



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Institut für Rechtsmedizin



Heckaufprallversuche mit Autoscootern

Dr. med. Wolfram Hell, Dipl.-Ing. Stefan Horion

Institut für Rechtsmedizin
Unfallforschung / Biomechanik
Ludwigs- Maximilians Universität München

Motivation und Problem



- HWS Beschwerden zählt zu den häufigsten angegebenen Beschwerden nach Verkehrsunfällen, es werden 60-80% aller Auffahrunfälle mit Personenschäden geltend gemacht!
- Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung bei der Hälfte aller Auffahrunfälle unter 15 km/h
- Schmerzen nicht messbar

Vergleich mit Alltagsbelastung,
kinematische Bewegungsabfolge
ähnlich wie beim Heckaufprall



Autoscooter „risikoarme“ Belastung

Ziel des Projekts



- Die Ergebnisse sollen als Entscheidungshilfe für Gutachter, Mediziner, Richter, Rechtsanwälte zur Verfügung gestellt werden
- Retrospektive und prospektive Erfassung von Nackenbeschwerden nach einer Autoscooterfahrt
- Untersuchung Nutzungsverhalten von Autoscooterbesuchern (Personengruppen, Alter, Kollisionsarten etc.)
- Datenerhebung zur Insassenbelastung beim Dummy und bei Freiwilligen Probanden
- Bezug zur Realität (Vergleich mit modernen Pkw-Sitzen)

Retro- und prospektive Erfassung von Nackenbeschwerden nach einer Autoscooterfahrt



- Retrospektive Erfassung: Oktoberfest München 2006 und 2007, Datenbanken von Sanitätsstation und chirurgische Ambulanz LMU jeweils 1 Person pro Jahr and HWS verletzt
- Prospektive Erfassung: Befragungen auf Volksfesten (2007)

Jahrmarkt	angesprochene Personen	Telefoninterviews	Anzahl Personen Beschwerden HWS Bereich
Dachauer Volksfest	333	92 (29,1%)	3
Oktoberfest	2528	107 (4,2%)	0
Hamburger Winterdom	433	97 (22,4%)	5



8 (2,7%) von 296 befragten Personen zeigten Beschwerden
aber **keine Person suchte einen Arzt** auf

Nutzungsverhalten Autoscooter



- Beobachtungen und Zählungen auf dem Münchener Oktoberfest 2008 bei 4 verschiedenen Scooterbetreibern
- Hochrechnung (nach Geschlecht und Alter)

Nutzergruppe	männlich	weiblich	Summe
Kinder	67.731 (66%)	35.274 (34%)	103.005
Teenager (14-20J)	69.860 (62%)	42.879 (38%)	112.739
Junge Erwachsene (20-30J)	73.084 (64%)	41.562 (36%)	114.646
Erwachsene (30-60J)	85.950 (67%)	42.934 (33%)	128.884
Ältere (60J+)	11.830 (64%)	7.316 (36%)	19.146
Summe	308.456 (64%)	169.965 (36%)	478.421

Altersgruppe	Erhebung Autoscooternutzer	Deutsche Bevölkerung 2008
0 bis 20 Jahre	45 %	19 %
>20 bis 60 Jahre	51 %	55,4 %
> 60 Jahre	4 %	25,6 %

Quelle: Statistisches Bundesamt



Randbedingungen:

- Kollisionsrichtung: vorrangig Frontalaufprall bei zunehmender Auslastung
mehr Seiten- und Heckaufprall
- Geschwindigkeiten Δv 6,8 km/h, 8,5 km/h, 10,3 km/h abhängig von der
Tageszeit und von der Auslastung
- Beschleunigung: ~1,6g bei 8km/h und ~2,1g bei Δv 8,5 km/h (mean),
(Scooter) ~3,1g bei 8km/h und ~3,9g bei Δv 8,5 km/h (max)

Dummyversuche



- 2 Scooter Firma Reverchon (F) mit angedeuteter Kopfstütze



Parameter BioRIDII Dummy

- Kopf x- und Kopf z-Beschleunigungen
- T1x- und T1z-Beschleunigungen
- Fx Scherkraft und Fz Druck- bzw. Zugkräfte
- Bestimmung der NIC Wertes

Ergebnisse Dummyversuche



Kennwert	Δv	a_{\max}	a_{mean}	Brust T_{1x}	Hals F_x	Hals F_z	NIC
Einheit	[km/h]	[g]	[g]	[g]	[N]	[N]	[m ² /s ²]
$v_1 = 8 \text{ km/h}$ n = 6	6,86	3,1	1,65	6,5	144	248	15,32
$v_1 = 10 \text{ km/h}$ n = 7	8,51	3,9	2,08	8,6	152	348	21,47
$v_1 = 12 \text{ km/h}$ n = 6	10,26	4,8	2,58	10,7	154	417	26,32

Freiwilligenversuche



- 10 männliche Probanden 50 Perzentile (1,78 cm)
- 4 weibliche Probanden 50 Perzentile (1,62 cm)
- jeweils 1 Mann 5 Perzentile und 95 Perzentile
- Aufprallgeschwindigkeit Δv 8km/h und 10km/h
- Parameter Kopf x-, z-Beschleunigung, Brust x-, z-Beschleunigung

Ergebnisse Freiwilligenversuche



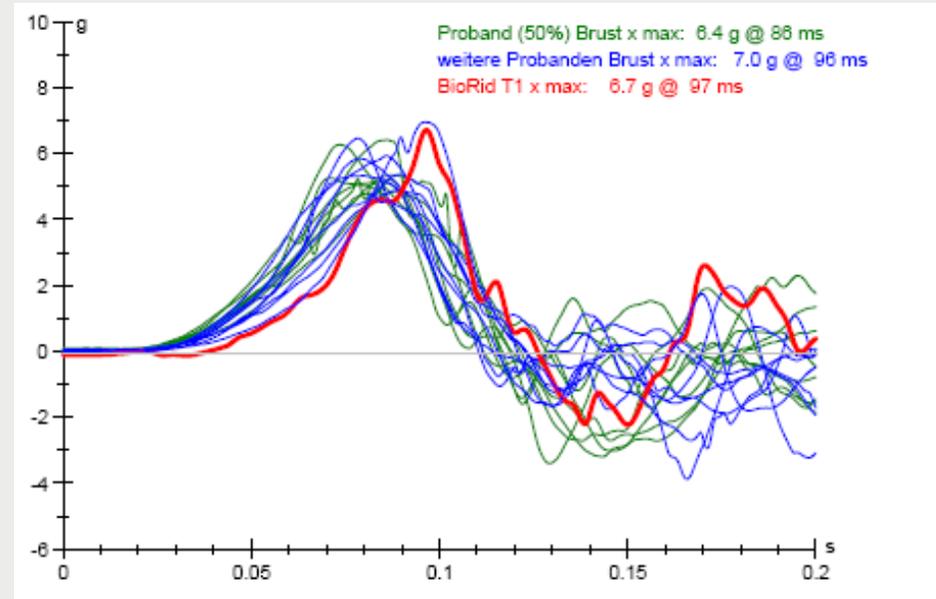
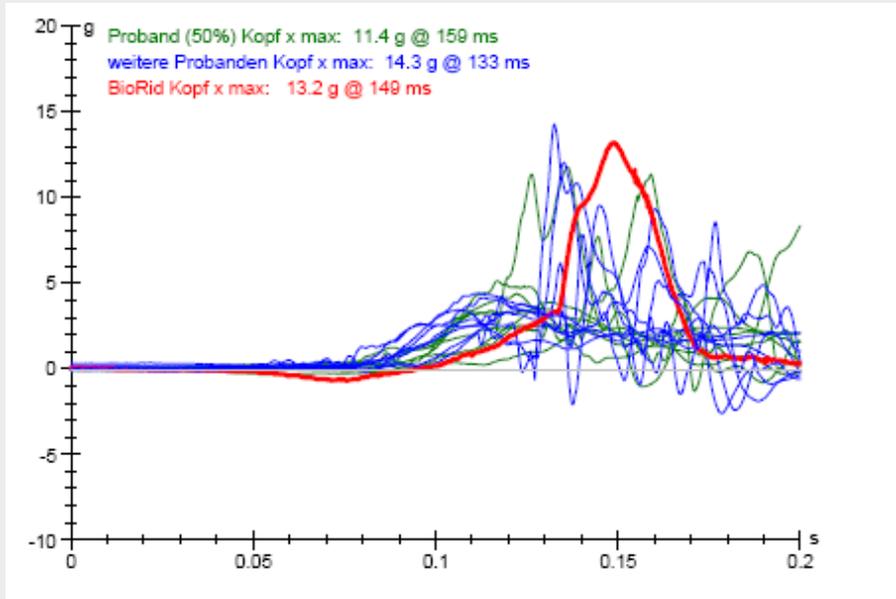
- Die Freiwilligen zeigen ein stark individuelles Verhalten daher nur minimal und maximal auftretende Werte dargestellt

Aufprallgeschwindigkeit	$v_1 = 8 \text{ km/h}$ $n = 16$		$v_1 = 10 \text{ km/h}$ $n = 16$	
	Minimale Werte	Maximale Werte	Minimale Werte	Maximale Werte
Δv	6,47 km/h	7,14 km/h	8,21 km/h	9,36 km/h
Brustbeschleunigung x	4,8 g	6,9 g	6,1 g	8,8 g
Kopfbeschleunigung x	3,2 g kein Kontakt mit der Kopfstütze	14,4 g	6,4 g kein Kontakt mit der Kopfstütze	16,4 g

Vergleich Dummy und Proband



$\Delta V \sim 6,9 \text{ km/h}$



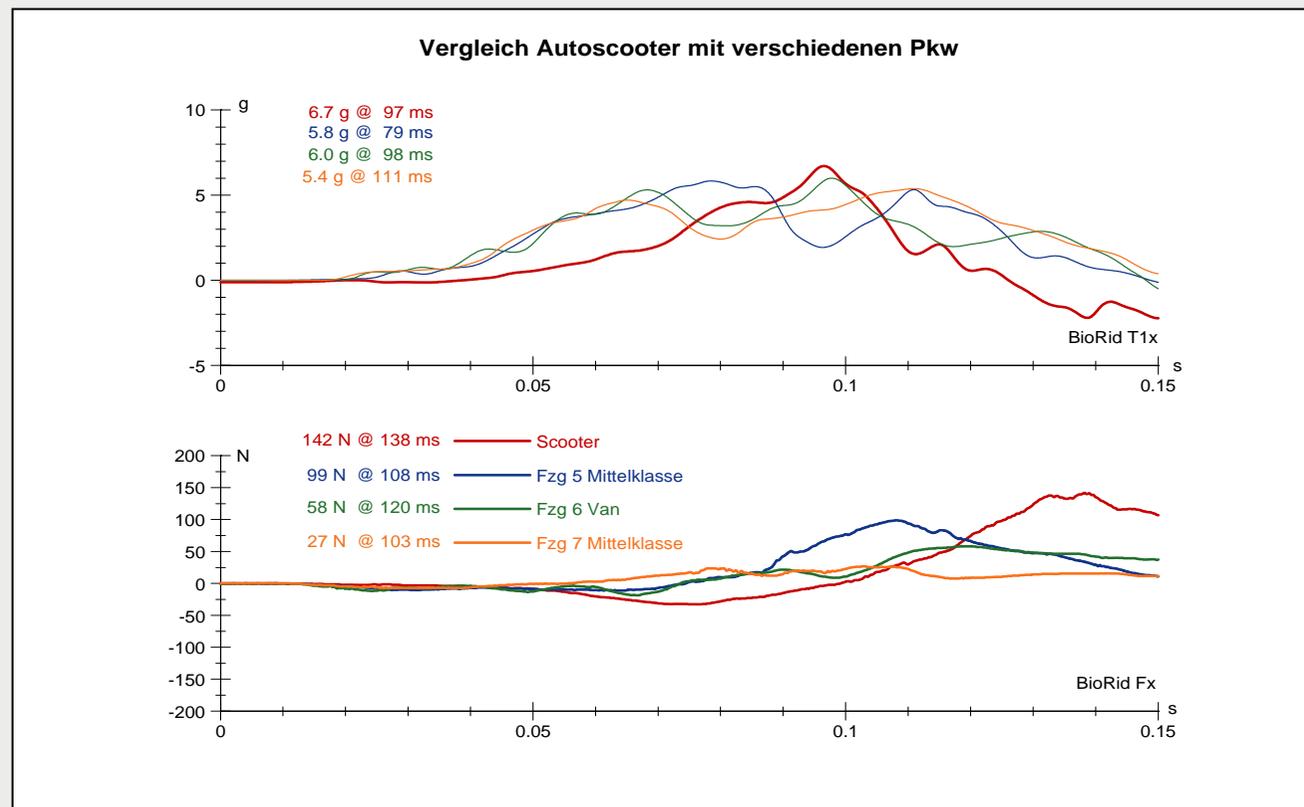
- BioRidII Dummy bildet immer die Obergrenze ab

Vergleich Scootersitz mit Pkw Sitzen



- gleicher kinematische Bewegungsablauf wie im Pkw
- Scherende Halskraft F_x und Brustbeschleunigung zum Vergleich

$\Delta v \approx 6,9 \text{ km/h}$	Autoscooter	Fzg. 5	Fzg. 6	Fzg. 7
mittlere Beschleunigung a_{mean}	1,62 g	4,30 g	2,70 g	2,68 g

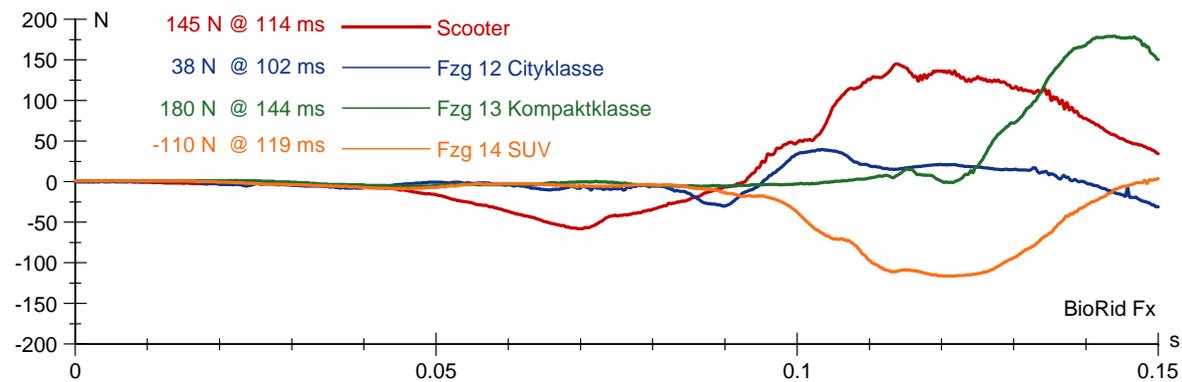
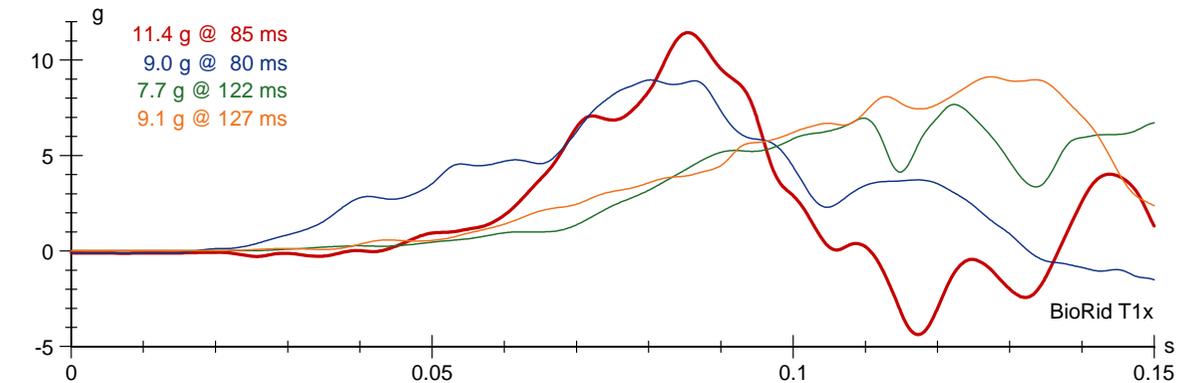


Vergleich Scootersitz mit Pkw Sitzen

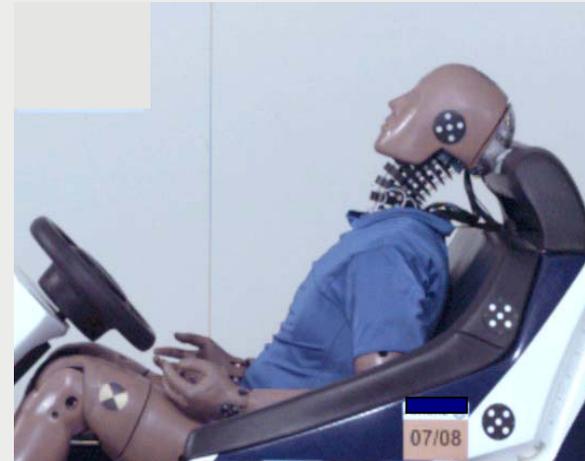
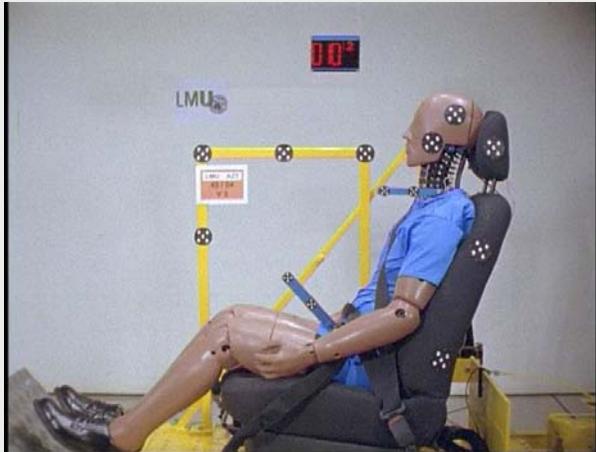


	Autoscooter	Fzg. 12	Fzg13	Fzg. 14
Δv	10,4 km/h	10,6 km/h	12,4 km/h	12,4 km/h
mittlere Beschleunigung a_{mean}	2,68 g	4,83 g	2,69 g	2,08 g

Vergleich Autoscooter mit verschiedenen Pkw



Schlussfolgerung Vergleich Scootersitz - Fahrzeugsitz



- Belastungen im Halsbereich bei modernem Pkw Sitz geringer gegenüber einem Autoscootersitz
- Scootersitze spiegeln einen sehr alten technischen Stand bei Pkw Sitzen wieder
- Schutzpotential im Pkw Sitz ist höher

Zusammenfassung



- Der grundsätzliche Bewegungsablauf des Insassen im Autoscooter ist bei den Versuchen vergleichbar mit dem im Pkw beim realen Heckaufprall.
- Der Dummy BioRid II bildet das Bewegungsverhalten des Menschen im Versuch gut ab, seine Messwerte liegen immer oberhalb der bei Probanden gemessenen Belastungswerte.
- Die Bewegungsintensität und die Belastungswerte sind im Pkw bei vergleichbaren Anstößen geringer bzw. niedriger als im Autoscooter. Grund ist u.a. das hohe Schutzpotential (moderner) PKW Kopfstützen und Sitze .
- Die Studie zeigt, dass vereinzelt aufgetretene Beeinträchtigungen im HWS-Bereich bei Autoscooternutzern mindestens bis zu den untersuchten Anprallgeschwindigkeiten von 10 km/h vom gesunden Betroffenen selbst nicht sehr ernst genommen, respektive sogar akzeptiert werden.



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit !!!