



Abschätzung des Verletzungsrisikos der Halswirbelsäule von Pkw-Insassen unter Gefahrenbremsung

Professor Dietmar Otte

Co-Autoren: Facius T.; Hübner T.; Johannsen H.

BIOMED-TEC Hannover

Biomechanische, Medizinische und Technische Gutachten
und

Verkehrsunfallforschung Medizinische Hochschule Hannover



Kennzeichende Beschwerden

Kopfschmerz, Schwindel
 Schmerzhaft eingeschränkte
 Bewegungsfähigkeit der HWS
 Myogelosen Hals und Schulter
 Schmerzintensivierung Tag 2-5
 Steilgestellte HWS im Rö

HWS-Distorsion

~~HWS-Schlagtrauma~~

Whiplash Associated Disorders WAD



Problematik

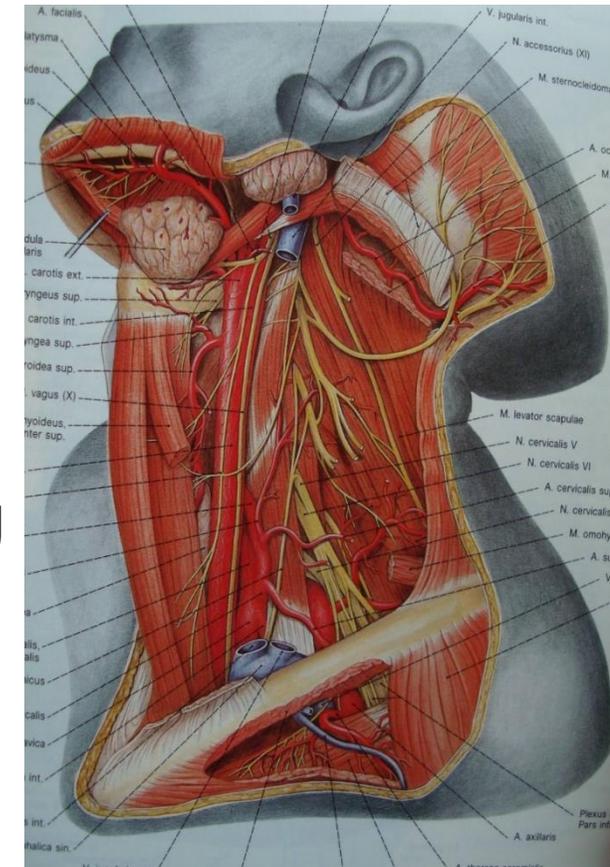
Problematik der nicht Eindeutigkeit
einer vorliegenden Verletzung

Problematik der ärztlich nicht einheitlichen
und nachvollziehbaren Diagnostik

Problematik der stattgehabten Unfallbelastung

Problematik der personenbezogenen
körperbasierenden Rahmenbedingungen

Problematik der Vielfältigkeit der möglichen
Mikrovorgänge in der Halsmuskulatur/Nerven





Wissenschaftliche Basis ist umfassend und dennoch nicht vollständig aufklärend genug!



**Keine Absolutwerte der Unfallschwere anwendbar !
allenfalls Orientierungshilfe gem. wiss. Literatur**

Frontalkollision (Flexion der HWS)
Fahrzeugverzögerung >5- 8g^[1] (Δv ^[2] > 10 km/h)

**Heckanstoß (Hyperextension der HWS):
Fahrzeugbeschleunigung >2 g (Δv > 3 km/h)**

Seitenkollision (Laterale Beugung der HWS):
Fahrzeugbeschleunigung >6 g (Δv > 3km/h)

Quelle: Eisenmenger, Schuller, 1992

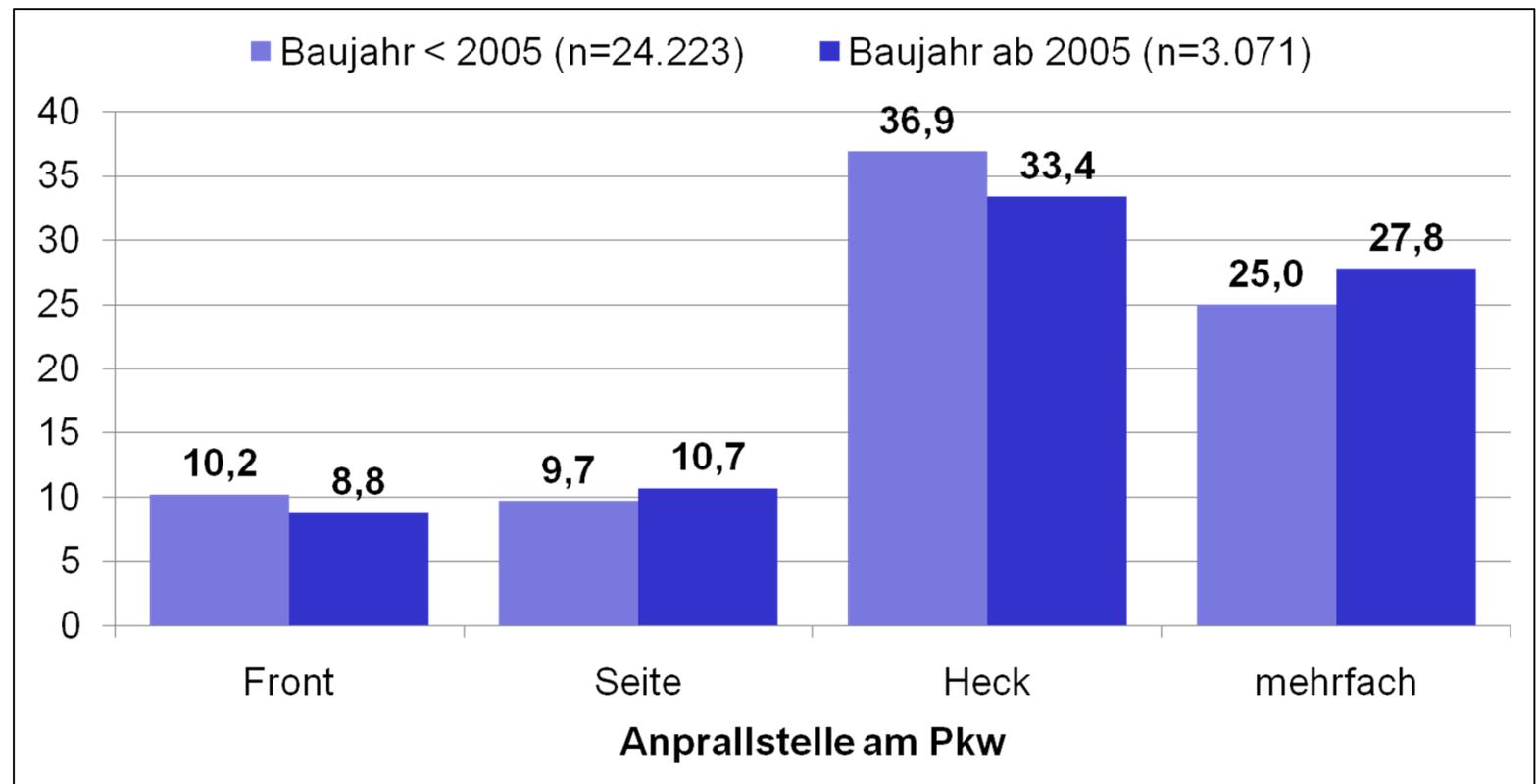
bestimmbar!



Eintretenswahrscheinlichkeit

Personen mit HWS-Distorsion nach Verkehrsunfällen

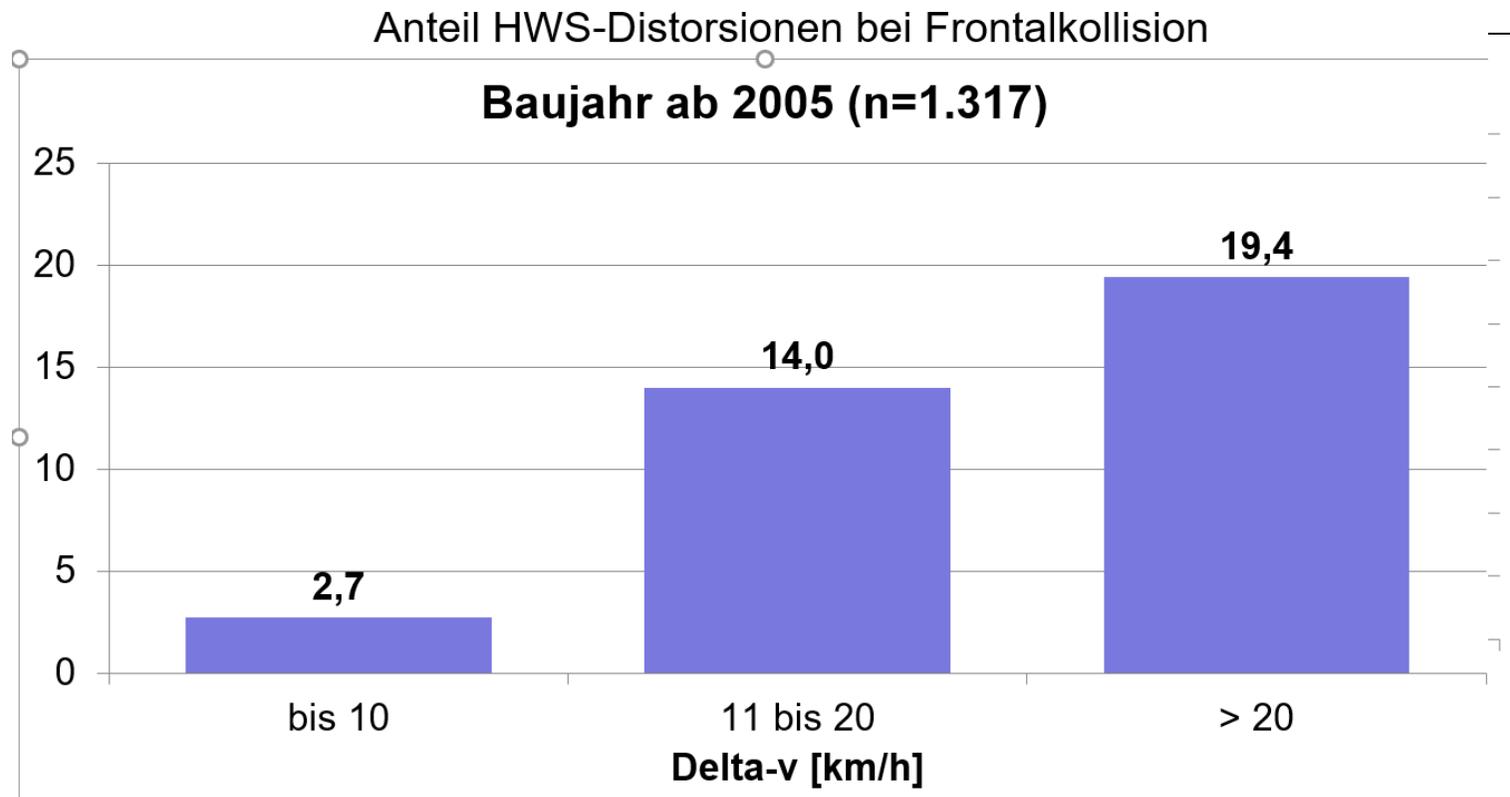
Zeigen sich bei allen Kollisionsarten



Unfalldatenauswertung zur Thematik

Personen mit HWS-Distorsion nach Verkehrsunfällen

Zeigen sich häufiger mit Zunahme der Kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung



**Personen erklären Beschwerden im
Bereich Kopf – HWS - Schulter**

Mit Diagnose „HWS – Schleudertrauma“

**# nach Verkehrsunfällen unter sehr
geringer Unfallschwere**

**# nach fahrdynamischen
Bewegungsvorgängen**



Autoren

Dietmar Otte; Thorsten Facius; Heiko Johannsen; Tobias Hübner

Inhalte des Studien-Leitplanes

Literaturstudium zur Ermittlung der Relevanz von Beschwerden der Pkw-Insassen bei leichten Verkehrsunfällen bezüglich HWS-Beschwerden

Fahrversuche zur Ermittlung von HWS-Belastungen im Rahmen von Bremsvorgängen mittels Probanden, die mit Belastungsaufnehmern ausgestattet und an Kopf und Thorax die wirksamen Verzögerungen/Beschleunigungen gemessen wurden

Vergleich der Messwerte mit wissenschaftlich anerkannten Verzögerungskennwerten und Belastungswerten der Halsmuskulatur

Bewertung der Eintretenswahrscheinlichkeit für das Auftreten von HWS-Beschwerden aus medizinischer und biomechanischer Sicht



Literaturstudium

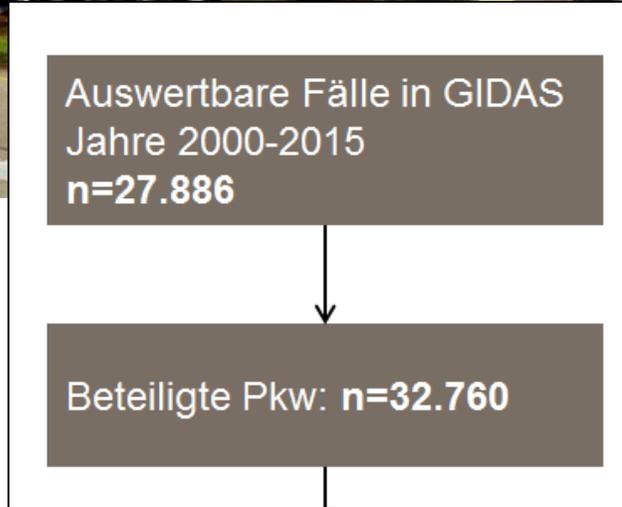
findet keine Hinweise auf
Verletzungen der HWS / Beschwerden als
Folge eines isolierten Bremsvorganges



Unfalldatenauswertung zur Thematik

Auswertung von GIDAS (German In-Depth-Data-Study)

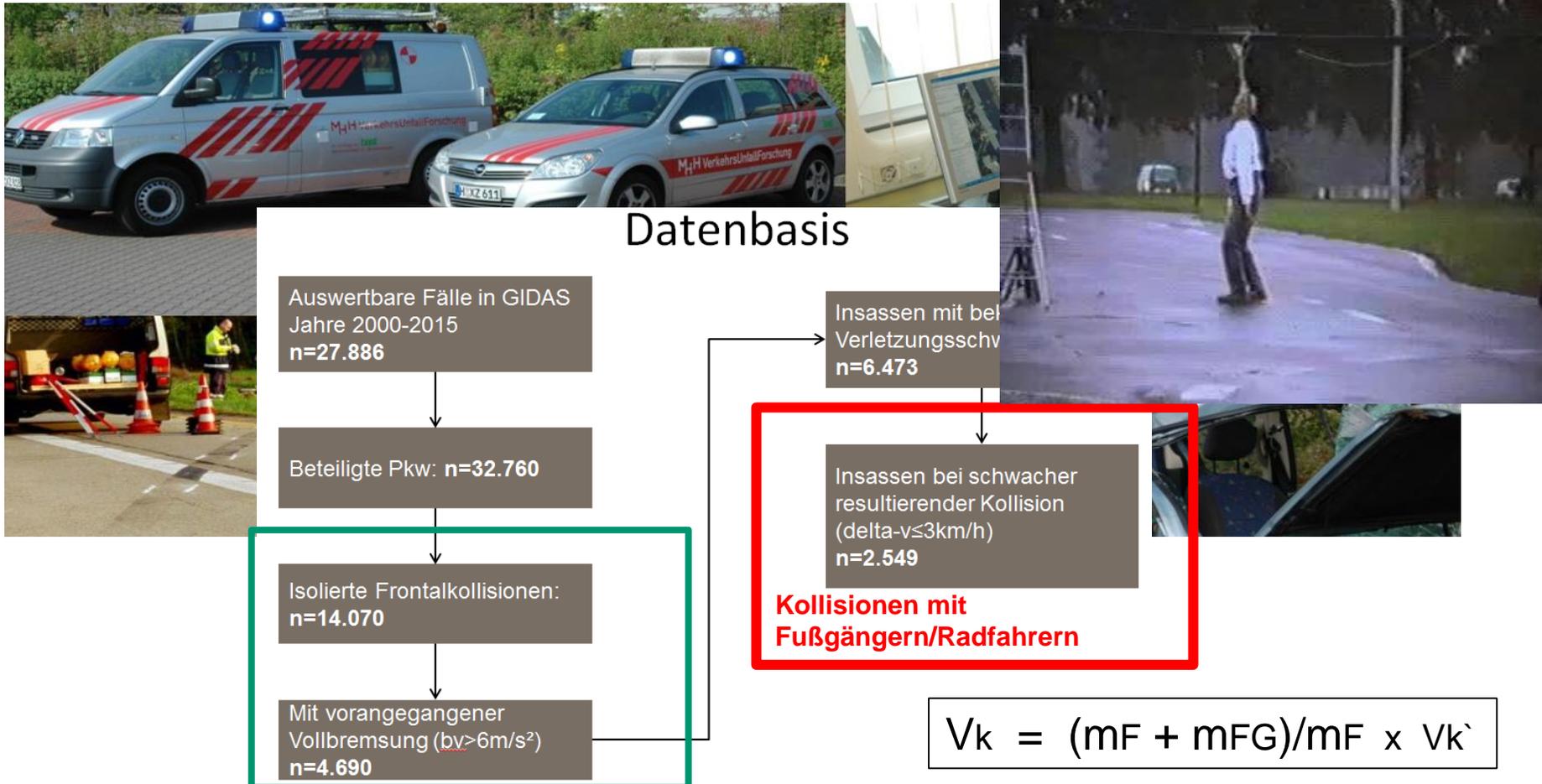
Unfallerehebungen in Hannover und Dresden im Auftrag BAST / FAT



Unfalldatenauswertung zur Thematik

Auswertung von GIDAS (German In-Depth-Data-Study)

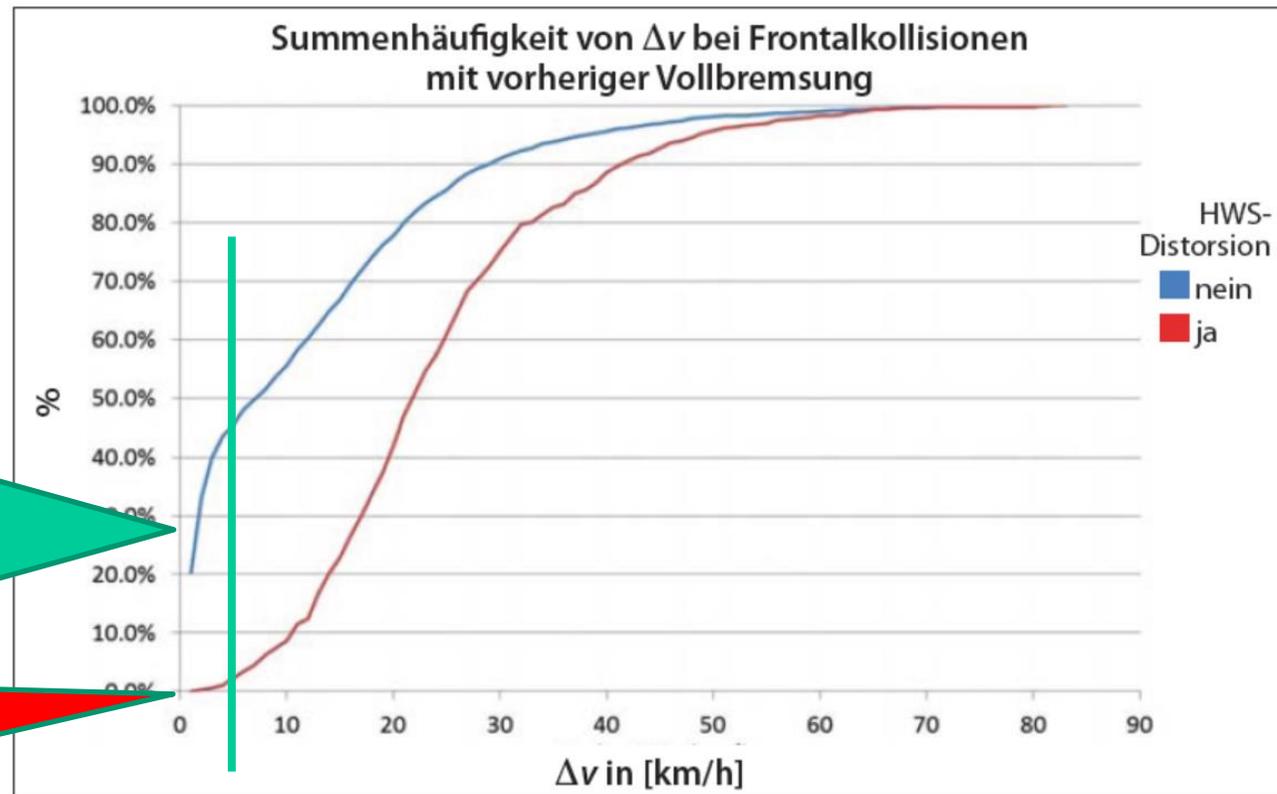
Unfallerehebungen in Hannover und Dresden im Auftrag BAST / FAT





Unfalldatenauswertung zur Thematik

Personen mit HWS-Distorsion
nach Verkehrsunfällen
Vorhergehendem Bremsvorgang



Kollisionen
Mit
Fußgängern
Radfahrern
Delta-v < 5 km/h

0,2 %

Fazit

HWS-Distorsionen bei PKW-Kollisionen erst oberhalb Delta-V 2-5 km/h

Keine HWS-Distorsionen infolge isolierter Bremsvorgänge

0,2 % der PKW-Insassen

**gaben nach Vollbremsung mit anschließender Kleinkollision
(Fußgänger/Radfahrer) an Beschwerden im Sinne HWS-
Distorsion gehabt zu haben**

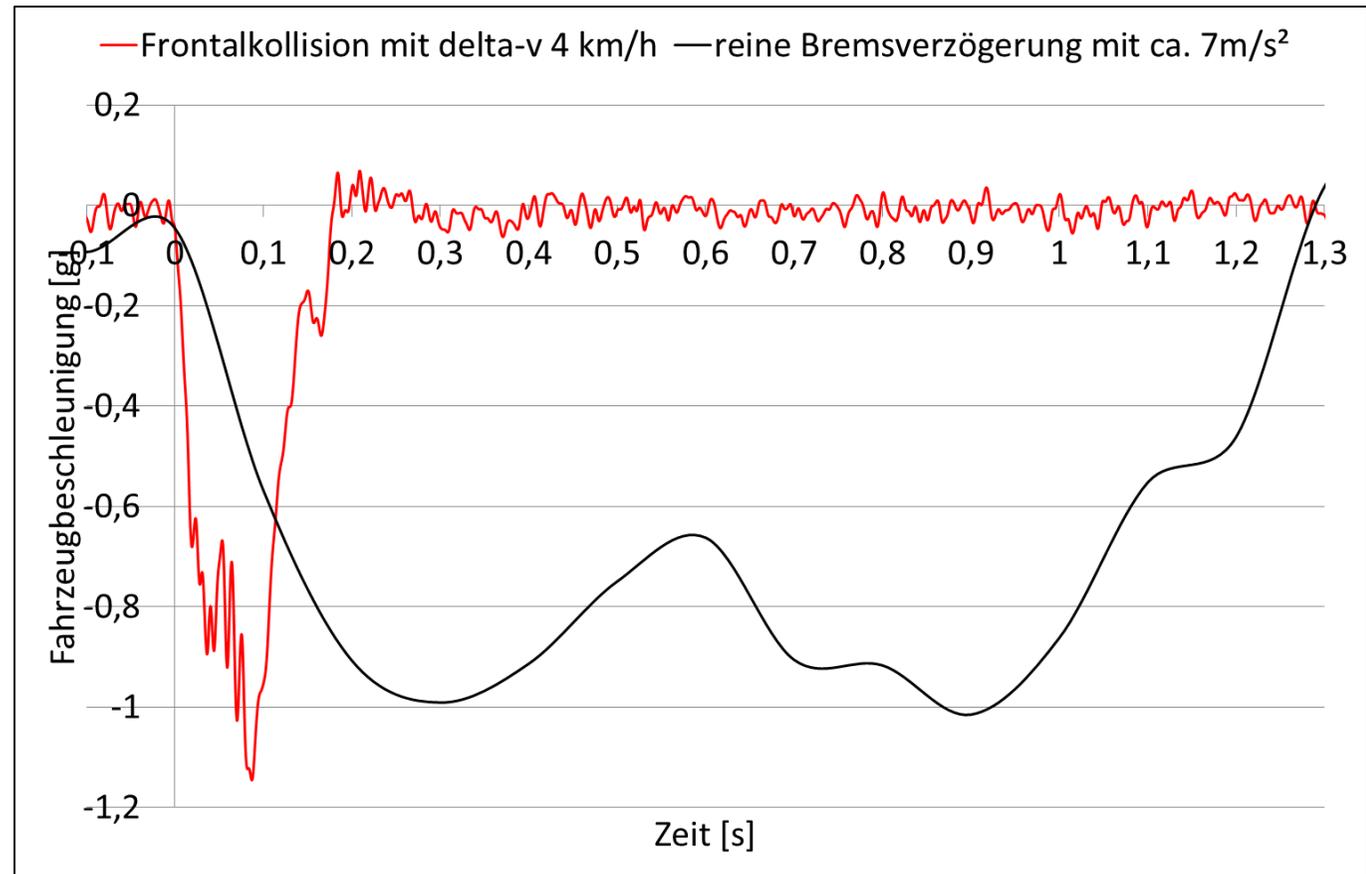


Verzögerungsverlauf Stoß versus Bremsung

Erklärung der schwächeren HWS-Belastung durch Vergleich der Verzögerungsverläufe

Bremsvorgang
(zeitlich langdauernd
harmonisch)

Kollision-Stoß
(zeitlich kurzdauernd
unharmonisch)



Welche Belastungen und Kinematika bei isolierten Notbremsvorgängen



Fahrversuche mit Probanden



Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

Fahrversuche zur Ermittlung von Bremsbelastungen

1. Messaufbau

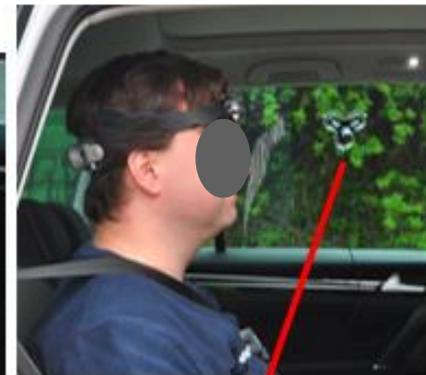


Fahrzeugbeschleunigung

Kopfbeschleunigung



Brustbeschleunigung



Video-Kamera

Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

Einzelkomponenten des Messaufbaus



Beschleunigungsmesser
In waagerechter Position fixiert im Fahrzeug über die ISOFIX-Verankerungspunkte



Kamera zur Erfassung der Insassenbewegung



GPS-Antenne zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit



Rekorder (Video VBOX [Racelogic](http://www.racelogic.com)) speichert die Signale der Kamera, des Beschleunigungssensors (10 Messungen/Sek) und der GPS Antenne auf einer Speicherkarte

Messwerte x,y,z

Fahrzeugverzögerung
Beschleunigung Kopf
Beschleunigung Thorax



Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

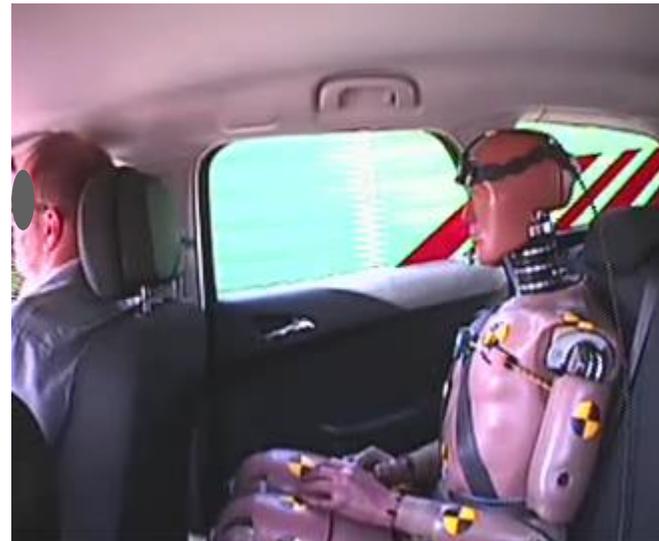
3 verschiedene männliche Probanden



Vo 30 km/h
50 km/h

Fahrzeugmodelle

- VW Golf Sportvan
- Audi Q3
- Mercedes GLA
- Opel Astra
- VW Tiguan

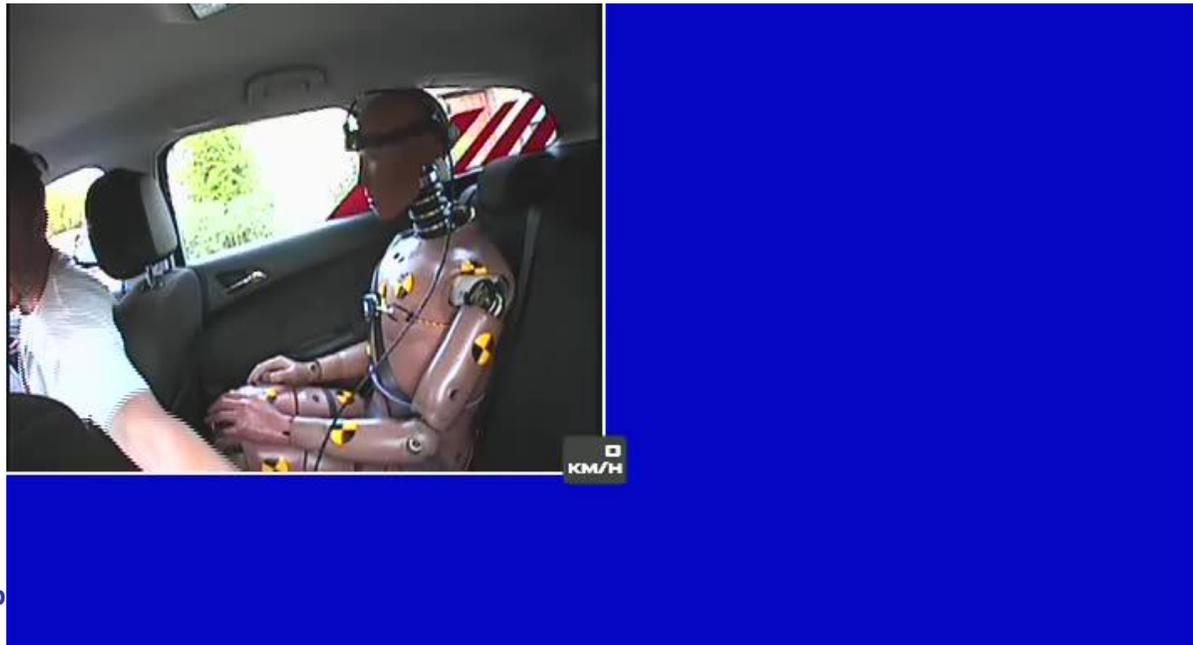


Vo 10 km/h
30 km/h
50 km/h

Proband auf Fahrersitz und Fondsitz rechts

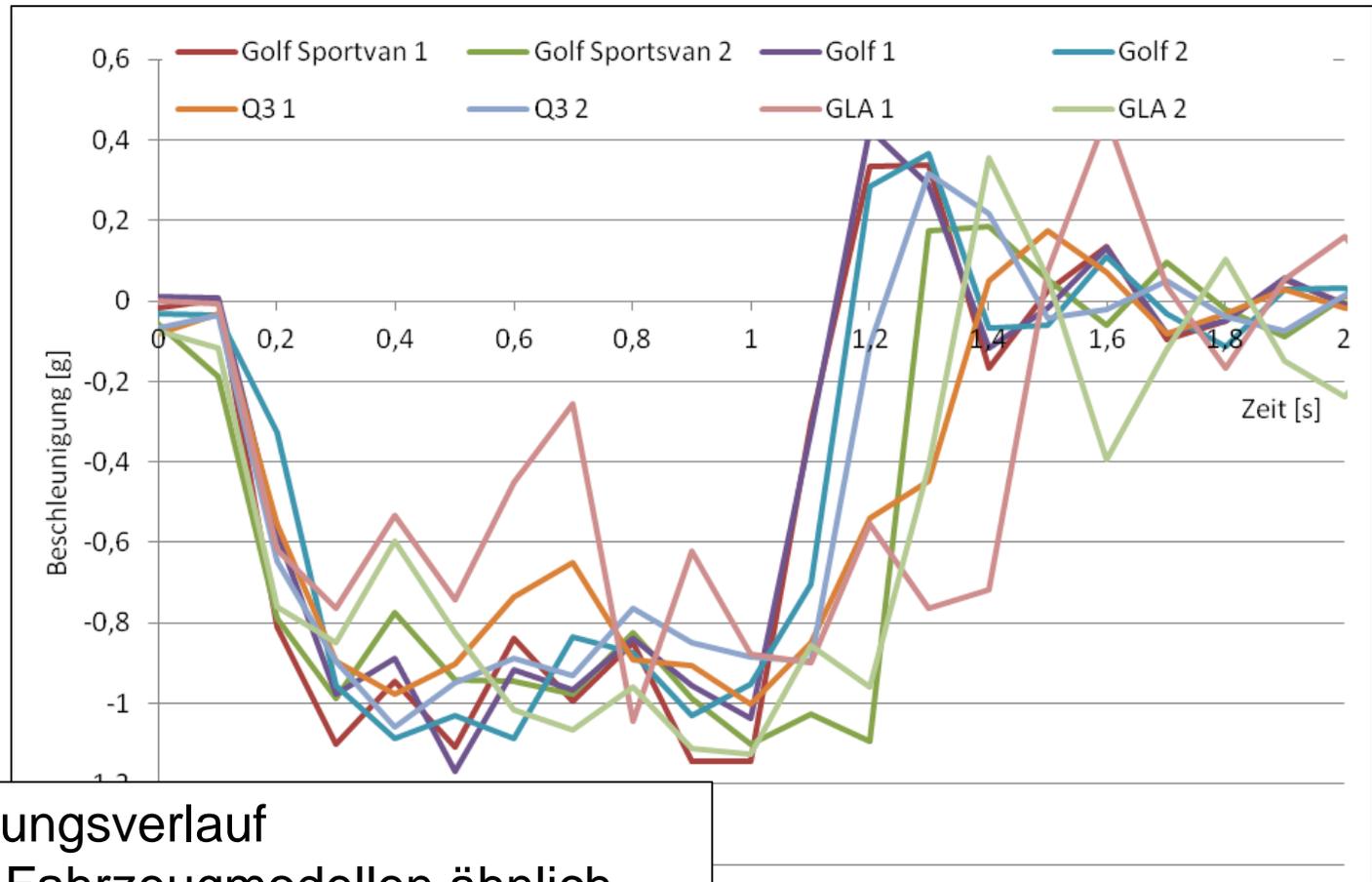


Bewegungsverhalten bei Notbremsungen





Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

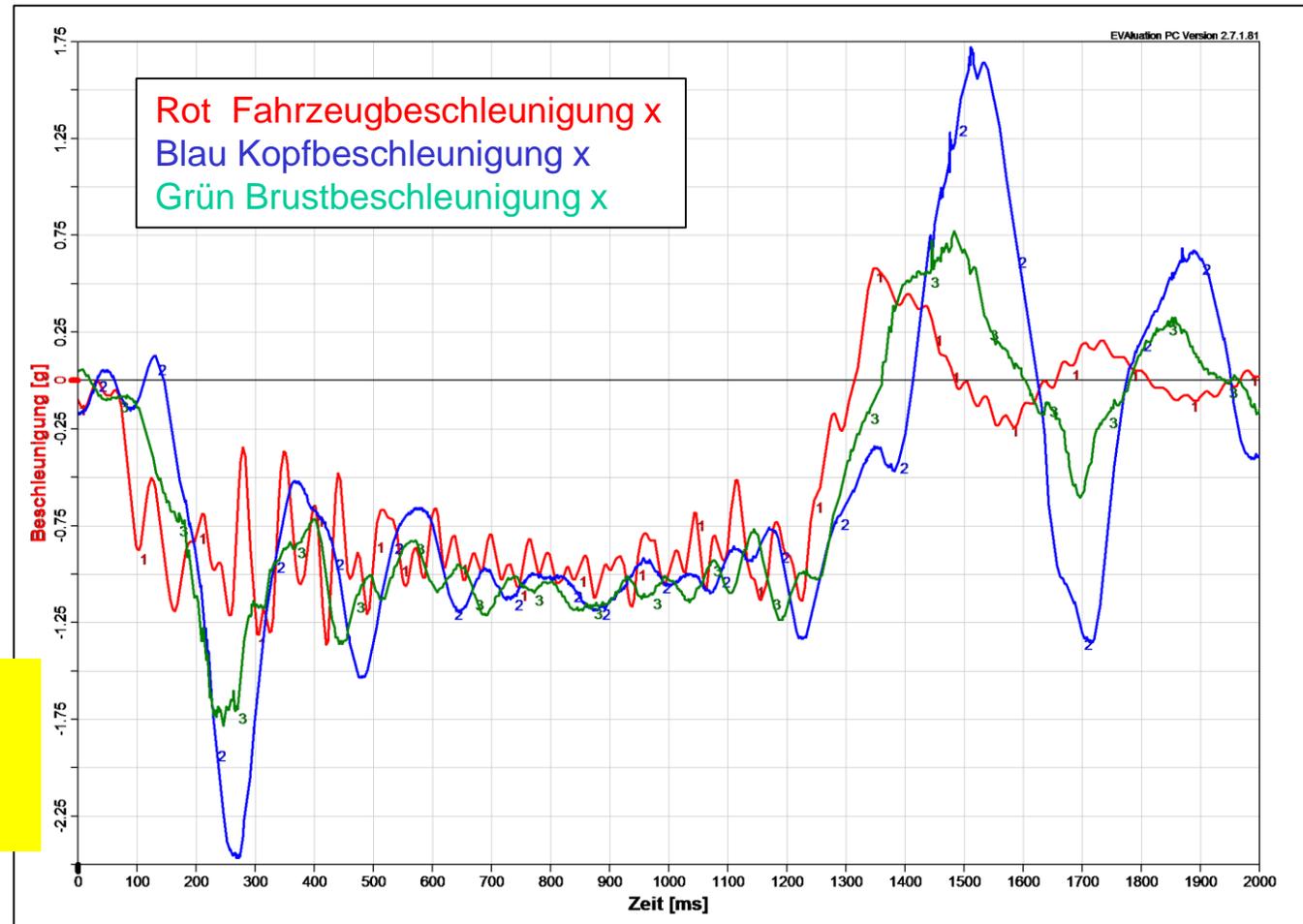


Verzögerungsverlauf
Bei allen Fahrzeugmodellen ähnlich





Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen



Kopfbeschl. > Thoraxbeschl.
Max. 2,5 g 1,7g

Initialbew. ≈ Reboundbew.





Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

Vergleich mit existierenden Grenzwerten
Frontalkollision und Risiko für AIS 1 HWS-Verletzungen

THE DYNAMIC ASSESSMENT OF CAR SEATS
FOR NECK INJURY PROTECTION
TESTING PROTOCOL



Forward rotation MKm < 88,1 Nm
Fx < 845 N

Study of Neck injury evaluation and improvement method for US NCAP 5% Dummy

Raeick, Jang (Author)
Myeongkill, Lee
Hyobae, Lee
R&D / Hyundai MOBIS
KOREA
Paper Number 13-0364

NHTSA, NCAP Final Decision Notice

Dummy	Fzc(N) Tension	Fzc(N) Compression	Moment Yc(Nm) Flexion	Moment Yc(Nm) Extension
Hybrid III 50%	6806	-6160	310	-135

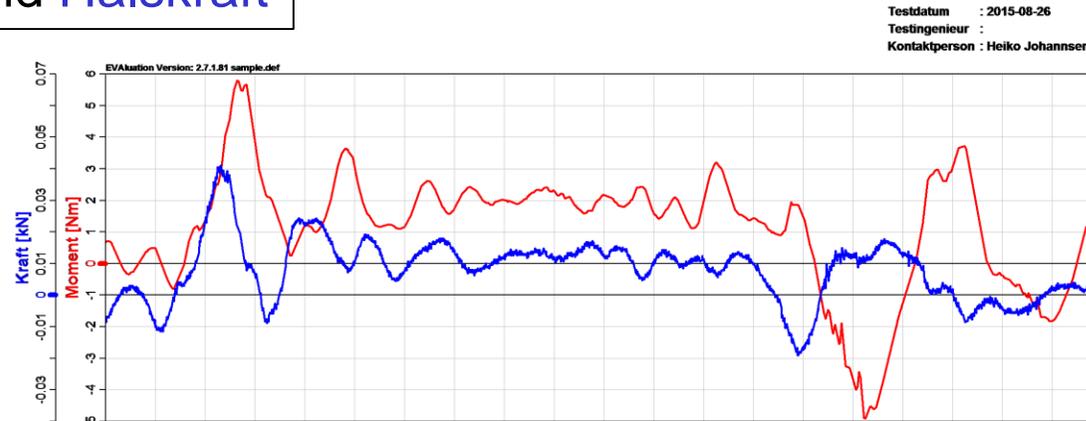
Criteria



Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

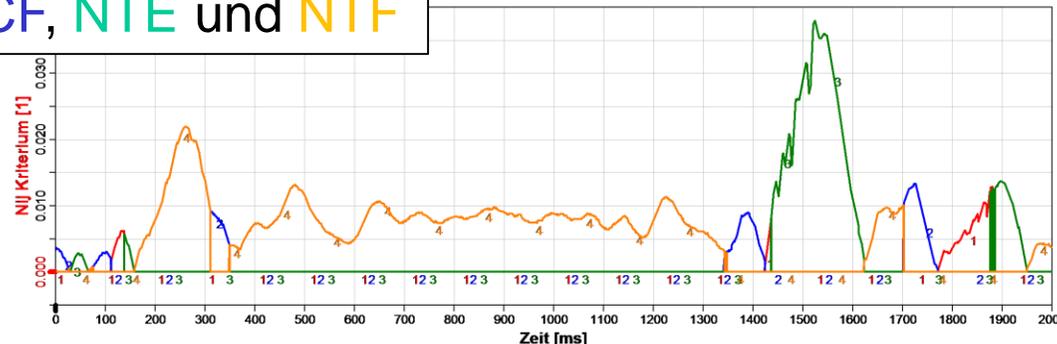
Halsmoment und Halskraft

Moment und Kraft
Sind relativ gering
6Nm 0,04 KN



Kriterien NCE, NCF, NTE und NTF

NIJ < 0,04



Auswerte-Intervall: 0 - 2000 [ms]

Moment: Max(265.3 ms) = 5.801 Nm; Min(1524.3 ms) = -4.908 Nm; Kraft: Max(231.7 ms) = 0.042 kN; Min(1390.1 ms) = -0.019 kN

1: Nce(1880.5 ms) = 0.013

2: Ncf(1724.9 ms) = 0.013

3: Nte(1524.35 ms) = 0.038

4: Ntf(260.3 ms) = 0.022

IP/ Kritische Belastungsgrenzen: Ft = 6806 N; Fc = 6160 N; Mf = 310 Nm; Me = 135 Nm

NIJ-Kriterium Kurven

27. Anlage zu BH3-A-30-V1

Mittlerer Neck Upper Moment V
 16NLCIP00H300YB / CFC600
 <ohne Titel> / 2015-08-26
 Astra: Vo = 8.333 m/s; M = 1300 kg

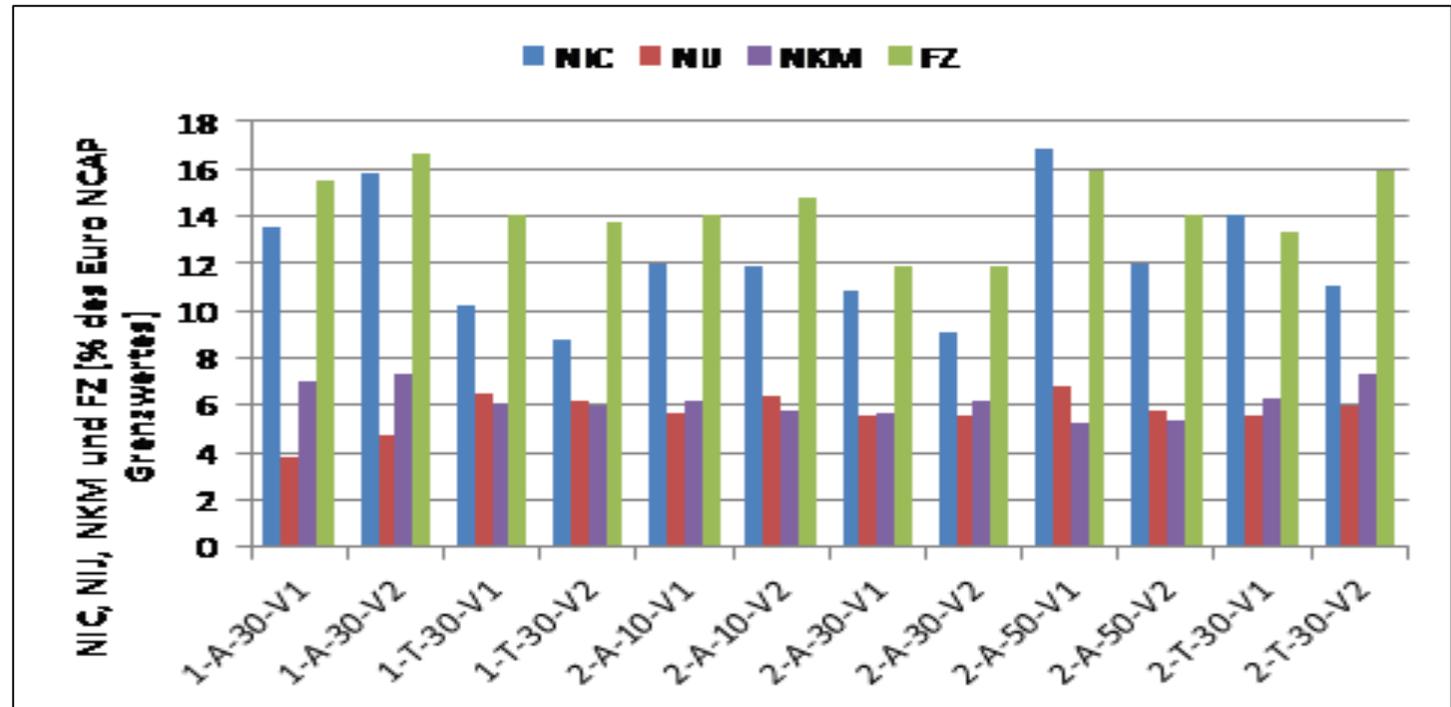
Donnerstag, 20.7.2017 09:30
 uhsauswertung: H. Johannsen/Johanne





Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

Vergleich zu EURO-NCAP Grenzwerte



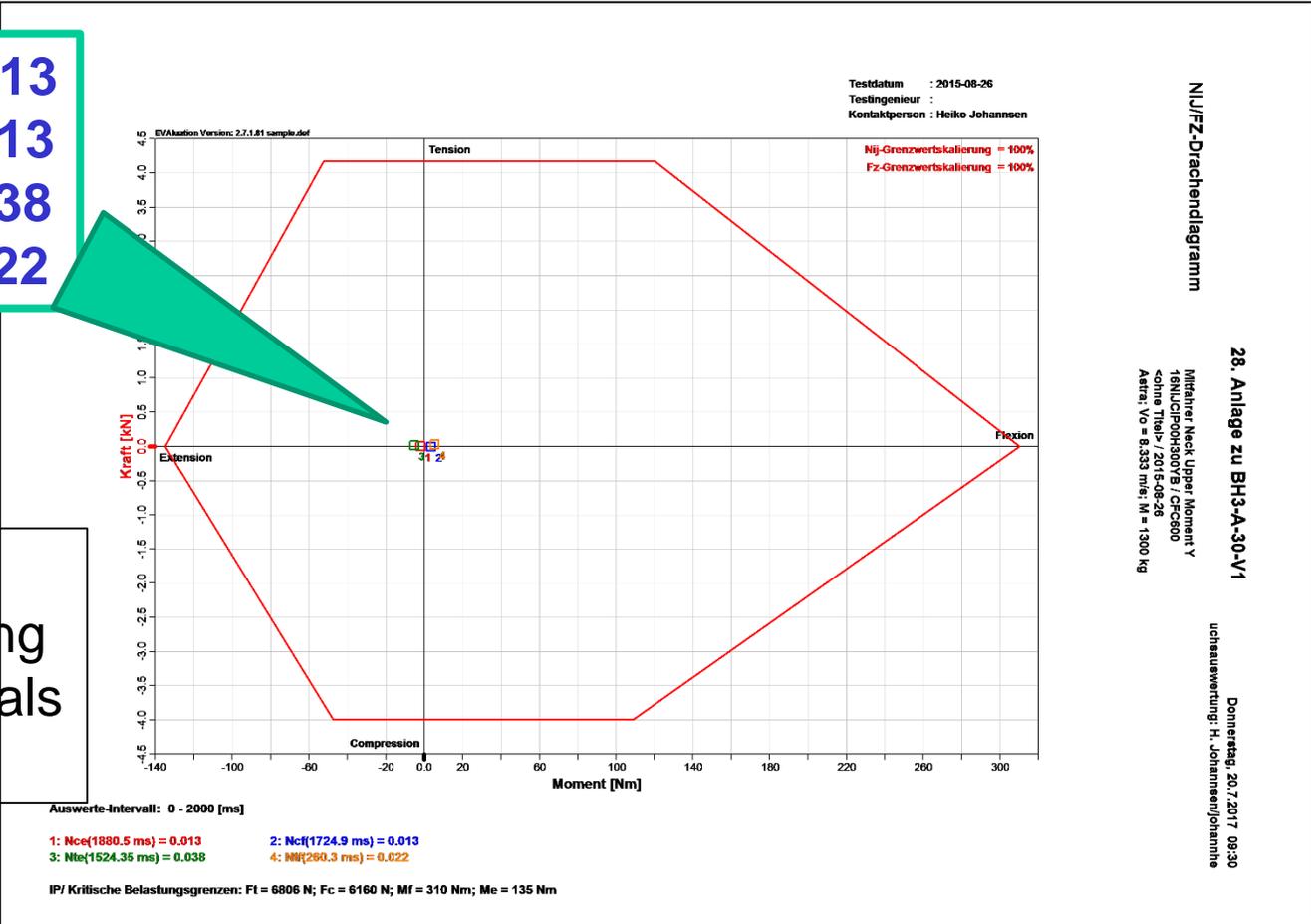
Gefahrenbremsung erreicht
Max. 4 bis 16% von Grenzwert für NCAP-Bewertung



Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

NCE	0,013
NCF	0,013
NTE	0,038
NTF	0,022

Messwerte bei
Gefahrenbremsung
deutlich geringer als
Grenzwerte



Nij/Fz-Dreackendiagramm

28. Anlage zu BH3-A-30-V1

Mittelnr Neck Upper Moment Y
 18NUCHP081501E1_07-0500
 <ohne Titel> 2015-08-23
 Adm: Vo = 0,333 ms; M = 1300 kg

Datum: 2017.2017 09:30
 uhsauswertung: H. Johannsen/Johanna





Kriterien

NIC protection Neck injury Criterium Frontalkollision

Grenzwert $< 25 \text{ m}^2/\text{s}^2$ (Boström)

NKM Neck Kraft Moments

Grenzwert $< 88,1 \text{ Nm}$ (Mertz,Patrick)

NIJ kriterium

Grenzwert $< 0,2 / 0,16$ lange/kurze Beschwerden (Prasad, Daniel)

Ergebnis

**Kein Unterschied im Verzögerungsverlauf für verschiedene Probanden
oder verschiedene Fahrzeugmodelle**

Unterschiede Verzögerungsverlauf für verschiedene Fahrbahnbeläge

**Dummy zeigte analogen Bewegungsablauf zu den Probanden,
allerdings geringere Beugung der HWS**

Ausgeprägtere Reboundbeugung (Extension) als nach vorn Beugung (Flexion)



Fahrversuche zur Ermittlung der Belastungen

Abschließende Bewertung

Ergebnis

Reboundbewegung erreicht nahezu gleichen Belastungswert in X-Richtung wie Frontalbewegung (Flexion)

Nacknmoment um die y-Achse
5-6 Nm (Grenzwert < 310 Nm)
Nackenkraft 0,07 KN
(Grenzwert < 6 KN)

NCE	0,013
NCF	0,013
NTE	0,038
NTF	0,022





Schlussfolgerungen

Einzelne Bremsvorgänge stellen kein Risiko für HWS-Distorsionen dar, die Belastungen liegen weit unterhalb der kritischen für HWS-Distorsionen bekannten Belastungs-Kennwerten.

Es liegen keine wiss. Erkenntnisse hierzu aus der Literatur vor, die ein Risiko für WAD nach Gefahrenbremsung manifestiert. Die erste Studie zum Verletzungsrisiko der HWS bei Gefahrenbremsung

Unfalldatenauswertung GIDAS von PKW-Insassen nach Frontalkollisionen mit Vorbremssphase und Fußgänger/Radfahrerkollisionen zeigen keine Hinweise auf stattgehabte HWS-Distorsionen ($< 0,2\%$)



Technisch-Biomechanisch sind Beschwerden im Sinne einer HWS-Distorsion Nach Gefahrenbremsungen nicht wahrscheinlich und nicht erklärbar.





Schlussfolgerung

Technisch Biomechanisch kein Risiko für HWS-Distorsionen

Beschwerden nach Notbremsvorgängen nicht möglich

bei einem Großteil der “Patienten” besteht psychosomatischer
und psychologischer Einfluss auf die Schmerzverarbeitung
auch versicherungs- und arbeitspsychologische Einflüsse

Individuelle Konstitution und Schmerzverarbeitung bedeutender
als unfalltechnische Parameter

Beschwerdesymptomatik wichtig für Bewertung der Kausalität

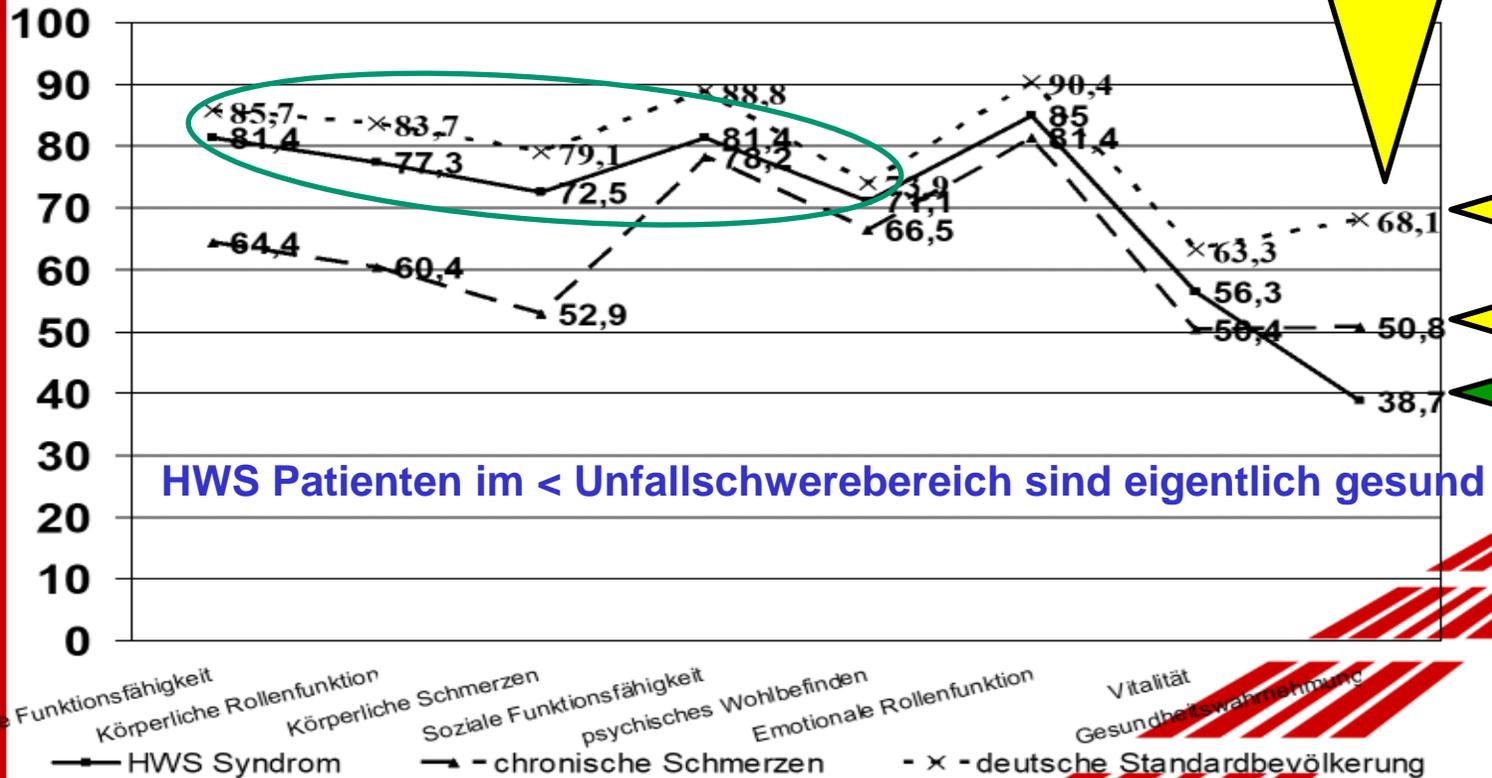


Schlussfolgerung

Bis auf Gesundheitswahrnehmung Mit Standard-Bevölkerung identisch

SF 36: HWS Distorsionen

Neck Injuries in Road Traffic and Prevention Strategies
 November 2007 Munich TUEV – Sued



HWS Patienten im < Unfallschwerebereich sind eigentlich gesund !

- German standard population
- Chronical pains
- Cervical disorders WAD

Otte, D. and Huefner, T. and Kuensebek H.W. and Wiese, B. 2007





Verweise

Publikation der Studie

Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik
Verlag Vogel
Heft 9, 288-301, 2017

SAE 18SS-0072, Detroit USA
April 2018

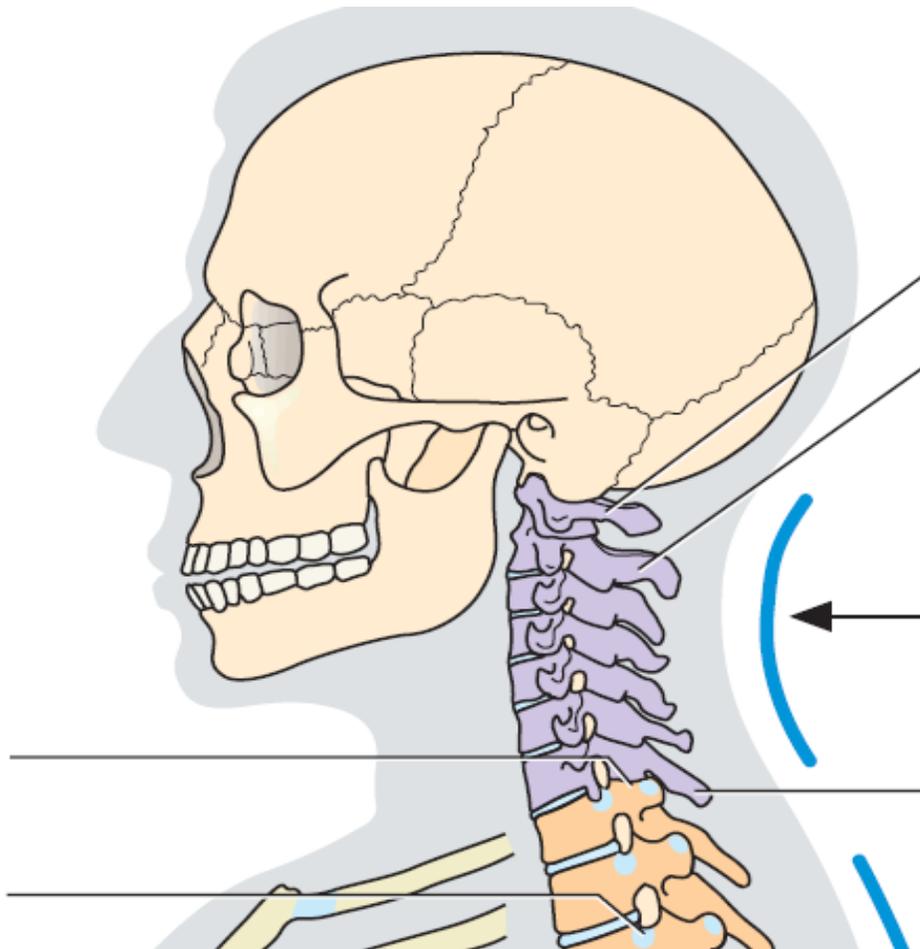


2.2 Unfallforschung

Abschätzung des Verletzungsrisikos der Halswirbelsäule
von Pkw-Insassen nach Gefahrenbremsungen

Von Dietmar Otte, Thorsten Facius, Heiko Johannsen, Tobias Hüfner*

HWS-Distorsionen nach Verkehrsunfällen und deren Beschwerdesymptomatik



***für Ihre
Aufmerksamkeit***

!

Otte.dietmar@mh-hannover.de