

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hermann Steffan
Institut für Fahrzeugsicherheit
E-Mail: h.steffan@TU Graz.at
Tel: 0316 873 9400



Dipl.-Ing. Florian Feist
Institut für Fahrzeugsicherheit
E-Mail: florian.feist@TU Graz.at
Tel: 0316 873 9408



CO-Autoren:

Dipl.-Ing. Dr.techn. Erich Mayrhofer
Dipl.-Ing. Heribert Kassegger

Hemisphären Tests einer LKW Fahrerkabine

Integrated Project on Advanced Protection Systems (APROSYS)

Einleitung

Das Institut für Fahrzeugsicherheit (VSI) ist einer von 47 Partnern im „Integrated Project on Advanced Protection Systems“ (APROSYS). Dieses von der EU geförderte Projekt konzentriert sich auf technologische und wissenschaftliche Entwicklungen im Bereich der Fahrzeug-sicherheit.

Eines der neun APROSYS- Unterprojekte, welches vom VSI geleitet wird, erforscht Schutzsysteme für ungeschützte Verkehrsteilnehmer¹, die in einem LKW Unfall verwickelt sind.

Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Entwicklung von einem so genannten „Aggressivitäts-Index“ (AI). Der Aggressivitäts-Index umfasst sowohl Aspekte der aktiven als auch der passiven Sicherheit, welche sich ihrerseits wiederum aus drei Komponenten zusammensetzt: Der Struktur-Aggressivität, der Geometrie-Aggressivität und der Überfahr-Aggressivität².

Die Struktur-Aggressivität soll mittels experimenteller Tests ermittelt werden. Für diesen Zweck führte das VSI so genannte Hemisphären-Tests durch. Hemisphären-Tests sind bisher in Verwendung, um den Schutz von PKWs gegenüber Fußgängern zu beurteilen. Eine LKW-Fahrerkabine mittels Hemisphären-Tests zu bewerten ist eine Neuheit.

Rahmenbedingungen

Die Tests wurden mit einer 2,5 kg schweren Hemisphäre (entspricht

dem Kopf eines Kindes) und einer 4,8 kg schweren Hemisphäre (entspricht dem Kopf eines Erwachsenen) durchgeführt (gemäß den Test-Richtlinien von Euro-NCAP und EEVC WG 17, Phase 2). Beginnend mit einer Testgeschwindigkeit von 20 km/h, wurde diese in 5 km/h Schritten solange erhöht bis das Verletzungskriterium HIC(d) den Wert 1000 überstieg.

Ergebnisse

Mit Hilfe eines Bildes werden die Testergebnisse zusammengefasst (siehe Abb. 1 und Abb. 2). Ausgehend von einer Notenskala (siehe Tabelle 1), wurde die LKW-Front bewertet: Dunkelrot kennzeichnet kritische, grün unkritische Bereiche der LKW-Front. Prasad und Mertz [1 bis 4] haben basierend auf Kadaver Tests einen Zusammenhang zwischen HIC³ und Verletzungsschwere AIS aufgestellt. Tabelle 1 listet typische Verletzungen in Abhängigkeit vom HIC auf. Basierend auf den Testergebnissen, zeigt das Bild die Gefährlichkeit der LKW-Front gegenüber ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Offensichtlich ist der Stoßfänger im Bereich der Aufhängung (Ver-schraubung) besonders gefährlich. Auf der anderen Seite verursachen der Schmutzabweiser und die Windschutzscheibe geringe Beschleunigungen und hatten damit einen kleinen HIC zur Folge. Kleine Teile, wie z.B. der Griff, mittig unter der Windschutzscheibe, waren sehr steif und verursachten hohe Beschleunigungen und damit einen HIC weit über dem Grenzwert von 1000.

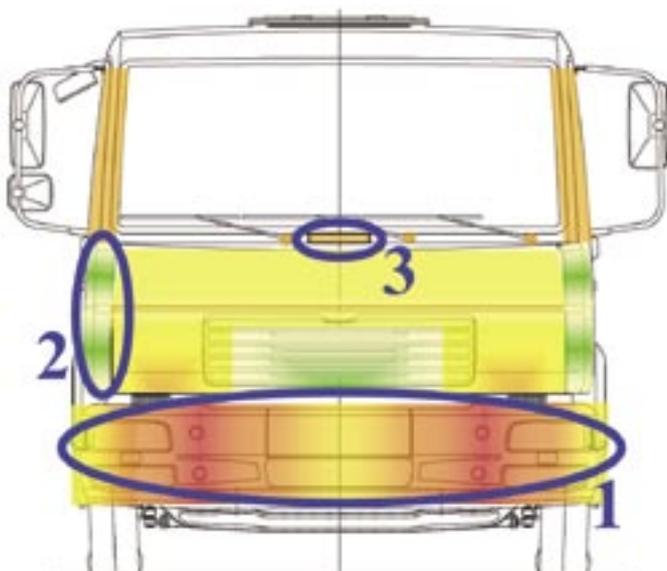


Abb. 1: Visualisierung der Testergebnisse bei 20 km/h



Abb. 2: Visualisierung der Testergebnisse bei 25 km/h

¹ „Ungeschützte Verkehrsteilnehmer“ ist ein Sammelbegriff für Fußgänger und Radfahrer

² Ein Gutteil aller tödlichen Verletzungen wird durch das Überrollen des ungeschützten Verkehrsteilnehmers verursacht.

³ HIC ist ein sogenanntes Verletzungskriterium. Vereinfacht ausgedrückt ist der HIC eine mittlere Beschleunigung während einer bestimmten Zeitspanne ($\Delta t=15\text{ms}$ oder 36ms) multipliziert mit der Dauer der Zeitspanne: $HIC = a_{\text{mittel}} \cdot \Delta t$

Notiz	HIC		AIS-Livell	Wahrscheinlichkeit für AIS beim überem HIC Wert	Symptome
	Oberer Grenzwert	Unterer Grenzwert			
6	2000	1250	AIS 5	39,0%	Gehirnerschütterung evtl. mit Schädelfraktur, über 12 Stunden Ohnmacht mit Blutungen im Schädel eventuell in Verbindung mit anderen kritischen neurologischen Indikatoren
5	1250	1000	AIS 4	27,0%	Geschlossene, verschobene oder eingedrückte Schädelfraktur mit schwerwiegenden neurologischen Schäden
4	1000	750	AIS 3	38,4%	Gehirnerschütterung evtl. mit Schädelfraktur, über 15 Minuten Ohnmacht oder schwerwiegende neurologische Schäden, geschlossene, verschobene oder eingedrückte Schädelfraktur, Verlust der Sehkraft
3	750	500	AIS 2	40,0%	Gehirnerschütterung evtl. mit Schädelfraktur, unter 15 Minuten Ohnmacht, Flohhaunentzündung, Nasenbluten, Gesichts- oder Nasenrückenbruch
2	500	250	AIS 1	39,1%	Unbedeutende Kopfverletzungen, Kopfschmerzen, Schwindel, keine Ohnmacht, unbedeutende Hirnverletzungen, Pulsbeschleunigungssyndrom, Abschürfungen, Prellungen
1	250	0	AIS 1	23,8%	

Tabelle 1: Bewertungsschema

Auszugsweise seien die Ergebnisse der Tests umrissen:

Stoßfänger:

Der Stoßfänger absorbiert nur wenig Energie und ist extrem steif (siehe Abb. 1 und Abb. 2, Area 1). Die Verformung im äußeren Bereich wird durch die dahinter liegende Fahrertreppe eingeschränkt. Daher verschlechtern sich die Ergebnisse bei höheren Testgeschwindigkeiten überproportional.

Griff:

Der Griff, welcher vom Fahrer genutzt wird, um den LKW besteigen und die Windschutzscheibe zu reinigen, ist ein weiteres kritisches Bauteil. Bei 20 km/h Aufprallgeschwindigkeit wurde bereits ein HIC von 1000 erreicht (siehe Abb. 1 und Abb. 2, Area 3). Der Griff wies infolge der Tests keine sichtbaren Verformungen auf.

Schmutzabweiser:

Der HIC überschritt selbst bei einer Testgeschwindigkeit von 25 km/h nicht den Wert 500 (siehe Abb. 1 und Abb. 2, Area 2). Der Schmutzabweiser wurde auch im Bereich seiner Fixierung getestet. Bei einer Testgeschwindigkeit von 25 km/h brach der Schmutzabweiser.

Resümee

Die Hemisphären Tests zeigten ein weites Spektrum an Ergebnissen. Mit wenigen Ausnahmen beträgt der HIC-Grenzwert in den internationalen angewandten Testverfahren 1000. Wie man in Abb. 1 und Abb. 2 sehen kann, wird dieser Grenzwert bei fast allen getesteten Bereichen bereits bei einer Testgeschwindigkeit von 25 km/h überschritten. Geht man von den Testverfahren - die in der EU Anwendung finden - und deren Rahmenbedingungen (Testgeschwindigkeit=40 km/h und geforderter HIC<1000) aus, so erscheint die Front gängiger LKWs inakzeptabel. Zum Schutz von Radfahrern und Fußgängern wären Eigenschaften, wie sie der Schmutzabweiser oder die Windschutzscheibe aufweisen, wünschenswert. Die Verwendung von energieabsorbierenden Materialien beim Stoßfänger würde dazu beitragen, die Wahrscheinlichkeit schwerer Verletzungen zu reduzieren. Abgesehen vom Stoßfänger bergen die A-Säule und der Griff ein hohes Risiko für schwere Verletzungen. Insbesondere Strukturen, wie die des Griffs, könnten einfach verändert werden und dabei Komfort für Fahrer (einfaches Besteigen des Fahrzeuges, Stabilität bei Zugbelastungen) und Sicherheit für ungeschützte Verkehrsteilnehmer (Absorption von Druckkräften) verbinden. Tragende Strukturen, wie die der A-Säule, müssen einem LKW Auffahrunfall (LKW fährt auf den vorausfahrenden LKW auf) und verschiedenen Tests (wie z.B. Pendeltest oder Dachdruck-Test) standhalten. Die

A-Säule Fußgänger-freundlich zu gestalten, wird weitaus schwieriger sein als das beim Griff der Fall ist: Der Ansatz ist - wie beim Stoßfänger - eine stufenweise kollabierende Struktur zu entwickeln, welche sowohl die Energie kleiner, lokal auftretender Lasten absorbiert, aber auch hohen Kräften des LKW Auffahrunfalls standhält.

Referenz

[1] Prasad P. and Mertz H., 1985. The Position of the United States Delegation to the ISO working group 6 on the use

of HIC in the Automotive Environment, SAE technical Paper Series.

- [2] Shojaati, M., 2003. Correlation between injury risk and impact severity index ASI, 3rd Swiss Transport Research Conference Paper - Session Safety.
- [3] N.N. Injury Risk Curves and Protection Reference Values. <http://www.nhtsa.dot.gov/cars/rules/rulings/80g/80gii.html>
- [4] N.N. Injury Criteria. <http://www.nhtsa.dot.gov/airbag/PrelimE-conAssess/chpt03.html>
- [5] Niewöhner, W., Berg, F.A., 2004. Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende LKW, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik, Heft 54

Links

APROSYS: <http://www.aprosys.com/>

Fußgängerschutz-Tests: <http://www.fussgaengerschutz.net/register.html>
<http://www.easi.de/safetywissen/fussgaengerschutz.php3>

VSI-Homepage: <http://www.vsi.tugraz.at/>

Integrated Project on Advanced Protection Systems

Graz University of Technology (TUG) is one of 47 partners in the "Integrated Project on Advanced Protection Systems" (APROSYS), which is funded by the European Community.

One APROSYS sub-project is focusing on heavy truck accidents; more precisely, on protection systems for vulnerable road users. A main objective of the sub-project is to develop a so-called "Aggressivity Index" (AI), which quantifies the dangerousness of trucks towards vulnerable road users. The AI comprises aspects of active and passive safety, which itself consists of three components: structural aggressivity, geometrical aggressivity and run-over aggressivity.

The estimation of the structural aggressivity is based on experimental tests; for this purpose VSI carried out so-called hemisphere tests on a truck cabin. Hemisphere tests are used to quantify the injury risk for pedestrians, more precisely, for the pedestrian's head. So far hemisphere tests have been used for the assessment of passenger cars exclusively, testing a truck cabin by means of hemisphere tests is new.

Hemisphere testing of the truck cabin showed a wide variety of results. As can be seen in Abb. 1 und Abb. 2, most areas of the truck reached are critical for vulnerable road users - already at an impacting speed of 25 kph