

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

Empfohlene Verfahren zur Bewertung von Verletzungsrisiken von Insassen durch das Auslösen von Seitenairbags

Prepared by

The Side Airbag Out-of-Position Injury Technical Working Group

(A joint project of Alliance, AIAM, AORC, and IIHS)

Adrian K. Lund (IIHS), Chairman

(First Revision – July 2003)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Einführung	5
1.1 Historischer Hintergrund	5
1.2 Informationsgrundlage der TWG	7
2 Geltungsbereich der Empfehlungen	9
2.1 Probleme, die von der TWG nicht berücksichtigt wurden	10
3 Empfehlungen	10
3.1 Testvorrichtungen (Dummies)	11
3.1.1. 3-jähriger Hybrid-III-Kinderdummy	12
3.1.2. 6-jähriger Hybrid-III-Kinderdummy	12
3.1.3. SID-II-Dummies	12
3.1.4. Hybrid-III-5%-Frau	12
3.1.5. Arm mit Messeinrichtung für eine 5%-Frau	14
3.1.6. Vorbereitung des Dummies für Seitenairbagtests	14
3.1.6.1. Allgemeines	14
3.1.6.2. Dummy-Testtemperatur	14
3.1.6.3. Messeinrichtungen	14
3.1.6.3.1. Allgemeines	14
3.1.6.3.2. Elektrische Erdung	15
3.2 Verletzungswerte (Injury Values)	15
3.2.1. Dummy-Reference-Values	16
3.2.1.1. Kopfverletzungen	16
3.2.1.2. Nackenverletzungen	17
3.2.1.3. Thoraxverletzungen	18
3.3 Versuchsdurchführungen	19
3.3.1. Allgemeines Verfahren zur Vorbereitung der Sitze	20
3.3.2. Deaktivierungssysteme (Suppression Systems)	20
3.3.3. Tests für Seitenairbags, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten (Seat-Mounted Airbags)	22
3.3.3.1. Forward Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)	22
3.3.3.2. Rearward Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Seat Mounted Airbags)	24
3.3.3.3. Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat with Head on Armrest (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)	26
3.3.3.4. Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat (Passenger Positions with Seat Mounted Airbags)	28
3.3.3.5. Forward Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)	29
3.3.3.6. Inboard Facing SID-IIs (Driver and Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)	31
3.3.3.7. SID-IIs with Instrumented Arm on Armrest (Driver and Passenger Positions with Seat-Mounted or Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)	33
3.3.4. Tests für türintegrierte (door/quarter panel-mounted) Airbags	34
3.3.4.1. Outboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)	34
3.3.4.2. Inboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)	36
3.3.4.3. Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat with Head on Armrest	36

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

3.3.4.4	(Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags).....	38
	Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)	40
3.3.4.5	Forward Facing SID-IIIs (Driver and Passenger Positions with Door/ Quarter Panel-Mounted Airbags)	41
3.3.5	Tests für Kopfairbags (Roof-Rail-Mounted Airbags)	42
3.3.5.1	Inboard Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)	42
3.3.5.2	Forward Facing SID-IIIs on Raised Seat (Driver and Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)	44
3.3.5.3	Inboard Facing SID-IIIs on Raised Seat (Driver and Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)	45
Literaturhinweise	46
Anhang A - Dummy Research Values	48	
A.1	Nackenverletzungen.....	48
A.1.1	Kraftaufnehmer am oberen Nacken.....	48
A.1.2	Kraftaufnehmer am unteren Nacken.....	49
A.2	Thoraxverletzungen.....	50
A.3	Unterleibs- und Beckenverletzungen.....	50
A.4	Armverletzungen	51
Anhang B - Brustauslenkungsgeschwindigkeit (Eindringgeschwindigkeit): Errechnung durch Integration von Beschleunigungsdifferenzen.....	52	

Vorwort

Dieser Bericht informiert über die Beratungen der technischen Arbeitsgruppe (nachfolgend TWG = Technical Working Group genannt), die sich mit den durch Seitenairbags ausgelösten Extremverletzungen befasst. Die TWG wurde gesponsort durch: Alliance of Automobile Manufacturers; Association of International Automobile Manufacturers; Automotive Occupant Restraints Council; Insurance Institute for Highway Safety. Das Ziel der TWG bestand einerseits darin, ein allgemeines Verständnis über die Risiken zu vermitteln, die mit dem Einsatz von Seitenairbags verbunden sind, und andererseits darin Wege und Möglichkeiten zur Reduzierung dieser Risiken zu finden. Der Bericht beinhaltet hauptsächlich eine ganze Reihe von Verfahren, die zur Bewertung der Risiken, die von Seitenairbags ausgehen empfohlen werden (ab Abschnitt 3). Im einleitenden Teil liefern wir Hintergrundinformationen über die Entstehung, die Ziele und Abgrenzung des Aufgabengebietes der TWG. Darüber hinaus betrachten wir die Bestimmungsgrundlage der TWG, einschließlich der Daten und Anschauungsweisen, welche die Entwicklung der empfohlenen Verfahren bestimmten.

Die Mitglieder der TWG erwarten, dass die Hersteller und Zulieferer zukünftiger Airbagssysteme den Empfehlungen Folge leisten. Wir sind sicher, dass bei Einhaltung dieser Empfehlungen das bereits geringe Verletzungsrisiko, das von Seitenairbags ausgeht, weiter reduziert wird. Jedoch sind, was die Bemühungen der TWG angeht, drei Einschränkungen zu machen, denen besondere Beachtung zukommen sollte:

- Es besteht immer ein gewisses Verletzungsrisiko beim Einsatz von aufblasbaren Rückhaltesystemen, die das Verletzungsrisiko beim Seitenaufprall reduzieren. Die TWG liefert die derzeit besten Informationen darüber, wie die Risiken von schweren Verletzungen, die durch das Aufblasen des Airbags gegeben sind ermittelt werden können. Aus der Arbeit der Gruppe geht hervor, dass die Verletzungsrisiken sehr gering sind, dass aber immer ein gewisses Restrisiko bestehen bleibt.
- Das wissenschaftliche Verständnis bezüglich potenzieller OOP-Verletzungsrisiken ist nicht immer dasselbe. Die Wissenschaftler haben ein größeres Vertrauen in die Verlässlichkeit einiger Verletzungswerte (Injury Values) aus diesem Bericht als in andere hier aufgeführte Verletzungswerte. Die TWG befürchtet, dass das Vertrauen in einige Injury Values mit geringer wissenschaftlicher Grundlage zu Verzögerungen bei der Entwicklung von Seitenairbagssystemen führen könnte, oder sogar zur völligen Verwerfung solcher Projekte, die hinsichtlich der Reduzierung der Verletzungsrisiken bei schweren Seitenkollisionen viel versprechend sind.
- Forschungen über Verletzungen, die durch das Entfalten von Seitenairbags davongetragen werden, werden fortwährend und global durchgeführt. Die abschließenden Empfehlungen müssten überarbeitet werden, sobald neue Informationen vorliegen. Die Sponsoren haben vereinbart, dass die TWG in regelmäßigen Abständen zusammenkommen wird, um sich über die Eignung der Empfehlungen zu beratschlagen.

1 Einführung

Airbags zum Schutz von Insassen bei Unfällen mit Seitenauftreff sind im Automobilsektor auf dem Vormarsch. Seitenairbags können helfen schwere Verletzungen bei Unfällen mit Seitenauftreff zu reduzieren. Dies vermögen insbesondere solche Airbags, die zwischen den Köpfen der Insassen und äußeren Gegenständen, die während des Auftralls in die Fahrgastzelle eindringen, wie z. B. Bäume, Pfähle oder andere Fahrzeuge. Im Jahr 1998 gab es 9482 Todesfälle mit Pkws, die in Unfälle mit Seitenkollisionen verwickelt waren. Darunter fallen 2891 Personen, die bei Einzelunfällen ums Leben kamen und 6591 Personen, die bei Massenkarambolagen starben. Pkw-Insassen sind gerade dann besonders gefährdet, wenn ihr Auto mit großen und hohen Fahrzeugen seitlich kollidiert. Seitenairbags können dieser Gefahr sehr gut entgegenwirken, gerade hinsichtlich der wachsenden Beliebtheit von SUVs und ähnlichen Fahrzeugen.

Airbags haben jedoch auch den Nebeneffekt, dass sie während des Unfalls auch Energie freisetzen. Dies erhöht unter gewissen Umständen eher die Verletzungswahrscheinlichkeit statt sie zu verringern. Dies wird bei Insassen normalerweise OOP (Out-of-position)-Situation genannt. Bei OOP-Insassen ereigneten sich durch den Einsatz von Frontairbags 150 Unfälle mit Todesfolge. Bei diesen Unfällen war die Geschwindigkeit jedoch so gering, dass lediglich leichte oder mittelschwere Verletzungen ohne den Einsatz von Airbags zu erwarten gewesen wären. Die Daten der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) zeigen auf, dass die Häufigkeit dieser Verletzungen abnimmt, da die Airbagausführungen ständig verbessert werden, und die Insassen zunehmend risikobewusster werden. Das heißt, die Menschen ergreifen häufiger Maßnahmen, um diese Risiken zu minimieren (z. B. sich anschnallen oder die Kinder auf dem Rücksitz unterbringen). Obwohl sich bis heute noch keine Todesfälle oder schweren Verletzungen durch den Einsatz von Seitenairbags ereignet haben, ist es zwingend erforderlich, dass die Automobilhersteller und die Bereiche, die für die Sicherheit zuständig sind, Maßnahmen ergreifen, welche zur Minimierung der möglichen negativen Begleiterscheinungen von Seitenairbags führen, die in Neufahrzeugen verbaut werden.

1.1 Historischer Hintergrund

Die TWG wurde ins Leben gerufen um das oben genannte Ziel zu erreichen. Alles fing damit an, dass Bedenken laut wurden hinsichtlich der Kraft, mit der Seitenairbags auslösen. So stießen die Gefahren, die von Seitenairbags ausgehen auf öffentliches Interesse. Die NHTSA, die ebenfalls Informationen über Seitenairbags zusammentrug, beraumte für den 19. April 1999 eine öffentliche Tagung an, um über die Angelegenheit zu diskutieren. Am 15. April 1999, kurz vor der öffentlichen Tagung, erhielt die NHTSA vom Zentrum für automobile Sicherheit (Center for Auto Safety) eine Petition mit der Anfrage an die Behörde, geregelte Prüfungsanforderungen zu entwickeln, die gewährleisten können, dass Seitenairbags für Fahrzeuginsassen keine Gefahren darstellen.

Auf der öffentlichen Versammlung am 19. April wurden weitere Testergebnisse vorgestellt, welche bewiesen, dass OOP-Insassen großen Kräften ausgesetzt sein können. Bedenken hinsichtlich dieser Testergebnisse wurden jedoch durch andere Crashversuchsdaten kompensiert, die zeigten, dass Seitenairbags Unfallverletzungen in entscheidendem Maße vorbeugen können. Des Weiteren enthielten Forschungsprogramme über reale Unfälle (gesponsort durch NHTSA und Transport Canada) Fälle von schweren Unfällen, bei denen Seitenairbags anscheinend schwere Verletzungen verhinderten. Keine der Organisationen hat bis heute irgendwelche Fälle nachweisen können, bei denen Seitenairbags schwere

*Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags*

Verletzungen oder Todesfälle verursacht haben. Die meisten Teilnehmer des Treffens erkannten dennoch die Notwendigkeit, Informationen über die neue Seitenairbag-Technologie und die vielversprechenden Verfahren zur Bewertung ihres Gefahrenpotentials gegenüber OOP-Insassen koordinieren zu müssen.

Am 21. Mai 1999 sendete der Chef der NHTSA, Dr. Ricardo Martinez, einen Brief an die Alliance of Automobile Manufacturers (Alliance) und an die Association of International Automobile Manufacturers (AIAM) mit der Aufforderung, dass die Industrie staatliche Normen erarbeiten solle, nach denen sich ihre Mitgliedsfirmen bei der Entwicklung zukünftiger Seitenairbagsysteme richten würden, so dass von den Seitenairbags keine großen Verletzungsgefahren ausgehen sollen. Dr. Martinez führte außerdem an, dass die Beratungen folgendermaßen ausgerichtet sein sollen:

- hardwareübergreifend und umfassend gegenüber potenziellen Gefahren
- offen für alle Interessengruppen, und
- termingerecht

Daraufhin wendeten sich die Alliance und die AIAM an das Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) und den Automotive Occupant Restraints Council (AORC), mit der Bitte sie beim Sponsoren einer TWG zu unterstützen, die sich aus Unfallsicherheitsexperten und Fachleuten für Biomechanik zusammensetzen sollte, um empfohlene Verfahren und Leistungsanforderungen zu entwickeln. Mit dem Beitritt des AORC war gewährleistet, dass die Airbag-Zuliefererindustrie, die über eigenes Fachwissen verfügt, eine gewichtige Stimme bei den Beratungen innehatte. Das IIHS bekam das Angebot den Vorsitz über die TWG zu führen, teilweise wegen ihrer Beteiligung bei der Analysierung von OOP-Problemen in Zusammenhang mit Frontairbags, und aufgrund ihrer Unabhängigkeit gegenüber der Autoindustrie und den Zulieferern.

Das erste Treffen der TWG fand am 21. Juli 1999 in der Region Detroit im US-Bundesstaat Michigan statt. Zu den Organisationen und Firmen, die an diesem und nachfolgenden Treffen teilnahmen, gehörten: Alliance, AIAM, AORC, Autoliv, BMW, Bosch, Breed, DaimlerChrysler, Delphi, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, IIHS, Dale Kardos und Associates, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Porsche, Simula, Subaru, Takata, Toyota, TRW und Volkswagen. Es waren also Automobilhersteller und Zulieferer vertreten. Die TWG lud außerdem die NHTSA und Transport Canada ein an dem Treffen teilzunehmen, damit der Erfahrungsschatz von diesen beiden Regierungsorganisationen in die Beratungen miteinfließen konnte. Aufgrund ihres technischen Backgrounds und ihrer Beziehungen zu anderen Prüfungsorganisationen und Verbraucherinformations-Organisationen gehörten letztlich auch die Nationwide Insurance und die George Washington Universität der TWG an. Die Zusammensetzung der TWG war breit gefächert. Die Bedingung war jedoch, dass Mitwirkende, die nicht den beteiligten Industriezweigen angehörten, über technisches Hintergrundwissen verfügen sollten um an den Diskussionen teilnehmen zu können. Frau Erika Jones (Fa. Mayer, Brown und Platt) und Herr Charles Lockwood waren auf Bitten der Alliance bei einigen Treffen vertreten, um über das Kartellrecht und andere Rechtsfragen, die sich durch die Aktivitäten der TWG ergeben könnten, zu informieren.

1.2 Informationsgrundlage der TWG

Bei den Beratungen konnte die TWG sehr stark von der fachlichen Kompetenz ihrer Mitglieder profitieren.

- Die Mitglieder der Arbeitsgruppe 3 der ISO (technische Kommission 22, Unterkommission 10), die ebenfalls Verfahren zur Beurteilung von Seitenairbags entwickelten, informierten die TWG über dort verlaufende parallele Aktivitäten. Die bisherige Arbeit der ISO-Gruppe verhalf der TWG zu einem Vorsprung bei ihren Überlegungen bezüglich der Testverfahren. Aufgrund von Versuchsdaten, die der TWG von Transport Canada zur Verfügung gestellt wurden, wurden jedoch mehrere Versuchspositionen durch neue Positionen ersetzt, die realistischer und geeigneter erschienen um potenziell gefährliche Seitenairbags zu „entlarven“. Die TWG geht davon aus, dass die ISO-Testverfahren (TR 14933) modifiziert wurden um sie an die hier empfohlenen Verfahren anzupassen. Mehrere Autohersteller haben im Rahmen der Aktivitäten der ISO-Arbeitsgruppe 3 Tests mit verschiedenen Kinderdummys durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Tests spielten bei der von der TWG getroffenen Auswahl und Spezifikation von Testdummys in ihren Empfehlungen eine wichtige Rolle.
- Die Airbag-Zulieferfirmen informierten die TWG über ihre Anstrengungen bei der Entwicklung von Seitenairbags, welche die in Betracht gezogenen Bedingungen erfüllten. Eine wichtige Folge dessen ist der Zusammenhang zwischen der erwarteten Effektivität von Seitenairbags bei schweren Crashes und den Gefahren von OOP-Verletzungen. Die Zulieferer ließen verlauten, dass sie Seitenairbag-Prototypen entwickeln wollten, welche die OOP-Testkriterien erfüllen würden, die jedoch deutlich weniger Entfaltungskraft hätten. Es gab z. B. keine Einschätzungen darüber, bis zu welchem Grad die Effektivität von Seitenairbags eingeschränkt ist, da keine vergleichenden Tests durchgeführt wurden. Die Zulieferer gaben bekannt, dass man sie aufgefordert hat zu veranschaulichen, dass neue Seitenairbag-Ausführungen den gesetzlichen Vorschriften (FMVSS 214 compliance test) entsprechen oder dass sie bei dem Lateral Impact New Car Assessment Program (LINCAP) gute Ergebnisse erzielen. Sie wurden außerdem aufgefordert zu zeigen, dass die neuen Seitenairbags den Anforderungen der OOP-Tests entsprechen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Reproduzierbarkeit von Testergebnissen. Eine hohe Reproduzierbarkeit (oder geringe Variabilität) der Testergebnisse ist für die Entwickler von Airbagsystemen notwendig um sicher zu sein, dass niedrige Werte bei einem Test auch auf niedrige Werte bei nachfolgenden Tests schließen lassen. Je mehr die Testergebnisse schwanken, desto schwieriger wird es der Leistungsfähigkeit eines Systems hinsichtlich eines bestimmten Verletzungskriteriums zu vertrauen. Aus den Informationen der Zulieferer geht hervor, dass einige Tests über Nackenverletzungen, die Bestandteil der aktuellen Empfehlungen sind, eine relativ geringe Reproduzierbarkeit haben. Dies bedeutet, dass es notwendig wäre Seitenairbags zu entwickeln, die weit unterhalb sämtlicher Verletzungsschwellen (injury thresholds) liegen, damit ein Hersteller sicherstellen kann, dass die meisten in Massenproduktion gefertigten Airbags das Verletzungskriterium erfüllen. Die Zulieferer betonen häufig: hält man bei OOP-Tests die Verletzungsrisiken zu gering, dann reduziert man bei realen Crashes stark die Effektivität von Seitenairbags, da die Auslösekräfte sehr niedrig gewählt sind.

- Die NHTSA berichtete über ihre Crashforschungen mit Fahrzeugen, die mit Seitenairbags ausgestattet waren. Die Behörde hat, wie bei den Frontairbags, konzentriert daran gearbeitet reale Crashes mit Seitenairbags zu überwachen, um so früh wie möglich über irgendwelche

bedauerlichen Zwischenfälle informiert zu sein. Ab Oktober untersuchte die Behörde 37 Crashes von Fahrzeugen mit Seitenairbags. Die Untersuchung dieser Unfälle zeigt, dass diejenigen Seitenairbags, die bereits in Fahrzeugen verbaut sind unter realen Bedingungen gut funktionieren. Es zeigte sich, dass Seitenairbags in vielen Fällen schwere oder tödliche Verletzungen verhindert haben. Es sind auch zwei Fälle bekannt, bei denen Kinder beteiligt waren. Bis jetzt gab es noch keinen Insassen, der durch das Auslösen eines Seitenairbags tödliche Verletzungen davongetragen hat. Die Ursache aller tödlichen Unfälle bei diesen Seitencrashes war das zu massive Eindringen von äußeren Gegenständen in die Fahrgastzelle. Eine schwere Verletzung eines 76-jährigen Fahrers war wohl durch einen Seitenairbag ausgelöst worden, obwohl über die wahre Ursache mit dem CIREN-Team, welches die Untersuchung veranlasste, immer noch diskutiert wird. Seitenairbags verursachen einige Verletzungen, die jedoch in der Regel leicht bis mittelschwer sind. Insgesamt haben die Erfahrungen, die mit realen Crashes gesammelt wurden gezeigt, dass zurzeit keine ernsthaften Probleme mit Seitenairbags bestehen. Die Zahl der Auslösungen von Seitenairbags ist immer noch sehr gering.

- Transport Canada hat zahlreiche Crashtests und statische Entfaltungsversuche mit Seitenairbags durchgeführt, um sowohl die OOP-Verletzungsgefahren, als auch die Effektivität von Seitenairbags bei schweren Seitencrashes zu untersuchen. Die TWG hat entschieden, zwei der OOP-Tests mit Kindern, die ursprünglich von der Arbeitsgruppe 3 der ISO vorgeschlagen wurden, durch zwei von Transport Canada entwickelte Tests zu ersetzen. Es stellte sich heraus, dass diese Tests, die die OOP-Verletzungsgefahr durch Seitenairbags, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten untersuchen sollten, sich für die Untersuchung gefährlicher Sitzpositionen eigneten. Die Tests wurden von Transport Canada sorgfältig beschrieben.
Transport Canada hat auch einige groß angelegten Seitencrashtests mit Fahrzeugen, die mit Seitenairbags ausgestattet waren durchgeführt. Diese Tests, bei denen das Auto mit einem Nutzfahrzeug seitlich kollidiert, demonstrieren die eindrucksvolle Leistungsfähigkeit der Seitenairbagsysteme. Bei einem Test wurde einem Kinderdummy auf dem Rücksitz eines Fahrzeugs, das im Fond mit Seitenairbags ausgestattet war, umfassend Schutz geboten. Der Seitenairbag verhinderte, dass der Kopf des Kinderdummies gegen die harten seitlichen Fahrzeugstrukturteile der hinteren Tür schlug.
- Anerkannte internationale Experten aus dem Bereich Spezifikation und Quantifizierung von Verletzungsgefahren, denen man durch die bei Fahrzeugcrashes freiwerdenden Kräfte ausgesetzt ist, schlossen sich der TWG an. Ein Problem, dem sich die TWG stellen musste, bestand darin, Testmethoden für Verletzungsgefahren festzulegen, denen solche Dummies ausgesetzt sind, die nicht auf die Testbedingungen hin konzipiert wurden. Bei einigen Tests werden z. B. Crashtest-Dummies für Frontalkollisionen verwendet, um die Gefahren von Airbags einzuschätzen, die sich in seitliche Körperteile hinein entfalten.
Die Anwesenheit von Experten bewirkte, dass die Probleme, die mit dem Einsatz der Dummies verbunden sind, der TWG direkt vor Augen geführt werden konnten. Des Weiteren wurden sinnvolle Empfehlungen geliefert für ihre Verwendung bei der Beurteilung der Risiken von OOP-Verletzungen durch Seitenairbags.

2 Geltungsbereich der Empfehlungen

Seitenairbags sind aufblasbare Vorrichtungen, die einen Beitrag leisten sollen zur Reduzierung der Verletzungsgefahr bei Crashes mit Fahrzeuginsassen, die sich in unmittelbarer Nähe der beschädigten Stelle des Fahrzeugs befinden. Seitenairbags funktionieren folgendermaßen: ein aufblasbarer Luftsack entfaltet sich zwischen den Fahrzeuginsassen und den seitlichen Fahrzeugstrukturteilen. Der Luftsack wird durch das andere Unfallfahrzeug oder durch Objekte am Straßenrand, wie z. B. Bäume oder Pfähle gegen den Insassen gepresst. Während der Airbagentfaltung setzt ein Airbag sehr viel Energie frei, was bedeutet, dass zwischen dem sich entfaltenden Airbag und dem am nächsten positionierten Insassen starke Kräfte wirken. Die aufeinander einwirkenden Kräfte können stärker sein als vom Airbagentwickler vorgesehen, und zwar dann, wenn der Insasse auch nur teilweise den Weg des sich entfaltenden Airbags versperrt. Diese Kräfte können schon auf einen normal positionierten Insassen wirken, wenn dessen äußerer Arm sich etwa in der Nähe eines Seitenairbags befindet. Insassen, die eine normale Sitzhaltung einnehmen, können durch Handlungsweisen vor dem Unfall wie z. B. scharfes Bremsen oder heftige Lenkbewegungen unfreiwillig in eine OOP-Position gebracht werden. Letztlich nehmen einige Fahrzeuginsassen beim Fahren andere als die normal üblichen Sitzpositionen ein. Ein Insasse, der mit seinem Kopf schlafend an der Fahrzeugtür lehnt, wird die Kräfte von Seitenairbags anders zu spüren bekommen als ein Insasse, der eine normale Sitzhaltung einnimmt. Die TWG berücksichtigt diese Umstände bei der Beurteilung von Seitenairbagsystemen. Es können auch Umstände auftreten, die für die Überlegungen der TWG keine Rolle spielen. So könnten z. B. unangeschnallte Insassen bei einem Unfall, bei dem sich das Fahrzeug überschlägt, andere Positionen einnehmen, die bei der Entwicklung der empfohlenen Verfahren nicht vorhergesehen werden konnten. Die TWG ist jedoch nicht der Ansicht, dass diese Art von Unfällen die Verfügbarkeit von Seitenairbags zum Schutz der restlichen Bevölkerung unnötigerweise erschweren sollte.

In diesem Bericht werden die Testvorrichtungen (Dummies), die Messeinrichtungen, die Testverfahren und die Richtlinien beschrieben, die für die Bewertung der Unfallgefahren bei Interaktionen zwischen einem sich entfaltenden Seitenairbag und Fahrzeuginsassen verwendet werden sollten. Die Richtlinien lassen Folgekollisionen (secondary impacts) außer Acht, da die TWG der Ansicht ist, dass die primäre Gefahr von der Interaktion mit dem Seitenairbag ausgeht. Die Testverfahren umfassen Airbags, die sich aus der Tür oder der Seitenverkleidung, der Armlehne, der Sitzlehne oder dem Sitzkissen, den Dachpfosten oder aus dem Bereich des Dachrahmens heraus entfalten. Für die Testverfahren werden außerdem Insassen von der Größe kleiner Kinder bis hin zu Erwachsenen eingesetzt. Die meisten der Leistungskriterien wurden aufgestellt, um zu gewährleisten, dass die Risiken lebensbedrohliche Verletzungen an Kopf, Nacken, Thorax und Unterleib davonzutragen gering bleiben. Es wurden aber auch Leistungskriterien aufgestellt, die zur Risikoreduzierung mittelschwerer Verletzungen an Arm und Becken beitragen sollen. Die in diesem Bericht beschriebenen Testverfahren liefern eine so umfassend wie mögliche Bewertung der derzeit modernsten Airbags. Eine umfassende Bewertung einer Airbagausführung kann jedoch nur durch ein fachlich einwandfreies Urteil gewährleistet werden. Um die Verlässlichkeit der Messungen bei Interaktionen zwischen Dummy und Seitenairbag zu gewährleisten, müssen eventuell zusätzliche Tests durchgeführt werden, bei denen die empfohlenen Dummypositionen geringfügig geändert werden müssen.

2.1 Probleme, die von der TWG nicht berücksichtigt wurden

Die TWG hat mit der NHTSA vereinbart, dass die Beratungen innerhalb einer gewissen Frist erfolgen sollen. Bis zu dieser Frist sollte gewährleistet sein, dass alle diejenigen, die an der Entwicklung von Seitenairbags beteiligt sind, die potenziellen Risiken nach dem neuesten Wissensstand beurteilen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde vereinbart, dass die TWG sich mit folgenden Themen **nicht** auseinandersetzt:

- **Methoden zur Beurteilung der Effektivität von Seitenairbags.** Das Problem liegt außerhalb des Geltungsbereichs der Empfehlungen der TWG. Die TWG fügt jedoch hinzu, dass die Methoden zur Beurteilung der Effektivität von Seitenairbags an anderer Stelle beschrieben wurden, und dass diese Methoden Bestandteil von Crashtests und Aufprallsimulationen sind.
- **Zeitpläne zur Durchführung der empfohlenen Bewertungsverfahren bei den einzelnen Herstellern.** Es wird davon ausgegangen, dass alle derzeitigen und zukünftig entwickelten Seitenairbagsysteme nach den empfohlenen Verfahren konzipiert werden. Obwohl die realen Erfahrungen mit Seitenairbags bis jetzt sehr positiv waren, gab es nicht genügend Airbagauslösungen, um die auf Unfalldaten basierenden OOP-Verletzungsgefahren von Seitenairbags einschätzen zu können. Der überwiegende Teil der TWG vertritt die Ansicht, dass zur weiteren Einschränkung der Verletzungsgefahren von OOP-Insassen neue Airbagsysteme gemäß dieser Empfehlungen entwickelt werden sollten. Dies soll hauptsächlich deswegen geschehen, da neue Technologien entstehen, von denen erwartet wird, dass sie die Richtlinien einhalten und dabei immer noch einen effektiven Seitenaufprallschutz gewährleisten. Neue Systeme sollten also entsprechend dieser Empfehlungen konzipiert werden. Das bedeutet nicht, dass ältere Systeme ein unzumutbares Risiko darstellen.
- **Informationsverbreitung über OOP-Verletzungsgefahren und Einhaltung der Empfehlungen.** Die TWG ist sich des großen öffentlichen Interesses bezüglich des potenziellen Risikos von Seitenairbags gegenüber OOP-Insassen bewusst. Eine allgemeinverständliche Berichterstattung über die tatsächlichen Risiken von OOP-Verletzungen ist zu komplex, so dass sich die TWG mit dieser Angelegenheit nicht befasst. Zudem wird wahrscheinlich von der Einhaltung dieser Empfehlungen abgewichen werden, z. B. bei Seitenairbagsystemen, die sich bereits in Produktion befinden. Diesem Problem müssen sich also die einzelnen Hersteller stellen.

3 Empfehlungen

Die Empfehlungen der TWG umfassen drei wesentliche Aspekte:

- Die Tools oder Testvorrichtungen (Crashtest-Dummys), die zur Bewertung der Verletzungsgefahr, die von benachbarten Seitenairbags ausgeht, am besten geeignet sind.
- Leistungskriterien, mit denen sich die Verletzungsgefahr (angezeigt durch Kräfte, die bei den Dummys gemessenen wurden) beurteilen lässt.
- Eine standardisierte Anzahl von Insassenpositionen zur Bewertung der Verletzungsgefahr, die von den verschiedenen Seitenairbagtypen ausgeht.

3.1 Testvorrichtungen (Dummies)

Die TWG, die sich mit den durch Seitenairbags verursachten OOP-Verletzungen befasst, konzentriert sich in erster Linie auf die Verletzungsgefahren, denen kleine Frauen, Jugendliche und Kinder ausgesetzt sind. Selbst für diese Insassen besteht ein geringes Verletzungsrisiko durch Seitenairbagsysteme, da die geringe Größe der Seitenairbags bedeutet, dass die Insassen sich im Entfaltungsweg und in der Nähe des Airbagmoduls befinden müssen. Man erwartet, dass größere Erwachsene und Kleinkinder aufgrund ihrer Körpergröße und/oder - position auf dem Fahrzeugsitz sogar noch ein geringeres Verletzungsrisiko haben. Da die Verletzungsgefahr mit zunehmender Körpergröße im Allgemeinen abnimmt, dürfte für eine kleine Frau die größte Gefahr bestehen, der eine erwachsene Person ausgesetzt sein kann. Man erwartet, dass der größte Teil der Kinder und Kleinkinder (1-2 Jahre) in zunehmendem Maße durch geeignete Kinderrückhaltesysteme geschützt wird. Durch die Anordnung dieser Rückhaltesysteme befinden sich die Kinder nicht im Weg des auslösenden Seitenairbags.

Durch diese Beobachtungen kam die TWG zu dem Entschluss, dass die Verletzungsgefahr, die von Seitenairbags ausgeht, ermittelt werden kann, indem man Dummies verwendet, die einer kleinen Frau (bzw. einem Jugendlichen), einem 6-jährigen und einem 3-jährigen Kind entsprechen. Die TWG appelliert jedoch an die Fahrzeughersteller und deren Zulieferer diese Dummy-Empfehlungen für das jeweilige Fahrzeug kritisch zu überprüfen. Wenn ein bestimmter Seitenairbag den Kopf eines größeren Erwachsenen näher in Richtung Auslöseweg hin positioniert als den einer kleinen Frau, oder wenn das System ein Kind in einem Kindersitz in den Auslöseweg positioniert, dann sollte dieses Risiko ermittelt werden.

Bei der Bewertung von OOP-Verletzungsgefahren empfiehlt die TWG den Einsatz von Kinderdummies, die für Frontalaufpralltests entwickelt wurden. Des Weiteren empfiehlt sie die Verwendung von Dummies, die kleine Erwachsene darstellen und die für Seitenaufpralltests entwickelt wurden. Tatsächlich kann die OOP-Verletzungsgefahr durch Kräfte entstehen, die von den vorderen, seitlichen, hinteren oder oberen Fahrzeugbereichen her wirken können. Das Ausmaß der durch diese Kräfte hervorgerufenen Verletzungen kann bei den Dummies möglicherweise nicht angezeigt werden. Es sind relativ wenige Dummies zur Bewertung einiger dieser Verletzungsrisiken (z.B. seitliche Kräfte oder Kräfte aus dem Fondbereich) verfügbar. Die TWG kam jedoch zu dem Ergebnis, dass eine gute Einsetzung der verfügbaren Dummies, bei denen die Kraftaufnehmer zur Kraftrichtung der auslösenden Airbags hin ausgerichtet sind, eine aussagekräftige Bewertung der OOP-Verletzungsgefahren liefern kann. Dieses Ergebnis zeigt zum Teil, dass einige der Gefahren Insassen widerfahren, die aufgrund ihrer Position im Fahrzeug Kräften ausgesetzt sind, für deren Messung die Dummies konzipiert wurden (d. h. frontale Kräfte für Frontdummies). Das Ergebnis zeigt auch, dass jedes Seitenairbagsystem mehrere Tests durchlaufen muss. Dies soll anhand der in Abschnitt 3.3 beschriebenen Testreihe noch deutlicher werden.

Die von der TWG für den praktischen Einsatz empfohlenen Dummies werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben. Die Dummies sind außerdem in Tabelle 1 aufgelistet, in der auch eine Angabe über die erforderliche Messeinrichtung zur Messung der Verletzungsrisiken gemacht wird. Die Verletzungsrisiken werden in diesem Dokument an anderer Stelle beschrieben.

3.1.1 3-jähriger Hybrid-III-Kinderdummy

Dieser Dummy entspricht einem durchschnittlichen dreijährigen Kind, und wurde zur Beurteilung von Kinderrückhaltesystemen sowie zur Entwicklung von Gegenmaßnahmen bei Frontalzusammenstößen konzipiert. Die technischen Daten des Dummies sind in der SAE Engineering Aid 31 und 49 CFR Part 572 Subpart P angegeben. Der Einsatz des von dem niederländischen Verkehrsforchungsinstituts TNO entwickelten Q3-Dummies wurde von der TWG ebenfalls in Erwägung gezogen. Der Q3-Dummy wurde für vordere und seitliche Biofidelität¹ entwickelt. Bei Tests mit dem Q3-Dummy durch Mitglieder der TWG zeigte sich jedoch, dass zur Beurteilung von OOP-Verletzungsrisiken durch Seitenairbags der Q3-Dummy über nicht genügend Widerstandsfähigkeit und Reproduzierbarkeit verfügt. Zudem ist seine Biofidelität bei Seitenauftprall nicht besser als die des 3-jährigen Hybrid-III-Kinderdummies. Deshalb empfiehlt die TWG die Verwendung des 3-jährigen Hybrid-III-Dummies. Dies entspricht den aktuellen Empfehlungen der ISO/TC22/SC12/WG5.

3.1.2 6-jähriger Hybrid-III-Kinderdummy

Dieser Dummy stellt ein durchschnittliches 6-jähriges Kind dar, und wurde zur Beurteilung von Kinderrückhaltesystemen und Frontalzusammenstößen entwickelt. Die technischen Daten des Dummies sind in der SAE Engineering Aid 29 (1998) und 49 CFR Part 572 Subpart N beschrieben. Der 6-jährige Hybrid-III-Dummy ist der einzige derzeit verfügbare 6-jährige Kinderdummy. Die TWG ist der Ansicht, dass er wie ein 3-jähriger Hybrid-III-Dummy eingesetzt werden kann. Für den 6-jährigen Dummy ist jedoch wegen eines bauartbedingten Übergangs zwischen Hinterkopf und Nacken, in dem sich der auslösende Airbag verfangen könnte die Entwicklung eines Nackenschutzes erforderlich. Dieser Übergang könnte beim Dummy ein nicht wirklichkeitsgetreues Belastungsmuster (nonbiofidelic load pattern) hervorrufen, insbesondere ausgelöst durch die Nackensensoren.

Die Verwendung des 6-jährigen Hybrid-III-Dummies entspricht der Empfehlung der ISO/TC22/SC12/WG5.

3.1.3 SID-II-Dummies

Dieser Dummy stellt eine 5%-Frau, sowie normale, durchschnittliche zwölf- bis dreizehnjährige Jugendliche dar. Er wurde speziell zur Beurteilung von Maßnahmen, die seitlichen Aufprallunfällen entgegenwirken, konzipiert. Der Dummy ist also mit seitlich angeordneten Messvorrichtungen ausgestattet. In Daniel et al. (1995) sind die technischen Daten des Dummies angegeben. Die Verwendung des SID-II-Dummies erfolgt gemäß den Empfehlungen der ISO/TC22/SC12/WG5.

3.1.4 Hybrid-III-5%-Frau

Dieser Dummy stellt eine 5%-Frau sowie normale, durchschnittliche zwölf- bis dreizehnjährige Jugendliche dar. Er wurde für die Beurteilung von Maßnahmen, die Frontalzusammenstöße entgegenwirken, konzipiert. Die technischen Daten des Dummies sind in der SAE Engineering Aid 25 (1994) und 49 CFR Part 572 Subpart O zu finden. Die kleine Hybrid-III- Frau ist bei Tests mit Kopfairbags ein geeigneter Ersatz für SID-II-Dummies. Bei Kopfairbags sind hauptsächlich Kopf und Nacken, die sich beim SID-II-Dummy und der Hybrid-III-5%-Frau vom Aufbau her

¹ Die Biofidelität bezeichnet das Maß darüber, inwieweit das Verhalten eines Dummies dem eines Menschen gleicht.

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

gleichen, Verletzungsgefahren ausgesetzt. Tests mit Seitenairbagsystemen, die ein Verletzungsrisiko für Thorax, Unterleib oder Becken darstellen, sollten mit SID-II-Dummies durchgeführt werden.

Tabelle 1 Dummies und empfohlene Messeinrichtungen zur Bewertung von OOP-Verletzungsgefahren durch Seitenairbags

Dummy	Body Region	Instrumentation Measure
Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy	Head	3 accelerations (x,y,z)
	Neck	
	Upper	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Lower	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Thorax	
	Upper spine (~T1)	3 accelerations (x,y,z)
	Sternum	
	Upper	1 acceleration (x)
	Center	1 deflection (x)
	Lower	1 acceleration (x)
	Spine (~T4)	3 accelerations (x,y,z)
	Spine at level of Rib 3	1 acceleration (x)
	Lower spine (~T12)	3 accelerations (x,y,z)
Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy	Head	3 accelerations (x,y,z)
	Neck	
	Upper	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Lower	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Thorax	
	Upper spine (~T1)	1 acceleration (x)
	Sternum	
	Upper	1 acceleration (x)
	Center	1 deflection (x)
	Lower	1 acceleration (x)
	Spine at level of Rib 1	1 acceleration (x)
	Spine (~T4)	3 accelerations (x,y,z)
	Lower spine at level of Rib 6	1 acceleration (x)
Hybrid III 5th Percentile Adult Female	Head	3 accelerations (x,y,z)
	Neck	
	Upper	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Lower	3 forces and 3 moments (x,y,z)
SID-IIs	Head	3 accelerations (x,y,z)
	Neck	
	Upper	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Lower	3 forces and 3 moments (x,y,z)
	Thorax	
	Upper spine (~T1)	3 accelerations (x,y,z)
	Ribs	3 accelerations (y) and deflections (y)
	Spine box, opposite each rib	3 accelerations (y)
	Abdomen	
	Ribs	2 accelerations (y) and deflections (y)
	Spine box, opposite each rib	2 accelerations (y)
	Lower spine (~T12)	3 accelerations (x,y,z)
	Pelvis	3 accelerations (x,y,z)
	Acetabulum	1 force (y)
	Pubic symphysis	1 force (y)
	Iliac	1 force (y)
5th percentile Arm	Humerus	2 moments (x,y)
	Ulna	2 moments (x,y)

3.1.5 Arm mit Messeinrichtung für eine 5%-Frau

Der mit Messeinrichtungen versehene Arm für kleine Frauendummies wurde durch die Zusammenarbeit der SAE Human Biomechanics and Simulations Standards Committee, dem Mechanical Simulation Subcommittee und Robert A. Denton Inc. entwickelt. Er wurde sowohl für die Hybrid-III-5%-Frau als auch für den SID-II-Dummy entwickelt.

3.1.6 Vorbereitung des Dummies für Seitenairbagtests

3.1.6.1 Allgemeines

Der Dummy sollte in gutem Zustand und in der Lage sein die Leistungsanforderungen zu erfüllen. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke soll mit 4mm-breitem Isolierband abgeklebt werden, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies soll mit Alkohol gereinigt und mit Babypuder bestäubt werden, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.

3.1.6.2 Dummy-Testtemperatur

Die Testtemperatur des Dummies sollte sich innerhalb eines Temperaturbereichs von 20,6 – 22,2 °C bewegen, bei einer relativen Feuchtigkeit von 10 – 70%, wobei eine Einziehphase von mindestens vier Stunden vor dem Testeinsatz erforderlich ist. Diese kann aber auch vom Dummyhersteller individuell festgelegt werden.

3.1.6.3 Messeinrichtungen

3.1.6.3.1 Allgemeines

Messungen, die zur Bewertung der von Airbagauslösungen ausgehenden Verletzungsgefahren benötigt werden, und bei denen alle bewährten anthropomorphen Dummies verwendet werden sind in Tabelle 1 aufgeführt. Alle Messungen sollten nach der neuesten SAE J 211-Norm aufgenommen und gefiltert werden. Diese Messungen sollten während der Tests (siehe Absatz 3.3) kontinuierlich und synchron aufgenommen werden, so dass Verletzungsgrade errechnet werden können. Die TWG empfiehlt, dass die Brustbein- und Rippen-Auslenkungsgeschwindigkeit aus der Integration der Differenz zwischen Rippe/Brustbein und Wirbelsäulenbeschleunigungen errechnet werden soll. Die Differenzierung von Wegeinheiten ist eine zulässige Alternative. Es sollte beachtet werden, dass beide Methoden verfälschte Ergebnisse liefern können, was vom Störsignal in den aufgezeichneten Signalen und den Integrations- und Differenzierungsmethoden abhängt. In Anhang B sind unter Verwendung der Differenz von Rippe/Brustbein und Wirbelsäulenbeschleunigungen die empfohlenen Verfahren zur Berechnung angegeben.

Die Interaktionen zwischen Dummies und Seitenairbags sollten auch durch Hochleistungskameras (oder gleichwertiges Videogerät) überwacht werden, die mit einer minimalen Aufnahmerate von 1000 fps arbeiten (empfohlene Aufnahmerate: 3000 fps). Die Kameras sollten so positioniert sein, dass der Testaufbau und die zu erwartende Bewegung des Dummies während des Tests vollständig im Bild sind.

3.1.6.3.2 Elektrische Erdung

Der Testdummy, das Fahrzeug und die dazugehörige Messeinrichtungen müssen geerdet werden. Der Testdummy soll bei allen Tests durch Kabel, die an Kopf, Thorax, Unterleib und Becken befestigt sind, geerdet werden. Zwischen den Testabläufen kann der Dummy mit einem antistatischen Spray besprüht werden. Beide Maßnahmen sind aufgrund der großen Wahrscheinlichkeit elektrostatischer Entladungen durch den gezündeten Airbag von großer Bedeutung.

3.2 Verletzungswerte (Injury Values)

Durch das Festlegen von Injury Values für die verschiedenen Dummymessungen wollte die TWG das Risiko von lebensbedrohlichen Verletzungen oder Verletzungen mit bleibenden Schäden angehen. Die TWG zog auch die Möglichkeit in Betracht, die Gefahren von nicht lebensbedrohlichen Verletzungen zu reduzieren (z.B. Brüche der oberen Gliedmaße). Viele Mitglieder der TWG äußerten sich besorgt darüber, dass die wissenschaftliche Untermauerung für potenzielle OOP-Verletzungsgefahren nicht identisch ist. Hinzu kommen Bedenken hinsichtlich der Hinzunahme von Injury Values, die seitens der Wissenschaft kaum Akzeptanz finden und die Markteinführung von Seitenairbags hinauszögern oder gar verhindern könnten. Hierbei könnte es sich um zukunftsträchtige Seitenairbagsysteme handeln, die zur Reduzierung von Verletzungsgefahren, welche durch schwere seitliche Aufprallunfälle drohen, beitragen könnten. Die TWG wollte diese Folge vermeiden, da Seitenairbags dazu beitragen schwere Verletzungen zu vermeiden.

Deshalb legte die TWG zwei verschiedene Injury Values fest: Injury Reference Values (nachfolgend Reference Values genannt) und Injury Research Values (nachfolgend Research Values genannt). Injury Values, die nach Ansicht der TWG wissenschaftlich fundiert sind, werden als Reference Values bezeichnet (siehe Tab. 2). Injury Values, die zurzeit kaum wissenschaftlich fundiert sind oder bei Tests nicht oft genug miteinbezogen wurden um so über eine glaubwürdige Genauigkeit zu verfügen werden als Research Values bezeichnet. Sie werden im Anhang in Tabelle A1 aufgelistet. Die TWG empfiehlt, dass zukünftige Seitenairbagsysteme unter Verwendung von Reference Values entwickelt werden sollen. Es wird außerdem empfohlen die Research Values bei der Entwicklung zukünftiger Seitenairbagsysteme zu beachten und sie wo möglich in Seitenairbagsysteme umzusetzen. Die TWG ist übereingekommen, dass ein zukünftiger Seitenairbag, der nach den Reference Values entwickelt wird, nicht verworfen werden muss, nur um einem Research Value genüge zu tun.

An dieser Stelle ist besonders zu erwähnen, dass es sich bei der auf anthropomorphen Dummyreaktionen basierenden Bewertung von Verletzungsgefahren, denen Menschen ausgesetzt sind, um eine relativ gute Methode handelt, die in der Welt der Kfz-Technik weit verbreitet ist. Es handelt sich aber trotzdem um eine Wissenschaft, die noch nicht ausgereift genug ist, und die aus verschiedenen Gründen gelegentlich falsche Messwerte liefert. Die TWG war der Meinung, dass im Falle eines Testergebnisses, welches oberhalb des Reference Values liegt und begründeter Zweifel besteht die Gültigkeit dieses Ergebnisses in Frage zu stellen, der Hersteller oder andere Prüfinstanzen zusätzliche Berechnungsverfahren anstellen sollten, um die Gültigkeit des Ergebnisses genau beurteilen zu können. Es soll also genauso verfahren werden wie beim Erhalt falscher Messwerte bei jeder Art von dynamischen und statischen Tests auch. Wenn jedoch das Ergebnis bestätigt wird, sollten entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

3.2.1 Dummy-Reference-Values

Die Hauptgefahren, die von auslösenden Seitenairbags ausgehen, sind Verletzungen an Kopf, Nacken und Thorax. Wie einleitend bereits erwähnt, kann die Gefahr solcher Verletzungen durch kein einziges aufblasbares Rückhaltesystem gänzlich ausgeschlossen werden. Die Gefahren sollten jedoch auf ein Minimum reduziert werden, ohne dabei die Entwicklung viel versprechender Seitenairbagsysteme einzustellen.

In der Praxis bedeutet dies, dass Injury Values für die verschiedenen Dummymessungen festgelegt werden müssen, die ein Verletzungsrisiko von ca. 5% bei einem AIS-Schweregrad von mindestens 4 oder mehr für Kopf- und Thoraxverletzungen anzeigen dürfen, oder ein Verletzungsrisiko von 5% bei einem AIS-Schweregrad von mindestens 3 oder mehr für den Nacken. AIS steht für "Abbreviated Injury Scale". Dies ist eine Verletzungsskala, bei der Verletzungen hinsichtlich ihrer Verletzungsschwere klassifiziert werden. Die Verletzungsskala reicht von 0 (unverletzt) bis 6 (tödlich verletzt). AIS 3 bedeutet, dass es sich um ernstliche Verletzungen handelt. AIS 4 bedeutet, dass es sich um schwere Verletzungen handelt. Das ein niedrigerer AIS-Wert für Nackenverletzungen gewählt wurde, bringt die Sorge zum Ausdruck, dass es sich bei Nackenverletzungen um die Todesursache Nr.1 bei Frontairbag - OOP-Interaktionen handelt. Daraus lässt sich auch ableiten, dass die im Nacken gemessene Zugspannungskurve (neck tension curve) sehr steil verläuft. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass die Gefahr, eine Nackenverletzung zu erleiden, bei nur geringem Anstieg der auf den Nacken wirkenden Zugkräfte enorm ansteigt.

Innerhalb der TWG wurde über die Bedeutung der Injury Values heftig debattiert. Es ist wichtig zu verstehen, dass die 5%-Verletzungsschwelle nicht automatisch bedeutet, dass für alle Insassen eine Verletzungsgefahr von 5% besteht. Es bedeutet vielmehr, dass selbst in dem seltenen Fall einer Seitenairbagauslösung, bei der der Insasse eine extreme testspezifische OOP-Position einnimmt und die Verletzungsschwere der Dummies unterhalb der festgelegten Injury Values liegt, die Gefahr eine ernstliche oder schwere Verletzung durch den Airbag zu erleiden sehr gering ist. Die realen Gefahren für Insassen durch sich entfaltende Seitenairbags (welche Dummyreaktionen hervorrufen, die kleiner oder gleich dem vorgeschlagenen Reference Value sind) sind äußerst gering.

Die von der TWG empfohlenen Reference Values sind in Tabelle 2 aufgeführt. Einzelheiten über ihre Herleitung werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

3.2.1.1 Kopfverletzungen

Das am häufigsten anerkannte Maß bei Kopfverletzungsgefahren ist das Kopfverletzungskriterium HIC (Head Injury Criterion). Die empfohlenen Reference Values für HIC-Werte sind identisch mit denen der Alliance (1999) für die NHTSA zur OOP-Bewertung in Zusammenhang mit Frontairbags. Bei einem erwachsenen Mann durchschnittlicher Größe entspricht ein HIC-Wert von 700 ungefähr einer Verletzungsgefahr von 5% bei einem AIS-Schweregrad von mindestens 4 oder mehr (Mertz et al. 1997). Dieser Wert wurde zur Angabe der Reference Values für die Größe der anderen Insassen skaliert (siehe Tab. 2). Diese Skalierungsmethode berücksichtigt die altersabhängige Hirngröße und -gewebestärke (siehe Mertz et al. 1997). Bei sämtlichen Dummies sollte das Zeitintervall von 15 ms zur Suche des maximalen HIC-Werts nicht überschritten werden. Die TWG war der Meinung, dass die HIC-Werte in Tab. 2 als Reference Values behandelt werden sollten, da sie auf einer Verletzungs-Risikokurve basieren.

Table 2 Dummy Injury Reference Values for Out-of-Position Testing of Side Airbags

Body Region/Injury Measure	Dummy			
	Hybrid III 3-Year-Old Child	Hybrid III 6-Year-Old Child	Hybrid III Small Female	SID-IIs
Head				
15 ms HIC	570	723	779	779
Upper Neck				
N_{ij}	1	1	1	1
Intercepts				
F_T (N)	2120	2800	3880	3880
F_c (N)	2120	2800	3880	3880
M_F (Nm)	68	93	155	155
M_E (Nm)	27	37	61	61
Tension (N)	1130	1490	2070	2070
Compression (N)	1380	1820	2520	2520
Thorax				
Deflection (mm)	36	40	—	34
Deflection rate (m/s)	8.0	8.5	—	8.2

3.2.1.2 Nackenverletzungen

Aufgrund der Frontairbag-OOP-Verletzungsdaten ist die TWG der Ansicht, dass es sich bei Nackenverletzungen um die OOP-Verletzungsgefahr Nr.1 handelt, die von Seitenairbags ausgeht. Die Erfahrung mit Frontairbags zeigt, dass der Bruch der Bindegewebe zwischen Kopf und Nacken (Hinterkopfknochen – Atlasbereich) die Hauptursache von tödlichen Unfällen ist, die man bei Kindern und Erwachsenen, die OOP-Haltungen einnehmen, untersucht hat. Die TWG hat dementsprechend die Verwendung einiger Nackenverletzungs-Indikatoren in Betracht gezogen, die von den Kraftaufnehmern am oberen Nacken der Dummies gemessen werden können.

Ein erster Ansatz basiert darauf die max. Kraft (peak force) und Momente zu begrenzen, die von dem oberen Meßwertaufnehmer am Nacken gemessen werden. Dieser Meßwertaufnehmer befindet sich am Übergang von Kopf und Nacken des Dummies, also am Hinterkopfknochen (occipital condyles). Grenzwerte für diese Messungen wurden von der AAMA (1998) zur OOP-Bewertung in Zusammenhang mit Frontairbags vorgeschlagen.

Ein zweiter Ansatz basiert darauf, Grenzschwellen für einen Index zu schaffen. Das Nackenbelastungskriterium N_{ij} fasst die Wirkungen von Kräften und Momenten zusammen und wurde zur Messung des Zugmoments (tension moment) und des Extensionsmoments (extension moment) vorgeschlagen (siehe Prasad und Daniel (1984)). Die NHTS schlug im Rahmen ihrer gesetzgeberischen Tätigkeiten vor, dass zur Bewertung der von Frontairbags ausgehenden OOP-Verletzungsgefahren das Nackenbelastungskriterium N_{ij} heranzuziehen sei. Sie erweiterte die Analyse zur Aufnahme der Nackenkriterien N_{TE} (tension-extension), N_{CF} (compression-flexion) und N_{CE} (compression-extension). Die Alliance (1999) schlug daraufhin Verletzungs-Gefahrenkurven für N_{TE} (tension-extension)-Momente vor, wobei diese Analysen auf bereits vorhandenen Untersuchungen von Tierverletzungen/Dummyverhalten basieren (siehe Mertz et al. (1982) und Prasad und Daniel (1984)). Die Alliance empfahl die Verletzungsschwelle für N_{TE} (tension-extension)-Momente auf 2% festzusetzen (bei AIS = 3 Nackenverletzung). Da sich fünf Tiere mit AIS = 3 Nackenverletzung unterhalb der 5%-

Verletzungsschwelle befanden, wurde diese Verletzungsschwelle nicht als Grenzwert festgelegt. Unterhalb der vorgeschlagenen 2%-Grenze waren jedoch keine Tiere mit AIS = 3 Nackenverletzung.

Die Alliance äußerte sich außerdem besorgt darüber, dass das Nackenbelastungskriterium N_{ij} große axiale Kräfte bei gleichzeitig kleinen Biegemomenten (bending moments) ermöglicht. Da der empfindlichste Indikator bei Nackenverletzungen von Tieren die maximale Nacken-Zugspannung (peak neck tension) war (Mertz et al. 1997), schlug die Alliance vor, die maximale Zugspannung (peak tension) und die maximale Eindringung (peak compression) zu begrenzen. Die Grenze für die maximale Nacken-Zugspannung (peak neck tension) wurde bei AIS = 3 Nackenverletzung auf 3% festgesetzt. Die Grenzwerte für die maximale Nackeneindringung (peak neck compression) richten sich nach den derzeitigen Injury Assessment Reference Values (IARV). Diese maximalen Kraftgrenzen (peak force limits) sind mit den von der AAMA (1998) vorgeschlagenen identisch. Die NHTSA stimmte dem Vorschlag der Alliance zu, und nahm diese Grenzwerte in die FMVSS 208 zur Einstellung der OOP-Leistung von Frontairbags mit auf.

Die TWG prüfte die beiden Methoden und entschied sich dafür, auf das Nackenbelastungskriterium N_{ij} und die maximalen Kraftgrenzen (peak force limits) zurückzugreifen, die von der Alliance vorgeschlagen wurden, und die nun in der FMVSS 208 als Regularien der oberen Nackengrenzwerte bei der OOP-Regelung von Frontairbags gelten. Die Konstanten der N_{ij} -Grenzlinien, sowie die Grenzwerte für Zugspannungs- (peak tension) und Druckspannungsspitzen (peak compression) sind in Tab.2 aufgeführt.

Einige Hersteller und Zulieferer äußerten Bedenken, dass die bei einem Dummy gemessenen Biegemomente des Halses nach vorne und hinten (extension and flexion bending moments) nicht immer Rückschlüsse darüber geben, wie groß die Gefahr einer Nackenverletzung bei dem betreffenden Menschen ist. Wie oben bereits erwähnt, stellt die Bewertung von Verletzungsgefahren bei anthropomorphen Dummys eine vernünftige, in der Welt der Kfz-Technik häufig verwendete Alternative zur Bewertung von Verletzungsgefahren für Menschen dar. Es handelt sich trotzdem um keine exakte Wissenschaft, bei der aus verschiedenen Gründen gelegentlich falsche Messwerte geliefert werden. Deshalb vereinbarte die TWG, dass im Falle eines Testergebnisses, welches über dem Reference Value liegt und Grund dafür besteht die Gültigkeit dieses Ergebnisses in Frage zu stellen, der Hersteller (oder andere Prüfinstanzen) zusätzliche Analysen durchführen sollten um die Gültigkeit des Ergebnisses genau einschätzen zu können. Wenn jedoch das Ergebnis bestätigt wird, sollten entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Wenn deshalb ein Hersteller oder eine andere Prüfinstanz Biegemomente des Halses nach vorne oder hinten (extension or flexion bending moments) erhalten, die über dem Reference Value liegen und begründeter Zweifel besteht die Gültigkeit dieses Ergebnisses in Frage zu stellen, sollte so verfahren werden wie nach Anleitung der TWG. Das bedeutet, dass zusätzliche Berechnungsverfahren angestellt werden sollen, um die Gültigkeit des Ergebnisses genau beurteilen zu können. Wenn dann das Ergebnis für gültig erklärt wird, sollten entsprechende Maßnahmen erfolgen.

3.2.1.3 Thoraxverletzungen

Die TWG empfiehlt, dass bei OOP-Tests mit Seitenairbags die Werte für die Brusteindringung und Eindringgeschwindigkeit als Reference Values für Thoraxverletzungen gelten sollen. Die Reference Values für die 3- und 6-jährigen Dummys sind mit denen identisch, die von der AAMA (1998) für OOP-Tests empfohlen werden und basieren auf Untersuchungen, die in Mertz et al. (1997) aufgeführt sind. Der Reference Value der maximalen Eindringung (peak compression) wurde bei SID-II-Dummys durch Skalierung des BioSID-IARV erreicht (Mertz, 1993; NATO,

1996). Beim BioSID-Dummy handelt es sich um einen 50% männlichen Seitencrashdummy. Der für SID-II-Dummies empfohlene Reference Value für die Brusteindringgeschwindigkeit entspricht dem Reference Value für die Auslenkungsgeschwindigkeit (deflection rate) des Brustbeins einer Hybrid-III-5%-Frau (bei einem Verletzungsrisiko von ca. 5% bei AIS 4 + Brustverletzung bei Frontalcrashes (AAMA, 1998, Mertz et al., (1997). Letztere Empfehlung basiert auf Tests mit Tieren, bei denen gezeigt wurde, dass bei Frontal- und Seitenkollisionen die Verletzungsschwere (bestimmt durch die Brusteindringgeschwindigkeiten) identisch ist (Mertz et al., 1982).

3.3 Versuchsdurchführungen

Bei den heutigen Seitenairbagsystemen kommt zumindest eins der drei folgenden Systeme zum Einsatz: solche Systeme, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten (seat-mounted), solche, die sich aus der vorderen oder hinteren Türverkleidung (normalerweise direkt unterhalb der Türbrüstung) heraus entfalten (side-mounted), und solche, die sich aus dem Dachrahmen über der Tür heraus entfalten (roof-mounted), sog. Kopfairbags. Die Testpositionen zur Bewertung der OOP-Verletzungsgefahren bei diesen verschiedenen Seitenairbagausführungen, die entweder alleine oder zusammen verbaut werden, sind in Tab. 3 aufgeführt. Für die verschiedenen Seitenairbags wurden Testpositionen für alle drei Dummies vorgeschlagen, d.h. für den 3-jährigen Kinderdummy, den 6-jährigen Kinderdummy und den kleinen Frauendummy bzw. den Dummy, der einen Jugendlichen darstellt. Die Tests, die für den kleinen Frauendummy festgelegt wurden, sind für die Sitzposition des Fahrers **und** für die der übrigen Passagiere relevant. Die Tests für die 3-jährigen und 6-jährigen Kinderdummies sind dahingegen nur für die Sitzpositionen der übrigen Passagiere relevant. Wenn Seitenairbagsysteme auf der Fahrer- und Beifahrerseite (auf Vorder- oder Rücksitzen) identisch sind, brauchen die spezifizierten Tests nur auf einer Fahrzeugseite durchgeführt werden.

Diese statischen Tests wurden entwickelt um die Verletzungsgefahr, die von auslösenden Seitenairbags ausgeht, einschätzen zu können. Die Dummypositionen wurden so gewählt, dass der Airbag sich nicht ungehindert entfalten kann und dass die Messinstrumente des Dummies die Auswirkungen der Interaktion zwischen Dummy und Airbag messen können. Die Versuche sollten mit repräsentativen Fahrzeugsitzen und Türverkleidungen durchgeführt werden. Seitenairbagsysteme, bei denen mehr als ein Seitenairbagtyp zum Einsatz kommt, sollten so getestet werden, dass sich sämtliche Seitenairbags zusammen entfalten, also entsprechend der Entfaltungsstrategie des Fahrzeugs.

Diese Testpositionen wurden generell so ausgewählt, damit bezüglich Seitenairbags sog. „worst case“-Insassenpositionen‘ dargestellt werden können. Bei den Testpositionen handelt es sich weniger um normale Sitzpositionen als vielmehr um potenziell gefährliche Sitzhaltungen von Fahrzeuginsassen. Jeder Hersteller sollte beurteilen, ob das für „sein“ jeweiliges Seitenairbagsystem zutrifft und die Testpositionen entsprechend modifizieren. Die TWG empfiehlt, dass die Hersteller selbst beurteilen sollen, ob sich zusätzliche OOP-Tests, bei denen die Testpositionen von den in diesem Dokument angegebenen Empfehlungen geringfügig abweichen, sich für ihre Seitenairbagsysteme als sinnvoll erweisen. Aus den Testdaten, über die in der TWG diskutiert wurde, geht hervor, dass sich selbst bei geringen Änderungen der Dummyposition die OOP-Testergebnisse stark ändern können. Bei den von der TWG empfohlenen Positionen handelt es sich um einen allgemeinen Anhaltspunkt zur Bewertung des OOP-Verletzungspotenzials durch Seitenairbags. Jeder Hersteller muss selbst beurteilen, ob von den spezifizierten Verfahren abgewichen wird, und ob zusätzliche Tests mit den jeweiligen Seitenairbagsystemen erforderlich sind. Die in den Empfehlungen spezifizierten Positionen der

Dummies sollten weitestgehend befolgt und so gewählt werden, dass typische "worst case"-Bedingungen vorliegen.

3.3.1 Allgemeines Verfahren zur Vorbereitung der Sitze

Die TWG hebt hervor, dass diese Anweisungen für erste Bemühungen für die Einsetzung gelten. Dabei müssen die Versuchingenieure feststellen, ob diese Anweisungen zum jeweiligen Seitenairbagsystem passen. Sie sind dementsprechend anzupassen, um die einzelnen Versuchsziele zu erreichen.

1. Ermitteln und markieren Sie die Mittelachse der Sitzlehne und des Sitzkissens, um die Dummypositionierung zu erleichtern. Bei Seitenairbags, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten (seat-mounted), ist eine horizontale Linie auf dem Sitz aufzuzeichnen (bezogen auf die Oberkante des Seitenairbagmoduls).
2. Die Versuche müssen so durchgeführt werden, dass sich der Sitz in der niedrigsten und hintersten Stellung befindet. Die Sitzlehne sollte so eingestellt werden wie vom Hersteller vorgegebenen. Andernfalls ist ein Rumpfwinkel von 25 Grad zu wählen, der mit der SAE J826 H-Punktmaschine gemessen wird. Sollte sich herausstellen, dass diese Sitzeinstellungen das Entfalten des Airbags beeinträchtigen oder sich in sonstiger Weise negativ auf den Versuch auswirken, kann zur Behebung des Problems die Position der Sitzschiene oder der Winkel der Sitzlehne minimal verändert werden, um das vorgegebene Versuchsziel zu erreichen. Hierbei sollte der Sitz immer noch in einer normalen fahrtauglichen Position eingestellt sein.
3. Die Kopfstütze muss in die unterste Stellung.
4. Die Gurthöhenverstellung (GHV) muss in die oberste Stellung. Der Sicherheitsgurt kann an der B-Säule festgeklebt werden, um eine Verhedderung mit dem Airbag zu vermeiden.
5. Sofern nicht anders festgelegt, sollten auf der Fahrzeugseite, auf der sich der Airbag entfaltet, alle Fenster geschlossen sein.

3.3.2 Deaktivierungssysteme (Suppression Systems)

Es besteht die Möglichkeit, dass einige Hersteller sich für den Einsatz von Deaktivierungssystemen entscheiden, welche die Risiken einer OOP-Verletzung davonzutragen verringern. Die Deaktivierungssysteme können die Seitenairbags deaktivieren, wenn sich die Insassen zu nahe am Airbag (und damit dem Entfaltungsbereich) befinden, oder wenn große Gefahr besteht, dass die Insassen (z.B. kleine Kinder) dadurch Verletzungen erleiden. Sollte ein Deaktivierungssystem den Seitenairbag während eines oder mehrerer Tests (wie in Abschnitt 3.3.3 ff beschrieben) deaktivieren, brauchen diese Testscenarien nicht durchgeführt werden. Die TWG weist darauf hin, dass der Hersteller prüfen sollte, ob es sinnvoll ist, das jeweilige Testscenario durch ein anderes zu ersetzen. Wenn z.B. ein Seitenairbag bei einem 3-jährigen Kind nicht auslösen würde, könnte er für ein 6-jähriges Kind trotzdem noch ein Gefahrenpotenzial darstellen. Dies wäre dann der Fall, wenn sich das 6-jährige Kind in einer ähnlichen Sitzposition befindet, die ursprünglich mit dem 3-jährigen Kinderdummy getestet werden sollte. In diesem Fall sollte ein ähnlicher Test mit einem 6-jährigen Dummy beurteilt werden.

Tabelle 3 – Empfohlene Testverfahren

	Section	Test Position	Body Region	Airbag Designs			
			Monitored and of interest	Seat back	Door/ quarter-panel (QP)	Roof-rail	Roof-rail & seat back Roof-rail & door/ quarter-panel (QP)
Hybrid III 3-Year-Old	3.3.3.1	Forward facing on booster seat	Head, neck				
	3.3.3.2	Rearward facing	Head, neck, thorax				
	3.3.3.3	Lying on seat, Head on armrest – for seat mounted bag	Head, neck			*	
	3.3.3.4	Lying on seat – for seat mounted bag	Head, neck			*	
	3.3.4.1	Outboard facing	Head, neck, thorax				
	3.3.4.2	Inboard facing	Head, neck				
	3.3.4.3	Lying on seat, Head on armrest – for door/QP mounted bag	Head, neck				*
	3.3.4.4	Lying on seat – for door/QP mounted bag	Head, neck				*
Hybrid III 6-Year-Old	3.3.3.5	Forward facing on booster seat	Head, neck				
	3.3.5.1	Inboard facing on booster seat	Head, neck				
SID-IIIs	3.3.3.6	Inboard facing – for seat mounted bag	Head, neck, thorax, abdomen, pelvis				
	3.3.3.7	Arm on armrest with instrumented arm	Arm, forearm			**	**
	3.3.4.5	Forward facing	Head, neck, thorax, abdomen, pelvis				
SID-IIIs or Hybrid III 5th	3.3.5.2	Forward facing with raised seat	Head, neck				
	3.3.5.3	Inboard facing with raised seat	Head, neck				

* In der Tabelle sind die empfohlenen Tests (schattierte Zellen) für gängige Seitenairbagsysteme (siehe Spalten) abgebildet. Die Fahrzeuge, bei denen auf einer Seite mehr als ein Seitenairbagtyp verbaut ist, sollten durch Tests ausgewertet werden, bei denen sich alle Airbags nach der Auslösestrategie des Fahrzeugs zusammen entfalten sollten. Falls der Kopfairbag mit den Dummym nicht interagiert, kann bei Tests, die mit einem Sternchen (*) versehen sind, die Versuchsauswertung alleine auf der Thoraxbag-Entfaltung basieren.

Bei Tests zur Bestimmung der Schwere von Armverletzungen (gekennzeichnet durch **), genügt es, das Verletzungspotential nur durch Thoraxbag-Entfaltungen zu bestimmen.

3.3.3 Tests für Seitenairbags, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten (Seat-Mounted Airbags)

3.3.3.1 Forward Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)



Figure 3.3.3.1.1 Forward Facing Hybrid III 3-year-old Child Dummy on Booster Block
Leaning Against Door Trim Panel

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren, indem man den Nacken mit der Oberkante des Seitenairbagmoduls in eine Linie bringt.

Versuchsdurchführung: Die Abmessungen des Schaumblocks (Booster) sind: 450 mm (Breite) x 75 mm (Höhe) x 300 mm (Tiefe). Der Schaum hat eine Dichte von 40-80 g/l. Ein gängiges Schaummaterial ist geschäumtes Polypropylen.

Stellen Sie sicher, dass der Sitz wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben eingestellt ist. Ermitteln und markieren Sie auf dem Sitzkissen zwei Punkte für die Schuhabsätze (20-50 mm von der Führungskante des Sitzkissens und auf jeder Seite 75 mm von der Mittelachse). Richten Sie den Schaumblock (Booster) auf dem Sitzkissen so aus, dass er das Sitzlehnenkissen berührt. Den Schaumblock (Booster) nicht am Sitz festkleben oder in sonstiger Weise daran befestigen. Die Positionierung des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.1.1 dargestellt. Es gelten die folgenden Anweisungen zur Einsetzung des Dummies:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy auf den äußeren Rand des Schaumblocks (Booster), und bringen Sie die obere Wirbelsäule mit dem Entfaltungsweg des Airbags in eine Linie, z.B. mit der Führungskante des Sitzpolsters oder des Airbagmoduls. Wenn die obere Wirbelsäule des Dummies aufgrund von Beeinträchtigungen in Zusammenhang mit der Säulen-/

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

Seitenverkleidung nicht auf eine Linie gebracht werden kann, dann stellen Sie die Sitzschienenposition entsprechend ein.

3. Ordnen Sie den Dummykopf so an, dass er sich zwischen dem Sitzpolster und der Säulen-/Seitenverkleidung befindet, um das Längsspiel zwischen Nacken und Sitzlehne zu minimieren. Der Kopf sollte in seiner neutralen Position bleiben und nicht in eine überdehnte Position (nach vorne oder hinten) gebracht werden.
4. Platzieren Sie die Schuhabsätze an den vorgegebenen Stellen (die vorher auf dem Sitzkissen markiert wurden).
5. Schieben Sie das Becken parallel zur Mittelachse des Fahrzeugs nach vorne (unter Beibehaltung der Fußposition), bis der Kopf-Nacken-Übergang (beim Kopfansatz) mit der Oberkante des Airbagmoduls senkrecht auf eine Linie gebracht ist.
6. Platzieren Sie, falls erforderlich, die Schuhabsätze erneut an den vorgegebenen Stellen.
7. Schieben Sie das Becken und den oberen Rumpf des Dummies in Richtung außen, bis das Becken oder der Rumpf die Tür berührt (bei geschlossener Fahrzeugtür und bei angehobenem äußerem Arm, damit die Armlehne frei ist). Der Übergang zwischen Nacken und Rumpf darf sich während des Versuchs nicht mehr als 20 mm nach unten verschieben.
8. Legen Sie den äußeren Arm auf die Armlehne.
9. Beugen Sie den inneren Arm so, dass der Oberarm die Sitzlehne berührt und die Fingerspitzen den Schaumblock (Booster) berühren.
10. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x , A_y , A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z).

3.3.3.2 Rearward Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)

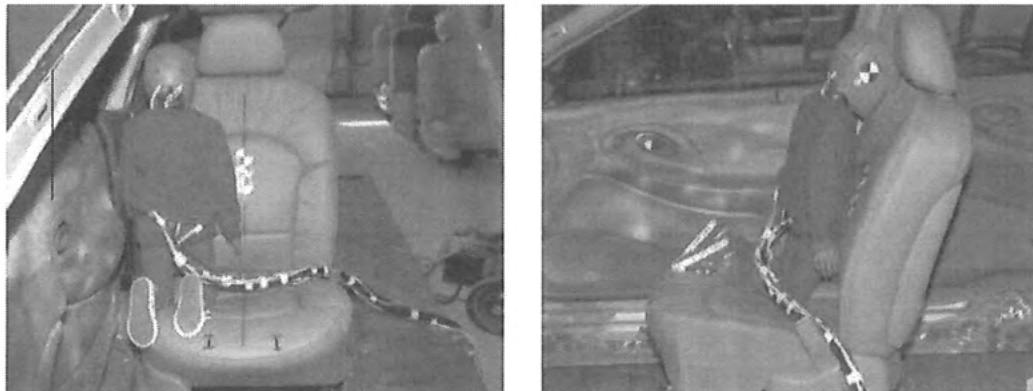


Figure 3.3.3.2.1 Rearward Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Leaning Against Door

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Brust und Seitenairbag zu maximieren. Dies soll erreicht werden, indem man das Brustbein mit der Oberkante des Sitzlehnen-Seitenairbagmoduls (seat-mounted side airbag module) auf eine Linie bringt.

Versuchsdurchführung: Stellen Sie sicher, dass der Sitz wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben eingestellt ist. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.2.1 dargestellt. Folgende Anweisungen zur Einsetzung sind zu beachten:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy kniend und rückwärtsblickend an die äußere Kante des Sitzkissens. Die Füße können dabei über die Vorderkante des Sitzkissens hinausschauen.
3. Bringen Sie die senkrechte Mittelachse des Dummybrustbeins so gut wie möglich mit der Führungskante vom Sitzlehnenpolster oder der vorderen Konturlinie auf eine Linie. Das Brustbein sollte den Sitz berühren. Wenn das Brustbein des Dummies aufgrund von Beeinträchtigungen durch die B-Säule nicht mit der Führungskante vom Sitzlehnenpolster auf eine Linie gebracht werden kann, dann stellen Sie die Position der Sitzschiene so ein, dass das Erreichen des Versuchsziels gewährleistet ist.
4. Ordnen Sie den Dummykopf so an, dass er sich zwischen dem Sitzpolster und der Säulen-/Seitenverkleidung befindet, um maximalen Kontakt zwischen dem Brustbein und der Sitzlehne herzustellen. Der Kopf sollte in seiner neutralen Position bleiben und nicht in eine überdehnte Position (nach vorne oder hinten) gebracht werden.
5. Setzen Sie das äußere Bein an den äußeren Rand des Sitzkissens, und achten Sie darauf, dass das die Position des Beins parallel zur Mittellinie des Sitzes verläuft. Bei Sitzkissen mit Sitzwangen sollte das äußere Bein so nah wie möglich auf den äußeren Rand der Sitzwange gesetzt werden und nicht davon abgleiten.
6. Schieben Sie das äußere Knie und den Unterschenkel in Richtung Übergang zwischen Sitzfläche und Sitzlehne (seat bight), bis die Oberkante der oberen Rippe waagerecht mit der Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht ist. Das Brustbein sollte die Führungskante des Sitzlehnenpolsters berühren. Schieben Sie in Fahrzeugen, bei denen der Dummy die Oberkante des Airbagmoduls nicht erreicht, das äußere Knie gegen den

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

Übergang zwischen Sitzfläche und Sitzlehne (seat bight) und gegen den äußeren Rand des Sitzkissens.

7. Schieben Sie das innere Bein so hin, dass es parallel zur Mittellinie des Sitzkissens verläuft. Schieben Sie das innere Knie und den Unterschenkel in Richtung Übergang zwischen Sitzfläche und Sitzlehne (seat bight), bis eine durch beide Schulterbolzen gezeichnete Linie senkrecht zur Mittelachse des Fahrzeugs verläuft.
8. Drehen Sie den inneren Arm in Richtung Sitzlehne, bis der Daumen die Sitzlehne berührt.
9. Drehen Sie den äußeren Arm und lassen Sie ihn möglichst senkrecht nach unten hängen.
10. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$), Brustbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), Auslenkung Brustbeinmitte (D_x), obere und untere Brustbeinbeschleunigungen (A_x), sowie obere und untere Wirbelsäulenbeschleunigungen (A_x, A_y, A_z). Die Brustbeinbeschleunigungen werden so gemessen, dass sie, zusammen mit der Wirbelsäulenbeschleunigung, für die Errechnung der über die Brustbeinauslenkung angezeigten Eindringgeschwindigkeit verwendet werden können.

**3.3.3.3 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat with Head on Armrest
(Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)**



Figure 3.3.3.3.1 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying Across Seat with Head on Door Trim Panel

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird dadurch erreicht, dass der Kopf mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht werden soll.

Versuchsdurchführung: Es wird ein Schaumkeil verwendet, der breit genug ist um den Dummyrücken und dessen Gewicht über die ganze Breite zu tragen (ca. 30 cm breit). Der Keil sollte außerdem so positioniert sein, dass der Kopf des Dummies die Armlehne berühren kann, ohne diese zu stark zu belasten. Die Schaumdichte sollte 40-80 g/l betragen. Ein gängiges Schaummaterial ist geschäumtes Polypropylen.

Stellen Sie sicher, dass der Sitz wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben eingestellt ist. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.3.1 dargestellt. Folgende Anweisungen zur Einsetzung des Dummies sind zu beachten:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Legen Sie den Dummy mit dem Rücken auf den Sitz. Dabei sollen die Arme so am Körper anliegen, dass der hinterste Arm die Sitzlehne berührt.
3. Beugen Sie die Taille des Dummies und stellen Sie sicher, dass der Hinterkopf die Armlehne berührt. Verschieben Sie den Dummy senkrecht zur Fahrzeuggängsachse, bis der Schwerpunkt des Kopfes mit der senkrechten Mittellinie des Moduls auf eine Linie gebracht ist (bei ständigem Aufliegen des Kopfes auf der Armlehne). Stützen Sie den Rücken des Dummies mit einem keilförmigen Schaumblock (Booster), so dass der Kopf eine neutrale Position einnimmt (d. h., der Kopf sollte nicht in eine überdehnte Position nach vorne oder hinten gebracht werden) und keine nennenswerte Kraft nach unten (< 5N) auf die Armlehne ausübt.
4. Legen Sie den vorderen Arm des Dummies so, dass er parallel zum Rumpf ist und auf dem Schaumblock (Booster) liegen bleibt. Die Fingerspitzen sollen dabei das Sitzkissen leicht berühren.

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

5. Drehen Sie den linken Oberarm des hinteren Arms von der Rumpfmittellachse aus um 45 Grad nach oben. Drehen Sie den Unterarm dabei so, dass zwischen ihm und dem Oberarm ein 90-Grad-Winkel besteht.
6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x , A_y , A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z).

3.3.3.4 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)

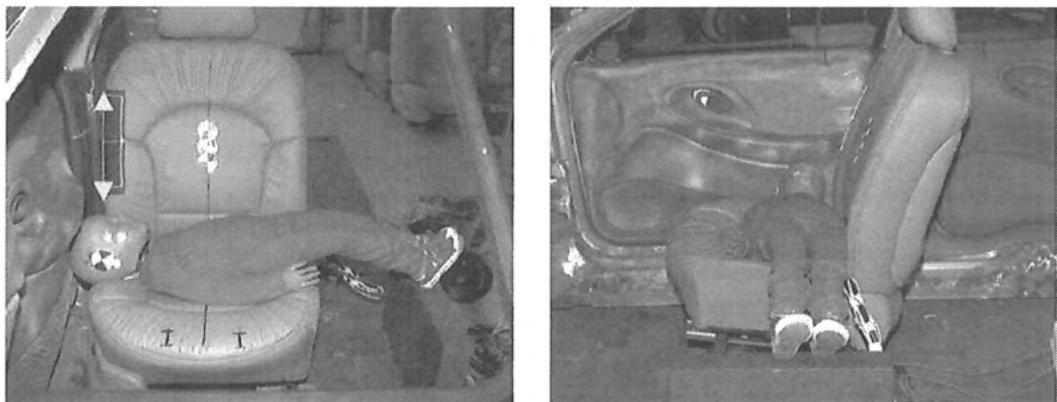


Figure 3.3.3.4.1 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying Across Seat

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf und Nacken mit Seitenairbags, die sich aus der Sitzlehne heraus entfalten (seat mounted airbags) zu maximieren. Dies soll erreicht werden, indem der Kopf mit der senkrechten Mittelachse des Airbagmoduls in eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Stellen Sie sicher, dass der Sitz wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben eingestellt ist. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.4.1 dargestellt. Folgende Anweisungen zur Einsetzung sind zu beachten:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Legen Sie den Dummy mit dem Rücken auf den Sitz. Dabei sollen die Arme so am Körper anliegen, dass der hinterste Arm die Sitzlehne berührt.
3. Schieben Sie den Dummy in Richtung außen, bis der Schwerpunkt des Kopfes mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht ist. Wenn die Tür-/Seitenverkleidung die Positionierung des Kopfes beeinträchtigen sollte, dann verstellen Sie den Sitz so, dass das Versuchsziel erreicht wird.
4. Stabilisieren Sie den Dummy, falls erforderlich, durch das Unterbringen eines leichten Schaumblocks (Booster) unter die Beine des Dummies.
5. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$).

3.3.3.5 Forward Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)



Figure 3.3.3.5.1 Forward Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block
Leaning Against Door Trim Panel

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird erreicht, indem der Nacken mit der Oberkante des Seitenairbagmoduls auf eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Die Abmessungen des Schaumblocks (Booster) sind: 450 mm (Breite) x 75 mm (Höhe) x 300 mm (Tiefe). Der Schaum hat eine Dichte von 40-80 g/l. Ein gängiges Schaummaterial ist geschäumtes Polypropylen. Stellen Sie sicher, dass der Sitz nach Abschnitt 3.3.1 eingestellt ist. Ermitteln und markieren Sie auf dem Sitzkissen zwei Punkte für die Schuhabsätze (20-50 mm von der Führungskante des Sitzkissens und auf jeder Seite 75 mm von der Mittelachse). Richten Sie den Schaumblock (Booster) auf dem Sitzkissen so aus, dass er das Sitzlehnenkissen berührt. Den Schaumblock (Booster) nicht am Sitz festkleben oder in sonstiger Weise daran befestigen.

Stellen Sie sicher, dass der Sitz wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben eingestellt ist. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.5.1 dargestellt. Folgende Anweisungen zur Einsetzung sind zu beachten:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Kopfhaut des Dummies soll mit Alkohol gereinigt und mit Babypuder bestäubt werden, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy auf den äußeren Rand des Schaumblocks (Booster), und bringen Sie die obere Wirbelsäule mit dem Entfaltungsweg des Airbags in eine Linie, z.B. mit der Führungskante des Sitzpolsters oder des Airbagmoduls. Wenn das obere Brustbein des Dummies aufgrund von Beeinträchtigungen durch die B-Säule oder die Seitenverkleidung mit dem Entfaltungsweg nicht in eine Linie gebracht werden kann, dann verstellen Sie die Sitzschiene so, dass das Erreichen des Versuchsziels gewährleistet ist.
3. Platzieren Sie den Dummykopf so, dass er sich zwischen dem Sitzpolster und der Säulen-/Seitenverkleidung befindet, um das Längsspiel zwischen Nacken und Sitzlehne zu minimieren. Der Kopf sollte in seiner normalen Position bleiben und nicht in eine überdehnte Position (nach vorne oder hinten) gebracht werden.
4. Legen Sie die Beine so hin, dass sie über den vorher auf dem Sitzkissen markierten Stellen für die Schuhabsätze liegen. Hinweis: Die Absätze gehen wahrscheinlich über das Sitzkissen hinaus.

5. Schieben Sie das Becken parallel zur Mittelachse des Fahrzeugs nach vorne (unter Beibehaltung der Fußposition), bis der Nacken/Rumpf-Übergang (oberes Ende des Brustkastens) mit der Oberkante des Airbagmoduls senkrecht auf eine Linie gebracht ist.
6. Ordnen Sie, falls erforderlich, die Beine erneut so an, dass sie über den Absatzmarkierungen liegen.
7. Schieben Sie das Becken und den oberen Rumpf bei geschlossener Fahrzeugtür und angehobenem äußerem Arm des Dummies (damit die Armlehne frei ist) in Richtung außen, bis das Becken oder der Rumpf die Tür berührt. Dabei darf sich die Nacken-Brust-Verbindung während des Versuchs nicht mehr als 20 mm nach unten verschieben.
8. Legen Sie den äußeren Arm auf die Armlehne.
9. Beugen Sie den inneren Arm so, dass der Oberarm die Sitzlehne berührt und die Fingerspitzen den Schaumblock (Booster) berühren.
10. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$).

3.3.3.6 Inboard Facing SID-IIs (Driver and Passenger Positions with Seat-Mounted Airbags)



Figure 3.3.3.6.1 Inboard Facing SID-IIs Against Door

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Brust und Seitenairbagmodul zu maximieren. Dies wird dadurch erreicht, indem die obere Rippe mit der Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Der Versuch sollte sowohl für Fahrer- und Beifahrerairbag durchgeführt werden, außer wenn auf beiden Seiten derselbe Airbag eingesetzt wird. Die Messeinrichtung des Dummys ist angelehnt an eine Fahrer-Seitencrashkonfiguration, wenn der Seitenairbag auf der Beifahrerseite getestet wird, und an eine Beifahrer-Seitencrashkonfiguration, wenn der Seitenairbag auf der Fahrerseite getestet wird. Die Positionierung des Dummys im Fahrzeug ist in Bild 3.3.3.6.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt (optional) und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die ungeschützte Haut des Dummys mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy mit dem Gesicht zur Fahrzeugmitte. Der Arm lehnt dabei gegen die Sitzlehne.
3. Schieben Sie das Becken des Dummys in Richtung außen, bis der Dummy die Türverkleidung berührt. Eine senkrechte Ebene durch die Mittellinie der Schulterrippenstrebe und des Schulterbolzens sollte parallel zur Fahrzeuggängsachse verlaufen.
4. Drehen Sie den Arm in die horizontale Lage.
5. Schieben Sie das Becken des Dummys nach vorne bzw. hinten und lehnen Sie dabei den Dummy mit dem Rücken gegen die Tür, um die Mitte der ersten Brustrippe mit der Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie zu bringen. Die Wirbelsäule des Dummys sollte so ausgerichtet sein, dass eine senkrechte Ebene durch die Mittellachse der Schulterrippenstrebe und des Schulterbolzen parallel zur Fahrzeuggängsachse verlaufen sollte. Um den Dummy in Position zu halten, kann, falls erforderlich, ein 25 mm breites Kreppband verwendet werden, welches um den Nackenbereich des Dummys gewickelt ist.
6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$), obere und untere Wirbelsäulenbeschleunigungen (A_x, A_y, A_z), seitliche Brustripen- und Unterleibsrippenauslenkungen (D_y), Brustripenbeschleunigungen und seitliche

*Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags*

Beschleunigungen des Unterleibs (Ay), entgegengesetzte, seitliche Rippenbeschleunigungen (Ay) und Beckenbeschleunigung (Ax, Ay, Az). Die Berechnungen der Eindringgeschwindigkeiten in die Brust oder den Unterleib basieren auf Rippenbeschleunigungen, die zusammen mit entgegengesetzten, seitlichen Rippenbeschleunigungen wirken.

3.3.3.7 SID-IIIs with Instrumented Arm on Armrest (Driver and Passenger Positions with Seat-Mounted or Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)



Figure 3.3.3.7.1 SID-IIIs with instrumented arm on armrest

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Oberarm und Seitenairbag zu maximieren.

Versuchsdurchführung: Die Lage des Dummys ist in Bild 3.3.3.7.1 dargestellt. Hierbei wird ein Schaumkissen verwendet, welches zur Erfüllung der Anforderungen nach Schritt 5 verwendet werden kann.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die ungeschützte Haut des Dummys soll mit Alkohol gereinigt und mit Babypuder bestäubt werden, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Verstellen Sie den Sitz auf die mittlere Sitzschienenposition.
3. Setzen Sie den Dummy an den äußeren Rand des Sitzes, mit dem Ellenbogen auf der Armlehne. Schieben Sie den Dummy in Richtung außen, so dass zwischen dem Oberarm und der Türverkleidung über der Armlehne kein Freiraum mehr ist. Das Becken des Dummys kann durch ein Schaumkissen unterbaut bzw. gestützt werden, um den Anforderungen bezüglich der Dummyposition gerecht zu werden.
4. Der Oberarm hängt gerade nach unten (parallel zum Rumpf).
5. Der Unterarm des Dummys sollte auf der Armlehne aufliegen, ohne dass eine nennenswerte Kraft ($< 5 \text{ N}$) auf die Armlehne ausgeübt wird.
6. Die Hand sollte ausgestreckt sein und in einem 45-Grad-Winkel zur Oberfläche der Armlehne stehen.
7. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Biegemomente der Elle (M_x, M_y) und des Oberarmknochens (M_x, M_y).

3.3.4 Tests für türintegrierte (door/quarter panel-mounted) Airbags

3.3.4.1 Outboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)



Figure 3.3.4.1.1 Outboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Leaning Against Seat and Door Trim Panel

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin die Interaktion zwischen Brust und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird erreicht, indem das Brustbein mit der senkrechten Mittellinie des Seitenairbagmoduls in eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.4.1.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Legen Sie den Dummy kniend auf den Sitz mit Blick nach außen Richtung Seitenfenster. Das hintere Knie befindet sich dabei am Übergang zwischen Sitzfläche und Sitzlehne (seat bight). Die Arme und Hände des Dummies sollten seitlich am Rumpf herunterhängen.
3. Verstellen Sie die Sitzschienenposition (unter Beibehaltung der aufrechten Lage des Dummies), um die senkrechte Mittelachse des Brustbeins mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls in eine Linie zu bringen. **Die geometrischen Abmessungen des Airbagmoduls können durch einen Standversuch ermittelt oder vom Hersteller erfahren werden.** Zur Stabilisierung des Dummies können die Sitzlehne und die Armlehne zu Hilfe genommen werden.
4. Lehnen Sie unter Beibehaltung der neutralen Kopfposition (d. h. der Kopf sollte nicht in eine überdehnte Position gebracht werden) den Dummy in Richtung außen, bis die Brust das Airbagmodul in der Türverkleidung berührt.
5. Schieben Sie die Knie des Dummies senkrecht zur Fahrzeulgängsachse, bis der höchste Punkt der oberen Rippe mit der vom Hersteller vorgegebenen Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht ist. Eventuell ist es erforderlich das Fenster zu öffnen um den Abstand zwischen Brust und Airbagmodul zu minimieren.
6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$), Brustbeschleunigung (A_x, A_y, A_z),

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

Auslenkung Brustbeinmitte (Dx), obere und untere Brustbeinbeschleunigungen (Ax), sowie obere und untere Wirbelsäulenbeschleunigungen (Ax, Ay, Az).

3.3.4.2 Inboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)

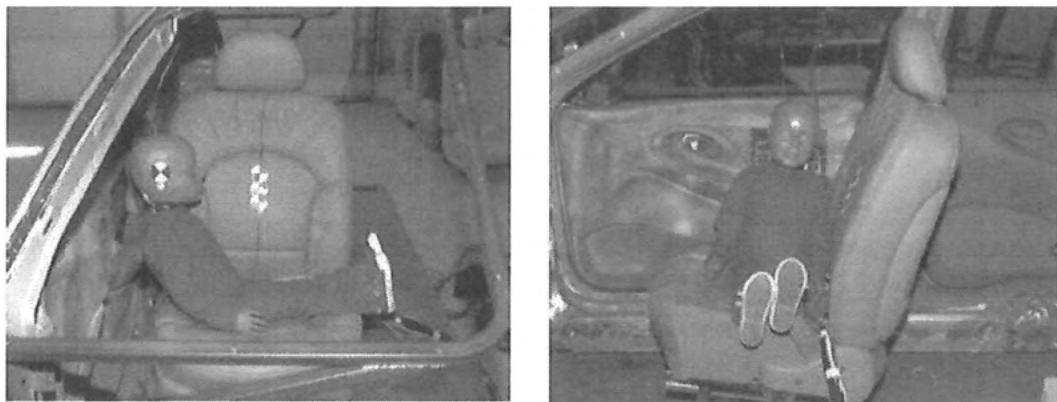


Figure 3.3.4.2.1 Inboard Facing Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Leaning Against Door or Window Glazing

Versuchziel: Das Versuchziel besteht darin, die Interaktionen zwischen Kopf, Nacken und Seitenairbag zu maximieren.

Versuchsdurchführung: Die Lage des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.4.2.1 dargestellt.

1. Dieser Versuch sollte mit einem 3-jährigen Hybrid-III-Dummy durchgeführt werden. Bei Fahrzeugen jedoch, bei denen der Einbauort des Airbagmoduls das Ausrichten des Kopf-Nacken-Übergangs mit der Oberkante des Airbagmoduls verhindert, wird die Verwendung des 6-jährigen Hybrid-III-Dummies empfohlen.
2. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
3. Setzen Sie den Dummy mit ausgestreckten Beinen und dem Gesicht zur Fahrzeugmitte auf den Sitz. Die Arme liegen dabei seitlich am Körper an.
4. Lehnen Sie den Dummy nach hinten, bis der Arm die Sitzlehne berührt.
5. Verstellen Sie die Sitzschienenposition, um die senkrechte Mittellinie des Wirbelsäulenkastens mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls in eine Linie zu bringen. Die geometrischen Abmessungen des Airbagmoduls können durch einen Standversuch ermittelt oder vom Hersteller erfahren werden.
6. Lehnen Sie unter Beibehaltung der neutralen Kopfposition (d. h. der Kopf sollte nicht in eine überdehnte Position gebracht werden) den Dummy zurück, bis seine Schultern oder der Kopf die Türverkleidung berühren.
7. Verschieben Sie das Becken senkrecht zur Fahrzeulgängsachse, bis der Kopf-Nacken Übergang (beim Kopfansatz) mit der Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie gebracht ist. Falls erforderlich, kann die Sitzhöhe verstellt werden, um die letzten Korrekturen für die Positionierung des Dummies vorzunehmen. Wenn dies damit nicht gelingt, dann verfahren Sie nach Schritt 1.
8. Die Oberarme des Dummies verlaufen parallel zum Rumpf. Die Unterarme sind nach vorne gebeugt, so dass die Fingerspitzen das Sitzkissen leicht berühren.

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

9. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x , A_y , A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z).

3.3.4.3 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat with Head on Armrest (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)



Figure 3.3.4.3.1 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying Across Seat with Head on Door Trim Panel

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird erreicht, indem der Kopf mit der Mitte des Airbagmoduls in eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Es wird ein Schaumkeil verwendet, der breit genug ist um den Dummyrücken und dessen Gewicht über die ganze Breite zu tragen (ca. 30 cm breit). Der Keil sollte außerdem so positioniert sein, dass der Kopf des Dummies die Armlehne berühren kann, ohne diese zu stark zu belasten. Die Schaumdichte sollte 40-80 g/l betragen. Ein gängiges Schaummaterial ist geschäumtes Polypropylen. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.4.3.1 dargestellt. Es gelten folgende spezifische Anweisungen zur Einsetzung:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Legen Sie den Dummy mit dem Rücken auf den Sitz. Dabei sollen die Arme so am Körper anliegen, dass der linke Arm die Sitzlehne berührt.
3. Verstellen Sie die Sitzschienenposition, um die horizontale Mittellinie des Dummykopfes so nah wie möglich mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls auf eine Linie zu bringen. **Die geometrischen Abmessungen des Airbagmoduls können durch einen Standversuch ermittelt oder vom Hersteller erfahren werden.**
4. Schieben Sie den Dummy in Richtung außen, bis der Kopf das Airbagmodul leicht berührt (der Kontakt mit der Armlehne muss dabei bestehen bleiben). Stützen Sie den Rücken des Dummies mit einem keilförmigen Schaumblock (Booster), so dass der Kopf sich in einer neutralen Position befindet (d. h., der Kopf sollte nicht in eine überdehnte Position gebracht werden und keine nennenswerte Kraft nach unten (< 5N) auf die Armlehne ausüben).
5. Legen Sie den vorderen Arm des Dummies so, dass er parallel zum Rumpf liegt und auf dem Schaumblock (Booster) liegen bleibt. Dabei sollen die Fingerspitzen das Sitzkissen leicht berühren.
6. Drehen Sie den hinteren Oberarm, so dass er mit der Rumpfmittelachse einen Winkel von 45 Grad bildet. Drehen Sie den Unterarm dabei so, dass er zusammen mit dem Oberarm einen 90- Grad-Winkel bildet.

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

7. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x , A_y , A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z).

3.3.4.4 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying on Seat (Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)

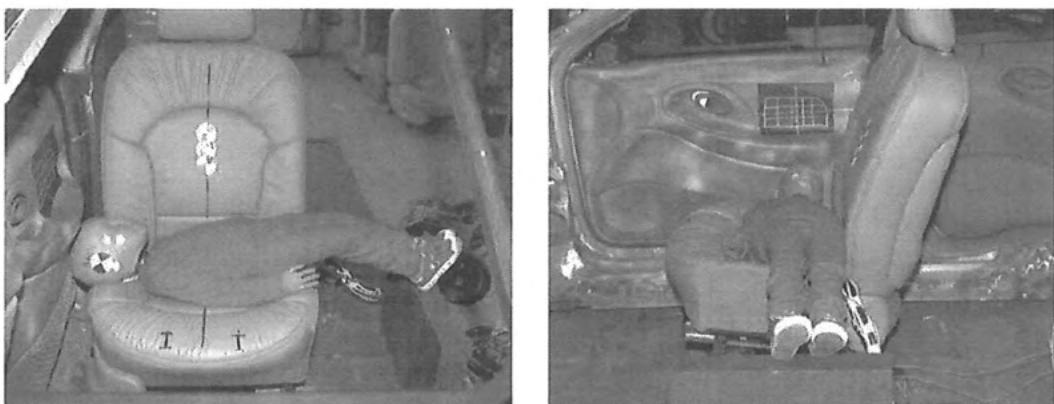


Figure 3.3.4.4.1 Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy Lying Across Seat

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird erreicht, indem der Kopf mit der senkrechten Mittellinie des türintegrierten Airbagmoduls auf eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Die Position des Dummys im Fahrzeug ist in Bild 3.3.4.4.1 dargestellt. Es gelten folgende spezifische Anweisungen zur Einsetzung:

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummys mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Legen Sie den Dummy mit dem Rücken auf den Sitz. Dabei sollen die Arme so am Körper anliegen, dass der linke Arm die Sitzlehne berührt.
3. Verstellen Sie die Sitzschienenposition, um die Mitte des Dummykopfes so nah wie möglich mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls in eine Linie zu bringen. **Die geometrischen Abmessungen des Airbagmoduls können durch einen Standversuch ermittelt oder vom Hersteller erfahren werden.**
4. Verstellen Sie die Sitzhöhe (falls diese verstellbar ist), um die Ebene der Messstellen am Dummykopf so nah wie möglich mit der horizontalen Mitte des Airbagmoduls in eine Linie zu bringen.
5. Schieben Sie den Dummy in Richtung außen, bis der Kopf das Airbagmodul gerade berührt.
6. Stabilisieren Sie den Dummy, falls erforderlich, durch das Unterbringen eines leichten Schaumblocks (Booster) unter die Beine des Dummys.
7. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$).

3.3.4.5 Forward Facing SID-IIs (Driver and Passenger Positions with Door/Quarter Panel-Mounted Airbags)



Figure 3.3.4.5.1 Forward Facing SID-IIs Against Door

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktionen zwischen Kopf, Brust und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird erreicht, indem die Brust mit der Oberkante des Airbagmoduls in eine Linie gebracht wird.

Versuchsdurchführung: Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.4.5.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Kopfhaut des Dummies soll mit Alkohol gereinigt und mit Babypuder bestäubt werden, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy aufrecht in die Mitte des Sitzes.
3. Der äußere Arm des Dummies sollte nach vorne in die waagerechte Position gedreht werden (um nicht auf der Armlehne aufzuliegen).
4. Verstellen Sie die Sitzschienenposition, um die Mittellinie des seitlichen Thorax mit der senkrechten Mittellinie des Airbagmoduls in eine Linie zu bringen.
5. Schieben Sie den Dummy nach außen bis er die Türverkleidung berührt, ohne ihn in die Schrägen zu legen oder den Rumpf zu drehen. Eine senkrechte Ebene durch die Mittellinie der Rippenstrebe und des Schulterbolzens sollte parallel zur Mittellinie des Fahrzeugs verlaufen.
6. Verstellen Sie wenn möglich die Sitzhöhe, um die Mitte der ersten Brustrippe mit der Oberkante des Airbagmoduls auf eine Linie zu bringen. Um den Dummy in der aufrechten Lage zu halten, kann, falls erforderlich, ein 25-mm-breites Kreppband verwendet werden, welches um den Nackenbereich des Dummies gewickelt wird.
7. Wiederholen Sie Schritt 6, falls dies erforderlich ist.
8. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$), obere und untere Wirbelsäulenbeschleunigungen (A_x, A_y, A_z), seitliche Auslenkungen der Brustrippen und Unterleibsrippen (D_y), Brustrippenbeschleunigungen und seitliche Beschleunigungen des Unterleibs (A_y), entgegengesetzte, seitliche Rippenbeschleunigungen (A_y), Beckenbeschleunigung (A_x, A_y, A_z) und Beckenkräfte (pubic and iliac, F_y). Die Berechnungen der Eindringgeschwindigkeiten in die Brust und den Unterleib basieren auf Rippenbeschleunigungen, die zusammen mit seitlich entgegengesetzten Rippenbeschleunigungen wirken.

3.3.5 Tests für Kopfairbags (Roof-Rail-Mounted Airbags)

3.3.5.1 Inboard Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block (Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)

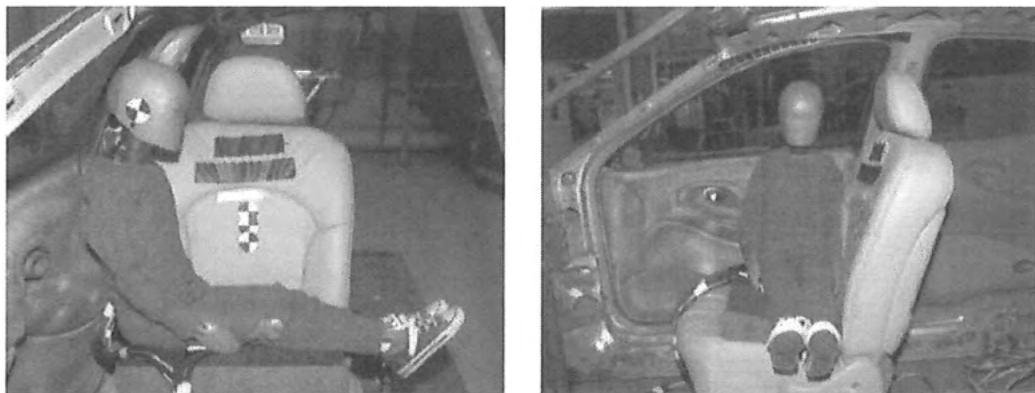


Figure 3.3.5.1.1 Inboard Facing Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy on Booster Block

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag durch die direkte Positionierung des Kopfes mittig im Entfaltungsweg des auslösenden Airbags zu maximieren.

Versuchsdurchführung: Der Sitz wird für diesen Versuch auf die höchste Position gestellt. Die Abmessungen des Schaumblocks (Booster) sind: 450 mm (Breite) x 75 mm (Höhe) x 300 mm (Tiefe). Der Schaum hat eine Dichte von 40-80 g/l. Ein gängiges Schaummaterial ist geschäumtes Polypropylen. Richten Sie den Schaumblock (Booster) auf dem Sitzkissen so aus, dass er das Sitzlehnenkissen berührt. Den Schaumblock (Booster) nicht am Sitz festkleben oder in sonstiger Weise daran befestigen. Die Position des Dummies im Fahrzeug ist in Bild 3.3.5.1.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummies mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy auf den Schaumblock (Booster). Die Arme hängen dabei seitlich am Körper herunter. Das Gesicht schaut nach innen und die Beine sind ausgestreckt.
3. Verstellen Sie die Sitzschienenposition nach vorne um den senkrechten Abstand zwischen Kopf und Kopfairbagmodul zu minimieren, und um die Interaktion zwischen Luftkissen und Kopf zu maximieren.
4. Schieben Sie unter Beibehaltung der neutralen Kopfposition (d. h. der Kopf sollte nicht nach vorne oder hinten gebogen werden) das Becken des Dummies nach außen, bis der Rücken des Dummies die Türverkleidung oder die Armlehne berührt. Der Schwerpunkt des Kopfes sollte dabei im Entfaltungsweg des Airbags mittig ausgerichtet sein. Vielleicht wird es erforderlich sein den Dummy nach außen zu kippen, um den Kopf richtig auszurichten. Eine senkrechte Ebene durch die Mittellinie des Schulterbolzens sollte parallel zur Fahrzeugmittelachse verlaufen.
5. Beugen Sie die Arme des Dummies am Ellenbogen bis die Finger den Schaumblock (Booster) leicht berühren.

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x , A_y , A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z).

3.3.5.2 Forward Facing SID-IIs on Raised Seat (Driver and Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)



Figure 3.3.5.2.1 Forward Facing SID-IIs Aligned for Test of Roof-Rail-Mounted Airbag

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird dadurch erreicht, dass sich der Kopf des Dummys direkt im Entfaltungsweg des Airbags befindet.

Versuchsdurchführung: Der Sitz wird für diesen Versuch auf die höchste Position gestellt. Die Position des Dummys im Fahrzeug ist in Bild 3.3.5.2.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Kopfhaut des Dummys soll mit Alkohol gereinigt und mit Babypuder bestäubt werden, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy aufrecht in die Mitte des Sitzes.
3. Der äußere Arm des Dummys sollte nach vorne in die waagerechte Position gedreht werden (um nicht auf der Armlehne aufzuliegen).
4. Verstellen Sie die Sitzschienenposition nach vorne um den senkrechten Abstand zwischen Kopf und Kopfairbagmodul zu minimieren, und um die Interaktion zwischen Luftkissen und Kopf zu maximieren.
5. Schieben Sie den Dummy in die äußere Richtung, bis er die Türverkleidung berührt. Der Dummy kann schräg nach außen gelehnt werden, damit sichergestellt ist, dass sich der Entfaltungsweg des Airbags mit der Mitte der oberen Kopfregion kreuzt (das Becken kann hierzu in Richtung Fahrzeugmitte verschoben werden). Um den Dummy in der Versuchsposition zu halten, kann, falls erforderlich, ein 25-mm-breites Kreppband verwendet werden, welches um den Nackenbereich des Dummys gewickelt wird.
6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z) und Kräfte und Momente am oberen und unteren Nacken ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$).
7. Falls der Seitenairbag des Fahrers identisch mit dem des Beifahrers ist, genügt es, wenn nur auf einer Seite getestet wird.

3.3.5.3 Inboard Facing SID-IIs on Raised Seat (Driver and Passenger Positions with Roof-Rail-Mounted Airbags)



Figure 3.3.5.3.1 Inboard Facing SID-IIs Aligned for Test of Roof-Rail-Mounted Airbag

Versuchsziel: Das Versuchsziel besteht darin, die Interaktion zwischen Kopf bzw. Nacken und Seitenairbag zu maximieren. Dies wird dadurch erreicht, dass sich der Kopf des Dummys direkt im Entfaltungsweg des Airbags befindet.

Versuchsdurchführung: Der Sitz wird für diesen Versuch auf die höchste Position gestellt. Die Position des Dummys im Fahrzeug ist in Bild 3.3.5.3.1 dargestellt.

1. Der Dummy soll ein eng anliegendes Baumwollshirt und Hosen tragen. Die Naht der Schädeldecke mit 4 mm-breitem Isolierband abkleben, um ein Verfangen des Airbags in der Naht zu verhindern. Die Kopfhaut des Dummys mit Alkohol reinigen und mit Babypuder bestäuben, um gute Reibungseigenschaften zu erhalten.
2. Setzen Sie den Dummy mit dem Gesicht zur Fahrzeugmitte. Der Arm berührt dabei die Sitzlehne.
3. Der Arm sollte nach vorne in die Waagerechte gedreht werden.
4. Verstellen Sie die Sitzschienenposition nach vorne um den senkrechten Abstand zwischen Kopf und Kopfairbagmodul zu minimieren, und um die Interaktion zwischen Luftkissen und Kopf zu maximieren.
5. Der Kopf sollte in seiner neutralen Position bleiben und nicht in eine überdehnte Position (nach vorne oder hinten) gebracht werden. Schieben Sie dabei das Becken des Dummys nach außen, bis der Rücken des Dummys die Türverkleidung oder die Armlehne berührt. Der Schwerpunkt des Kopfes sollte sich dabei mittig im Entfaltungsweg des Airbags befinden. Eventuell kann es erforderlich sein, dass der Dummy in eine schräge Lage gebracht werden muss, um den Kopf wie vorgegeben auszurichten. Eine senkrechte Ebene durch die Mittellachse der Rippenstrebe und des Schulterbolzens sollte parallel zur Fahrzeugmittellachse verlaufen. Um den Dummy in Position zu halten, kann, falls erforderlich, ein 25-mm-breites Kreppband verwendet werden, welches um den Nackenbereich des Dummys gewickelt ist.
6. Lösen Sie die Entfaltung des/der Seitenairbags aus und nehmen Sie folgende Dummymesskanäle auf: Kopfbeschleunigung (A_x, A_y, A_z), obere Nackenkräfte und -momente ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$) und untere Nackenkräfte und -momente ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$).
7. Falls der Seitenairbag des Fahrers identisch mit dem des Beifahrers ist, genügt es, wenn nur auf einer Seite getestet wird.

Literaturhinweise

American Automobile Manufacturers Association. 1998. Comment to the National Highway Traffic Safety Administration on Advanced Technology Airbags (AAMA S98-13) — Attachment C: Proposal for Dummy Response Limits for FMVSS 208 Compliance Testing. Docket No. NHTSA 98-4405, Notice 1; DMS Document No. NHTSA-1998-4405-79, Dec. 17, 1998. Washington, DC.

Alliance of Automobile Manufacturers. 1999. Comment to the National Highway Traffic Safety Administration on Supplemental Notice of Proposed Rulemaking, FMVSS 208, Occupant Crash Protection — Annex 2: Dummy Response Limits for FMVSS 208 Compliance Testing. Docket No. NHTSA 99-6407, Notice 1; DMS Document No. NHTSA-1999-6407-40, Dec. 23, 1999. Washington, DC.

Begeman, P.C.; Pratima K.; and Prasad, P. 1999. Bending strength of the human cadaveric forearm due to lateral loads (SAE 99SC24). *Proceedings of the 43rd Stapp Car Crash Conference* (P-350), 343-50. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Daniel, R.P.; Irwin, A.; Athey, J.; Balser, J.; Eichbrecht, P.; Hultman, R.W. et al. 1995. Technical specifications of the SID IIs dummy (SAE 952735). *Proceedings of the 39th Stapp Car Crash Conference* (P-229), 359-88. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Irwin, A.L. and Mertz, H.J. 1997. Biomechanical bases for the CRABI and Hybrid III child dummies (SAE 973317). *Proceeding of the 41st Stapp Car Crash Conference* (P-315), 1-12. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Kirkish, S.L.; Begeman, P.C.; and Paravasthu, N.S. 1996. Proposed provisional reference values for the humerus for evaluation of injury potential (SAE 962416). *Proceedings of the 40th Stapp Car Crash Conference* (P-305), 75-84. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Mertz, H.J. 1984. A procedure for normalizing impact response data. SAE Technical Paper Series 840884. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Mertz, H.J. 1993. Anthropomorphic test devices. Accidental Injury: Biomechanics and Prevention (eds. A.M. Nahum and J.W. Melvin), 66-84. New York, NY: Springer-Verlag.

Mertz, H.J.; Driscoll, G.D.; Lenox, J.B.; Nyquist, G.W.; and Weber, D.A. 1982. Responses of animals exposed to various passenger inflatable restraint system concepts for a variety of collision severities and animal positions. *Proceedings of the 9th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, 352-68. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Mertz, H.J.; Prasad, P.; and Irwin, A.L. 1997. Injury risk curves for children and adults in frontal and rear collisions (SAE 973318). *Proceeding of the 41st Stapp Car Crash Conference* (P-315), 13-30. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Mertz, H.J. and Weber, D.A. 1982. Interpretations of the impact responses of a three-year-old child dummy relative to child injury potential. *Proceedings of the 9th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, 368-76. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration. (Also published as SAE 826048)

*Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags*

Pintar, F.A.; Yoganandan, N.; and Eppinger, R.H. 1998. Response and tolerance of the human forearm to impact loading (SAE 983149). *Proceedings of the 42nd Stapp Car Crash Conference* (P-337), 65-76. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Prasad, P. and Daniel, R.P.A. 1984. Biomechanical analysis of head, neck, and torso injuries to child surrogates due to sudden torso acceleration (SAE 841656). *Proceedings of the 28th Stapp Car Crash Conference* (P-152), 25-41. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Prasad, P.; Kim, A.; and Weerappuli, D. 1997. Biofidelity of anthropomorphic test devices for rear impact (SAE 973342). *Proceedings of the 41st Stapp Car Crash Conference* (P-315), 387-415. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.

Guidelines for Evaluating Out-of-Position Vehicle Occupant Interactions with Deploying Airbags. SAE Information Report J 1980. Issued November 26, 1990, revised January 2001.

ISO/TR 10982:1998 Road vehicles – Test procedure for evaluating out-of-position vehicle occupant interactions with deploying airbags.

ISO/TR 14933:2000 Road vehicles – Test procedures for evaluating occupant interactions with deploying side impact airbags.

Anthropomorphic Dummies for Crash and Escape System Testing, AGARD – AR330, NATO, July, 1996.

Society of Automotive Engineers, Engineering Aid 31, Hybrid III 3-Year-Old Child Dummy, 2000.

Society of Automotive Engineers, Engineering Aid 29, Hybrid III 6-Year-Old Child Dummy, 1998.

Society of Automotive Engineers, Engineering Aid 25, Hybrid III Small Female Dummy, 1994.

Society of Automotive Engineers, J211, Instrumentation for Impact Test - Part 1 - Electronic Instrumentation, March, 1995.

Society of Automotive Engineers, J2189, Guidelines for evaluating child restraint system interactions with deploying airbags. Issued March 19, 1993; revised December 2000.

ISO/TR 14645:1998. Road vehicles – Test procedures for evaluating child restraint system interactions with deploying airbags.

Anhang A – Dummy-Research-Values

Wie im Hauptteil des Berichts geschildert, sind die Research Values wichtige Indikatoren potenzieller Verletzungen. Die Welt der Wissenschaft und der Technik hat bis jetzt aber noch nicht die entsprechenden biomechanischen oder sonstigen wissenschaftlichen Kenntnisse um die Unfallgefahren, die von auslösenden Seitenairbags ausgehen, exakt vorherzusagen. In einigen Fällen ist es erforderlich, zusätzliche Forschung auf dem Gebiet der Biomechanik zu betreiben, um die Mechanismen, die bei bestimmten Körperregionen Verletzungen (z. B. in der unteren Nackenregion, der Unterleibs- und Beckenregion) hervorrufen, wirklich verstehen zu können. Gleiches gilt auch für Verletzungsmechanismen in Verbindung mit Seitenairbags (ob z. B. die Wirbelsäulenbeschleunigung auf die Verletzungsgefahr durch Seitenairbags schließen lässt). In anderen Fällen ist zusätzliche Arbeit erforderlich um messbare Dummyreaktionen mit Verletzungsmechanismen, durch die Gefahrenkurven aufgestellt wurden, in Beziehung zu setzen. Es muss weiter daran gearbeitet werden, bis über einige Verletzungsgrade die entsprechende Versuchserfahrung vorliegt, damit Vertrauen in ihre Genauigkeit gewonnen werden kann.

Bei Fortführung dieser Untersuchungen wird die Welt der Wissenschaft und der Technik die Basis dafür haben Reference Values für einige oder alle Verletzungsindikatoren aufzustellen. Die TWG sollte in regelmäßigen Abständen zusammenkommen, um sich über den stetig fortschreitenden wissenschaftlichen Stand der von ihnen empfohlenen Verfahren zu besprechen, was auch die Research Values mit einschließt. Es sollte betont werden, dass eine größere Anzahl von wissenschaftlichen Daten nötig ist, um korrekte Reference Values zu definieren. Die hier veröffentlichten Research Values sollen also nicht einfach bestätigt oder für gültig erklärt werden. Wenn man über einen bestimmten Verletzungsgrad genug in Erfahrung gebracht hat, so dass ein Reference Value daraus hervorgehen kann, dann kann dies derselbe Wert sein, der hier als Research Value veröffentlicht wurde. Der Wert kann aber auch höher oder niedriger sein.

Derzeit empfiehlt die TWG, dass die Hersteller und Zulieferer die Research Values beim Entwickeln zukünftiger Seitenairbagsysteme berücksichtigen sollten, und dass die Research Values möglichst in den Systemen umgesetzt werden sollten. So beschloss die TWG, dass ein zukünftiger Seitenairbag, der nach den Reference Values entwickelt wird, nicht verworfen werden muss, nur um einem Research Value genüge zu tun.

In der untenstehenden Tabelle A1 sind Dummyreaktionswerte aufgelistet, die als Research Values empfohlen werden. In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie man die Research Values abgeleitet hat. Des Weiteren geht es um den wissenschaftlichen Kenntnisstand, der über die veröffentlichten Werte vorhanden ist.

A.1 Nackenverletzungen

A.1.1 Kraftaufnehmer am oberen Nacken

Die Erfahrungen, die aus den Versuchen mit den empfohlenen Verfahren gewonnen wurden, veranlassten die TWG den Vorschlag zu machen, dass seitliche Biegungen und Drehungen des Nackens überwacht werden sollten. Man hatte relativ wenig Erfahrung mit dem Messen der Nackenmomente (neck moments), und die Research Values wurden basierend auf dem Urteil der biomechanischen Experten (aus dem Kreis der TWG) vor kurzem erst vorgeschlagen. Für das Drehmoment (twist moment) und die Überstreckungswerte (extension values) wurden dieselben Werte gewählt, wobei der Nacken auf Überstreckungen am empfindlichsten reagiert,

Recommended Procedures for Evaluating First Revision – July 2003
Occupant Injury Risk from Deploying Side Airbags

da die Halswirbel (cervical vertebrae) durch Drehen des Kopfes leicht voneinander abgetrennt werden können. Die lateralen Biegemomente (lateral bending moments) wurden so gewählt, dass sie zwischen den Extensions- und Flexionswerten (extension and flexion values) liegen, da die Muskel- und Bindegewebsmasse, die seitlichen Biegungen des Halses standhält, stärker ist als die Masse, die Biegungen des Halses nach hinten standhält, aber auch nicht stärker ist als die Masse, die Biegungen des Halses nach vorne standhält. Biegungen des Halses nach vorne kann der Nacken am besten aushalten.

Table A1 Dummy Injury Research Values for Out-of-Position Testing of Side Airbags

Body Region/Injury Measure	Dummy			
	Hybrid III 3-Year-Old Child	Hybrid III 6-Year-Old Child	Hybrid III Small Female	SID-IIs
Upper Neck				
Lateral moment (Nm)	30	42	67	67
Twist moment (Nm)	17	24	39	39
Lower Neck				
Flexion moment (Nm)	83	119	190	190
Extension moment (Nm)	34	48	77	77
Lateral moment (Nm)	60	84	134	134
Twist moment (Nm)	17	24	39	39
Tension (N)	1130	1490	2070	2070
Compression (N)	1380	1820	2520	2520
Thorax				
Spine acceleration (max g, 3 ms)	55	60	—	73
Abdomen				
Deflection (mm)	—	—	—	32
Deflection rate (m/s)	—	—	—	8.2
Pelvis				
Pubic symphysis load (N)	—	—	—	4000
Iliac load (N)	—	—	—	4000
Arm				
Resultant bending moment, ulna (Nm)	—	—	—	44
Resultant bending moment, humerus (Nm)	—	—	—	130

A.1.2 Kraftaufnehmer am unteren Nacken

Die jüngsten Forschungsaktivitäten lassen vermuten, dass die Messungen mit den Kraftaufnehmern am oberen Nacken keinen Aufschluss über die Verletzungsrisiken am Nacken geben können, wenn der Airbag sich in den Rücken einer Person entfaltet. Im Gegensatz zu Frontairbags könnte dies bei der Bewertung von OOP-Nackenverletzungen durch Seitenairbags ein Problem darstellen, da davon ausgegangen werden kann, dass die Insassen dabei Positionen einnehmen, bei denen sie mit dem Rücken im Entfaltungsweg des Airbags sitzen. Die TWG empfiehlt deshalb, dass die Verletzungsindikatoren, die vom Kraftaufnehmer am unteren Nacken gemessen werden, wie Research Values überwacht werden sollen. Die Research Values für die Messungen am unteren Nacken basieren auf Forschungen von Prasad, Kim und Weerappuli (1997), die für die Biegung des Halses nach hinten (extension bending moment) einen IARV von 154 Nm für den Hybrid-III-50%-Mann vorschlugen. Dieser empfohlene IARV entspricht der niedrigsten Kraft, bei der bei Leichen Wirbelsäulenverletzungen verzeichnet werden konnten. Das bedeutet ein sehr geringes Verletzungsrisiko bei Verletzungen mit AIS 3+. Um für die in Tabelle A1 aufgeführten Dummies Research Values für die Biegungen des Halses

nach hinten zu liefern, wurde dieser IARV nach den in Mertz et al. (1997) angegebenen Verfahren skaliert. Für den unteren Nackenbereich wurden die empfohlenen Research Values für laterale Biegemomente und Biegungen des Halses nach vorne (lower neck flexion and lateral bending moments) aus den entsprechenden Werten des oberen Nacken errechnet, weil davon ausgegangen wurde, dass das Werteverhältnis zwischen oberen und unteren Biegemomenten mit dem Verhältnis zwischen oberen und unteren Extensionsmomenten identisch sein würde.

Für den unteren Nacken sind die empfohlenen Research Values für Drehmoment (twist moment), Zugspannungs- und Eindringkräfte (lower neck tension and compression forces) mit denen für den oberen Nacken identisch. Der TWG ist aus anatomischer Sicht zurzeit kein Grund bekannt um anzunehmen, dass von diesen Kräften verschiedene Gefahren ausgehen, wenn sie am oberen oder unteren Nacken gemessen werden.

A.2 Thoraxverletzungen

Die TWG empfiehlt bei OP-Versuchen mit Seitenairbags die Wirbelsäulenbeschleunigung (spine acceleration) als Research Value aufzunehmen. Die TWG äußert aber Zweifel, dass Wirbelsäulenbeschleunigungen, bei denen keine zu starken Eindringungen (compression) oder Eindringgeschwindigkeiten (compression rate, als Reference Values in Tabelle 2 aufgeführt) vorhanden sind, wahrscheinlich auf Thoraxverletzungen hindeuten könnten. Es wurde jedoch festgestellt, dass dieser Messwert ein Standard bei der Bewertung der NHTSA von Brustverletzungen ist. Die in Tabelle A1 aufgeführten Research Values für Wirbelsäulenbeschleunigungen richten sich nach dem in der Federal Motor Vehicle Safety Standard 208 aufgeführten Wert für den 50% Mann (maximal 60 g während 3 ms).

A.3 Unterleibs- und Beckenverletzungen

Der SID-II-Dummy ist unter den empfohlenen Dummys für OOP-Versuche mit Seitenairbags der einzige Dummy, der im Unterleibs- und Beckenbereich mit Messeinrichtungen versehen ist um Verletzungen aufzuzeigen. Die TWG empfiehlt sowohl die Reaktionen auf die Eindringung in den Unterleib als auch auf die Eindringgeschwindigkeit bei den SID-II-Dummys zu beobachten. Der Research Value für die Unterleibseindringung wird bei dem BioSID-50%-Mann ab einem IARV von 39 mm skaliert (NATO, 1996). Da für die Eindringgeschwindigkeit in den Unterleib kein IARV vorhanden ist, empfehlen die Experten für Biomechanik von der TWG, dass der Reference Value für Brusteindringgeschwindigkeiten als Research Value für Eindringgeschwindigkeiten in den Unterleib verwendet werden soll. Die Verwendung von Research Values wird auch für Kräfte empfohlen, die auf Schamfuge (pubic symphysis) und Beckenkamm (iliac crest) wirken. Diese werden dann aus IARVs, die für den BioSID vorgeschlagen wurden skaliert. Diese IARVs spiegeln die Kraftpegel wider, bei denen in diesen Bereichen vermutlich Brüche entstehen. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass man von keinem Seitenairbag annimmt, dass er diese Kräfte auf die SID-II-Dummys ausübt. Trotzdem beschloss die TWG diese Kräfte zu überwachen.

A.4 Armverletzungen

Die TWG empfiehlt beim SID-II-Dummy die Verwendung von Research Values für Ellen- und Oberarmknochenbrüche. Die für das Biegemoment an der Elle vorgeschlagen Research Values wurden aus Begeman et al. (1999) und Pintar et al. (1998) übernommen. In Begeman et al. wird berichtet, dass die Ellen (Unterarme) einiger Erwachsenenleichen bei 89 Nm brechen, während bei Pintar et al. hierfür 94 Nm angegeben sind. Die TWG entschied letztlich, einen IARV von 90 Nm für den 50%-Mann festzulegen. Die Grenze wurde für alle diejenigen, die der Größe des SID-II-Dummies entsprechen, auf 44 Nm heruntergesetzt.

Der Research Value von 130 Nm für den Oberarmknochen wurde bei Kirkish et al. (1996) für die SID-II-Dummys, deren Arm mit Messeinrichtungen versehen ist empfohlen.

Anhang B – Brustauslenkungsgeschwindigkeit (Eindringgeschwindigkeit): Errechnung durch Integration von Beschleunigungsdifferenzen

Die Brustauslenkung oder -eindringgeschwindigkeit kann auf zweierlei Arten bestimmt werden:

- Durch Differenzierung der Brustbein- Eindringwerte bei Frontdummys mit Längseindringung, oder durch Differenzierung der Rippen-Eindringwerte bei SID-II-Dummys mit seitlicher Eindringung.
- Durch Integration der Beschleunigungsdifferenz zwischen Brustbein (bei Frontdummys) oder Rippen (bei SID-II-Dummys) und der Wirbelsäule.

Diese Methoden sollten theoretisch zum selben Ergebnis führen. Es wurde jedoch beobachtet, dass das Potentiometer, welches zur Messung der Auslenkung eingesetzt wurde, die Istwerte manchmal verzögert aufnimmt oder Störsignale aufnimmt. Beide Probleme können bei der Differenzierung der Eindringgeschwindigkeit zu Fehlern führen. Die TWG hat beschlossen, dass beide Methoden zur Bewertung der Eindringgeschwindigkeit in die Brust verwendet werden können. Bei Verwendung der Differenzierungsmethode empfiehlt sie jedoch, die Ergebnisse auch durch die Integrationsmethode zu überprüfen. Im Folgenden wird das empfohlene Verfahren zur Errechnung der Brustauslenkungs- oder eindringgeschwindigkeiten unter Verwendung der Integrationsmethode vorgestellt.

1. Errechnen Sie die Brustauslenkungs bzw. -eindringgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit:

Bei dieser Methode werden die Wirbelsäulen-, Rippen- oder Brustbeinbeschleunigung sowie die Auslenkungswerte des Potentiometers von Rippen oder Brustbein zur Berechnung miteinbezogen.

- a. Stellen Sie sicher, dass alle Daten gemäß den SAE-Vorzeichenkonventionen zusammengetragen werden.
- b. Filtern Sie die Beschleunigungsdaten gemäß SAE CFC 1000.
- c. Filtern Sie die Potentiometerdaten von Brust oder Rippen gemäß SAE CFC 600.
- d. Ermitteln Sie die Zeit Null (T_0) – die Zeit, bei der der Airbag auf den Dummy auftrifft.
 - i. Ermitteln Sie die Zeit ($T_{5\%}$), bei der infolge des Airbagauftreffs 5% Brustbein- oder Rippenbeschleunigung, bezogen auf die Höchstbeschleunigung (peak acceleration) erreicht sind.
 - ii. Rechnen Sie die Zeit der Brustbein- oder Rippenbeschleunigung von $T_{5\%}$ auf die Zeit zurück, bei der die Richtung der Beschleunigungskurve das Vorzeichen ändert – diese Zeit ist für alle Messungen die Zeit T_0 .
- e. Ermitteln Sie die Zeit, bei der die maximale Eindringung (maximum compression) T_{maxD} vorliegt:

Ermitteln Sie aus den Potentiometerdaten von Rippen und Brustbein die Zeit, bei der die maximale Auslenkung (maximum deflection) vorliegt. Nennen Sie diese Zeit „ T_{maxD} “.

Beachten Sie, dass die Daten, die Aufschluss über die Auslenkung geben, mehr als nur einen Höchstwert (peak) enthalten können – wählen Sie den Höchstwert mit der maximalen Auslenkung (deflection).

- f. Subtrahieren Sie bei Frontdummys für jeden Zeitsprung den x-Anteil der Wirbelsäulenbeschleunigung vom koaxialen x-Anteil der Brustbeinbeschleunigung. Subtrahieren Sie alternativ bei SID-II-Dummys den y-Anteil der Wirbelsäulenbeschleunigung vom koaxialen y-Anteil der Rippenbeschleunigung . Nennen Sie die resultierende Streuung der Beschleunigungsdifferenzen über der Zeit „AD (t)“. **Wenn Ihre Beschleunigungen in g gemessen werden, ändern Sie die Einheiten in m/s², indem Sie mit Faktor 9,8 multiplizieren.**
- g. Setzen Sie AD (t) auf 0 bei $t = T_0$. Nennen Sie die neue Funktion „AD₀(t)“.
- h. Legen Sie N als die Anzahl von Zeitintervallen zwischen $T_{\max D}$ und T_0 fest. $t = (T_{\max D} - T_0)/N$ sei das Zeitinkrement in Sekunden. Integrieren Sie die Beschleunigungsdifferenz AD₀(t) um die Eindringgeschwindigkeit CR(t) in m/s zu erhalten. Das heißt,
$$CR(t_m) = ((AD_0(t_i) + AD_0(t_{i+1}))/2) t, \text{ wobei } i = 1, 2, \dots, m. \text{ Bei } m \text{ handelt es sich um eine beliebige Ganzzahl zwischen } 1 \text{ und } N, \text{ und } CR(t_0) = 0$$

Beachten Sie, dass bei $m = N$ der Wert CR (t_N) der Wert ist für die Eindringgeschwindigkeit bei $T_{\max D}$.

2. Überprüfen Sie die Genauigkeit der Eindringgeschwindigkeiten:

Beachten Sie, dass bei genauen Eindringgeschwindigkeitsdaten der Wert CR(t) bei $t = t_{\max D}$ fast gleich Null sein sollte.

- a. Ermitteln Sie aus den Integrationsdaten (1h, s.o), die Eindringgeschwindigkeit für $T_{\max D}$. Nennen Sie diese Eindringgeschwindigkeit „Value B“.
- b. Wenn der Absolutwert von Value B 0,1 m/s ist, dann sind die Eindringgeschwindigkeiten aus 1h akzeptabel, und die maximale Eindringgeschwindigkeit CR(t)_{max} ist der Maximalwert von CR(t). Wenn der absolute Wert von Value B > 0,1 m/s ist, dann ist der Fehler in der Integrationsrechnung zu groß. Fahren Sie mit den Schritten 3 – 4 fort, um die Genauigkeit der Eindringgeschwindigkeit zu verbessern.

3. Errechnen Sie einen Korrelationsfaktor (Value C):

- a. Errechnen Sie das Zeitintervall, das zwischen dem Auftreffen des Airbags und der Spitzenauslenkung (peak deflection) liegt. Nennen Sie das Intervall „Value A“. Das bedeutet, Value A = $T_{\max D} - T_0$.
- b. Dividieren Sie Value B durch Value A um Value C zu erhalten. Beachten Sie, dass die Einheit von Value C m/s² ist und das gleiche Vorzeichen hat wie Value B.

4. Wenden Sie den Korrekturfaktor auf die Brustbein- oder Rippenbeschleunigungen an:
 - a. Subtrahieren Sie bei jedem Zeitintervall Value C von den gefilterten Brustbein- oder Rippendaten, von T_0 bis T_{maxD} . **Beachten Sie vor der Korrektur bei Angabe der Beschleunigungsdaten in g, dass Value C durch 9,8 geteilt werden muss.** Beachten Sie außerdem, dass das Korrekturverfahren voraussetzt, dass die SAE-Vorzeichenkonventionen beim Kompilieren der Beschleunigungsdaten befolgt wurden.
 - b. Gehen Sie zu Punkt 1f zurück und wiederholen Sie die Berechnung der Auslenkungsgeschwindigkeit (Eindringgeschwindigkeit) in Abhängigkeit der Zeit und die Genauigkeitsüberprüfung.
5. Wenn das Korrekturverfahren richtig durchgeführt wurde, ist das Genauigkeitskriterium (siehe 2b) nach einer Wiederholung erfüllt.