Dynamic Test Center AG
Centrum für Dynamische Tests AG
Centre de Tests Dynamiques SA

Relevanz des IIHS Small Overlap Crashtests in Europa
Relevance of the IIHS small overlap Crashtest in Europe

- DTC 149 Small Overlap Crashtest Renault Scénic II mit reduzierter Geschwindigkeit
- DTC 150 IIHS Small Overlap Crashtest Renault Scénic II
- DTC 151 Crashtest Gegenverkehr Renault Scénic II – Landrover Freelander
- DTC 152 IIHS Small Overlap Crashtest Prinzipstudie Ford Mondeo modifiziert

Bericht Nr: pSi-13-0130 Auftragsnummer: pSi-13-0130

Auftraggeber(in): Interne Studie DTC Dynamic Test Center AG, mit Unterstützung durch:
- Baloise Versicherungen
- Renault
- AGU Arbeitsgruppe für Unfallmechanik

Inhalt:

1 Zusammenfassung 2
2 Abstract 3
3 Einleitung 4
4 Relevanz bezüglich realem Unfallgeschehen 4
5 Versuchsanordnung 5
6 Resultate 7
7 Interpretation und Auswertung 12
8 Schlusswort 15

Anzahl Seiten im Bericht: 15 Anhang: -

Änderungsverzeichnis:

Version:	Datum:	Ersteller	Bemerkungen
-	14.03.2013	MRR	Draft – **Sperrfrist 16.5.2013**

Dokument	Name	Unterschrift	Datum
Autor	Raphael Murri, DTC	R Murri	14.03.2013
Koautor	Sandro Caviezel, DTC	Caviezel	14.03.2013
Geprüft	Bernhard Gerster, DTC	B Gerster	14.03.2013

CH-2537 Vauffelin / Biel
Telefon: 032 321 66 00
Telefax: 032 321 66 01

Eine Unternehmung der Privatwirtschaft und der Berner Fachhochschule Biel, Abteilung Automobiltechnik

1 Zusammenfassung

Beim neuartigen Small Overlap Crashtest des Instituts für Strassensicherheit der amerikanischen Versicherungsgesellschaften (IIHS) schneiden modernste Fahrzeuge oftmals ungenügend ab. Dieser Frontcrash zeigt was geschieht, wenn nur ein kleiner Teil der Fahrzeugfront im Gegenverkehr mit einem anderen Fahrzeug oder gar einem festen Objekt, wie einem Pfeiler oder Baum, zusammenstösst.

Obwohl beim Euro-NCAP heutige Fahrzeuge mehrheitlich das Maximum von 5 Sternen erhalten, verfehlen diese eine solche Auszeichnung beim IIHS Small Overlap Crashtest deutlich. Der Grund für die abweichenden Resultate liegt in der veränderten Versuchsanordnung. Während beim Euro-NCAP mit 64 km/h und 40 % Überdeckung gegen eine deformierbare Barriere gefahren wird, trifft das Fahrzeug beim IIHS Small Overlap Crashtest bei gleicher Geschwindigkeit mit nur 25 % Überdeckung gegen eine starre Barriere. Die Längsholme, als eines der wichtigsten Deformationselemente beim Frontcrash, werden somit bei den meisten Fahrzeugen nicht genutzt, da sie ausserhalb der 25 % Überdeckung liegen oder am Aussenradius der Barriere abgleiten. Ist das Fahrzeug nicht für den IIHS Small Overlap Crashtest konzipiert, wird das Vorderrad abgerissen und in den Fahrer-Fussraum gedrückt, ohne wesentlichen Geschwindigkeitsabbau des Fahrzeugs. Die Fahrgastzelle kollabiert schlussendlich im Bereich der A-Säule bei Blockbildung an der starren Barriere aufgrund der sehr hohen Restenergie. Nebst dem hohen Verletzungsrisiko der unteren Extremitäten werden der Oberkörper und der Kopf aufgrund des Seitenversatzes und der Rotation durch den Airbag nicht optimal geschützt.

Von Seiten der europäischen Fahrzeughersteller wird kritisiert, dass der IIHS Small Overlap Crashtest aus Sicht der Unfallstatistik nicht relevant sei und eine Gegenverkehrskollision mittels einer starren Barriere nicht nachgebildet werden könne. Untersuchungen der Baloise Versicherung haben gezeigt, dass auf Schweizer Strassen jeder fünfte Frontalunfall mit geringer Überdeckung stattfindet. Dies dürfte auch für europäische Strassen zutreffen. Unfallbilder aus dem täglichen Unfallgeschehen zeigen ähnlich erschreckende Schadensbilder, wie beim IIHS Small Overlap Crashtest.

Die DTC Dynamic Test Center AG in der Schweiz erforschte am Beispiel des zufällig gewählten Renault Scénic II mit vier Crashtests, wie genau sich eine Gegenverkehrskollision zweier Personenwagen an der starren IIHS Barriere reproduzieren lässt, und welche konstruktiven Massnahmen beim IIHS Small Overlap Crashtest eine Verbesserung des Insassenschutzes ermöglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Gegenverkehrskollision zwischen zwei Fahrzeugen sehr gut an einer starren Barriere reproduziert werden kann. Die Anprallgeschwindigkeit müsste aber zur Nachbildung realer Unfallereignisse auf die beteiligten Fahrzeuge angepasst werden. Um den IIHS Small Overlap positiv zu bestehen, scheinen aus heutiger Sicht Massnahmen zielführend, welche einerseits zu einem Abgleiten der Fahrzeuge an der Barriere führen und andererseits verhindern, dass das Vorderrad in den Fussraum gedrückt wird. Wird die Struktur für ein Abgleiten ausgelegt, erfordert dies durch den resultierenden Front-/Seitenanprall ein entsprechend abgestimmtes Rückhaltesystem. Zudem sind aufgrund der nachkollisionären Geschwindigkeit und dem Risiko einer Sekundärkollision, weiterführende Massnahmen wie beispielsweise multifunktionale Airbags, genügende Restenergie für Airbagsteuergeräte oder selbsttätige Abbremsung erforderlich.

2 Abstract

Modern cars often perform poorly the new small overlap crash test of the Insurance Institute for Highway Safety (IIHS). This frontal impact shows what happens, when the collision occurs only to small area of the front on two-way traffic with another car or even with a rigid object as a pillar or a tree.

While cars with state-of-the-art reach five stars, and thus the maximum, on the Euro-NCAP, they clearly fail such an award on the IIHS small overlap crash test. The reason for these different results lies on the changed test configuration. While the Euro-NCAP crash test take place with 64 km/h and 40 % overlap to a deformable barrier, impacts the car on the IIHS small overlap crash with same velocity with only 25 % overlap to a rigid barrier. Thereby the longitudinal spars as one of the most important deformable element for the frontal impact, are out of use by most of the cars, because they lies outside of the 25 % overlap or they slip off on the bending radius of the barrier. If a car isn't designed for the IIHS small overlap crash, the front wheel will be pulled off and pushed into the driver food room, without an essential reduction of the velocity. Due to the very high residual energy, the passenger cabin finally collapse in the area of the A-pillar because of the blocking on the rigid barrier. In addition to the high injury risk of the lower extremities the protection of the upper body and the head with the airbag are not optimal due to the lateral displacement and rotations.

The European vehicle manufacturer criticize that the IIHS small overlap crash test from the point of view of accident statistics isn't relevant and that a collision of two-way traffic could not be reproduced with a rigid barrier. Analysis of the Baloise Insurance showed that every fifth frontal accident on Swiss roads occurs with a small overlap. This might be the same on european roads. The daily accident occurrence shows similar pictures of damages, as can be seen from the IIHS small overlap crash test.

The DTC Dynamic Test Center AG in Switzerland researched on a chosen at random Renault Scénic II with four crash tests, how precise a collision on two-way traffic between two cars can be reproduced on the rigid IIHS barrier and which design modifications should be implemented on the IIHS small overlap crash test for a better occupant protection. The results showed that a collision on two-way traffic between two cars can be reproduced on a rigid barrier with good results. To reproduce real accident events the impact velocity should be adapted to the involved cars. From where we stand it seems to be target-aimed to pass the IIHS small overlap crash test successfully, that the cars can slip away from the barrier and furthermore prevent that the front wheel is pushed into the food room. If the structure is designed for a slip away, a corresponding adapted restraint system is needed because of the resulting front-/side collision. Concerning the post collision velocity and the risk for a secondary collision, additional measures should be adopted such as multifunctional airbags, sufficient residual energy for the airbag control unit or automatic brake activation.

3 Einleitung

Mit Unterstützung durch Renault, der Baloise Versicherung und der AGU Arbeitsgruppe für Unfallmechanik erforschte die DTC Dynamic Test Center AG aus der Schweiz die Relevanz des IIHS Small Overlap Crashtests für Europa. Mit der Crashuntersuchung soll gezeigt werden, ob und wie gut sich eine Gegenverkehrskollision an der starren IIHS Barriere reproduzieren lässt, und vor welche Herausforderungen die Fahrzeugbauer durch den IIHS Small Overlap Crashtest gestellt werden. Als Versuchsfahrzeug wurde der Renault Scénic II eingesetzt, wobei die Wahl zufällig war. Mit dem ersten Test, DTC 150, wurde der Scénic gemäss den Vorgaben des IIHS gegen die starre Barriere gefahren. Zum Vergleich prallt der Scénic beim zweiten Crashtest, DTC 151, in einer Gegenverkehrskollision mit 25 % Überdeckung gegen einen stehenden Landrover Freelander. Da die Schadenausprägung mit der gewählten Fahrzeugpaarung bei der Gegenverkehrskollision wesentlich geringer ausfiel, wurde beim dritten Crashtest, DTC 149 untersucht, wie die Schadensausprägung am Scénic mit reduzierter Geschwindigkeit gegen die IIHS Barriere ist. Zum Abschluss wurde ein modifizierter Ford Mondeo gemäss den Vorgaben des IIHS gegen die starre Barriere gefahren. Mit diesem Crashtest soll anhand der gewählten Variante gezeigt werden, welche Modifikationen zum Erreichen eines Abgleitens beim IIHS Crashtest erforderlich wären. Primär interessieren die Auswirkungen dieser Massnahmen auf die Insassenbelastung. Es soll aber auch aufgezeigt werden, mit welcher Fahrzeugbewegung nach dem Primäranprall gerechnet werden muss.

4 Relevanz bezüglich realem Unfallgeschehen

Die Baloise Versicherung hat in Zusammenhang mit der Untersuchung intern ihre Unfälle hinsichtlich Überdeckung analysiert. Dabei hat sich gezeigt, dass in der Schweiz jeder fünfte Frontalunfall mit geringer Überdeckung stattfindet. Die Folgen bezüglich Insassenverletzungen wegen starken Deformationen der Fahrgastzelle sind dramatisch. Im Dezember 2012 wurden zufällig Unfallmeldungen aufgegriffen, welche von den Fahrzeugdeformationen her betrachtet, erstaunlich gut mit den an der starren IIHS Barriere untersuchten Fahrzeuge übereinstimmen.

Abb. 1 Unfall A5 Twann

Abb. 2 Bilder von real verunfallten Fahrzeugen im Dezember 2012

Aufgrund der geringen Überdeckung werden die Längsholme der Fahrzeuge nicht mehr getroffen, das Vorderrad wird von der Aufhängung abgetrennt und in den Fussraum gedrückt. Dabei kann nur wenig Energie abgebaut werden. Wenn die Fahrzeuge ungenügend abgleiten können, kollabiert die Fahrgastzelle aufgrund der Blockbildung.

Sowohl die statistischen Zahlen der Baloise Versicherung als auch die Unfallbilder zeigen deutlich, dass der IIHS Small Overlap Crashtest eine Lücke im Sicherheitskonzept heutiger Fahrzeuge aufzeigt.

5 Versuchsanordnung

Im Rahmen der DTC-Crashuntersuchung zum IIHS Small Overlap wurden vier verschiedene Crashtests durchgeführt.

Als Basis für die Crashtests wurden die Vorgaben des IIHS für den Small Overlap Crashtest angewendet.

- Überdeckung 25 %
- Anprallgeschwindigkeit 64.4 +/- 1 km/h
- Dummy HIII 50% auf Fahrersitzplatz

Abweichend zu der Testvorgabe des IIHS wurde die Handbremse nach keinem Test betätigt.

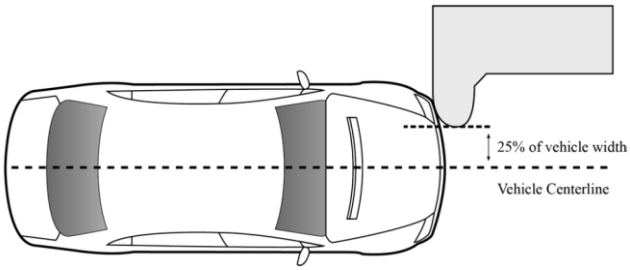

Abb. 3 Fahrzeug an starrer IIHS Barriere

5.1 DTC 150 Renault Scénic II nach IIHS

Als erster Crashtest DTC 150 wurde ein Renault Scénic II gemäss den Vorgaben des IIHS durchgeführt. Dieser Test diente als Basis, um einerseits das Verhalten des gewählten Fahrzeugs im IIHS Small Overlap Crashtest zu untersuchen und andererseits als Vergleichsbasis zur Gegenverkehrskollision zwischen zwei Fahrzeugen (DTC 151).

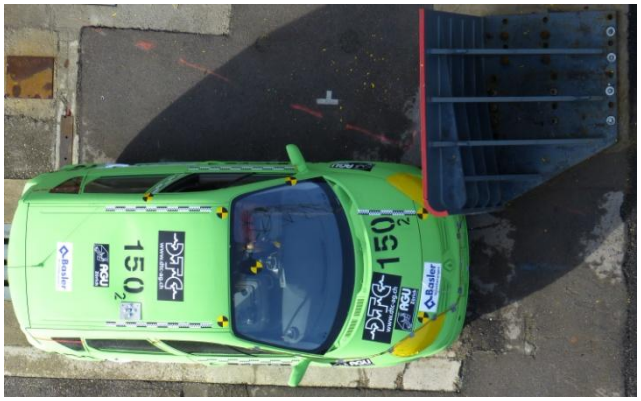

Abb. 4 Renault Scénic II an IIHS Barriere

5.2 DTC 151 Gegenverkehrskollision

Mit der Gegenverkehrskollision eines Renault Scénic II gegen einen Landrover Freelander wurde untersucht, wie gut sich die Struktur- und Insassenbelastungen am Renault Scénic durch den IIHS small overlap Crashtest gegenüber einem Realunfall abbilden lassen. Anhand von Simulationen aus der Unfallanalyse konnte ermittelt werden, dass der Anprall mit mindestens 100 km/h Relativgeschwindigkeit durchgeführt werden sollte.

Abb. 5 Renault Scénic II gegen Landrover Freelander

Diese Simulation hat zudem gezeigt, dass die beiden Fahrzeuge aneinander abgleiten werden. Daher kann der Energieeintrag in die Fahrzeugstrukturen durch eine weitere Erhöhung der Anprallgeschwindigkeit des Renault Scénic II nicht mehr wesentlich erhöht werden. Der Anprallversuch erfolgte mit 104.8 km/h Geschwindigkeit und mit einer Überdeckung von 25% gegen einen stehenden Landrover Freelander. Der Landrover Freelander wurde mit Massedummys und zusätzlichem Gewicht auf sein zulässiges Gesamtgewicht aufgelastet.

5.3 DTC 149 Renault Scénic IIHS mit reduzierter Geschwindigkeit

Die Fahrzeuge sind bei der Gegenverkehrskollision trotz der hohen Relativgeschwindigkeit von 104.8 km/h aneinander abgeglitten. Am Renault Scénic II wurde dabei eine kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung von knapp 40 km/h festgestellt.

Abb. 6 Renault Scénic II an IIHS Barriere

Um an der starren IIHS Barriere eine vergleichbare Energieabsorption in die Frontstruktur einzuleiten, wurde die Anprallgeschwindigkeit für den Crashtest DTC 149 auf 46 km/h reduziert. Diese Reduktion gilt nur für die untersuchte Fahrzeugpaarung Renault Scénic II – Landrover Freelander. Bei anderen Fahrzeugen kann sich die korrespondierende Anprallgeschwindigkeit gegen die IIHS Small Overlap Barriere je nach Karosserieaufbau, Fahrzeugmasse, Stabilität der Fahrgastzelle und Längsträgerposition ändern.

5.4 DTC 152 Ford Mondeo modifiziert nach IIHS

Am Beispiel eines modifizierten Ford Mondeo wurde der Ansatz des Abgleitens untersucht. Dazu wurde das Fahrzeug mit Stahlprofilen so modifiziert, dass dieses beim Anprall an die IIHS Small Overlap Barriere abgleiten kann und das linke Vorderrad nach innen gedrückt wird, bevor die Fahrgastzelle auf die IIHS Small Overlap Barriere trifft.

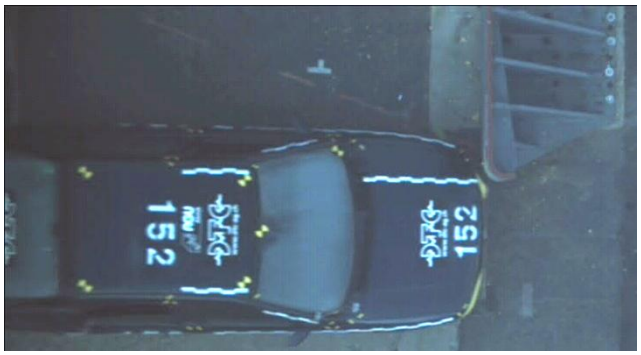

Abb. 7 Modifizierter Ford Monde an IIHS Barriere

Dabei ist anzumerken, dass das Fahrzeug aufgrund des alten Modelljahrganges nicht für Euro-NCAP ausgelegt ist und lediglich mit Frontairbags der ersten Generation ausgestattet war. Vortests mit ähnlich alten Fahrzeugmodellen haben gezeigt, dass die Fahrgastzellen dieser Generation beim IIHS Small Overlap Crashtest mit 64 km/h sehr stark zum Kollabieren neigen.

Abb. 8 DTC 145 Nissan 100 NX

Abb. 9 DTC 146 Alfa Romeo 156

Abb. 10 DTC 148 Subaru Legacy

6 Resultate

6.1 DTC 150 Renault Scénic II nach IIHS

Das Fahrzeug trifft mit 65.2 km/h und einer Überdeckung von 25% auf die IIHS Small Overlap Barriere. Der Renault Scénic II streift mit dem linken Längsholmen entlang der Barriere, wobei nur geringfügig Energie abgebaut wird. Dabei wird auch das linke Vorderrad abgerissen und nach hinten gegen den Fussraum geschoben. Schlussendlich ergibt sich an der Fahrgastzelle durch die IIHS Small Overlap Barriere eine Blockbildung. Das Fahrzeug gleitet nicht ab und wird an der Barriere nahezu zum Stillstand gebracht. Dabei beginnt das Fahrzeug um die z-Achse zu rotieren.

Abb. 11 Der linke Längsholme trifft nicht auf die Barriere

Durch den harten Aufprall auf die Fahrgastzelle ist diese kollabiert. Weil das linke Vorderrad am Fahrerfussraum ansteht, wurde dieser stark deformiert. Dadurch wurden am Fahrerdummy an den Beinen erhöhte Belastungen gemessen. Die Fahrgastzelle wurde so stark deformiert, dass auch das Armaturenbrett links, die Lenksäule und das Lenkrad in den Innenraum gedrückt wurden. Die Rückhaltesysteme wie Airbag- und Gurtstraffer haben ausgelöst.

Abb. 12 Die Fahrgastzelle kollabiert

Durch den Anprall muss mit einem sehr hohen Verletzungsrisiko der unteren Extremitäten der Person am Fahrerplatz gerechnet werden. Trotz rotativer Bewegung des Fahrzeugs, die daraus resultierende Bewegungsrichtung des Fahrerdummies und die Deplatzierung der Lenksäule trifft der Dummykopf noch auf den Frontairbag. Die Rückhaltesysteme wie Sicherheitsgurte, Gurtstraffer und Airbags können ihre Schutzwirkung entfalten.

Wegen der seitlichen Verschiebung des Armaturenbrettes prallt das rechte Knie des Dummys in die Lenksäule, wodurch am rechten Oberschenkel die höheren Druckbelastungen resultierten. Die biomechanischen Grenzwerte wurden am ganzen Körper nicht überschritten.

Abb. 13 Reduzierter Fahrerfussraum

Abb. 14 Anriebspuren Dummykopf auf Airbag

6.2 DTC 151 Gegenverkehrskollision Renault Scénic II – Landrover Freelander

Der Renault Scénic II trifft mit 104.8 km/h und einer Überdeckung von 25% auf den stehenden Landrover Freelander. Der Renault Scénic II streift mit dem linken Längsholmen weit vom Längsholmen des Landrover Freelander entlang nur durch strukturweiche Karosserieteile. Die Räder bieten mit ihren Aufhängungen etwas Widerstand. Trotzdem liegt die Längsverzögerung während der ersten 32 ms im Mittel bei 4.8 g, was mehr als doppelt so hoch ist, als beim Barrierenanprall.

Abb. 15 Die beiden Längsholme beteiligen sich nicht an der Kollision

Trotzdem werden bis zu diesem Zeitpunkt weder Gurtstraffer noch Airbags gezündet. Die Batterie wird durch die Deformation der Frontstruktur herausgeschlagen und trennt sich vom Fahrzeug.

Je näher sich die beiden Fahrgastzellen kommen, desto stärker beginnen die beiden Fahrzeuge aneinander abzugleiten. Zum Zeitpunkt des gegenseitigen Fahrgastzellenkontaktes werden in beiden Fahrzeugen sowohl Gurtstraffer als auch Airbags gezündet. Die linken Vorderräder beider Fahrzeuge werden abgerissen und gegen den fahrerseitigen Fussraum gedrückt.

Abb. 16 Abgleiten der beiden Fahrzeuge aneinander

In der Lösephase nach dem Abgleiten der beiden Fahrzeuge ist am Renault Scénic II eine deutlich geringere Rotation um die z-Achse zu beobachten als beim Crash DTC 150. Die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung in x-Richtung beträgt beim Scénic 38.1 km/h und beim Freelander 27.1 km/h. Das bedeutet, dass sich der Renault Scénic II mit 66.7 km/h vom Landrover Freelander trennt. Aufgrund des Impulses aus der Kollision und dem abgerissenen linken Vorderrad beginnt der Scénic zu schleudern. Käme es in dieser Situation zu einer Sekundärkollision, wären die frontalen passiven Schutzeinrichtungen wie Gurtstraffer und Airbags bereits verbraucht. Zudem sind Fahrzeuge auf dem Markt, welche die Funktion der Airbagsteuergeräte bei abgetrennter Batterie nicht genügend lange aufrecht erhalten. Käme es in der Folge zu einer Seitenkollision müsste zumindest die Zündung des Seitenairbags gewährleistet sein.

Der fahrerseitige Fussraum des Fahrzeugs wurde leicht eingedrückt. Am Armaturenbrett ist ein Farbabdruck des linken Dummybeins zu sehen. Die Beine des Fahrers sind nicht eingeklemmt worden. Der Dummykopf konnte sich trotz der Fahrzeugrotation um die z-Achse und der seitlichen Verschiebung durch das Abgleiten gut auf dem Airbag abstützen. Die beiden Gurtstraffer und der Airbag konnten ihre Schutzwirkung sehr gut entfalten. Die gemessenen Belastungen lagen am ganzen Körper deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten.

Abb. 17 Fahrerfussraum

Abb. 18 Anriebspuren Dummykopf auf Airbag

6.3 DTC 149 Renault Scénic IIHS mit reduzierter Geschwindigkeit

Das Fahrzeug trifft mit 46.7 km/h und einer Überdeckung von 25% auf die IIHS Small Overlap Barriere. Der Renault Scénic II streift mit dem linken Längsholmen entlang der Barriere. Die Längsverzögerung liegt während der ersten 40 ms im Mittel bei 2.5 g. Weder Gurtstraffer noch Airbags werden auf diesem geringen Verzögerungsniveau gezündet. Die Batterie wird durch die Deformation der Frontstruktur herausgeschlagen und trennt sich vom Fahrzeug.

Abb. 19 Der Längsholme gleitet an der Barriere vorbei

Das Fahrzeug gleitet nicht ab. Das linke Vorderrad wird an den fahrerseitigen Fussraum gedrückt und die Fahrgastzelle stützt sich an der IIHS Small Overlap Barriere ab. Die Gurtstraffer und Airbags werden gezündet. Durch die bei der Kollision wirkende Rotation des Fahrzeuges um die z-Achse wird die Bewegung des Dummies zusätzlich zur Fahrzeugaussenseite abgeleitet. Das Fahrzeug rotiert über 60° und kommt einen Meter neben der Barriere zum Stehen.

Abb. 20 Kontakt der Fahrgastzelle an der starren Barriere

Die Fahrgastzelle hat dem Anprall an der starren Barriere gut standgehalten. An der Deformation der Fahrertüre ist ersichtlich, dass die Grenze des Energieeintrages in die Fahrzeugstruktur bei der geringen Überdeckung von 25% erreicht ist. Durch das Vorbeigleiten des Längsträgers an der IIHS Small Overlap Barriere, war die definierte Knautschzone nahezu wirkungslos. Die Energie des Aufpralls konnte jedoch durch die auf die Gegenverkehrskollision gegen den Landrover Freelander abgestimmte Anprallgeschwindigkeit von 46 km/h von der vorderen Aussenstruktur, der linken Radaufhängung sowie hauptsächlich bei der Blockbildung an der Fahrgastzelle aufgenommen werden. Die Fahrgastzelle ist dabei weitestgehend intakt geblieben ist. Die gemessenen Belastungen lagen am ganzen Körper deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten.

Abb. 21 Reduzierter Fahrerfussraum

Abb. 22 Abdrücke Dummykopf auf Airbag

6.4 DTC 152 Ford Mondeo modifiziert nach IIHS

Am Beispiel eines Ford Mondeo wurde untersucht, wie die Insassenbelastung sich entwickelt, wenn das Fahrzeug so gebaut wäre, dass dieses an der Barriere nicht mehr verhakt sondern abgleitet.

Die Modifikationen dienen lediglich dazu, dem Fahrzeug ein Abgleiten an der starren Barriere aufzuzwingen. Die realisierten Eingriffe in der Frontstruktur sind in der vorliegenden Ausführung nicht umsetzbar. Sie stellen aber die beiden Massnahmen dar, welche für ein Abgleiten beim IIHS Small Overlap Crashtest erforderlich sind. Das Fahrzeug wurde mit diversen Stahlprofilen so modifiziert, dass beim Anprall an die IIHS Small Overlap Barriere eine Verhakung vermieden und das Rad nach innen gedrückt wird, bevor die Fahrgastzelle auf die IIHS Small Overlap Barriere trifft.

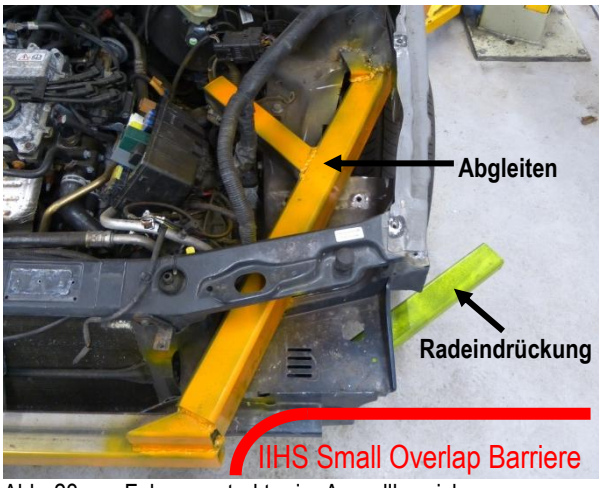

Abb. 23 Fahrzeugstruktur im Anprallbereich

Das Fahrzeug trifft mit 65.2 km/h und einer Überdeckung von 25% auf die IIHS Small Overlap Barriere. Zu Beginn streift das Fahrzeug bis auf das zusätzlich eingebaute Profil mit dem linken Längsholm entlang der Barriere. Dabei wird wesentlich mehr Energie abgebaut als bei den Tests DTC 149 oder 150. Mit der modifizierten Struktur beginnt das Fahrzeug auf der IIHS Small Overlap Barriere abzugleiten und das Rad wird vorne nach innen gedrückt. Die Rückhaltesysteme wie Airbag und Gurtstraffer haben ausgelöst.

Abb. 24 Die Frontstruktur wird durch die Verstärkungen von der Barriere weggedrückt

Durch das Abgleiten des Fahrzeugs an der Barriere kann die Fahrgastzelle nicht verhaken und wird daher nur geringfügig deformiert. Diese kann auf den alten Modelljahrgang zurückgeführt werden.

Der Fahrerdummy bewegt sich in Folge der Fahrzeugbewegung nach schräg vorne aussen.

Das Fahrzeug baut durch das Abgleiten nur einen Teil der Energie ab und weist nach der Kollision noch eine Restgeschwindigkeit von 30 km/h auf.

Abb. 25 Veränderte Abgleitkinematik

Durch das Abgleiten des Fahrzeuges an der IIHS Small Overlap Barriere ist die Fahrgastzelle weitestgehend intakt geblieben. Weiter konnte verhindert werden, dass das linke Vorderrad verhakt und abreisst. Dabei ist anzumerken, dass die Struktur des Fahrzeuges aufgrund seines alten Modelljahrganges nicht für den Euro-NCAP ausgelegt ist (Vergleich Abb. 8 bis 10).

Aufgrund der Querbewegung des Fahrzeuges und der Querbewegung des Dummys, hat dieser den Frontairbag nicht getroffen. Das verwendete Fahrzeug war mit Airbags der ersten Generation und ohne Seitenairbags ausgestattet. Die gemessenen Belastungen lagen, verglichen mit den vorangehenden Crashtests, generell am ganzen Körper am tiefsten und deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten.

Abb. 26 Weitgehend intakte Fahrgastzelle und Fussraum

Abb. 27 Der Frontairbag wird beim Abgleiten nicht getroffen

7 Interpretation und Auswertung

7.1 IIHS Small Overlap Crash (DTC 150) im Vergleich zur Gegenverkehrskollision (DTC 151)

Die beiden linken Längsholme der Fahrzeuge haben sich in beiden Kollisionsarten aufgrund der geringen Überdeckung von 25 % nicht abstützen können und waren damit an der Energieabsorption nicht beteiligt. Beim Renault Scénic II wurde auch der obere Längsträger unterhalb des Kotflügels kaum deformiert. Ein harter Anprall auf die Fahrgastzelle im unteren Bereich der A-Säule wurde in der Gegenverkehrskollision nicht beobachtet. Trotzdem konnte die Anprallenergie, bis sich die Fahrgastzelle beteiligt hat respektive bis zum Abgleiten, soweit abgebaut werden, so dass der Überlebensraum für die Insassen weitestgehend intakt geblieben ist. In der Tendenz sind die Strukturbelastungen der Gegenverkehrskollision (DTC 151) mit denen aus dem IIHS small overlap Crashtest (DTC 150) mit 64 km/h vergleichbar. Aufgrund des Abgleitens und des damit fehlenden Anpralls der Fahrgastzelle auf den Landrover Freelander (DTC 151) sind sowohl die Deformationen als auch die Insassenbelastungen bei dieser Gegenverkehrskollision zwischen den beiden Personenwagen ab dem Becken und den unteren Extremitäten deutlich tiefer ausgefallen, als beim Anprall an die starre Barriere.

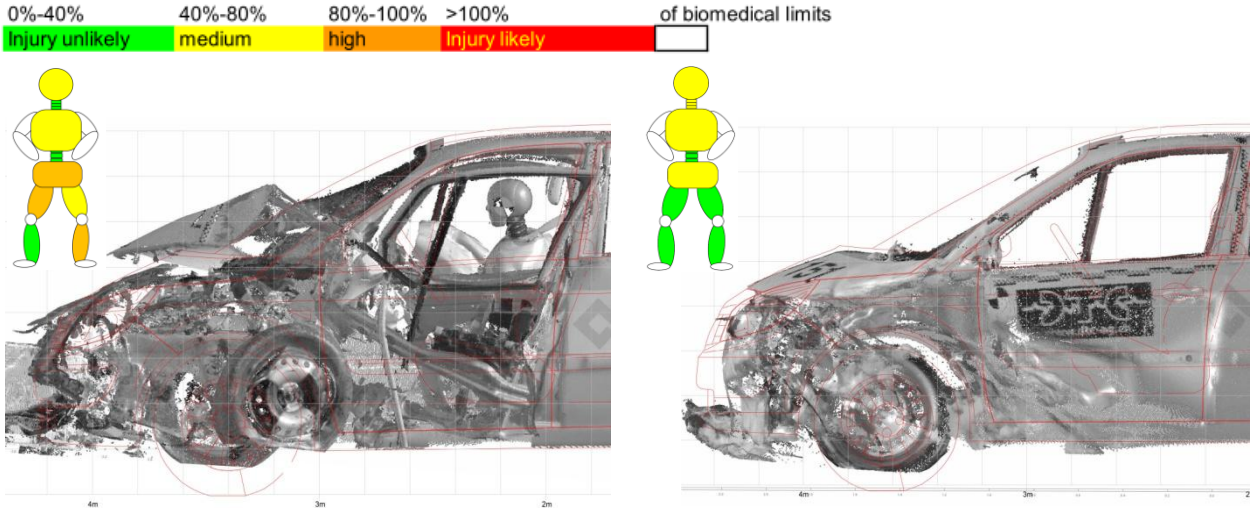

Abb. 28 Fahrgastzelle nach IIHS Small Overlap Crash DTC 150

Abb. 29 Fahrgastzelle nach Gegenverkehrskollision DTC 151

Die Anprallgeschwindigkeit beim IIHS Small Overlap Crashtest gegen die starre Barriere ist im Vergleich zur Gegenverkehrskollision zwischen einem Renault Scénic II und einem Landrover Freelander zu hoch angesetzt.

7.2 IHS Small Overlap Crash mit reduzierter Geschwindigkeit (DTC 149) im Vergleich zur Gegenverkehrskollision (DTC 151)

Der Renault Scénic II hat beim IIHS Small Overlap Crashtest mit reduzierter Geschwindigkeit an der Barriere verhakt. Der linke Längsholm wurde durch die starre Barriere nicht getroffen. Der obere Längsträger unterhalb des Kotflügels wurde, im Unterschied zu der Gegenverkehrskollision (DTC 151) mit dem Landrover Freelander, komplett deformiert. Trotz der geringen Überdeckung konnte die Anprallenergie bis an die Fahrgastzelle grösstenteils abgebaut werden, so dass der Überlebensraum für die Insassen weitestgehend intakt geblieben ist. Ähnlich wie bei der Gegenverkehrskollision (DTC 151) wurde durch das abgerissene Rad der Fussraum fahrerseitig leicht deformiert.

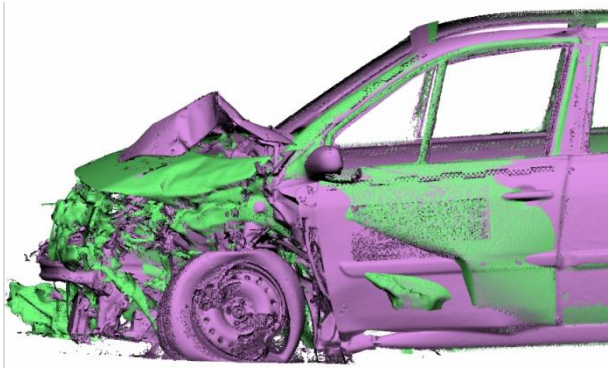

Abb. 30 Überlagerung der beiden Fahrzeugdeformationen Gegenverkehr DTC 149 (grün) und IIHS Barriere DTC 151 (violett)

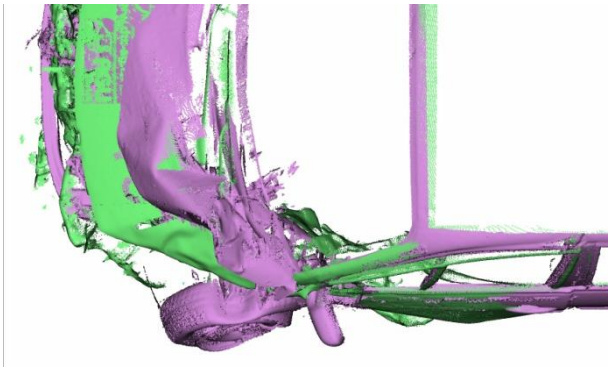

Abb. 31 Ansicht von oben

Am Fahrerdummy wurden am linken Bein leicht höhere Belastungen gemessen, als am rechten Bein. Die gemessenen Belastungen lagen bei beiden Tests am ganzen Körper deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten. Einzig die 3 ms Beschleunigung am Kopf lag, verglichen mit der Gegenverkehrskollision, geringfügig höher. Dies dürfte einerseits durch die höhere kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung und andererseits durch die höhere Rotation des Fahrzeugs um die z-Achse (DTC 149: 11.0° / DTC 151: 5.2°) und damit einer ungünstigeren Abstützung des Kopfes auf dem Fahrerairbag begründet sein.

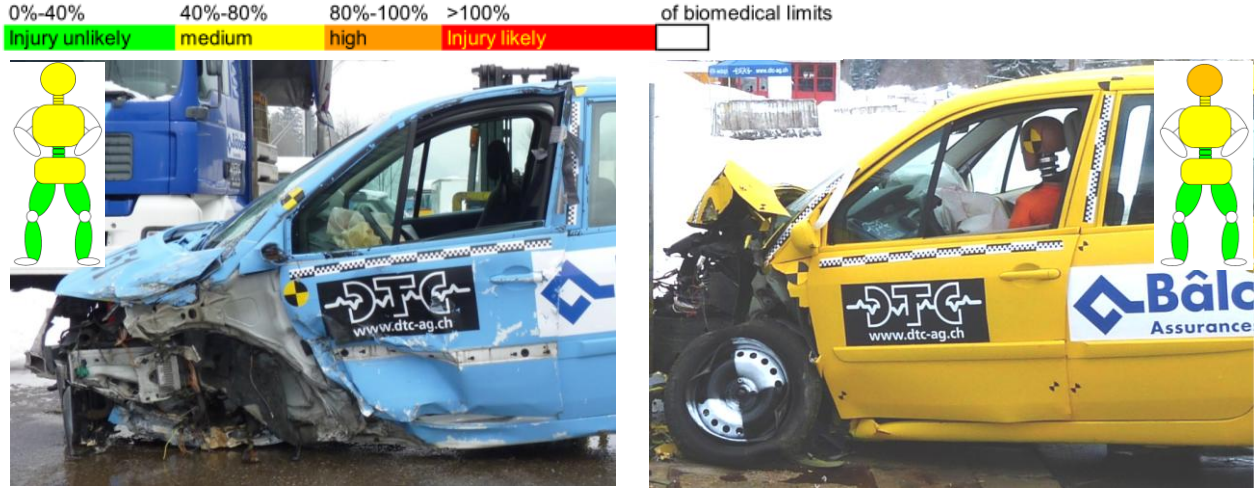

Abb. 32 Fahrgastzelle nach Gegenverkehrskollision DTC 151

Abb. 33 Fahrgastzelle nach IIHS Small Overlap Crash mit reduzierter Geschwindigkeit DTC 149

Der Crashtest DTC 149 hat gezeigt, dass sowohl die Struktur- als auch die Insassenbelastung einer Gegenverkehrskollision zwischen dem Renault Scénic II und einem Landrover Freelander an der starren IIHS Barriere simuliert werden kann. Für den Renault Scénic II müsste dafür die Anprallgeschwindigkeit auf 46 km/h reduziert werden.

7.3 Abgleiten (DTC 152) im Vergleich zur Energieabsorption an der starren Barriere (DTC 149 & DTC 150)

Der Ford Mondeo ist durch die zusätzlich eingebauten Strukturteile an der IIHS Small Overlap Barriere nach Deformation der Frontstruktur abgeglitten. Ein harter Anprall auf die Fahrgastzelle im unteren Bereich der A-Säule hat nicht stattgefunden, so dass der Überlebensraum für die Insassen weitestgehend intakt geblieben ist. Airbag sowie Gurtstraffer haben ausgelöst. Die Rückhaltesysteme können ihre Schutzwirkung aber nur bedingt entfalten. Durch das schlagartige Abgleiten des Fahrzeugs und der daraus resultierenden lateralen Verschiebung des Fahrerzeugs verfehlt der Fahrerdummy auf Grund seiner Trägheit den Frontairbag. Dank der Gurtrückhaltung trifft der Kopf dabei aber nicht auf die Armaturentafel oder die Fahrzeugstruktur. Im Vergleich zum Renault Scénic II weist der Ford Mondeo deutlich engere Platzverhältnisse im Fussraum auf. Daher wurden am Fahrerdummy an beiden Beinen leicht erhöhte Belastungen gemessen. Die gemessenen Belastungen lagen am ganzen Körper am tiefsten und deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten.

Aufgrund des Abgleitens und des damit fehlenden Anpralls der Fahrgastzelle auf die Small Overlap Barriere sind die Deformationen und die Insassenbelastungen bei der Kollision deutlich tiefer ausgefallen als bei den Crashtests DTC 149 und DTC 150, bei welchen die Fahrzeuge mit der IIHS Small Overlap Barriere verhakt haben.

Abb. 34 Fahrgastzelle nach IIHS Small Overlap Crash mit Abgleiten DTC 152

Abb. 35 Fahrgastzelle nach IIHS Small Overlap Crash mit reduzierter Geschwindigkeit DTC 149

Abb. 36 Fahrgastzelle nach IIHS Small Overlap Crash DTC 150

Der modifizierte Ford Mondeo hat beim Abgleiten an der IIHS Barriere ein ähnliches Verhalten gezeigt, wie bei Anprallprüfungen an Schutzplanken oder Anpralldämpfern. Diese spezifischen Auswertungen haben folgende Werte ergeben:

Anprallversuch	*Anprallheftigkeit ASI*	*Kopfanprallgeschwindigkeit THIV*
Grenzwerte	A: 0 – 1.0 B: 1.0 – 1.4 C: 1.5 – 1.9	max. 33.0 km/ h für Schutzplanken max. 44.0 km/h für Anpralldämpfer
Abgleiten DTC 152	1.6 = C	39.1 km/h = Anpralldämpfer erfüllt
IIHS DTC 150	2.0 = nicht erfüllt	51.4 km/h = nicht erfüllt

Während die vorgegebenen Grenzwerte für Schutzplankenversuche bei der Verhakung mit der starren Barriere (DTC 150) deutlich überschritten werden, können diese beim Abgleiten (DTC 152) eingehalten werden.

Wie die konstruktiven Massnahmen, welche ein Abgleiten des Fahrzeugs beim Small Overlap Crashtest ermöglichen in die Frontstrukturen integriert werden können, ist typspezifisch durch die Fahrzeughersteller zu bestimmen. Dabei muss sichergestellt werden, dass durch die Strukturanpassungen für andere Unfallkonstellationen nicht nachteilige Effekte haben. Durch die seitliche Bewegung des Fahrzeugs wird der Frontairbag nicht mehr optimal getroffen. Ein Seitenairbag wäre als erste Schutzmassnahme

möglicherweise wirkungsvoller. Allenfalls müsste aber der Kontakt mit der Armaturentafel und der A-Säule durch einen entsprechenden Airbag unterbunden werden.

Nach der Primärkollision hat das Fahrzeug immer noch kinetische Energie, und schleudert womöglich auf der Fahrbahn weiter. Für eine zweite Kollision wären dann die bereits aktivierten, passiven Sicherheitseinrichtungen verbraucht und nicht mehr oder nur noch ungenügend verfügbar. Mehrfach verwendbare Gurtstraffer und Airbags könnten eventuell Abhilfe schaffen. Die Crashtests haben gezeigt, dass die Fahrzeugbatterie bereits sehr früh abgetrennt werden kann. Beim Abtrennen der Batterie sind heutige Airbagsteuergeräte nur noch sehr kurze Zeit aktiv. Auch wenn der Seitenairbag rechts noch einsatzbereit wäre, müsste dieser bei einer zweiten Kollision Sekunden nach dem Primäranprall noch gezündet werden können.

Da das Fahrzeug nach dem Primäranprall noch eine beachtliche Geschwindigkeit hat und mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr gelenkt werden kann, müsste die Fahrzeugbremse automatisch ansprechen und das Fahrzeug schnellstmöglich zum Stillstand bringen.

8 Schlusswort

Die Untersuchungen zeigen deutlich, dass der Small Overlap Crashtest gewisse Lücken in der Auslegung passiver Sicherheitskonzepte heutiger Fahrzeuge aufdeckt. Die realen Unfallzahlen, Unfallbilder und Opferzahlen untermauern die Relevanz einer solchen Anprallkonstellation. Die durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass eine Gegenverkehrskollision zwischen zwei Fahrzeugen an der starren IIHS Barriere genügend genau reproduziert werden kann. Die angesetzte hohe Kollisionsgeschwindigkeit des IIHS Versuchs wird durch die Realunfälle in gewisser Weise bestätigt. Um die geringe Überdeckung bei so hoher Geschwindigkeit an der starren Barriere energetisch und strukturell sinnvoll zu handhaben, ohne die Fahrzeuge für andere, ebenso häufige Kollisionsarten zu verschlechtern, scheint die Strategie des Abgleitens aus heutiger Sicht als zielführend. Der Insassenschutz könnte damit auf weitere Situationen ausgedehnt werden.