

RISP (Rear Impact Self Protection)

Neue vergleichende Messungen bei DSD

Manfred Becke
Hermann Steffan

© 2008 by EVU

Zusammenfassung

Einleitend wird die Schutzhaltung RISP (Rear Impact Self Protection) beschrieben und erklärt, wie diese eingenommen wird. Anschließend werden Versuche mit Freiwilligen beschrieben, die im März 2008 durchgeführt wurden und die normale Sitzposition mit der Schutzhaltung RISP vergleichen. Sowohl, was die Extensionswinkeländerung als auch die Höhe und den Verlauf der Kopfbeschleunigungen angeht, zeigen diese Versuche auf der DSD-Schlittenanlage, dass die Schutzhaltung RISP zu erheblich geringeren Belastungen führt.

RISP (Rear Impact Self Protection)

Zunächst soll die Schutzhaltung RISP (*Rear Impact Self Protection*) kurz beschrieben werden, siehe auch [2]. Erste Tests wurden bei S + B Münster durchgeführt, siehe [11] und Beitrag von Herrn Stefan Meyer.

Versuche, durch Muskelanspannung die Relativbewegung zwischen Kopf und Oberkörper zu unterbinden oder zu minimieren, scheitern schon bei geringen Belastungen [13, 6, 14]. Eine Schutzhaltung, ähnlich wie beim Flugzeugabsturz mit einer ganz extrem nach vorn gebeugten Sitzhaltung, Abbildungen 1 und 2, [5, 10] scheidet aufgrund der Platzverhältnisse in einem Fahrzeug aus.

Aus den von uns durchgeführten Versuchen zu HWS-Schleudertraumen mit Freiwilligen ergab sich, dass insbesondere die freiwilligen Probanden den Kopfstützenanprall an den Kopf als unangenehm bis äußerst unangenehm empfanden. Folglich ist bei einer »normalen« Sitzhaltung auf einen möglichst geringen Ausgangsabstand des Kopfes von der Kopfstütze zu achten [5, 9]. Dies ist inzwischen auch allgemein aner-

kannt und wird bei der Entwicklung von Fahrzeugsitzen und ihren Tests beachtet [1, 3, 8, 12]. Es wird festgestellt, dass insbesondere der horizontale Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze gravierende Auswirkungen hat. Diese Erkenntnisse werden auch von der *International Insurance Whiplash Prevention Group* (IWPG) als Untersuchungskriterien bezüglich der Geometrie von Fahrzeugsitzen angewandt. Es handelt sich um einen internationalen Zusammenschluss von



Abb. 1: Schutzhaltung bei Notlandung



normale Sitzposition



FIP-Haltung

Abb. 2: Vergleich: Normale Sitzposition – FIP-Haltung (*Forward Inclined Position*)

verschiedenen Versicherungsgruppen, in der auch der GDV Germany (Verband Deutscher Versicherungswirtschaft) beteiligt ist. Für Europa werden bei der Firma Thatcham in England Fahrzeugsitze nach zwei Untersuchungskriterien untersucht [15] Dabei spielt die Geometrie der Kopfstütze im Verhältnis zur Position des Kopfes eine große Rolle. Es wird der vertikale Abstand zwischen Scheitelhöhe des Kopfes und der Oberkante der Kopfstütze bewertet; nur wenn der Abstand kleiner als 6 cm ist, wird die Kopfstütze als gut bewertet. Für den horizontalen Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze gilt Ähnliches. Ho-



Abb. 3: Einfluss der Rückenlehnenneigung auf den Abstand Kopf/Kopfstütze

izontale Abstände von bis zu knapp 8 cm werden ebenfalls mit gut bezeichnet, horizontale Abstände mit mehr als 11 cm mit schlecht. Beim dynamischen Test mit dem BioRID-Dummy gilt noch, dass ein kontrollierter Energietransfer des Insassen während des Crashes durch die ganze Oberkörperbeschleunigung erfolgt. Ferner soll eine Verminderung der Zeit erfolgen, bis der Kopf gegen die Kopfstütze prallt. Hier wird eine Head-Restrained-Kontaktgrenze von 70 ms genannt.

Fahrzeughersteller versuchen nun teilweise, durch aktive Kopfstützen diese Bedingungen möglichst gut einzuhalten, siehe Volvo-Sitz.

Eine Empfehlung für eine Schutzhaltung des Insassen ergibt sich logischerweise schon aus den

vorher genannten Überlegungen. Eine Bedingung ist, dass die Kopfstütze ausreichend weit herausgezogen sein muss. Eine Verringerung des horizontalen Abstandes kann häufig nur dadurch erreicht werden, dass man die Rückenlehne steiler stellt. Dann nähert sich auch die Kopfstütze dem Hinterkopf des Benutzers, Abb. 3 Die Schrägstellung der Rückenlehne hingegen ist auch eine Frage des Sitzkomforts. Unter Sicherheitsaspekten kann jedoch nur empfohlen werden, die Rückenlehne möglichst steil zu stellen, womit automatisch die Kopfstütze näher an den Hinterkopf kommt.

Als logische Folgerung dieser Überlegung ist weiterhin anzustreben, dass die Zeit, bis der Kopf gegen die Kopfstütze prallt, zu Null wird. Dies lässt sich dadurch erreichen, dass der Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze minimiert wird. Dies gelingt dadurch, dass in Erwartung eines Heckanstoßes der Kopf nach hinten geführt wird und an die Kopfstütze angelehnt wird. Das, was von einer aktiven Kopfstütze durchgeführt wird, wird jetzt durch den Fahrer selbst erledigt. Eine noch weitere Verbesserung tritt dadurch ein, dass gleichzeitig Kopf- und Schulterregion in den gepolsterten Bereich der Rückenlehne gepresst werden. Dies geschieht am wirkungsvollsten, indem man sich mit den Armen vom Lenkrad wegdrückt. Der Abstand Kopf / Kopfstütze wird dabei nicht nur zu Null, sondern gemäß Definition eines Abstandes sogar negativ. Zusätzlich wird die Kopfstütze mit der Rückenlehne schon vorgespannt, jegliches Spiel und geringe elastische Anfangsdeformation sind überwunden. Die Kopfstütze und die Rückenlehne sind jetzt schon um einige Zentimeter gegenüber der normalen Sitzposition nach hinten gedrückt, wie die Detaildarstellung in Abb. 4 zeigt.

In dieser Sitzposition RISP sind folgende Vorteile zu erwarten:

- Vorliegen einer guten Geometrie Kopf / Kopfstütze
- Ausbleiben einer Kollision zwischen Kopf und Kopfstütze
- Gleichzeitige Teilnahme des Kopfes und des



Abb. 4: Vergleich normale Sitzposition (schräge Rückenlehne) – Schutzhaltung RISP (Rear Impact Self Protection)

Oberkörpers an der Kollision über Kopfstütze und Lehne

- Relativbewegungen durch zeitlich nacheinander einsetzendes Abstützen von Schulter und Kopf werden verringert
- Relativbewegungen durch Eintauchen des Kopfes und des Rückens in unterschiedliche weiche Oberpolsterungen werden vermindert
- Wirkt unabhängig von der Belastungshöhe

Die Empfehlungen lauten vor der Fahrt:

- Kopfstütze einstellen
- Rückenlehne nicht unnötig schräg, sondern möglichst steil stellen

Bei drohender Heckkollision die Schutzhaltung RISP wie folgt einnehmen:

- Körper mit den Armen vom Lenkrad weg nach hinten drücken

- Dadurch den Rückenbereich kräftig in die Polsterung der Rückenlehne drücken
- Den Kopf dabei so weit nach hinten drücken, bis man einen deutlichen Anpressdruck zwischen Kopf und Kopfstütze verspürt

Neue vergleichende Messungen bei DSD

Im März 2008 wurde von DSD (Dr. Steffan Datentechnik in Linz) ein Seminar durchgeführt, bei dem unter anderem Versuche mit Freiwilligen durchgeführt wurden, um vergleichende Messungen bei normaler Sitzposition und der Schutzhaltung RISP zu erhalten [7]. Die Schlittenversuche wurden mit dem DSD HyperG durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine Schlittenanlage, die es erlaubt, den Schlitten nach einer bestimmten Charakteristik aus dem Stand heraus zu beschleunigen. Dieser Schlitten ist in der Lage, eine vorgegebene Sollkurve für die Belastung einzuhalten. Die Freiwilligen wurden zusammen mit einem BioRID-Dummy getestet. Die Schlittenanlage und die Anordnung zeigt das Abb. 5. In Abb. 6 sieht man den Impuls, den der Schlitten auf einen Insassen ausübte. Im oberen Bereich ist der Beschleunigungsverlauf zu erkennen, im unteren Bereich der Geschwindigkeitsverlauf. Das Beispiel zeigt, dass maximal 3,5 g erreicht wurden bei einem Δv von 10 km/h. Es standen 3 Probanden zur Verfügung. Das Alter der Probanden betrug 24 Jahre, 48 Jahre und 56 Jahre. Der kleinste Proband wies eine Körpergröße von 1,78 m, der größte von 1,86 m auf. Eine Übersicht über die Probanden gibt das Abb. 7.

Um überhaupt die Schutzhaltung RISP einnehmen zu können, wurde auf die Schlittenanlage ein Gestell als Lenkradersatz montiert, an dem sich die Probanden mit den Händen festhalten und abstützen konnten. Die unterschiedlichen Sitzpositionen zeigt die Abb. 8. Charakteristisch für die Haltung RISP ist, dass die Insassen von vornherein eine stärker nach hinten geneigte Kopfhaltung einnehmen, da sie der Anweisung folgten, sich mit dem Kopf in die Kopfstütze hineinzudrücken. Die Ausgangswinkelsituation ist somit gegenüber der Normalhaltung verschieden. Die Abbildung 10 zeigen die jeweilige



Abb. 5: DSD-Schlittenanlage

Extensionswinkeländerung der einzelnen Freiwilligen. Für die Auswertung kam erschwerend hinzu, dass das Kästchen, das die Probanden auf

Proband 1
Versuch 10, 11
 $\Delta v = 10 \text{ km/h}$



Geschlecht:	männlich
Größe:	1,86 m
Gewicht:	90 kg
Alter:	24

Proband 2
Versuch 12, 13
 $\Delta v = 10 \text{ km/h}$



Geschlecht:	männlich
Größe:	1,78 m
Gewicht:	74 kg
Alter:	48

Proband 3
Versuch 14, 15
 $\Delta v = 12 \text{ km/h}$



Geschlecht:	männlich
Größe:	1,83 m
Gewicht:	85 kg
Alter:	56

Abb. 7: Probanden

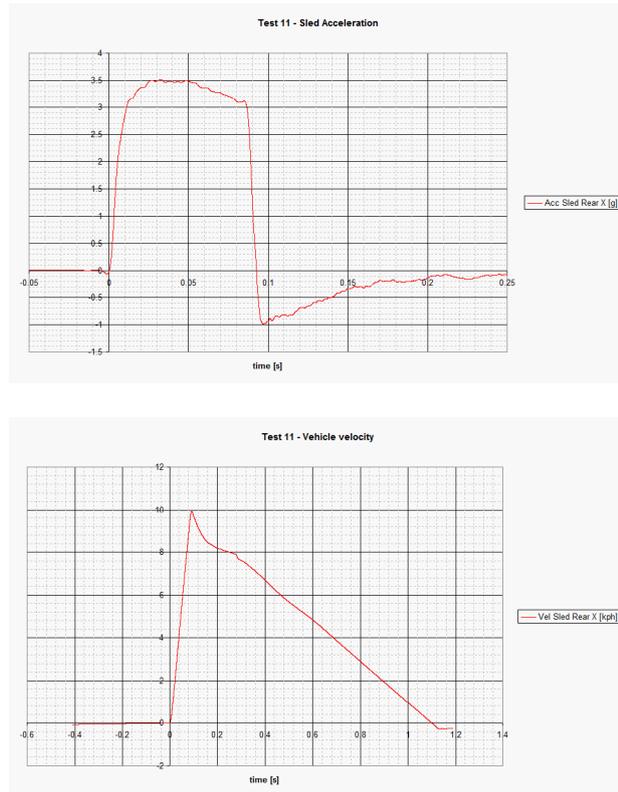


Abb. 6: Pulse; Δv

die Brust geschnallt bekamen, um die Brustbeschleunigung zu messen, teilweise durch den nach vorn gestreckten linken Arm verdeckt wurde. Bei den drei Versuchen ergaben sich folgende Daten für die Extensionswinkeländerung:

- Proband 1 $\Delta v = 10 \text{ km/h}$, RISP 7° , Normalhaltung 11°
- Proband 2 $\Delta v = 10 \text{ km/h}$, RISP 9° , Normalhaltung 15°
- Proband 3 $\Delta v = 12 \text{ km/h}$, RISP $8,5^\circ$, Normalhaltung 22°

Es ist ersichtlich, dass bei allen Probanden deutliche Unterschiede in der Extensionswinkeländerung auftraten. Am deutlichsten war dies beim dritten Probanden, bei $\Delta v = 12 \text{ km/h}$.

Die Kopfbeschleunigung wurde in drei Achsen gemessen. In Abb. 8 wird nur die resultierende Kopfbeschleunigung dargestellt. Die Kopfbeschleunigung für die Schutzhaltung RISP erreich-



RISP Sitzposition



Normale Sitzposition

Abb. 8: Unterschiedliche Sitzpositionen

te für die Versuche mit $\Delta v = 10 \text{ km/h}$ Werte von maximal etwa 8 g, während die Kopfbeschleunigung bei der normalen Sitzhaltung bis in Bereiche von etwa 18 g hineinging. Bei der höheren Belastung $\Delta v = 12 \text{ km/h}$ erreichte die Kopfbeschleunigung bei der Schutzhaltung RISP etwa 9,5 g, während bei der Normalhaltung etwa 15 g erreicht wurden, vergleiche Abb. 9 Auch hier ist ersichtlich, dass durch den Anlege- und Anpressmechanismus des Kopfes in die Kopfstütze ein harter Kopfaufprall mit entsprechender Kopfbeschleunigung auf der Kopfstütze vermieden wird.

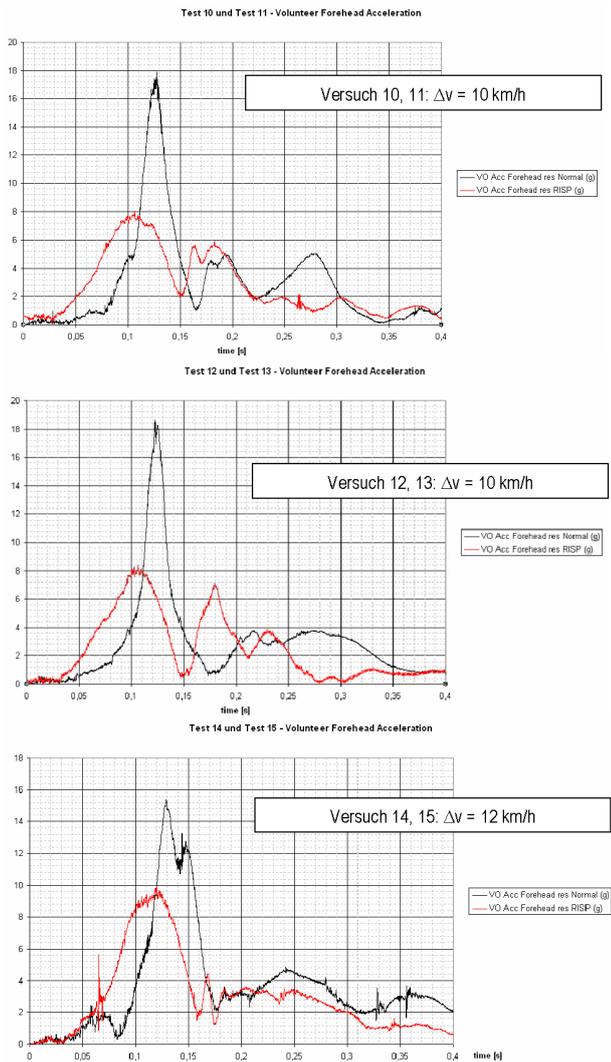
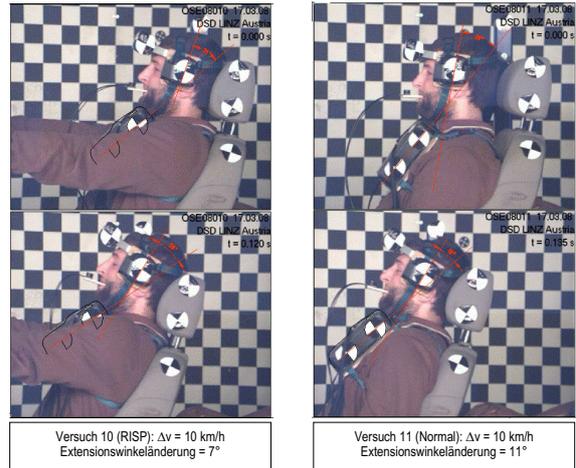
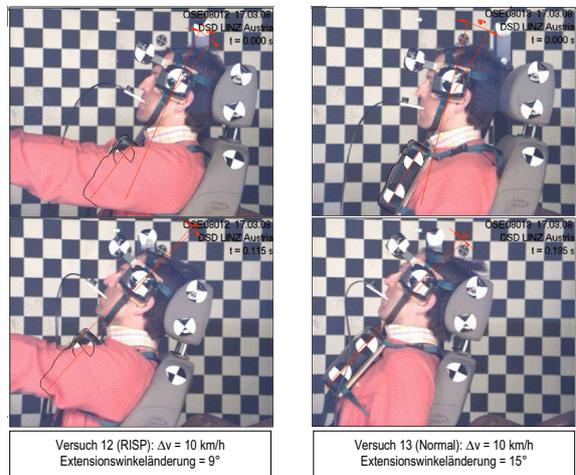


Abb. 9: Kopfbeschleunigungen

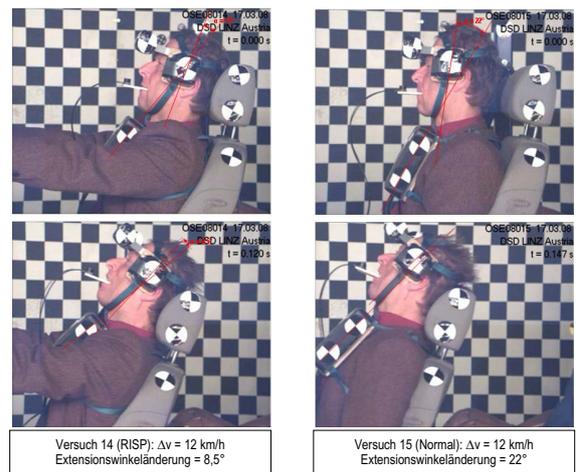
Ein Vergleich der Verläufe von Brust- und Kopfbeschleunigung, siehe Abb. 11, zeigt für die Versuche mit $\Delta v = 12$ km/h, dass die Kopfbeschleunigung bei RISP der Brustbeschleunigung deutlich weniger hinterherhinkt. Während bei der normalen Sitzposition die Kopfbeschleunigung letztlich ca. 50 ms nacheilt, stellt man bei der Schutzhaltung RISP nur ca. 16 ms fest. Die Forderung, dass Kopf und Brust möglichst gleichzeitig und gleichartig beschleunigt werden sollten, wird bei RISP deutlich besser erfüllt. Vergleicht man die Brustbeschleunigungen, siehe Abb. 12, so steigen diese zunächst gleichartig an,



Versuche 10 und 11

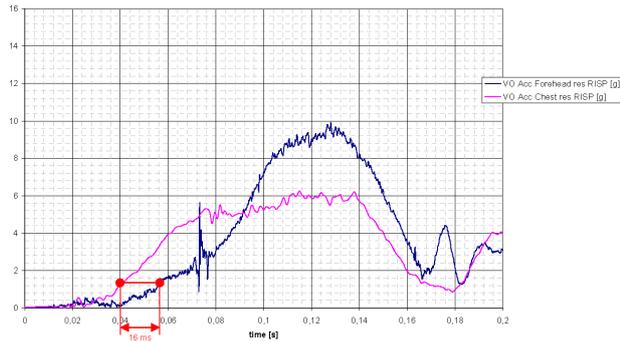


Versuche 12 und 13

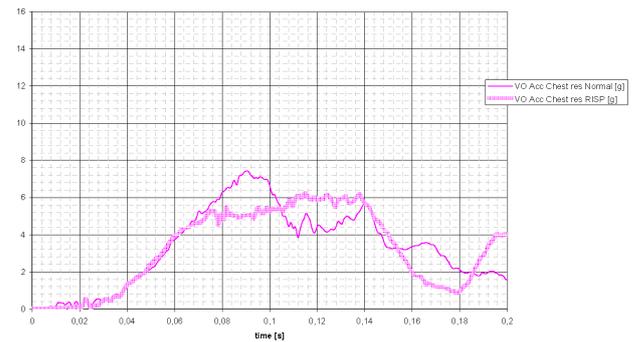


Versuche 14 und 15

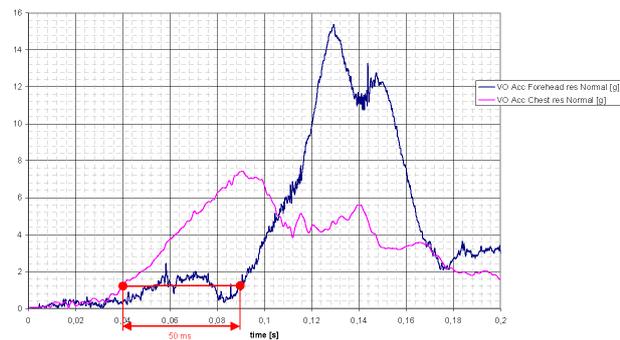
Abb. 10: Ausgangspositionen
Extensionswinkeländerungen



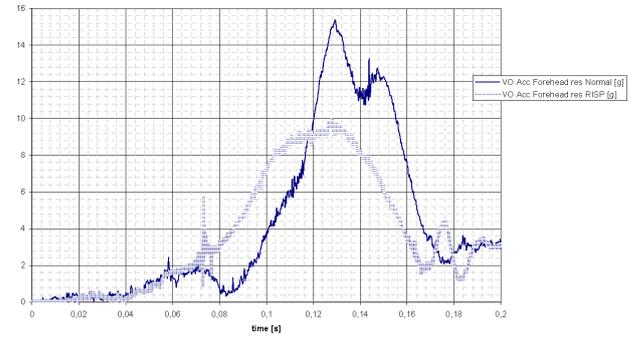
Versuch 14: Probanden Kopf-/ Brustbeschleunigungsverläufe



Versuch 14 und 16: Probanden Brustbeschleunigungsverläufe



Versuch 16: Probanden Kopf-/ Brustbeschleunigungsverläufe



Versuch 14 und 16: Probanden Kopfbeschleunigungsverläufe

Abb. 11: Kopf- und Brustbeschleunigungsverläufe RISP – Normal

Abb. 12: Vergleich Kopf- und Brustbeschleunigungsverläufe RISP – Normal

um dann bei RISP innerhalb von ca. 80 ms von 5 auf 6 g anzusteigen, während sie bei der Normalhaltung zunächst bis auf etwa 7,5 g ansteigt und dann wie in einer Schwingung auf etwa 4 g zurückfällt. Die Kopfbeschleunigungen verlaufen ebenfalls bis zu etwa 2 g gleichartig. Während bei RISP die Kopfbeschleunigung kontinuierlich weiter ansteigt und Werte von ca. 10 g erreicht, bricht die Kopfbeschleunigung bei der normalen Sitzhaltung etwa 8 ms nach Belastungsbeginn nahezu zusammen, um dann zeitlich nacheilend Werte bis zu 15 g anzunehmen. Hier wird die unter Last nachgebende Haltemuskulatur des Kopfes und der nachfolgende Aufprall auf der Kopfstütze deutlich.

Sowohl, was die Extensionswinkeländerung als auch die Höhe und den Verlauf der Kopfbeschleunigungen angeht, zeigen diese Versuche auf der DSD-Schlittenanlage wiederum, dass die Schutz-

haltung RISP zu erheblich geringeren Belastungen führt. Während beim Flugzeugabsturz bzw. bei einer Notlandung ganz klare Empfehlungen verbreitet sind, wie der Passagier sich hinsetzen soll, ist eine Schutzhaltung für Pkw-Fahrer, die eine drohende Kollision von hinten herannahen sehen, diesen noch nicht bekannt.

Literatur

- [1] Becke, M.; Castro, W.; Hein, M.; Schimmelpfennig, K.H.
HWS-Schleudertrauma 2000 – Standortbestimmung und Vorausblick
NZV – Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht 6/2000
- [2] Becke, M.
Schutzhaltung RISP (Rear Impact Self Protection)
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 45 (2007), pp. 290 – 295 (# 11)
- [3] Bigi, Hertig, Steffan, Eichberger

A comparison study of active headrests for neck protection in rear-end collision
University of Technology Graz, Austria, Paper Nr. 98-S5-0-15, Vortrag 1998 bei der 16. NHTSA-ESV-Conference in Windsor, Canada

- [4] www.casa.gov.au
- [5] Castro, W.; Schilgen, M.; Meyer, S.; Weber, M.; Peuker, C.; Wörtler, K.
Do »whiplash injuries« occur in low-speed rear impacts?
Eur Spine J (1997) 6, pp. 366 – 375
- [6] www.crashtest-service.com
- [7] Seminarunterlagen
DSD Crash Tests March 2008-07-16
- [8] IIWPG, RCAR-IIWPG Seat/Head restraint evaluation protocol
Version 2.5 – September 2006
- [9] Kalthoff, W.; Meyer, S.; Becke, M.
Die Insassenbewegung bei leichten Pkw-Heckanstoßen
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 39 (2001), pp. 199 – 206 (# 7/8)
- [10] Meyer, S.; Becke, M.; Kalthoff, W.; Castro, W.
FIP – Forward Inclined Position, Insassenbelastung infolge vorgebeugter Sitzposition, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 37 (1999), pp. 213 – 218 (# 7/8)
- [11] Meyer, S.; Mazzotti, I.; Becke, M.
HWS – Belastung beim Heckanstoß – Erkenntnisse zur Schutzhaltung für Pkw-Insassen
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 46 (2008), pp. 8 – 13 (# 1)
- [12] Obelieniene, W.; Schrader, H.; Bovim, G. et al.
Pain after whiplash. A prospective controlled inception cohort study
J. Neurol Neurosurg Psychiatry. 1999; 66:279 – 283
- [13] Piro, T.; Fürbeth, V.; Großer, W.; Weidner, Ch.; Schellmann, B.
Gefahr erkannt Risiko gebannt?
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 42 (2004), pp. 161 – 170 (# 7/8)
- [14] Strzeletz, R.; Johannsen, H.; Dzewas, M.:
HWS-Verletzungen bei Motorradfahrern
In: Tagungsband Orthopädisches Forschungsinstitut Hamburg/Schwerin
Standortbestimmung zum
»HWS-Schleudertrauma«, Berlin 2004
- [15] www.thatcham.org

Kontakt

Dipl.-Ing. Manfred Becke
Schimmelpfennig + Becke GbR
Münsterstr. 101
D-48155 Münster
becke@ureko.de

Prof. Dr. Ing. Hermann Steffan
Vehicle Safety Institute
Graz University of Technology
Inffeldgasse 11
A-8010 Graz
h.steffan@dsd.at