

Fussgaengerschutz: Gekoppelte LS-Dyna – Madymo Simulation

Bernd Mlekusch, Franz Roth

AUDI AG, bernd.mlekusch@audi.de, D 85045 Ingolstadt

Oliver Graf

Dynamore GmbH, Industriestr. 2, D 70565 Stuttgart

Abstract:

Die neuen Fussgaengerschutz(FGS)-Kriterien, welche in Form der ACEA Selbstverpflichtung ab Mitte 2005 zur Anwendung kommen, erzwingen fuer ihre Umsetzung Deformationszonen an der Fahrzeugfront. Speziell im Bereich der Motorhaube entsteht dadurch ein Zielkonflikt, da der notwendige Bauraum im Fahrzeug aufgrund des Packages oftmals nicht zur Verfuegung steht. Einen moeglichen Ausweg bieten crash-aktive Systeme, welche bei einem Anprall mit einem Fussgaenger die Motorhaube anheben und so fuer den notwendigen Defo-Raum sorgen.

Die Fragestellungen, welche sich bei der Entwicklung eines solchen Systems ergeben, sind manigfaltig. Nach derzeitigem Stand der Technik existiert eine teil-validierte FGS-Dummy Familie nur fuer das MKS-System Madymo. Die Validierung wurde insbesondere fuer die Dummy-Kinematik durchgefuehrt, nicht fuer die Verletzungswerte. Daher wird im folgenden eine FE-MKS Kopplung zwischen Madymo und LS-Dyna eingesetzt, um die Fahrzeug-FG Interaktion zu analysieren.

Zwei verschiedene Kontaktsensor-Konzepte – Beschleunigungsaufnehmer und Deformationsband - werden untersucht. Fuer die Szenarien, bei denen eine Ausloesung erfolgen soll (FIRE), werden verschiedene Dummies (6 yo Child, 5% Frau, 50% Mann) in verschiedenen Stellungen analysiert. Des weiteren variiert die y-Position und die Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Modellvalidierung erfolgt anhand einer Lower Leg FGS-Pruefung.

Die Aufstellzeit, in welcher die crash-aktive Haube in Wirkposition sein muss, wird ebenfalls bestimmt. An der Vorderkante wird dazu der 6 yo Child – Dummy verwendet, fuer die Hinterkante die 5% Frau. In den Analysen variieren wiederum die Dummy Stellung und die y-Position sowie die Fahrzeuggeschwindigkeit.

Die Kopplung zwischen FE und MKS System funktioniert im allgemeinen zufriedenstellend und ist fuer den Projekteinsatz geeignet. Mit Hilfe der Simulation ist eine Bewertung und Vorauslegung der Sensorkonzepte moeglich (Algorithmusentwicklung). Die Analysen zeigen, dass der Anprall durch das Lower Leg einen aehnlichen Energieeintrag in das Fahrzeug zur folge hat als beim FGS-Anprall mit den unterschiedlichen Dummies entsteht. Dies ist auf die unterschiedlichen Schwerpunktslagen der FGS-Dummies zurueckzufuehren. Die Erwachsenen-Dummies besitzen zwar hoehere Masse, werden jedoch aufgrund des hohen Schwerpunktes in Rotation versetzt. Die Aufprallzeitpunkte der Dummies auf der Fahrzeugfront liegen im erwarteten Bereich.



Fußgängerschutz: gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation

Autoren: Bernd Mlekusch, Franz Roth (Audi AG) - Oliver Graf (Dynamore)
Datum: Oktober 2004
Version: 3.0

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



Inhalt

- Fußgängerschutz: Crash-aktive Systeme
- Kontaktsensorik-Konzepte
Use - Misuse Szenarien
- Funktionsüberprüfung Crash-aktives System
- Zusammenfassung

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyna
EK 8-2; B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



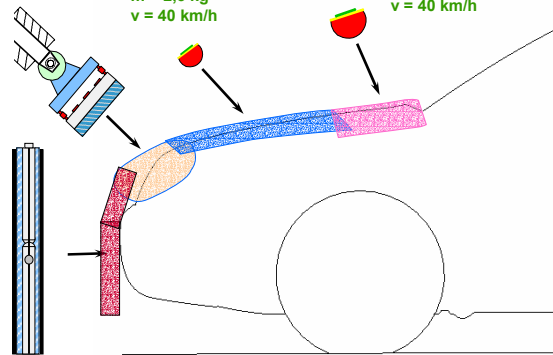
FGS - allgemein

**Oberschenkel-
impaktor**
m = 12 - 20 kg
v = 20 - 40 km/h

**Kinderkopf-
impaktor**
m = 2,5 kg
v = 40 km/h

**Erwachsenen-
kopfimpaktor**
m = 4,8 kg
v = 40 km/h

**Bein-
impaktor**
m = 13,4 kg
v = 40 km/h



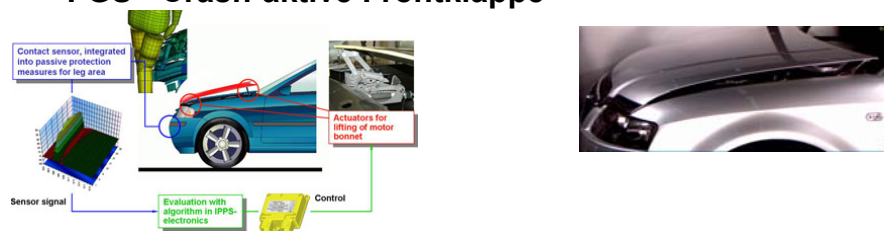
FGS-Erfüllung erfordert Deformationsraum !

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyndyna
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



FGS - Crash-aktive Frontklappe



1. Kontaktsensor erkennt FGS-Anprall
2. Frontklappe wird angehoben, um notwendigen Defo-Raum zu schaffen

Problemstellungen für CAE

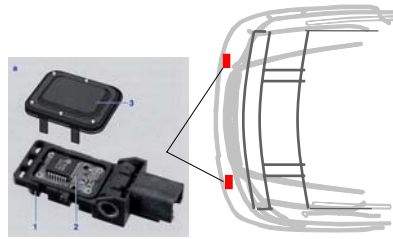
- Untersuchung verschiedener Kontakt-Sensorik Konzepte
USE - MisUse
- Ermittlung der erforderlichen Aufstellzeiten
- Diverses: Schutzpotential der Haube im aktivierten Zustand,
Aufstellen der Haube und Schwingverhalten, etc.

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyndyna
EK 8-2: B.Mlekusch

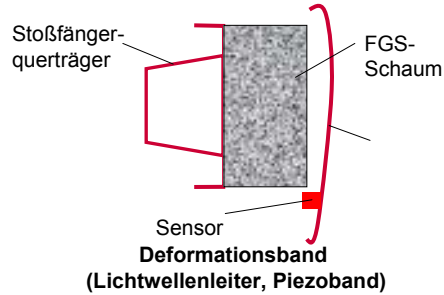
Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



Kontakt-Sensorik Konzepte



Beschleunigungs-Sensoren



- USE-Szenarien (FIRE)
- Lower Leg Anprall
 - 6 yo Child
 - 5% Dummy (Frau)
 - 50% Dummy (Mann)
- Geschw.bereich: 20 - 60 km/h

- MISUSE-Szenarien (No-FIRE)
- Wandaufprall (Front-Crash)
 - Pfahlaufprall
 - Mülltonne
 - Ereignisse mit geringer Energie (Kleintier, Vogel etc.)

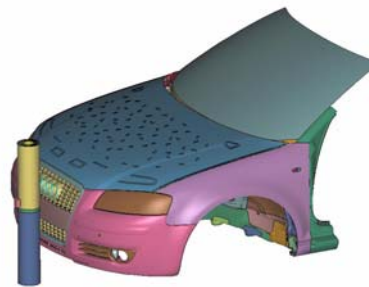
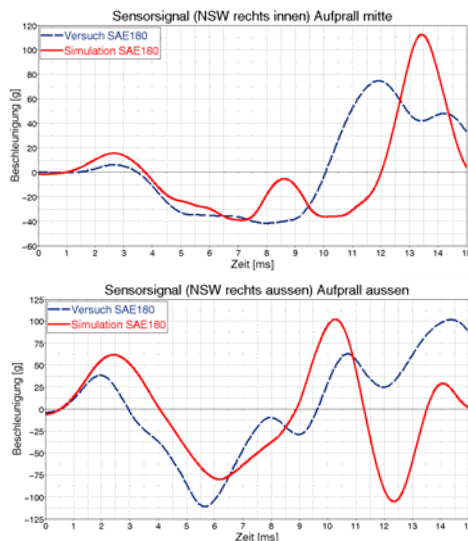
Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyne
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



USE-Szenarien

Lower-Leg Anprall (Validierung)



Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyne
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation

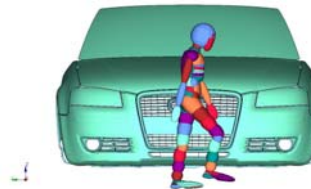
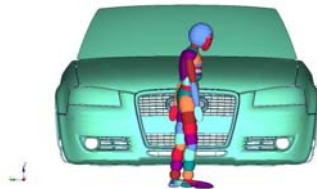


USE-Szenarien

6 yo. Child: Anprall – Lastfälle (jeweils Y=0 und Y=440)

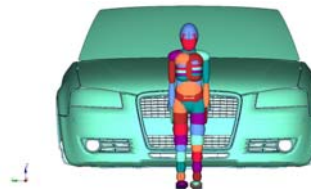
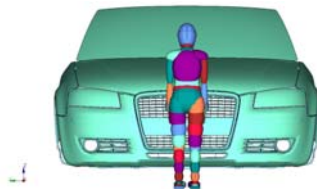
Pose A: seitliches Stehen

Pose B: seitliches Gehen



Pose C: Beine parallel frontal

Pose D: Beine parallel rückwärts



..._gs_crashaktiv_1sdyna
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



USE-Szenarien

5% Frau: Anprall – Lastfälle (jeweils Y=0 und Y=440)

Pose A: seitliches Stehen

Pose B: seitliches Gehen



Pose C: Beine parallel frontal

Pose D: Beine parallel rückwärts

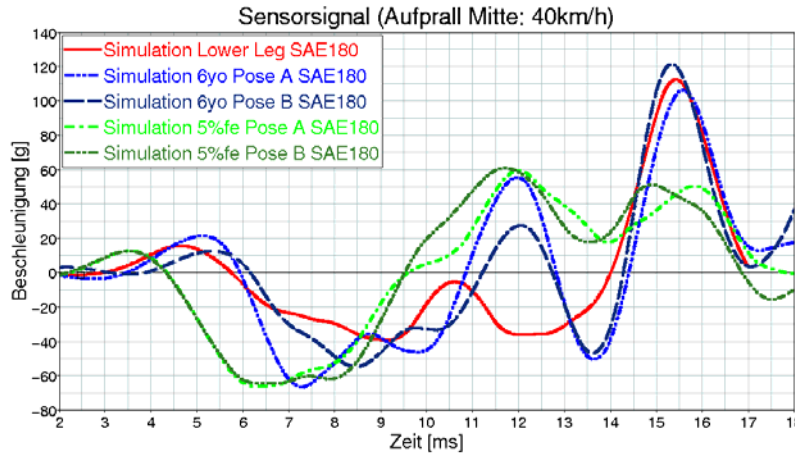


..._gs_crashaktiv_1sdyna
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



USE-Szenarien



-> Energieeintrag durch Lower Leg sehr ähnlich zu Dummy-Aufprall (sowohl Kind als auch Erwachsener)

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyana
EK 8-2: B.Mlekusch

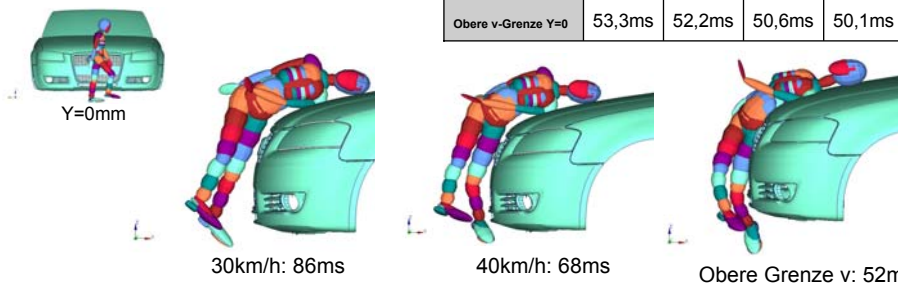
Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



Bestimmung Aufprallzeitpunkte

Vorschlag VDA:
- vorne (WAD 1000) 6 yo Child
- Haubenhinterkante..... 5 % Frau

	6yo	Pose A	Pose B	Pose C	Pose D
30km/h Y=0	80,2ms	86,3ms	66,4ms	79,2ms	
40km/h Y=0	61,1ms	64,2ms	52,6ms	58,3ms	
40km/h Y=440	67,2ms	67,5ms	59,0ms	66,3ms	
Obere v-Grenze Y=0	53,3ms	52,2ms	50,6ms	50,1ms	



Simulationen mit starrem Fahrzeug; 6yo Pose B

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyana
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



Bestimmung Aufprallzeitpunkte



Y=0mm

	5% Frau	Pose A	Pose B	Pose C	Pose D
30km/h Y=0	144,5ms	>150ms	123,5ms	139,3ms	
40km/h Y=0	106,6ms	125,7ms	96,4ms	106,1ms	
40km/h Y=440	124,5ms	129,9ms	107,8ms	114,0ms	
Obere v-Grenze Y=0	86,8ms	81,0ms	74,0ms	82,2ms	



30km/h: >150ms

40km/h: 126ms

Obere Grenze v: 81ms

Simulationen mit starrem Fahrzeug; 5% Frau Pose B

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyne
EK 8-2: B.Mlekusch

Fußgängerschutz:
gekoppelte LS-Dyna - Madymo Simulation



Zusammenfassung

- Kopplung MKS - FE einsetzbar (Kontaktproblematik)
- Energieeintrag durch Lower Leg ähnlich zu FGS-Anprall
- Bestimmung der Auslösezeiten mittels Simulation
- CAE wertvolles Projekt-Tool: Sensorik Vorabstimmung möglich

Datei: audi_fgs_crashaktiv_lsdyne
EK 8-2: B.Mlekusch



Vielen Dank!