der Anfahrseite erfolgen. Der Anprallpunkt ist so zu wählen, daß er die schlechtesten Prüfbedingungen für die Schutzeinrichtung darstellt und er muß etwaige empfindliche Merkmale der Bemessung beinhalten.

5.4 Verfahren für die Aufzeichnung der Prüfdaten

Folgende Prüfeigenschaften sind aufzuzeichnen:

5.4.1 Daten vor der Prüfung

Fahrzeugmasse und Lage des Schwerpunkts des Fahrzeugs bei Prüfbedingung einschließlich zusätzlicher Ballast (siehe ISO 10392 Road vehicles with two axles - Determination of centre of gravity).

Photographien des Fahrzeugs von innen und außen.

Photographien der Lage und Konstruktion der Schutzeinrichtung.

(Es wird empfohlen, die Trägheitsmomente des Fahrzeugs anzugeben, falls diese bekannt sind).

5.4.2 Prüfdaten

Geschwindigkeit des Fahrzeugs beim Anprall.

Näherungswinkel des Fahrzeugs.

Lineare Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten.

Dynamische Durchbiegung und Wirkungsbereich des Schutzeinrichtungssystems auf die nächste Dezimalstelle.

Photographische Aufzeichnungen von Hochgeschwindigkeitsfilm- und/oder Videokameras, die so eingesetzt werden, daß sie eine vollständige Aufzeichnung des Fahrzeug- und Schutzeinrichtungsverhaltens einschließlich Verformungen und Durchbiegungen ergeben.

5.4.3 Daten nach der Prüfung

Schäden und Verformungen des Prüffahrzeugs.

Schäden der Schutzeinrichtung.

Einzelbilder zur Unterstützung der Aufzeichnungen.

5.5 Genauigkeiten und Toleranzen der Anprallgeschwindigkeiten und -winkel

5.5.1 Fahrzeuganprallgeschwindigkeit

Die Fahrzeuganprallgeschwindigkeit ist enlang des Fahrzeuganfahrweges nicht weiter als 6 m vom Anprallpunkt entfernt zu messen. Die Gesamtgenauigkeit der Geschwindigkeitsmessung muß innerhalb ± 1 % betragen.

- Die Toleranz der Anprallgeschwindigkeit muß - 0,0 %, + 7,0 % betragen.

5.5.2 Fahrzeuganprallwinkel

Der Fahrzeuganprallwinkel ist entlang des Fahrzeuganfahrweges nicht weiter als 6 m vom Anprallpunkt entfernt mit einem geeigneten Verfahren zu messen. Die Gesamtgenauigkeit muß innerhalb ± 0,5 ° betragen.

- Die Toleranz des Anprallwinkels muß ± 1,5 ° betragen.

5.5.3 Kombinierte Geschwindigkeits- und Winkeltoleranzen

Um größere Differenzen der Anprallenergie zu vermeiden, dürfen die Höchsttoleranzen für Geschwindigkeit und Winkel nicht kombiniert werden. Bei der oberen Winkeltoleranz von + 1,5 ° wird die obere Geschwindigkeitstoleranz auf + 5,0 % verringert und bei der Winkeltoleranz von - 1,5 ° wird die untere Winkelgeschwindigkeit auf + 2,0 % erhöht. Die vollständige kombinierte Toleranzkurve ist in Bild 1 dargestellt.

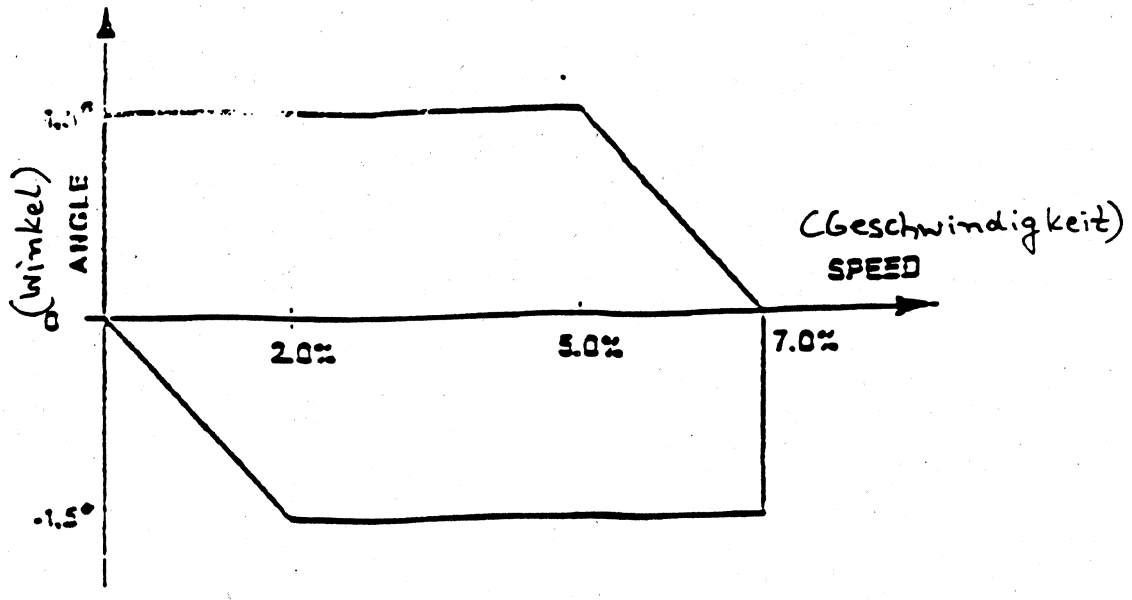


Bild 2: Kurve der kombinierten Toleranzen

5.6 Fahrzeuggerät

Das Mindestgerät im Fahrzeug für die Aufzeichnung der linearen Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten besteht aus einer Reihe von drei gegenseitig orthogonalen linearen Beschleunigungsmessern, die an der Fahrzeugachse ausgerichtet sind (in Längsrichtung, in Querrichtung und vertikal) sowie einem Winkelgeschwindigkeitsmesser zum Aufzeichnen der Giergeschwindigkeit.

Die drei Beschleunigungsmesser und der Giergeschwindigkeitssensor sollten auf einem gemeinsamen Block montiert werden und so nahe wie praktisch möglich an den Fahrzeugschwerpunkt gestellt werden. Wenn dies nicht durchführbar ist, sollte auf Teil 1, Abschnitt 8 verwiesen werden.

Die Beschleunigungs- und Winkelgeschwindigkeitsmesser sowie die entsprechenden Aufzeichnungskanäle müssen mit ISO 6487 übereinstimmen, wobei als Frequenzklasse CFC 180 gilt.

ANMERKUNG: CFC 60 ist für die graphische Darstellung der Ergebnisse zu verwenden.

5.7 Photographische Erfassung

Die Hochgeschwindigkeitskameras müssen mindestens 200 Bilder pro Sekunde aufnehmen können.

Der Mindestkameraaufbau muß folgendes beinhalten (siehe Bild 2).

a) Eine schwenkbare Kamera mit normaler Geschwindigkeit im rechten Winkel zum Fahrzeuganfahrweg;

b) eine oder zwei Overhead-Hochgeschwindigkeits-kameras, die so aufgestellt sind, daß sie die Bewegung des Fahrzeugs aus einer Entfernung von mindestens 6 m vor dem Anprallpunkt bis zu einem Abstand, bei dem sie die Leistungseigenschaften der Schutzeinrichtung erfassen, aufzeichnen können;

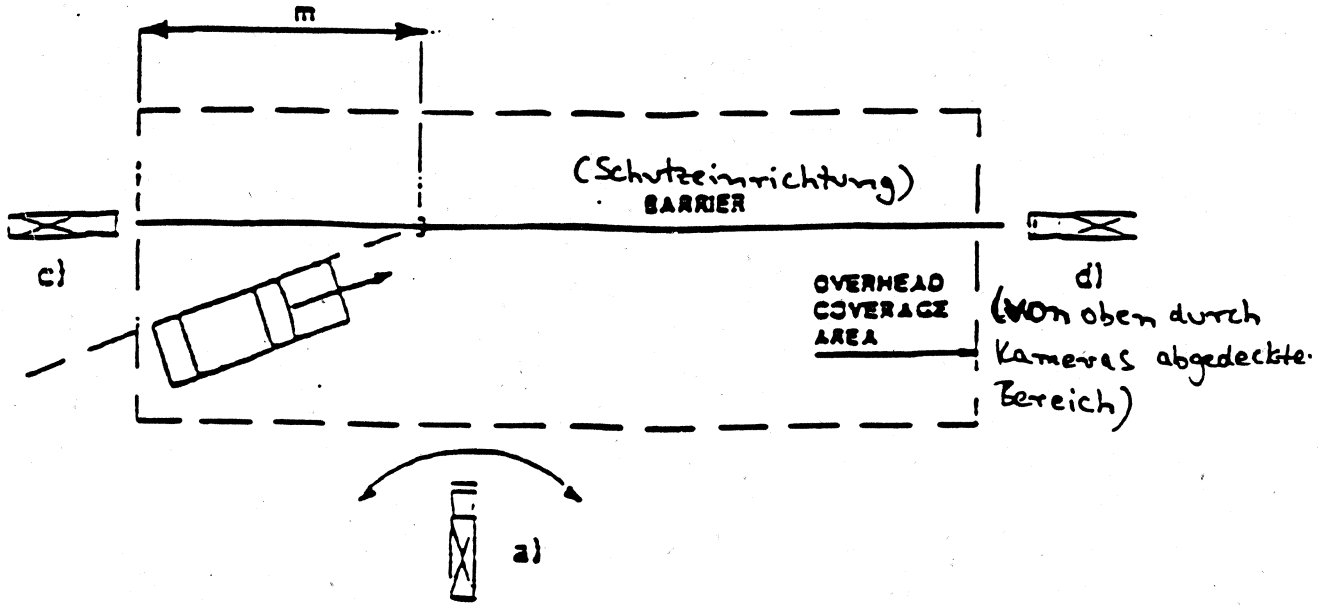


Bild 3: Anordnung der Kameras für die Aufzeichnung der Prüfungen

c) eine Hochgeschwindigkeitskamera, die den Bereich über der Schutzeinrichtung erfaßt (von einem Punkt hinter dem Anprall, um das Rollen des Fahrzeugs, das vertikale Ansteigen, den Durchbruch und den Ablauf der Vorgänge nach dem Anprall auf die Schutzeinrichtung aufzeichnen zu können);

d) eine Hochgeschwindigkeitskamera, die den Bereich entlang der Schutzeinrichtung vom gegenüberliegenden Ende zur Kamera in Punkt c) abdeckt.

5.8 Auf Konstruktionen aufgebrachte Kräfte

Für Schutzeinrichtungen und Brüstungen, die an Brücken, Stützmauern oder anderen Konstruktionen angebracht sind, ist der zeitliche Verlauf der Höchstkräfte und -momente auf die Verankerungspunkte beim Anprall mit geeigneten Geräten aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben, um nützliche Informationen für die Bemessung dieser Konstruktionen zu geben (siehe Teil 1, Anhang B).

5.9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß dem in Teil 1, Abschnitt 9 dieser Norm angegebenen Muster entsprechen.