Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Basler Versicherungen

Dynamic Test Center
Centrum für Dynamische Tests
Centre de Tests Dynamiques

MESSRING

Untersuchung der Auswirkung der EG-Kleinserien-Typengenehmigung auf den Fussgänger-, Zweiradfahrer- und Insassenschutz am Beispiel eines Borossi BB 800

Sperrfrist 11.05.2009

Bericht Nummer: pSi-09-0316 / Kurzfassung

Prüfgrundlagen:
- 2003/102/EG Fussgängerschutz
- ISO 13232 (413) Motorrad-Heckanprall mit einem Kleinmotorrad
- ECE R-94 Frontalanprall
- ECE R-95 Seitenanprall

Projektpartner(in):
ASTRA, Bundesamt für Strassen
Basler Versicherungen
TCS
Messring

Inhalt :

1 Zusammenfassung 2
2 Versuchsfahrzeug 3
3 Fahrzeugbegutachtungen 3
4 Versuche zum Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz 4
5 Insassenschutz 7
6 Anhang A-1

Anzahl Seiten im Bericht: 9 Anhang: 16

Dokument / Tätigkeit	Name	Visum	Datum
Bericht	Raphael Murri	R Murri	3. April 2009
Geprüft	Martin Uhr		3. April 2009
Freigegeben	Bernhard Gerster	B Gerster	3. April 2009

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

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

1 Zusammenfassung

Die Dynamic Test Center AG (kurz: DTC) hat mit Beteiligung des ASTRA, der Basler Versicherungen, des TCS und Messring das Potential an passiver Sicherheit eines Fahrzeugs mit Kleinserien-Typengenehmigung untersucht. Ab dem 29. April 2009 wird die 2007/46/EG für Kleinserien-Typengenehmigungen in Kraft gesetzt, welche Ausnahmeregelungen, unter anderem für den Fussgängerschutz sowie dem Insassenschutz beim Frontal- und Seitenaufprall vorsieht. Fahrzeuge, von deren jährlich weniger als 1000 Stück produziert werden, können ohne die entsprechenden Nachweise in der EU genehmigt werden. Für die Schweiz stellt sich die Frage, wie weit sich die neue Ausnahmeregelung auf die Verkehrssicherheit auswirkt, wenn diese Fahrzeuge im Rahmen der bilateralen Verträge künftig ohne weiteres auch in der Schweiz zugelassen würden. Eine Verschlechterung stünde in direktem Widerspruch zur Zielsetzung des Bundesrates, welche eine Reduktion der Verkehrstoten fordert. Aus der Statistik der bfu 2008 zu den Verkehrsopfern geht hervor, dass 1/4 der tödlich und nahezu 1/3 der schwerverletzten Fussgänger und Fahrradfahrer sind. Während sich ein Fahrzeughalter für einen gewissen Insassenschutz entscheiden kann, ist eine Einflussnahme der schwächeren Gruppe von Verkehrsteilnehmern nicht möglich.

Aus den Erfahrungen der Untersuchungen und Beurteilungen von Kleinserienfahrzeugen bezüglich Fussgänger-, Zweiradfahrer- und Insassenschutz am DTC muss angenommen werden, dass Hersteller von Kleinserienfahrzeugen als primäres Ziel die Motorisierung von Sitzplätzen auf vier Rädern verfolgen. Die Karosserie der Fahrzeuge wird in der Regel zudem optisch reizend gestaltet. Dabei findet die passive Sicherheit oft, auch bei namhaften Herstellern, nur geringste Beachtung.

Am Beispiel eines Kleinserienfahrzeug wurde das Potential der passiven Sicherheit in den Bereichen Fussgänger-, Zweirad- und Insassenschutz unter Berücksichtigung der Normvorgaben untersucht. Als Kleinserienfahrzeug wurde ein Fahrzeug ausgewählt, welches im Laufe des Jahres mit einer Kleinserien-Typengenehmigung nach 2007/46/EG auf den Europäischen Markt gebracht werden soll. Das getestete Fahrzeug Borossi BB 800 wird basierend auf nationalen Regelungen bereits heute in vielen Ländern der EU zugelassen.

Die Versuche mit dem ausgewählten Kleinserienfahrzeug haben gezeigt, dass mit Hilfe der heute in der Schweiz angewandten Beurteilung des Fussgänger-, Zweiradfahrer- und des Insassenschutzes durch Experten der passiven Sicherheit das Schutzpotential in einem ersten Schritt zerstörungsfrei gut abgeschätzt werden kann. Allfällige Schwachpunkte können aufgedeckt werden und Massnahmen zur Verbesserung der passiven Sicherheit können realisiert werden. Die Untersuchungen am Beispiel des Borossi BB 800 haben gezeigt, dass mit der Umsetzung der EG-Kleinserien-Typengenehmigungen 2007/46/EG ein Rückschritt für die Verkehrssicherheit in Kauf genommen werden muss. Bei den aus Sicht der Verkehrssicherheit besonders sensiblen Punkten (Fussgänger-, Zweiradfahrer- und Insassenschutz) sollte auch künftig eine positive Beurteilung durch eine anerkannte Prüfstelle verlangt werden. Dies könnte unter Berufung einerseits auf Art. 11 Abs. 1 SVG, wonach Fahrzeuge nur zugelassen werden dürfen, wenn diese verkehrssicher sind und andererseits auf die Bestimmung von Ziffer 1.2.1.2 in den TAFVs, wonach für gesamtgenehmigte Fahrzeuge - soweit in diesen Verordnungen keine technischen Anforderungen definiert sind - die VTS gilt. Diese Handhabung stünde im Interesse der Fahrzeugsicherheit. Mit dem freien Handel und den Abkommen mit der EG würde sich aber ein Interessenkonflikt anbahnen.

2 Versuchsfahrzeug

Das Versuchsfahrzeug Borossi BB 800 wurde durch die DTC-AG in Deutschland bei einem Händler als Vorführwagen gekauft. Das Fahrzeug war bis zum Kauftermin am 20. Februar 2009 in Deutschland mit dem Kontrollschild KUS-AF22 immatrikuliert. Die Fahrzeugteile, wie Rohrrahmen oder Motor, werden in China produziert. Die Fahrzeuge werden in Deutschland montiert. Im Internet wird das Fahrzeug als „Automobil“ bezeichnet, welches „die gleichen Sicherheitsstandards“ mitbringt. Als Beispiel dafür wird der Sicherheitsgurt genannt.

Fahrzeugklasse :	M1
Marke :	Borossi
Typ :	BB 800 Joyner (AC)
Baujahr :	2008
Chassis Nr. :	BB 800 AB8 210 022
Sitze :	2 Sportsitze, der Fahrersitz ist in Längsrichtung verstellbar (125 mm)
Motorisierung :	3-Zylinder Reihe quer, 812 ccm, Heckmotor
Leergewicht :	635 kg
Versuchsgewicht :	796 kg

Abb. 1 Versuchsfahrzeug Borossi BB 800

3 Fahrzeugbegutachtungen

Die Fahrzeugbegutachtungen wurden vor den dynamischen Prüfungen in der Art und Weise durchgeführt, wie derzeit Kleinserienfahrzeuge für die Zulassung in die Schweiz untersucht werden. Sowohl beim Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz, sowie auch beim Insassenschutz wurden gravierende Lücken zu den geltenden Vorschriften aufgezeigt. Ohne Verbesserungen und/oder weiterführende dynamische Prüfungen mit positiven Prüfergebnissen würde eine Schweizerische Typengenehmigung für das Fahrzeug Borossi BB 800 nicht empfohlen.

4 Prüfungen zum Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz

Der Fussgängerschutz wurde basierend auf Normprüfungen und mit Fussgängeranprallversuchen untersucht. Aus diversen Unfallstatistiken geht hervor, dass das Verletzungsrisiko für Fussgänger ab einer Kollisionsgeschwindigkeit von 40 km/h überproportional ansteigt. Diese Kollisionsgeschwindigkeit findet sich auch in den Normvorgaben wieder, weshalb die durchgeführten Versuche, sofern nichts anderes vorgeschrieben war, mit 40 km/h durchgeführt wurden.

4.1 Fussgängerschutz 2003/102/EG

In der 2003/102/EG sind Impaktorversuche mit einem Beinprüfkörper im Stossstangenbereich und einem Kopfprüfkörper im Kopfaufschlagbereich vorgesehen.

Der Beinprüfkörper mit einer Masse von 13.5 kg wird mit 40 km/h horizontal gegen die Frontstruktur geworfen. Die Beinimpaktorprüfungen haben gezeigt, dass die Rohrrahmenstruktur für Fussgänger zu wenig Energie absorbieren kann. Im mittleren Frontbereich überschreiten die Unterschenkelbeschleunigungen und der Kniebeugewinkel die geltenden Grenzwerte. Die biomechanischen Grenzwerte werden teilweise nahezu bis zum doppelten Wert überschritten. Im günstigeren Fall, wenn sich der Beinprüfkörper an den Spurstangen und am Federbein abstützt, kann der Kniebeugewinkel gut und die Unterschenkelbeschleunigung knapp eingehalten werden. Beim realen Fussgängeranprall muss wegen der starren und kantigen oberen Federbeinanbindung (roter Kreis Abb. 2) in dieser Konstellation mit kritischen Belastungen im Hüft- und Unterleibsbereich gerechnet werden.

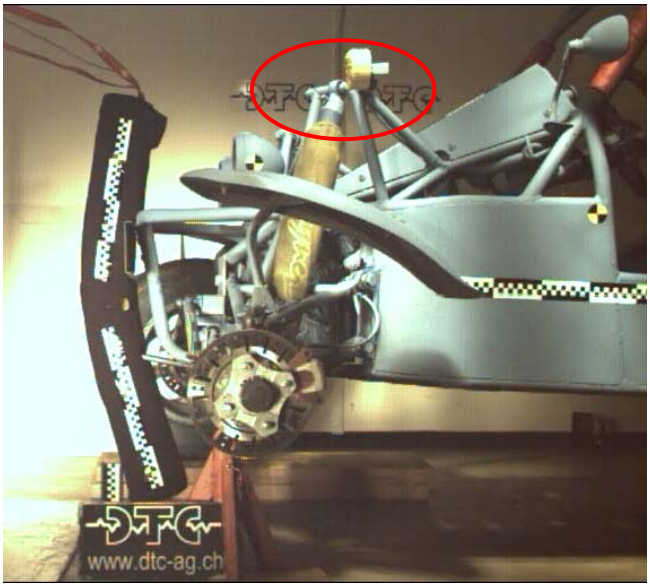


Abb. 2 Aufprall Beinprüfkörper, Mitte

Als Kopfprüfkörper wurde der kombinierte Kinderkopf / kleiner Erwachsenenkopf mit 3.5 kg unter einem Winkel von 50° gegenüber der horizontalen mit 35 km/h abgeworfen. Am Kopfprüfkörper darf der biomechanische Grenzwert an einem Drittel der im Kopfaufprallbereich liegenden Frontstruktur um 100 % überschritten werden. Die erste Kopfanprallprüfung wurde am mutmasslich weichsten Punkt der Frontstruktur, in der Mitte des Frontabdeckblechs durchgeführt. Der HIC (Head Injury Criterion) liegt mit 1633 bereits deutlich über dem biomechanischen Grenzwert von 1000.

Abb. 3 Kopfanprall Mitte Frontabdeckblech

Die zweite Prüfung in der Mitte der mit Schaum ummantelten A-Säule hat ergeben, dass einerseits die Schaumummantelung auf die Energieabsorbtion keinen wesentlichen Einfluss hat und andererseits der Grenzwert auch an vermeintlich „weichen“ Bereichen der Rohrramenkonstruktion mit einem HIC von 4486 der biomechanische Grenzwert um ein vielfaches überschritten wird.

Abb. 4 Kopfanprall A-Säule

Das Fahrzeug Borossi BB 800 erfüllt die Anforderungen zum Fussgängerschutz nach 2003/102/EG nicht.

4.2 Fussgängeranprall

Der reale Fussgängeranprall wurde mit Hilfe von zwei Anprallversuchen mit 40 km/h, einmal gegen ein 6-jähriges Kind und einmal gegen einen durchschnittlichen Mann, untersucht. Der Kinderdummy wurde mit der mittleren Frontstruktur des Borossi BB 800 angefahren.

Der Kinderdummy stützt sich primär mit der Hüfte, Becken und Unterleib an der nicht nachgiebigen Rohrrahmenstruktur ab, rollt sich darüber ab und schlägt mit dem Kopf im vorderen Bereich der Frontblechabdeckung auf. An sämtlichen Messstellen am Kinderdummy wurden die biomechanischen Grenzwerte überschritten, teilweise sogar massiv. Die mechanischen Belastungen lagen beim Anprall derart hoch, dass die Schraubenverbindung am rechten Oberschenkel in der Mitte ausgerissen wurde.

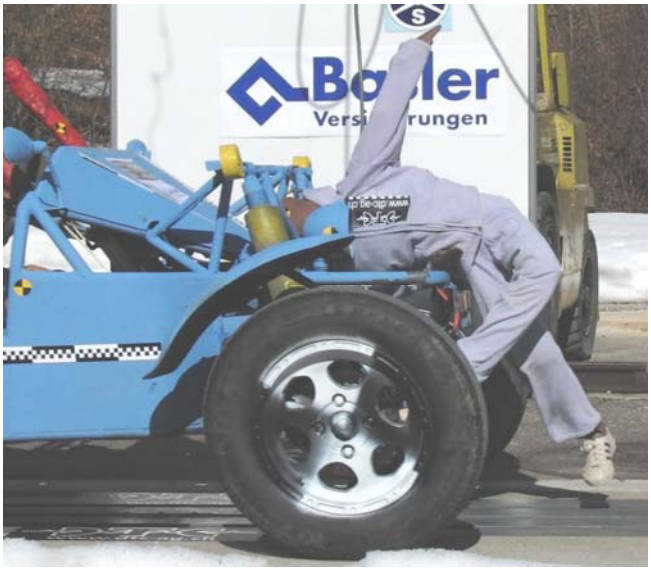


Abb. 5 Fussgängeranprall 6-jähriges Kind

Mit dem Anprallversuch gegen einen durchschnittlichen Mann wurde untersucht, ob Fussgänger wegen der fehlenden Frontscheibe in den Innenraum eindringen können. Der Fussgänger wurde so weit wie möglich gegen links versetzt, so dass dieser nicht an der oberen Federbeinanbindung hängen bleiben konnte. Im Versuch blieb der Dummy trotzdem am Frontrahmen hängen, so dass lediglich der Kopf in den Innenraum eindrang. Für den Fussgänger muss bei der Kollision mit einem erheblichen Verletzungsrisiko am Knie, Oberschenkel, Schulter und Brustbereich sowie an der Halswirbelsäule gerechnet werden.

Abb. 6 Fussgängeranprall HII 50% Mann

Würde der Fussgänger weiter aussen angefahren, ist zudem mit erheblichen Verletzungen am Becken und Unterleib zu rechnen, welche durch die oberen Federbeinanbindungen verursacht werden.

Aufgrund der hohen Steifigkeit und der scharfen Kanten muss bereits bei geringen Anprallgeschwindigkeiten mit einem hohen Verletzungsrisiko, insbesondere für Kinder, gerechnet werden.

4.3 Zweiradfahrer

In Zusammenhang mit dem Zweiradfahrerschutz wurde ein Kleinmotorrad Yamaha SR 125 mit einem durchschnittlichen Mann als Fahrer mit 40 km/h in das Heck des Borossi BB 800 gefahren. Dabei zeigte sich ein ähnliches Verletzungsrisiko, wie bei den Fussgängeranprallversuchen.

An den direkten Körperkontaktstellen mit dem Rohrrahmenaufbau werden sehr hohe Belastungen verursacht. Zudem wies der Motorradfahrerdummy Schnitte am linken Bein auf, welche von den scharfen Kanten des Heckflügels stammen. Der Motorradfahrerdummy stützte sich schlussendlich mit dem Kopf zwischen Kühler und Ansaugkollektor ab, während der Körper weiter nachdrückte. Bei dem Versuch ist daher zudem ein sehr hohes Verletzungsrisiko für die Halswirbelsäule entstanden.

Abb. 7 Motorrad-Heckkollision

Für einen Fahrradfahrer ist mit einem ähnlichen Verletzungsbild zu rechnen. Wegen der fehlenden Schutzbekleidung und dem offenen Helm muss durch die scharfen Kanten des Heckflügels, der Dachkante oder diversen Motorteilen mit zusätzlichen Risiken für Schnittverletzungen gerechnet werden. Das Fahrzeug Borossi BB 800 stellt für Zweiradfahrer bei einer Kollision ein massiv höheres Gefahrenpotential dar, als Standardfahrzeuge.

4.4 Beurteilung Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz

Die durchgeführten Versuche zum Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz am Fahrzeug Borossi BB 800 haben gezeigt, dass diese Themen in der Konzeptionierung des Fahrzeuges nicht berücksichtigt worden sind. Um das Schutzniveau auf den Stand der Technik zu bringen wären umfangreiche Änderungen und Modifikationen am Fahrzeug erforderlich. Aus Sicht des schwächeren Fussgängers oder Zweiradfahrers dürften Fahrzeuge mit einem derart hohen Gefahrenpotential keine Strassenzulassung erhalten.

5 Insassenschutz

Ab 1925 entwickelte Béla Barényi die Sicherheitszelle mit Deformationszonen an Front und Heck, die im August 1952 patentiert wurde. Das Knautschzonen-Prinzip mit Sicherheits-Fahrgastzelle revolutionierte den Karosseriebau bis heute. Die Fahrgastzelle wird als steifer Überlebensraum konzipiert, während deformierbare Zonen an Front und Heck realisiert werden. Die kinetische Energie wird bei einem Aufprall durch Verformung der Knautschzone bei intakter Fahrgastzelle abgebaut. Ebenfalls Ende der 50er Jahre begann die Entschärfung des Innenraums. Harte und scharfkantige Bedienelemente wurden durch versenkte Türgriffe, ein stossnachgiebiges Armaturenbrett, gepolsterte Fensterleisten, Fensterkurbeln, Armlehnen und Sonnenblenden ersetzt. Bei heutigen Fahrzeugen wird der Insasse mit Hilfe von zusätzlichen Airbags noch besser geschützt.

5.1 Insassenschutz beim Frontalanprall

Um den Insassenschutz beim Frontalanprall zu untersuchen, wurde der Borossi BB 800 gemäss ECE-R94 mit 56 km/h bei 40 % Überdeckung in eine deformierbare Barriere gefahren. Der in der ECE-R94 für eine Genehmigung vorgeschriebene Frontalanprall simuliert eine Gegenverkehrskollision. Die Insassenbelastung wurde an beiden HIII 50% Fahrer- und Beifahrerdummies gemessen.

Da der Rohrahmenaufbau weder für eine Energieaufnahme im Vorbau (Knautschzone), noch als stabile Sicherheitsfahrgastzelle ausgelegt ist, waren beim Frontalanprall erschreckende Bilder zu sehen. Über die Radaufhängung wird der Fussraum drastisch reduziert. Die Fahrgastzelle kollabiert im Bereich der A-Säule (roter Kreis Abb. 8) beidseitig, wodurch die Lenkradintrusion weit über dem zulässigen Masse lag. Der Überlebensraum der Insassen wurde beim Anprall beidseitig in einem kritischen Masse reduziert.

Abb. 8 Frontalanprall mit 56 km/h gegen die deformierbare Barriere

Die stumpf aufeinander geschweissten Verbindungen des Rohrrahmens sind teilweise gerissen. In der Folge sind am Fahrerdummy die biomechanischen Belastungsgrenzwerte an den Oberschenkeln um ein Vielfaches überschritten worden. Am Körper, Hals und Kopf ist mit einem mittleren bis hohen Verletzungsrisiko zu rechnen.
Beifahrerseitig haben die Knie ebenfalls am Armaturenbrett angeschlagen. Die Belastungen am Körper und am Hals lagen tendenziell etwas tiefer, als am Fahrerdummy. Weil der Kopf des Beifahrers nirgends aufgeschlagen hat, sind die Kopfbelastungen entsprechend gering ausgefallen.

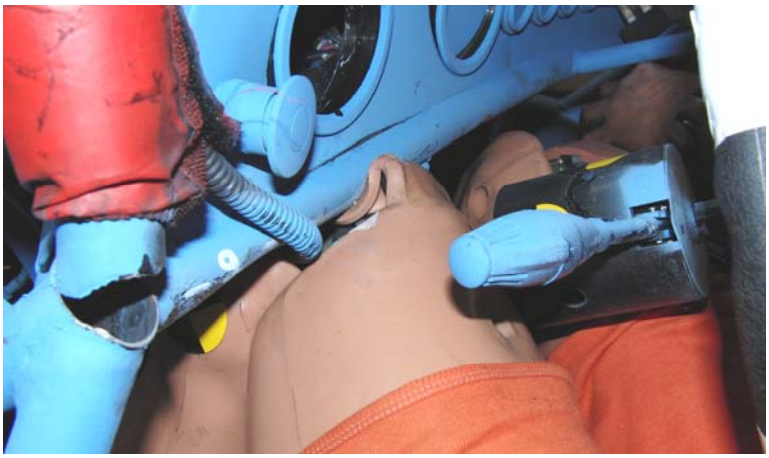


Abb. 9 Gerissene Rohrverbindung der A-Säule und Fahrerfussraum nach dem Versuch

Aufgrund der sehr starken Deformationen an der Fahrgastzelle sind die Beschleunigungen an der Karosserie verhältnismässig niedrig ausgefallen. In Kombination mit der Stützkraft über die Oberschenkel sind die Rückhaltekräfte an den Gurten und dadurch die Halswirbelsäulenbelastungen trotz Hosenträgergurte innerhalb der Grenzwerte gelegen. Würde die Fahrzeugstruktur für den Frontalanprall verbessert, hätte dies insbesondere bei den Rückhaltekräften und der Halswirbelsäulenbelastung eine Erhöhung zur Folge.

Obwohl die Dummies über die Oberschenkel zusätzlich abgestützt wurden, sind die Beckengurte nach oben in die „Weichteile“ der Dummies gezogen worden (grüner Kreis). Im realen Unfallgeschehen müsste durch die verwendeten Hosenträgergurte mit kritischen Verletzungen innerer Organe wie der Milz oder der Leber gerechnet werden.
Aus dem durchgeführten Frontalanprall geht hervor, dass das Fahrzeug Borossi BB 800 offensichtlich nicht auf dem Stande der 1952 von Béla Barényi patentierten Sicherheitszelle mit Deformationszonen an Front und Heck ist. Für die Insassen muss bei einer Frontalkollision mit einem extrem hohen Verletzungsrisiko gerechnet werden.

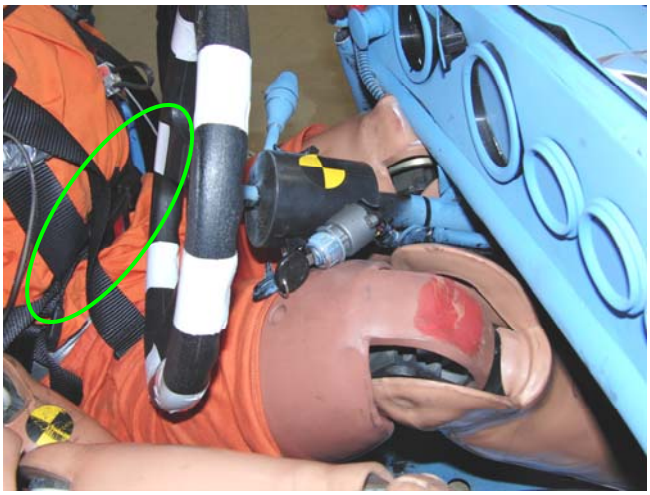


Abb. 10 Hochgezogener Beckengurt fahrerseitig nach Versuch

5.2 Insassenschutz beim Seitenanprall

Der Insassenschutz beim Seitenaufprall wurde bei einer Seitenkollision mit einem Honda Logo mit 50 km/h in die rechte Seite des Borossi BB 800 untersucht. Der Honda Logo hat mit der nach ECE-R95 vorgeschriebenen deformierbaren Barriere von den Abmessungen im Frontbereich her eine gute Übereinstimmung. Das Fahrzeug-Versuchsgewicht wurde nach der Normvorgabe auf 950 kg abgestimmt. Der Anprallpunkt am Borossi BB 800 wurde auf den R-Punkt eingestellt. Für die Erfassung der Insassenbelastung wurde beifahrerseitig ein ES2 Dummy und fahrerseitig ein HIII 50% Dummy eingesetzt.

Abb. 11 Kollisionskonstellation

Im Bereich der B-Säule wies die Rohrrahmenkonstruktion beim Seitenanprall eine genügende Festigkeit auf. Die Intrusionen von Seitenteilen konnte dadurch in einem vertretbaren Mass gehalten werden und der Beifahrersitz wurde nicht zu stark deformiert. Das Becken des Beifahrerdummys konnte sich an der Sitzschale abstützen, während der Oberkörper und der Kopf an der Frontstruktur des Honda Logos anprallten.

Abb. 12 Schulter- und Kopfkontakt mit Frontstruktur des Kollisionspartners

Im vorderen Bereich des Einstieges wurden am Borossi BB 800 dieselben Schwachpunkte sichtbar, wie beim Frontalanprall. Die Rohrrahmenstruktur kollabierte, die Schweissverbindungen rissen, wodurch die Fahrgastzelle stark deformiert wurde. Aus dem Versuch muss daher an den Beinen mit einem erheblichen Verletzungsrisiko gerechnet werden. Zudem waren nach dem Versuch am rechten Bein des Dummies Schnitte vorhanden.

Abb. 13 Deformationen im Seitenbereich in Kollisionsendlage

Wegen der fehlenden Polsterungen und der offenen Bauweise sind die Insassenbelastungen beim durchgeführten Seitenanprall insbesondere am Becken, Unterleib und am Kopf hoch ausgefallen. Die biomechanischen Grenzwerte wurden knapp eingehalten. Am Fahrerdummy lagen die Belastungen aufgrund des genügenden Freiraumes auf mittlerer Verletzungsschwere.
Wegen der markanteren Formgebung der ECE-R95 Barriere für eine Genehmigung muss davon ausgegangen werden, dass die Insassenbelastungen an der kollisionszugewandten Seite höher ausfallen und die biomechanischen Grenzwerte nicht mehr eingehalten werden können. Das Fahrzeug Borossi BB 800 weist einen sehr niedrigen Seitenanprallschutz auf.

5.3 Beurteilung Insassenschutz

Der Insassenschutz ist beim Borossi BB 800 sowohl beim Frontal- wie auch beim Seitenanprall bei weitem nicht auf dem heutigen Stand der Technik. Müsste mit dem Fahrzeug für eine Genehmigung der Insassenschutz nachgewiesen werden, hätte das Fahrzeug in der untersuchten Ausführung keine Chance.

6 Anhang

		Seite
6.1	Fahrzeugbegutachtungen	A-2
6.2	Messdaten Beinanprallversuche	A-6
6.3	Messdaten Kopfanprallversuche	A-8
6.4	Messdaten Fussgängeranprallversuche, 6-jähriges Kind und HII 50%	A-10
6.5	Messdaten Motorrad-Heckkollision, Motorradfahrerdummy	A-11
6.6	Messdaten Frontalanprall, Fahrer- und Beifahrer	A-12
6.7	Messdaten Seitenanprall, Fahrer- und Beifahrer	A-14

6.1 Fahrzeugbegutachtungen

6.1.1 Karosseriegestaltung, Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz

Die Begutachtung wurde soweit als möglich anhand der asa-Richtlinie „Beurteilung von aerodynamischen Anbauteilen, Anhang II“ durchgeführt. Grundsätzlich sind rundum mehrere scharfe Aussenkanten vorhanden, welche von einer Kugel mit einem Durchmesser von 100 mm berührt werden können. Bereits heute müssten Fahrzeuge mit einer Genehmigung auf nationalem Recht, wie beispielsweise der VdTüV 744, einen minimalen Kantenradius von 2.5 mm aufweisen. Der Rohrrahmen, Aufhängungs- und Motorteile sind offen gestaltet. Bei einem Anprall gegen einen menschlichen Körper muss aufgrund des fehlenden Energieaufnahmevermögens mit einem erheblichen Verletzungsrisiko gerechnet werden.

Abb. 14 Überprüfung des Heckflügels mittels 2.5mm Radiuslehre

Abb. 15 Überprüfung des Frontblech mittels 2.5mm Radiuslehre

Weiter sind rundum Karosserieöffnungen vorhanden, in welche sich eine Kugel mit einem Durchmesser von 80 mm einschieben lässt. Durch diese Öffnungen besteht die Gefahr, dass ein Fussgänger oder Zweiradfahrer bei einer Kollision einhängt und mitgeschleift werden kann.
Die freistehenden Räder sind nicht genügend abgedeckt, so dass von diesen ein erhebliches Gefährdungspotenzial für Fussgänger und Zweiradfahrer ausgeht.

Abb. 16 Überprüfung der Frontöffnung mit 80 mm Kugel

Abb. 17 Überprüfung der seitlichen Öffnungen mit 80 mm Kugel

Der Heckflügel und die Dachkante sind sehr scharfkantig (rote Kreise Abb.4) und sind bei einer Auffahrkollision eines Zweiradfahrers für diese sehr gefährlich. Ein ähnlich hohes Verletzungspotential bietet der offene Motor.

Das begutachtete Fahrzeug weist einen sehr geringen Fussgänger- und Zweiradfahrerschutz auf und würde ohne Überarbeitung der Karosseriegestaltung keine Empfehlung zur Zulassung erhalten.

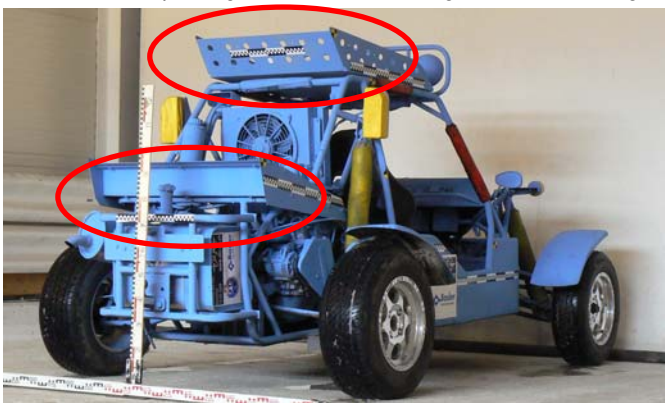


Abb. 18 45° Ansicht von hinten rechts

6.1.2 Abschätzung des Insassenschutz bei Frontal- und Seitenaufprall

Gurte und Verankerungspunkte

Die Verankerungen der Sicherheitsgurte erfolgen mit Schrauben UNF 7/16“ an Stahladaptern, welche mit der Rohrrahmenstruktur (Aussendurchmesser 32 mm starken) verschweisst sind.

Die unteren äusseren (α1) und inneren (α2) Gurtwinkel betragen fahrerseitig 35-47°, beifahrerseitig 41° und entsprechen nicht den Vorgaben nach ECE-R14. Mit den realisierten Gurtwinkeln besteht das Risiko, dass die Beckengurte nach oben rutschen und die Abstützung der Gurtkräfte auf die inneren Organe im Unterleib übertragen wird. Der Effekt des Submarining ist bei den verwendeten Hosenträgergurte ein bekanntes Problem.

Abb. 19 Übersicht der ersten Sitzreihe

Die Schultergurte werden durch die Sitzrückenlehne und danach nach hinten unten an die Rohrrahmenstruktur geführt. Die Winkel gegen hinten unten betragen fahrerseitig 40-86°, beifahrerseitig 56°. Der vertikale Abstand zwischen dem H-Punkt und der oberen Schultergurtumlenkung beträgt 400 mm. Alle obigen Angaben entsprechen nicht den Vorgaben nach ECE-R14.
Bei der realisierten Schultergurtführung besteht das Risiko, dass die Rückenlehne im Falle eines Frontalanpralls kollabiert und die Rückenwirbelsäule komprimiert wird.

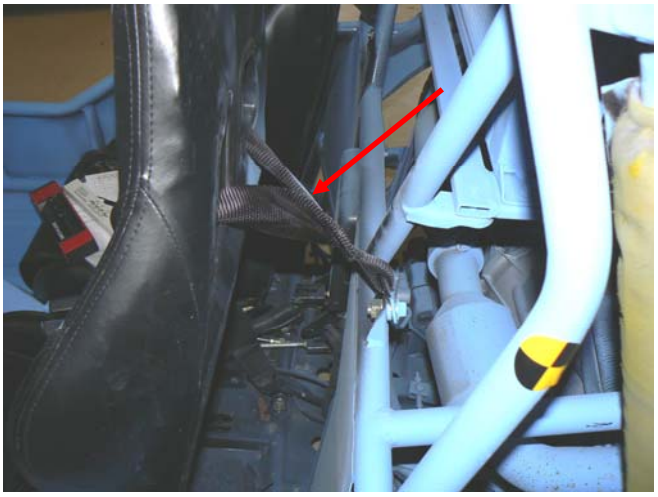


Abb. 20 Schultergurtführung am Fahrersitzplatz

Insassenrückhaltesystem

Die Insassenrückhaltung wird primär durch den Einbau von EG – homologierten Dreipunkte-Hosenträgergurte bewerkstelligt. Beim Versagen des Rückhaltessystems sind keine weiteren Vorrichtungen, wie zum Beispiel der Einbau einer energieabsorbierenden Lenksäule vorhanden. Die Gefahr von schweren Verletzungen im Kopf- und Oberköperbereich durch punktuelle Abstützungen an starren Stellen im Innenraum, wie der A-Säule, der seitlichen Abgrenzung der Fahrgastzelle, am Lenkrad, oder des Beifahrerhaltegriffes, sind als kritisch einzustufen. Das Tragen eines Schutzhelmes und die damit erhöhten Belastungen im Nacken beim Frontalanprall müssten anhand einer dynamischen Prüfung beurteilt werden.

Kompatibilität der Rahmenstruktur mit der Barriere nach ECE-R94

Die Barrierenhöhe stimmt mit den Strukturen der Front, welche sich auf einer Höhe von 250 mm bis 700 mm befinden, geometrisch gut überein.
Da die Abstützung der Barriere bei einer Überdeckung von 40 % der Fahrzeugbreite durch den gegen vorne konisch verlaufenden Rahmen nur in einem geringen Bereich der steifen Struktur erfolgt (roter Pfeil) und weil der Borossi mit Einzelradaufhängungen ausserhalb der Karosserie konstruiert ist, muss von einer geringen Widerstandsfähigkeit im kollisionsrelevanten Bereich ausgegangen werden. Bei einer Prüfung nach der Richtlinie ECE-R94 resp. 96/79/EG ist eine verhältnismässig geringe Fahrzeugverzögerung bei einer hohen Deformation zu erwarten.

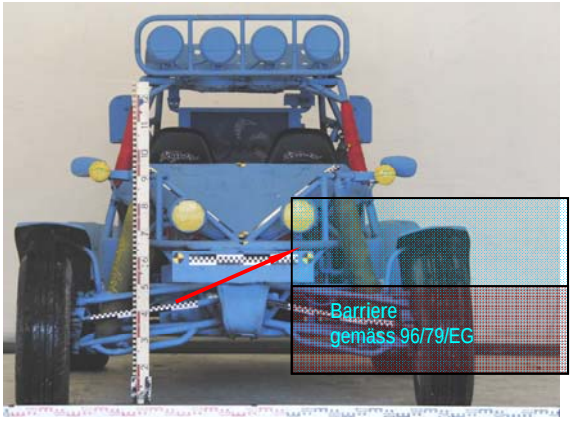


Abb. 21 Versuchsanordnung gemäss ECE-R94

Kompatibilität der Rahmenstruktur mit der Barriere nach ECE-R95

Die Barrierenhöhe stimmt mit dem Seitenschutzprofil, welches sich auf einer Höhe von 300 mm bis 700 mm befindet, geometrisch gut überein. Die Abstützung der vorderen Blöcke (1 und 5) erfolgt im Bereich der A-Säule und jene der mittleren und hinteren Blöcke im Bereich der B-Säule und der Hinterachse. Wegen den mangelnden Verstrebungen der Fahrgastzelle quer zur Fahrtrichtung ist mit einer geringen Widerstandsfähigkeit bei hohen Deformationen zu rechnen.

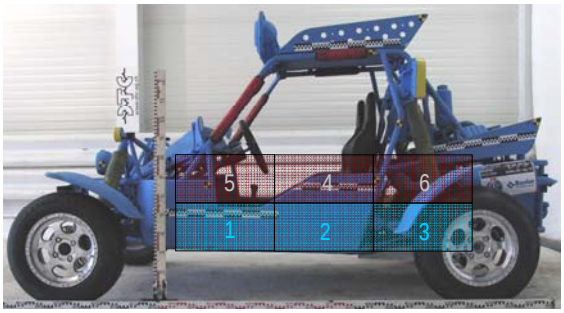


Abb. 22 Versuchsanordnung gemäss ECE-R95

Begutachtung Rahmenaufbau und Insassenschutz

Das Chassis des Borossi BB 800 ist als Gitterrohrrahmen ausgeführt. Im Bereich der Fahrgastzelle sind Stahlrohre mit einem Durchmesser von 32 mm und einer Wandstärke von 2 mm verbaut. Mittig in der Fahrzeuglängsachse sind zur Verstärkung lediglich zwei Rechteckrohre 15 x 15 x 1.5 mm eingeschweisst. Da praktisch komplett auf diagonale Verstrebungen verzichtet wurde, ist die Rahmenstruktur als schwach einzustufen. Eine abschliessende Beurteilung kann nur anhand von Prüfungen nach ECE-R94, resp. ECE-R95 gemacht werden. Bei einer allfälligen Frontalkollision ist ein Kollabieren der Fahrgastzelle am unteren Ende der A-Säule wahrscheinlich, aufgrund der schwachen Konstruktion sowie der negativen Masseverteilung, hervorgerufen durch den Einbau des Heckmotors,. Zudem ist von markanten Eindringungen der Lenksäule sowie der exponierten Pedalerie auszugehen.

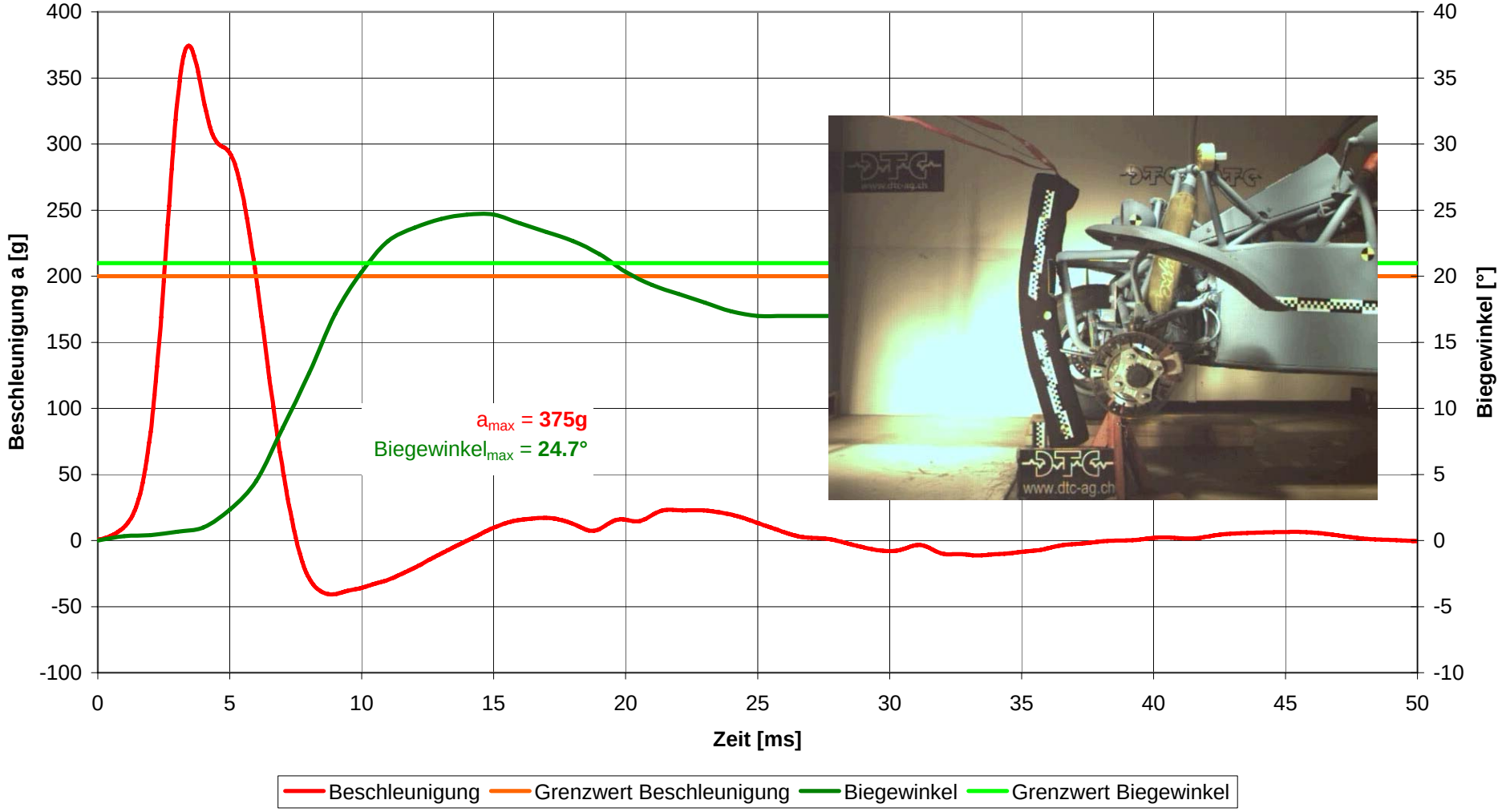
Abb. 23 Unterer Frontbereich fahrerseitig

Im oberen Frontbereich ist das Fahrzeug mit 1.5 mm dickem Stahlblech verkleidet. Ein Eindringen von Fahrzeug-, resp. Barrierenteilen kann in diesem Bereich ausgeschlossen werden. Die unteren Extremitäten der Insassen sind dagegen unzureichend geschützt. Durch die fehlende Frontscheibe erhöht sich das Verletzungsrisiko durch herumschleudernde Teile bei einer Frontalkollision markant.

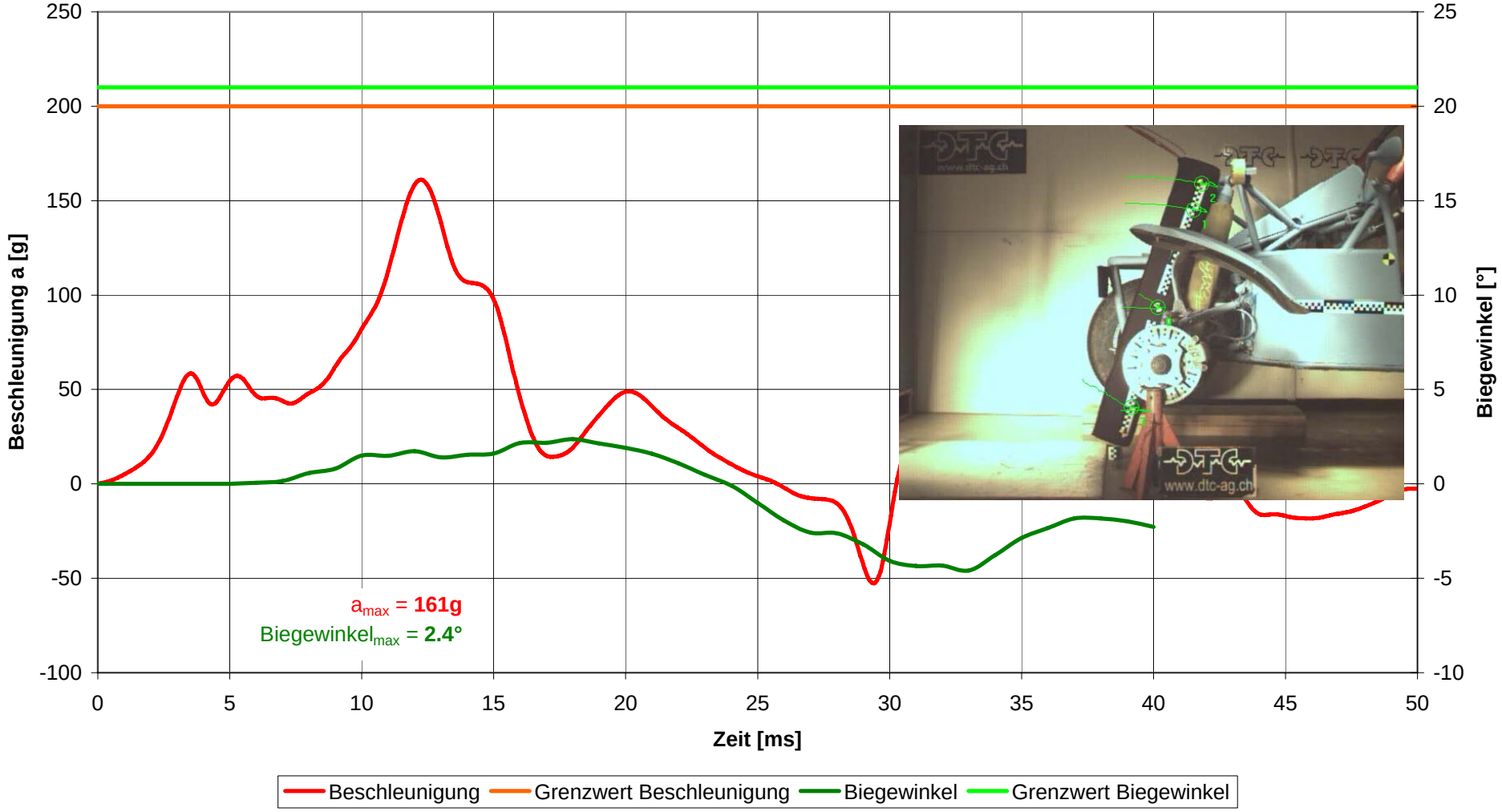
Seitlich sind im unteren Bereich (grüner Kreis) ebenfalls Stahlbleche von 1.5 mm Wandstärke eingeschweisst. Durch die geringe Distanz zwischen Insassen und Seitenverkleidung sowie der geringen Abstützung des Bleches ist von schweren Verletzungen im Ober- und Unterschenkelbereich durch das Eindringen von Fahrzeug- und Barrierenteile auszugehen. Zudem sind punktuelle Abstützungen der Insassen bei einer Seitenkollision auf einem hohen Kraftniveau möglich. Im Oberkörper und Kopfbereich sind keinerlei Schutzvorrichtungen vorhanden. Die Insassen sind bezüglich Fahrzeugteile des Kollisionsgegners unzureichend geschützt.

Abb. 24 Seitlicher Bereich innen, fahrerseitig

Beinimpaktor-Prüfung in Anlehnung an 2003/102/EG
pSi-09-0316 Borossi BB800 Versuch 01 mittig

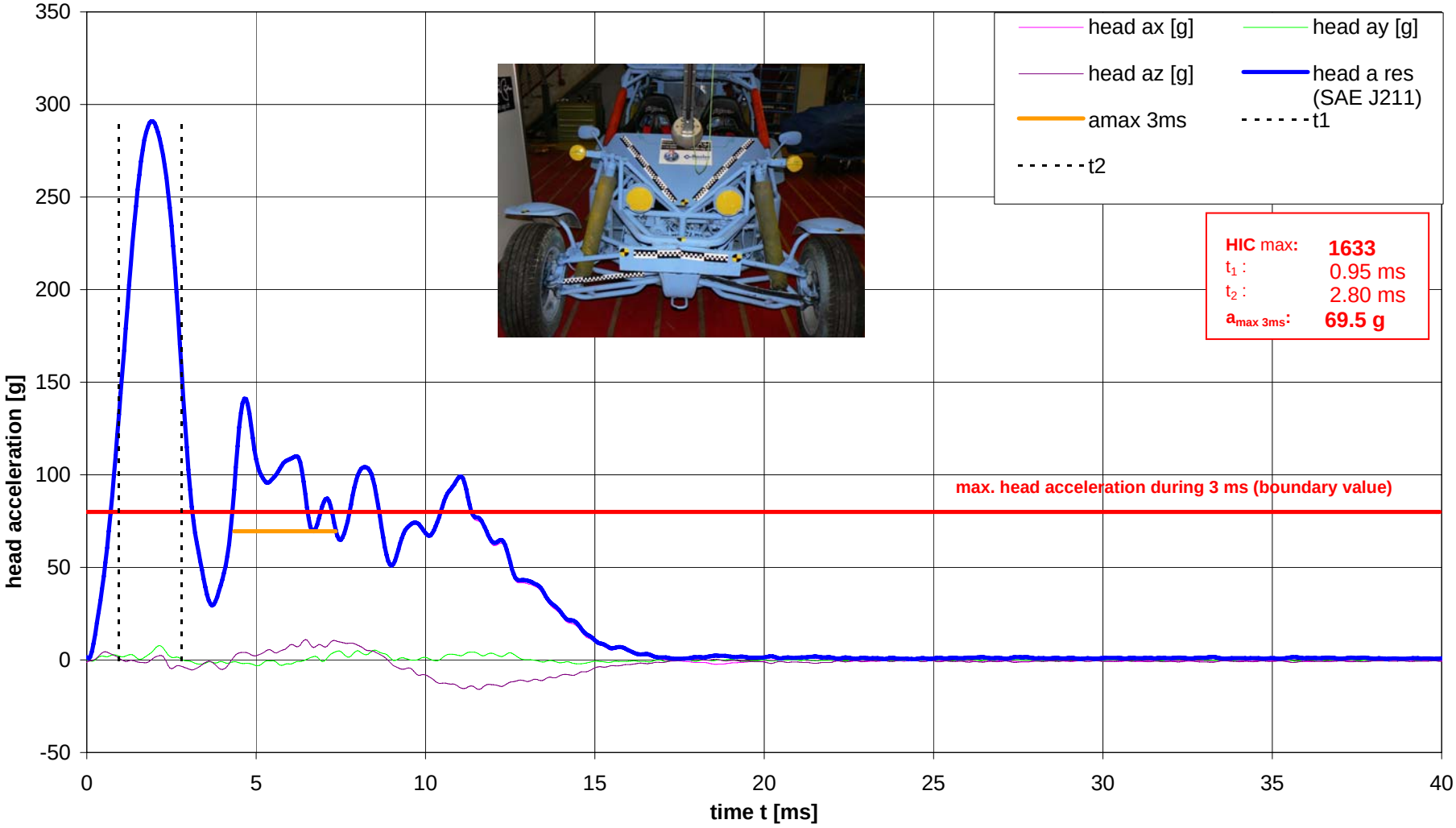


Beinimpaktor-Prüfung in Anlehnung an 2003/102/EG
pSi-09-0316 Borossi BB800 Versuch 01 an Lenkstange links



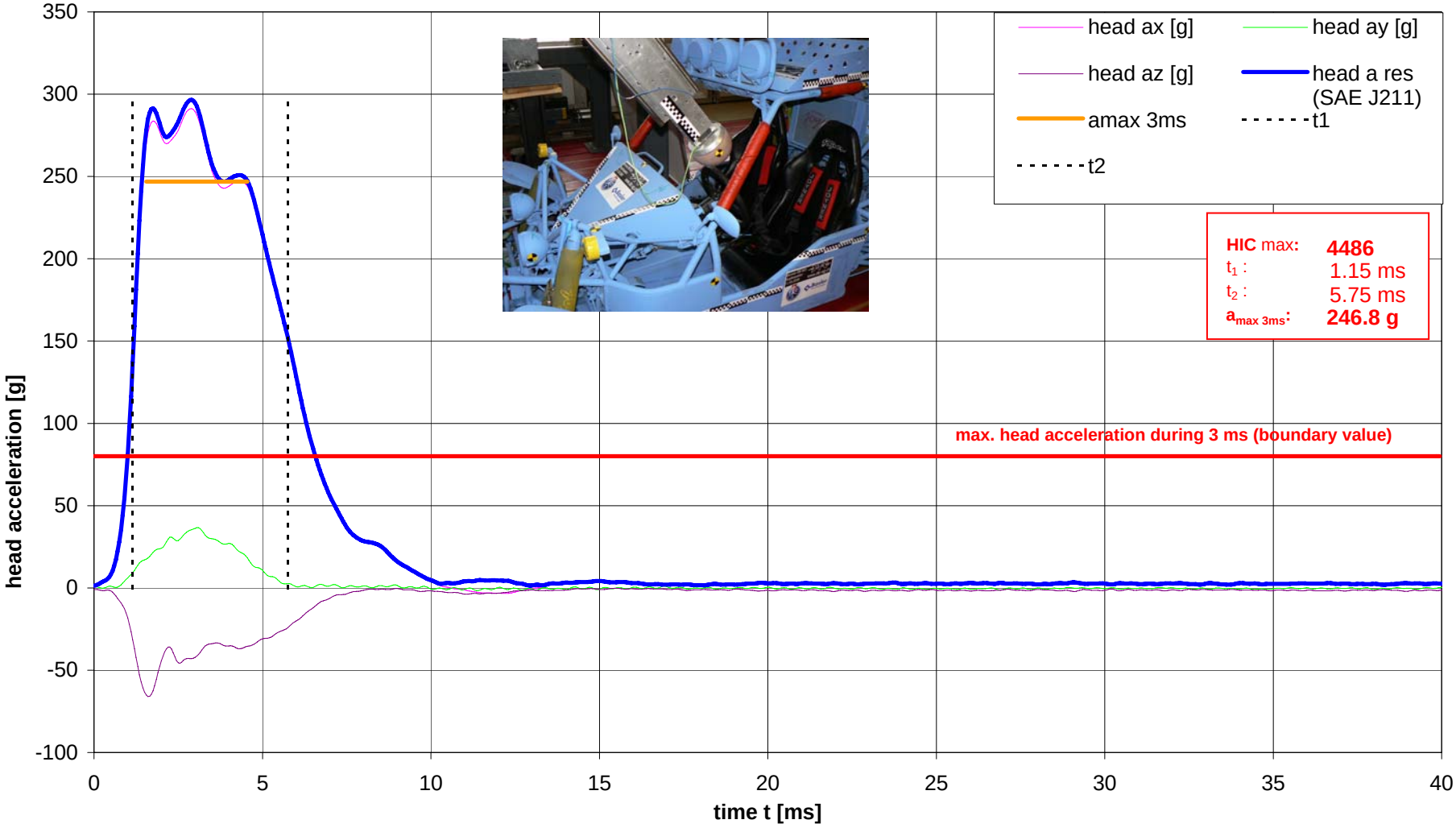
pSi-09-0316 Kopfaufschlagprüfung nach 2003/102/EG Borossi BB800
Versuch01 Haube, Kopfbeschleunigungen

Dynamic Test Center



pSi-09-0316 Kopfaufschlagprüfung nach 2003/102/EG Borossi BB800
Versuch02 A-Säule links, Kopfbeschleunigungen

Dynamic Test Center

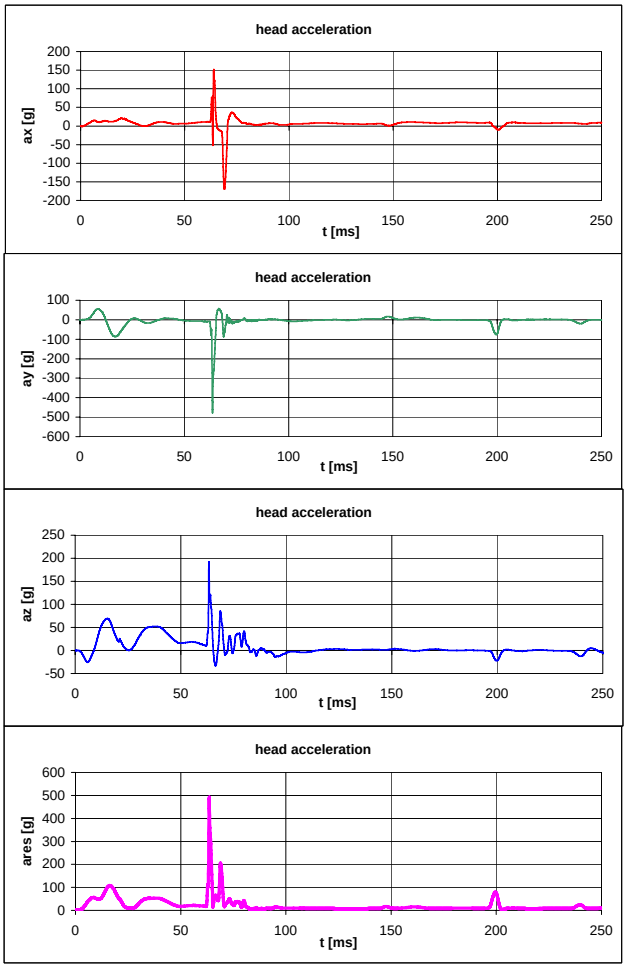


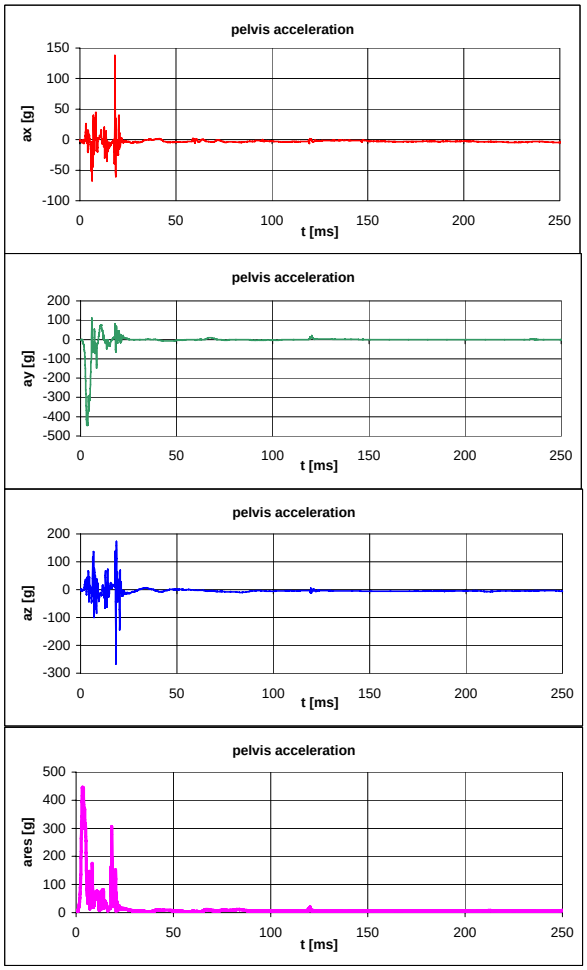
Borossi - Fussgängeranprall / 17.03.2009

Dynamic Test Center

Fahrzeug: Borossi BB800
Dummy: 6 jähriges Kind
t0: Erstkontakt
v0: 41.1 km/h

Filter: 1650 (CFC 1000) 1650 (CFC 1000)





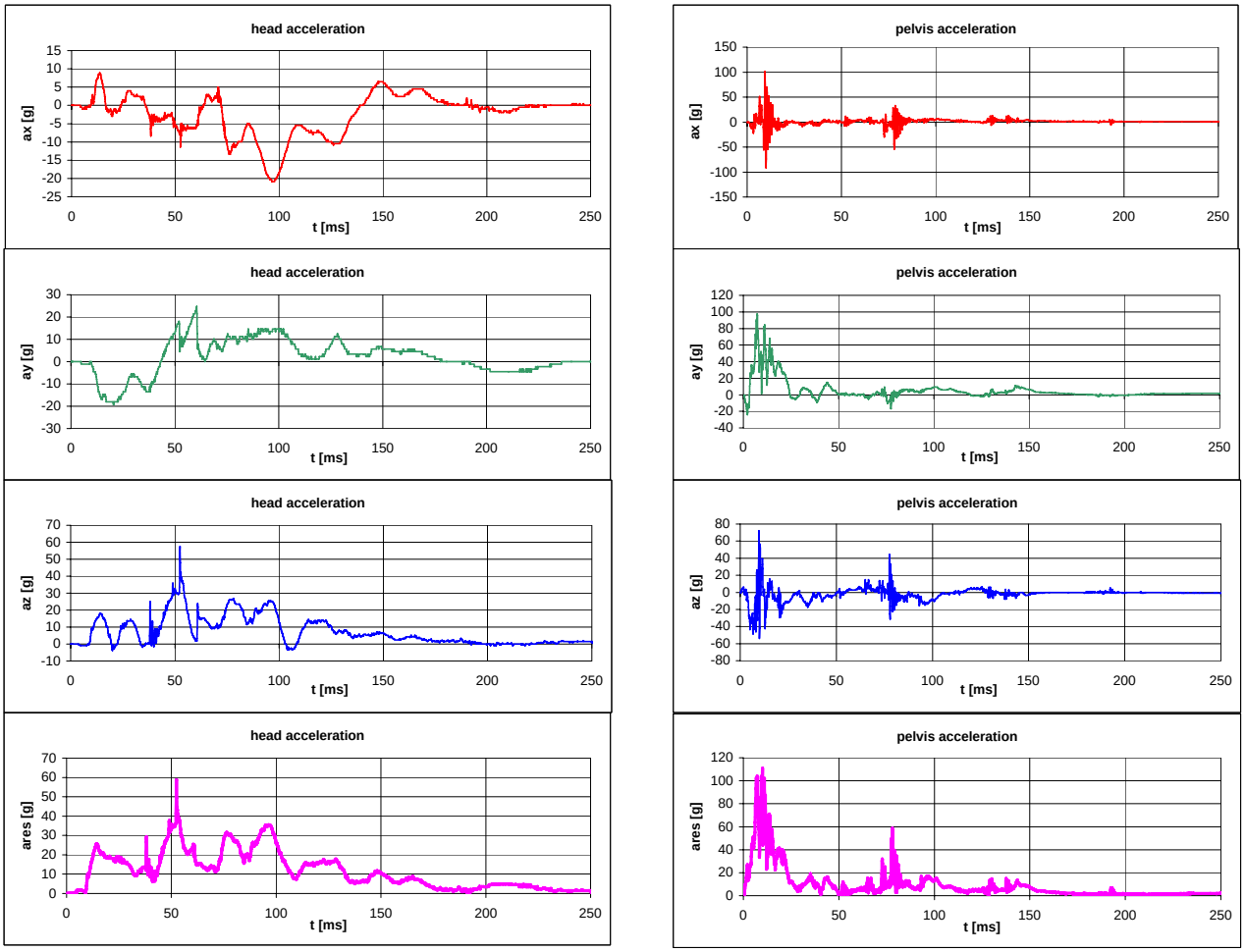
head acceleration res		**biomechanical limits**	**Regulation**
peak	**492.7** g	80 g	WTD 91-440e
3 ms max	**95.4** g	80 g	2003/102 EG
HIC15 max	**2892**	1000	2003/102 EG
pelvis acceleration res			
peak	**446.3** g	60 g	WTD 91-440e
3 ms max	**120.4** g	80 g	ECE-R94

Borossi - Fussgängeranprall / 17.03.2009

Dynamic Test Center

Fahrzeug: Borossi BB800
Dummy: HII 50% male
t0: Erstkontakt
v0: 41.0 km/h

Filter: 1650 (CFC 1000) 1650 (CFC 1000)



head acceleration res		biomechanical limits	Regulation
peak	58.8 g	80 g	WTD 91-440e
3 ms max	34.5 g	80 g	2003/102 EG
HIC15 max	71	1000	2003/102 EG

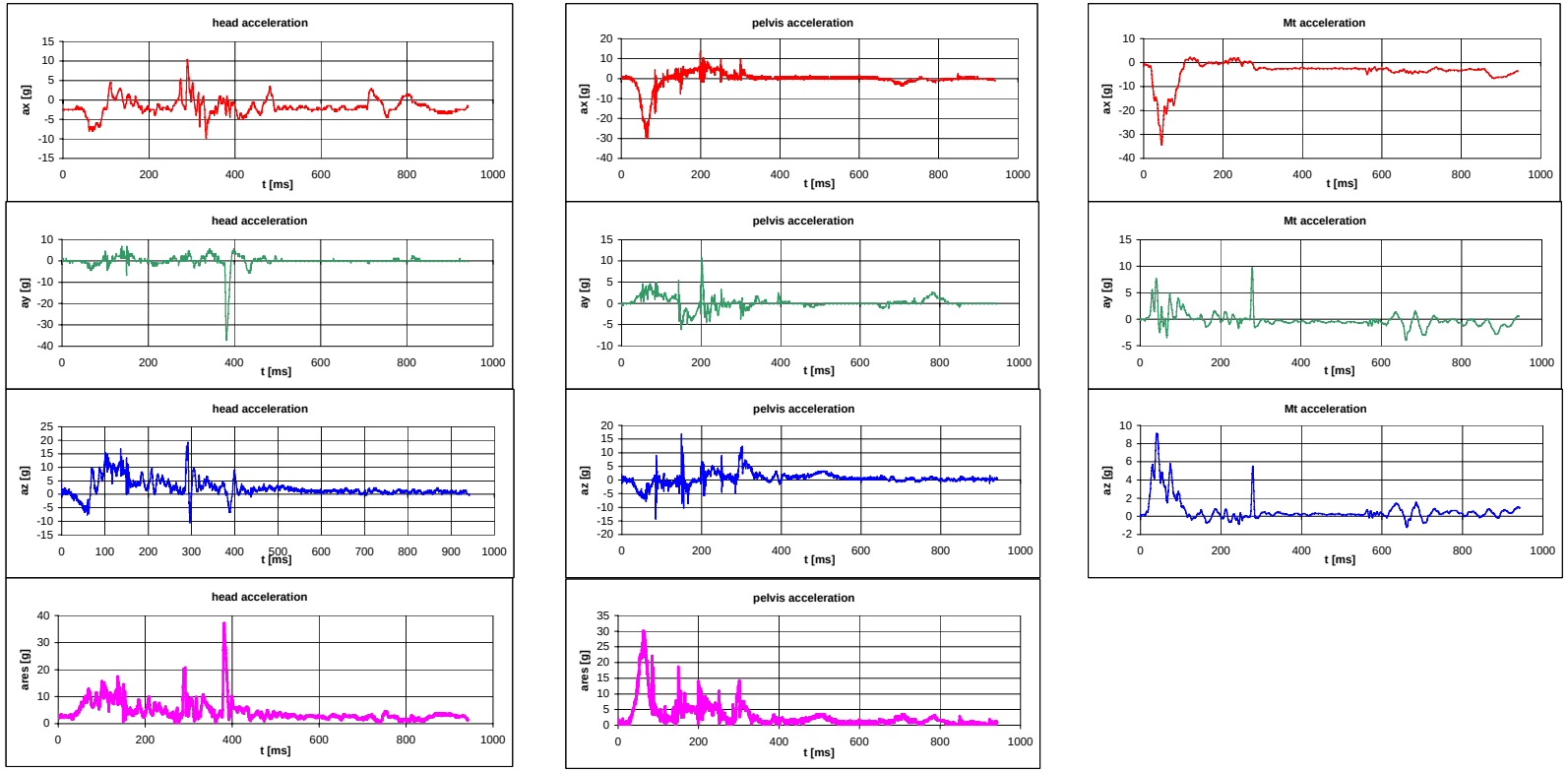
pelvis acceleration res			
peak	**110.9** g	60 g	WTD 91-440e
3 ms max	44.0 g	80 g	ECE-R94

Borossi - Motorradheckanprall / 18.03.2009

Dynamic Test Center

Fahrzeug: Yamaha SR 125 gegen Borossi BB800
Dummy: HII 50% male
t0: Erstkontakt
v0: 40.5 km/h

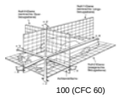
Filter: 1650 (CFC 1000) 1650 (CFC 1000) 100 (CFC 60)



head acceleration res		biomechanical limits	Regulation
peak	37.2 g	80 g	WTD 91-440e
3 ms max	31.6 g	80 g	2003/102 EG
HIC15 max	37	1000	2003/102 EG
pelvis acceleration res			
peak	30.2 g	60 g	WTD 91-440e
3 ms max	23.2 g	80 g	ECE-R94

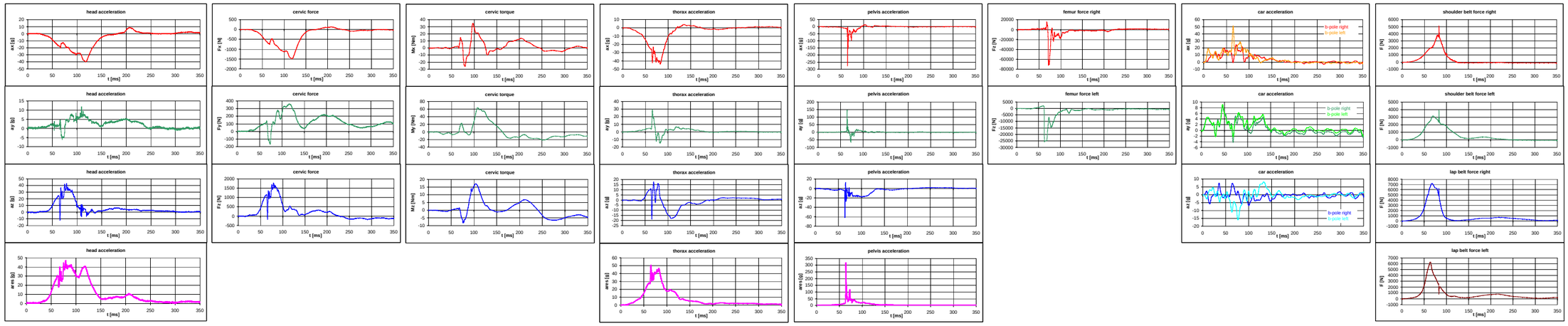
Borossi BB800 Frontaufprall Fahrersitzplatz / 27.02.2009

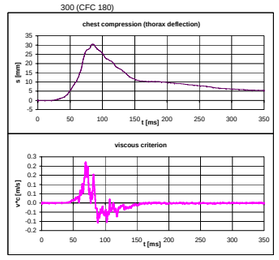
Fahrzeug: Borossi BB800
Prüfung: Prüfung nach ECE-R94
Dummy: Hiii 50% male
Position: Fahrer



Dynamic Test Center

Filter: 1650 (CFC 1000)



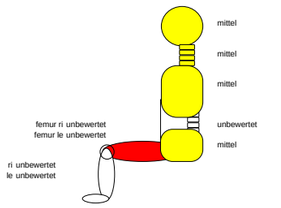


Results
date of test: 27.02.2009
t0: first contact with deformable barrier
v0: 56.0 km/h

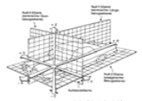
head acceleration res		**biomechanical limits**	**Regulation**
peak	47.0 g		
3 ms max	40.2 g	80 g	ECE-R94
HIC36 max	291	1000	ECE-R94
cervic			
Fx (+)	134 N	3300 N	ECE-R94
Fx (-)	-1491 N	-3300 N	ECE-R94
Fx (+) 25ms	89 N	1500 N	ECE-R94
Fx (-) 25ms	-1091 N	-1500 N	ECE-R94
Fx (+) 45ms	29 N	1100 N	ECE-R94
Fx (-) 45ms	-858 N	-1100 N	ECE-R94
Fz (+)	1779 N	3300 N	ECE-R94
Fz (-)	-185 N	-3300 N	ECE-R94
Fz (+) 35ms	0 N	2900 N	ECE-R94
Fz (-) 35ms	-114 N	-2900 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	234 N	1100 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	0.0 N	-1100 N	ECE-R94
My flexion	64.1 Nm	190 Nm	ECE-R94
My extension	-21.7 Nm	-57 Nm	ECE-R94
thorax acceleration res			
peak	51 g		
3 ms max	43 g	60 g	ECE-R94
chest compression (thorax deflexion)			
peak	31 mm	50 mm	ECE-R94
V*C	0.22 m/s	1.00 m/s	ECE-R94
lumbar spine Fz			
Fz (stretch)	0 N	N	
Fz (compress	0 N	N	
pelvis acceleration			
ares peak	318 g		
3 ms max	59 g	80 g	ECE-R94
femur			
Fz right	-72216 N	-9070 N	ECE-R94
Fz left	-25672 N	-9070 N	ECE-R94
Fz right 10ms	-7293 N	-7580 N	ECE-R94
Fz left 10ms	-9936 N	-7580 N	ECE-R94
tibia			
peak right	0 N	-8000 N	ECE-R94
peak left	0 N	-8000 N	ECE-R94

Verletzungsschwere

0%-40%	40%-80%	80%-100%	>100%	des Grenzwertes
gering	mittel	hoch	sehr hoch	unbewertet



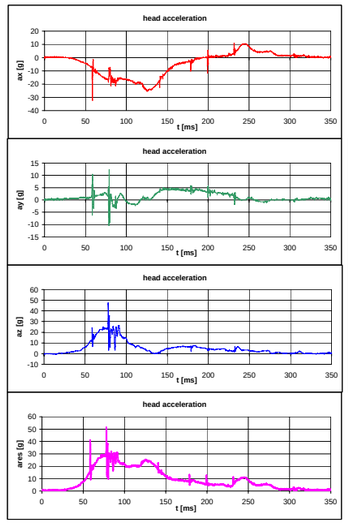
Borossi BB800 Frontaufprall Beifahrersitzplatz / 27.02.2009

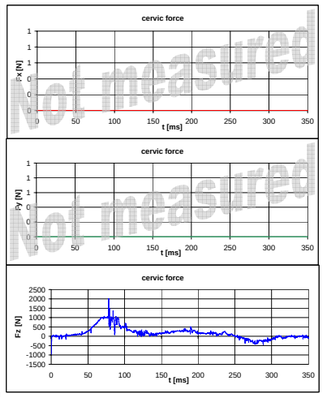


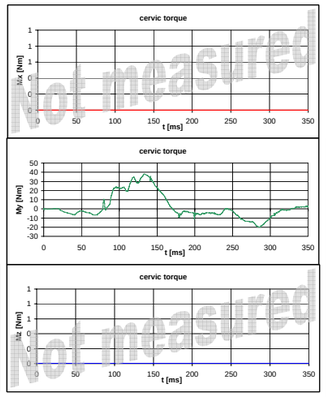
Dynamic Test Center

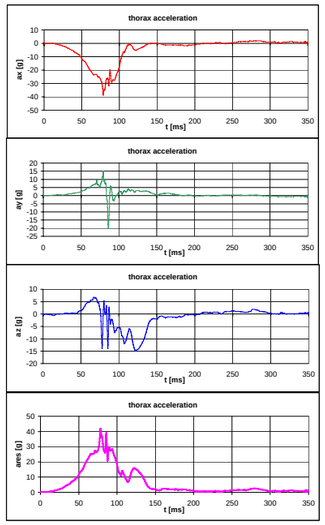
Fahrzeug: Borossi BB800
Prüfung: Prüfung nach ECE-R94
Dummy: HIII 50% male
Position: Beifahrer

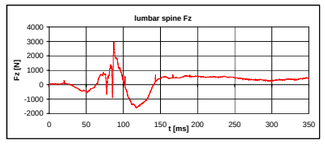
Filter: 1650 (CFC 1000) | 1650 (CFC 1000) | 1000 (CFC 600) | 300 (CFC 180) | 1650 (CFC 1000) | 1650 (CFC 1000) | 100 (CFC 60)

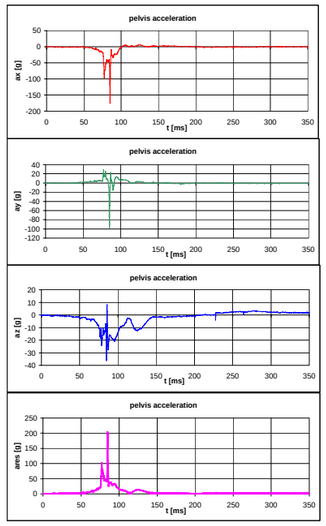


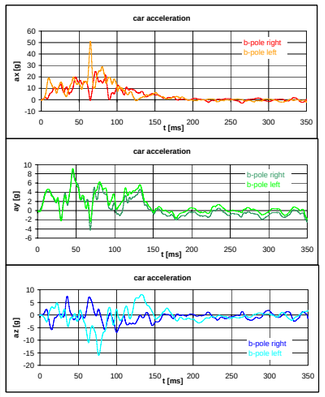




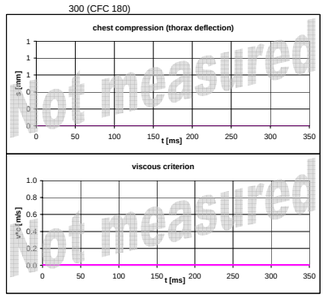








300 (CFC 180)

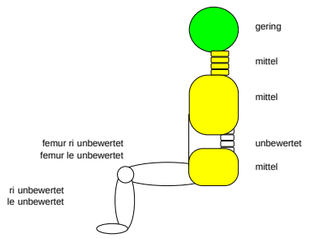


Results
date of test: 27.02.2009
t0: first contact with deformable barrier
v0: 56.0 km/h

		biomechanical limits	Regulation
head acceleration res			
peak	51.3 g		
3 ms max	28.1 g	80 g	ECE-R94
HIC36 max	125	1000	ECE-R94
cervic			
Fx (+)	0 N	3300 N	ECE-R94
Fx (-)	0 N	-3300 N	ECE-R94
Fx (+) 25ms	0 N	1500 N	ECE-R94
Fx (-) 25ms	0 N	-1500 N	ECE-R94
Fx (+) 45ms	0 N	1100 N	ECE-R94
Fx (-) 45ms	0 N	-1100 N	ECE-R94
Fz (+)	2002 N	3300 N	ECE-R94
Fz (-)	-967 N	-3300 N	ECE-R94
Fz (+) 35ms	0 N	2900 N	ECE-R94
Fz (-) 35ms	-82 N	-2900 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	120 N	1100 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	0.0 N	-1100 N	ECE-R94
My flexion	38.0 Nm	190 Nm	ECE-R94
My extension	-20.0 Nm	-57 Nm	ECE-R94
thorax acceleration res			
peak	42 g		
3 ms max	36 g	60 g	ECE-R94
chest compression (thorax deflexion)			
peak	0 mm	50 mm	ECE-R94
V*C	0.00 m/s	1.00 m/s	ECE-R94
lumbar spine Fz			
Fz (stretch)	2951 N	N	
Fz (compressi	-1630 N	N	
pelvis acceleration			
ares peak	205 g		
3 ms max	58 g	80 g	ECE-R94
femur			
Fz right	0 N	-9070 N	ECE-R94
Fz left	0 N	-9070 N	ECE-R94
Fz right 10ms	0 N	-7580 N	ECE-R94
Fz left 10ms	0 N	-7580 N	ECE-R94
tibia			
peak right	0 N	-8000 N	ECE-R94
peak left	0 N	-8000 N	ECE-R94

Verletzungsschwere

0%-40%	40%-80%	80%-100%	>100%	des Grenzwertes
gering	mittel	hoch	sehr hoch	unbewertet



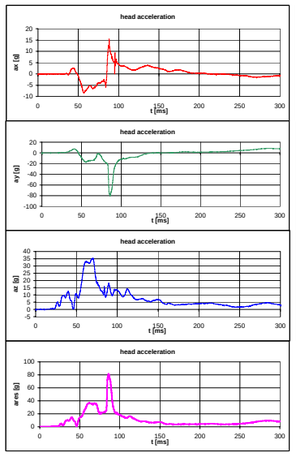
Borossi BB800 Seitenaufprall Beifahrerseitig / 28.02.2009

Dynamic Test Center

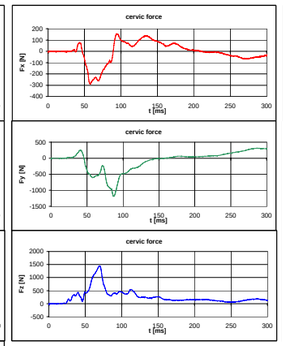
Fahrzeug: Borossi BB800
Prüfung: Prüfung in Anlehnung an ECE-R95
Dummy: ES-2
Position: Beifahrer (stossseitig)

Filter: 1650 (CFC 1000)

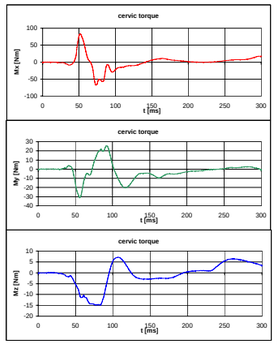
1650 (CFC 1000)



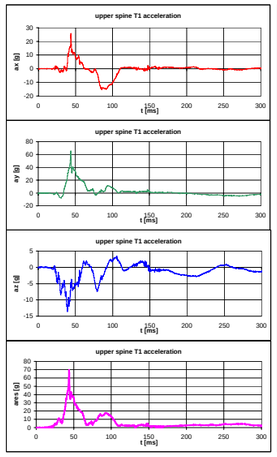
1650 (CFC 1000)



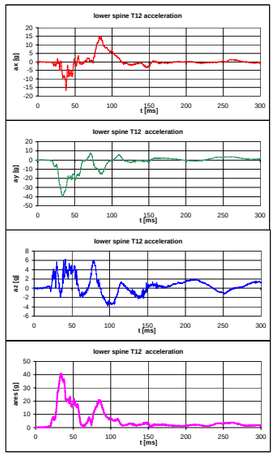
1000 (CFC 600)



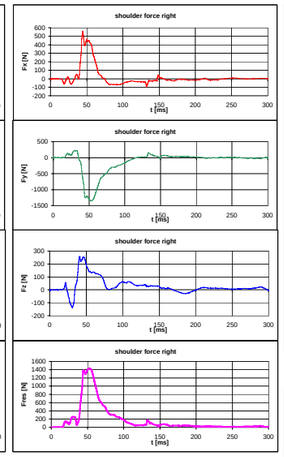
1650 (CFC 1000)



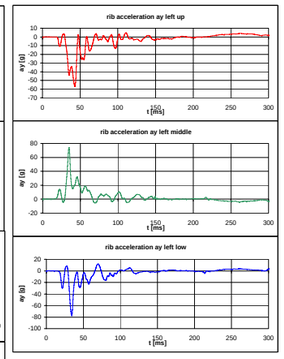
1650 (CFC 1000)



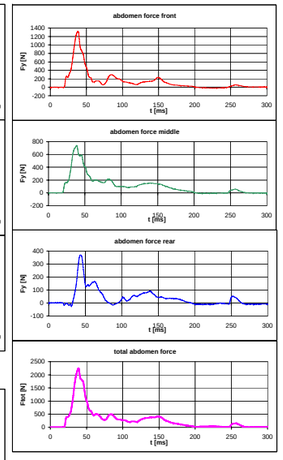
1650 (CFC 1000)



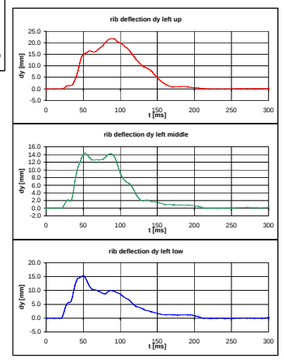
300 (CFC 180)



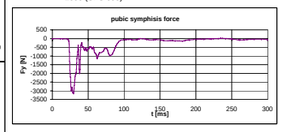
1000 (CFC 600)

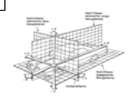


300 (CFC 180)



1000 (CFC 600)





Results
date of test: 28.02.2009
t0: first contact
v0: 50.4 km/h

head acceleration res		**biomechanical limits**	**Regulation**
peak	81.7 g		
3 ms max	73.5 g	80 g	ECE-R95
HPC36 max	298	1000	ECE-R95

cervic (+ stretch, -compression)			
Fz (+)	1454 N	3300 N	ECE-R94
Fz (-)	-12 N	-3300 N	ECE-R94
Fz (+) 35ms	329 N	2900 N	ECE-R94
Fz (-) 35ms	0 N	-2900 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	290 N	1100 N	ECE-R94
Fz (-) 60ms	0 N	-1100 N	ECE-R94
My flexion	25 Nm	190 Nm	ECE-R94
My extension	-31 Nm	-57 Nm	ECE-R94
Fy (+)	314 N	2600 N	
Fy (+) 45ms	241 N	1100 N	
Fy (-)	-1195 N	-2600 N	
Fz (-) 45ms	-292 N	-1100 N	
Mx (+)	83 Nm	105 Nm	
Mx (-)	-68 Nm	-105 Nm	

upper spine T1 acceleration res		
peak	69.6 g	
3 ms max	42.4 g	

lower spine T12 acceleration res		
peak	40.9 g	
3 ms max	37.1 g	

lumbar spine		
Fx (+)	163 N	
Fx (-)	-730 N	
Fy (+)	674 N	
Fy (-)	-2079 N	
Mx (+)	125 Nm	
Mx (-)	-141 Nm	
My (+)	45 Nm	
My (-)	-44 Nm	

rib deflection criterion			
rib up dy max	21.9 mm	42 mm	ECE-R95
rib mid dy ma	14.4 mm	42 mm	ECE-R95
rib low dy max	15.4 mm	42 mm	ECE-R95

viscous criterion (VC, rib compression velocity			
rib up VC	0.11 m/s	1.00 m/s	ECE-R95
rib mid VC	0.06 m/s	1.00 m/s	ECE-R95
rib low VC	0.09 m/s	1.00 m/s	ECE-R95

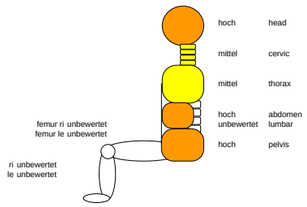
abdominal peak force (APF)			
peak	2254 N	2500 N	ECE-R95

pubic symphysis peak force (PSPF)			
peak	-3192 N	-6000 N	ECE-R95

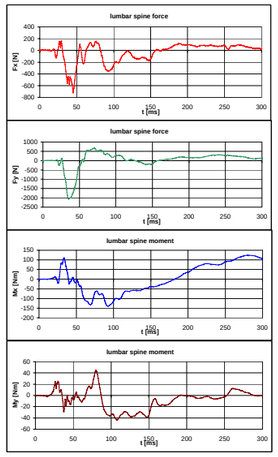
pelvis acceleration res			
peak	107.2 g		
3 ms max	66.7 g	80 g	ECE-R95

Verletzungsschwere

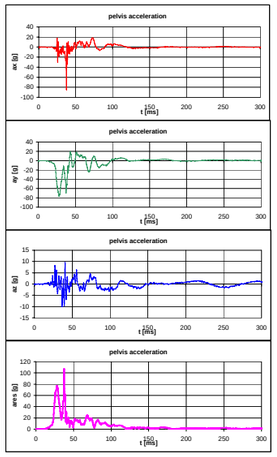
0%-40%	40%-80%	80%-100%	>100%	des Grenzwertes
gering	mittel	hoch	sehr hoch	unbewertet



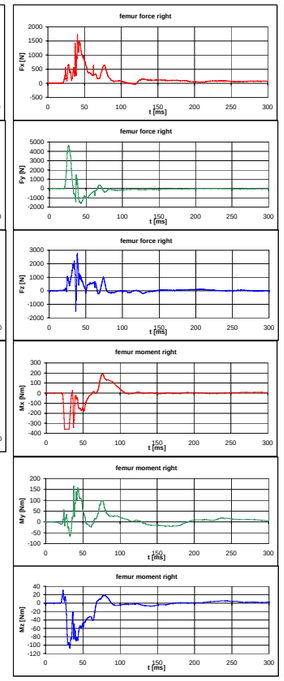
1650 (CFC 1000)



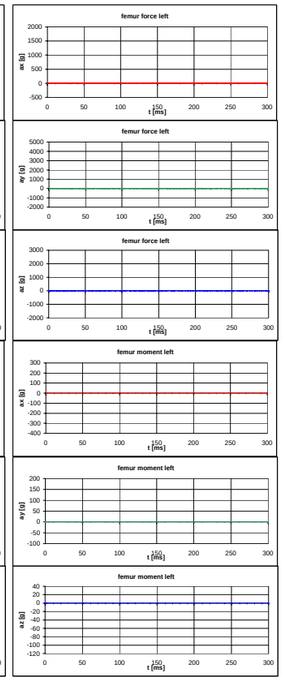
300 (CFC 180)



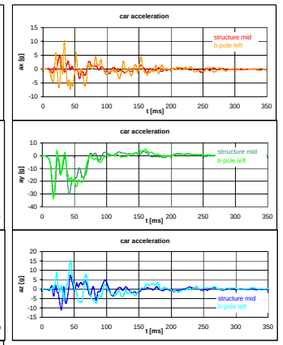
300 (CFC 180)



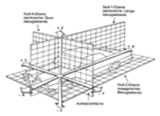
1650 (CFC 1000)



0.06881527



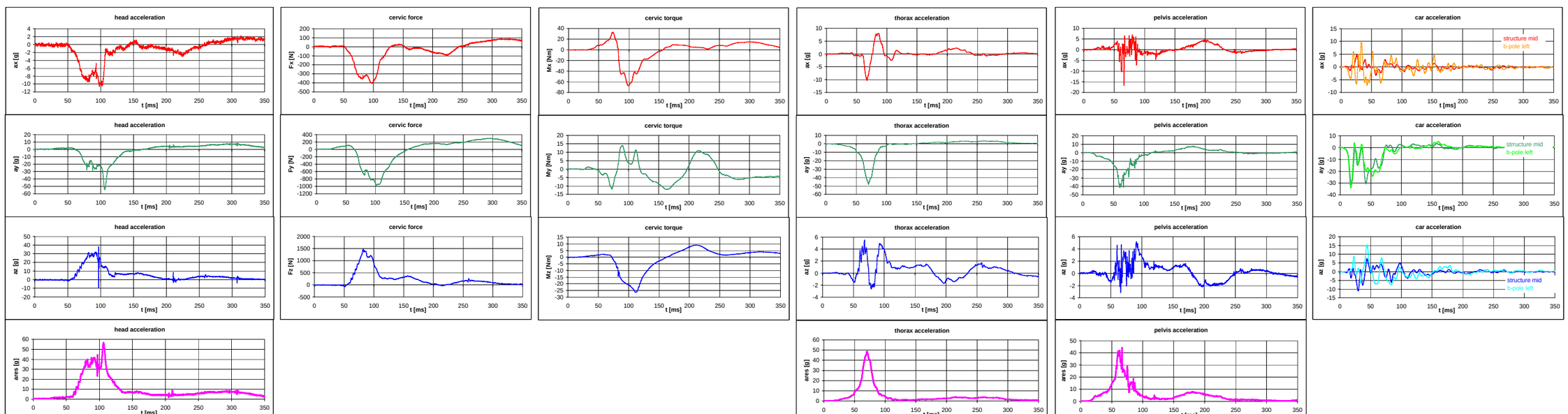
Borossi BB800 Seitenaufprall Fahrersitzplatz / 28.02.2009



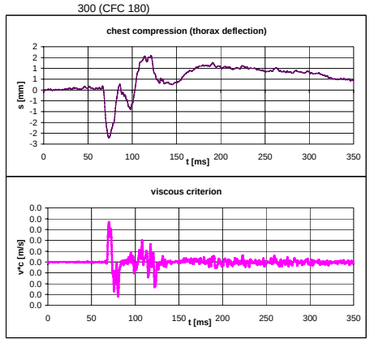
Dynamic Test Center

Fahrzeug: Borossi BB800
Prüfung: Prüfung in Anlehnung an ECE-R95
Dummy: HIII 50% male
Position: Fahrer (stossabgewandte Seite)

Filter: 1650 (CFC 1000) | 1650 (CFC 1000) | 1000 (CFC 600) | 300 (CFC 180) | 1650 (CFC 1000) | 100 (CFC 60)



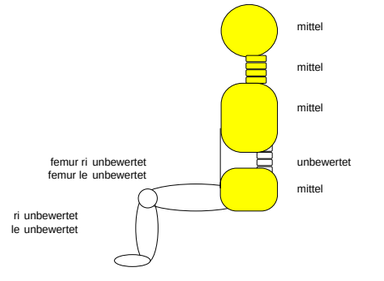
300 (CFC 180)



Results

date of test: 28.02.2009
t0: first contact
v0: 50.4 km/h

		biomechanical limits	Regulation
head acceleration res			
peak	56.8 g		
3 ms max	48.9 g	80 g	ECE-R94
HIC36 max	296	1000	ECE-R94
cervic			
Fx (+)	93 N	3300 N	ECE-R94
Fx (-)	-406 N	-3300 N	ECE-R94
Fx (+) 25ms	77 N	1500 N	ECE-R94
Fx (-) 25ms	-309 N	-1500 N	ECE-R94
Fx (+) 45ms	69 N	1100 N	ECE-R94
Fx (-) 45ms	-157 N	-1100 N	ECE-R94
Fz (+)	1490 N	3300 N	ECE-R94
Fz (-)	-71 N	-3300 N	ECE-R94
Fz (+) 35ms	0 N	2900 N	ECE-R94
Fz (-) 35ms	0 N	-2900 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	236 N	1100 N	ECE-R94
Fz (+) 60ms	0.0 N	-1100 N	ECE-R94
My flexion	14.1 Nm	190 Nm	ECE-R94
My extension	-12.2 Nm	-57 Nm	ECE-R94
Fy (+)	296 N	2600 N	
Fy (+) 45ms	251 N	1100 N	
Fy (-)	-972 N	-2600 N	
Fz (-) 45ms	-516 N	-1100 N	
Mx (+)	33 Nm	105 Nm	
Mx (-)	-68 Nm	-105 Nm	
thorax acceleration res			
peak	49 g		
3 ms max	45 g	60 g	ECE-R94
chest compression (thorax deflexion)			
peak	2 mm	50 mm	ECE-R94
V*C	0.00 m/s	1.00 m/s	ECE-R94
lumbar spine Fz			
Fz (stretch)	0 N	N	
Fz (compress	0 N	N	
pelvis acceleration			
ares peak	44 g		
3 ms max	37 g	80 g	ECE-R94
femur			
Fz right	0 N	-9070 N	ECE-R94
Fz left	0 N	-9070 N	ECE-R94
Fz right 10ms	0 N	-7580 N	ECE-R94
Fz left 10ms	0 N	-7580 N	ECE-R94
tibia			
peak right	0 N	-8000 N	ECE-R94
peak left	0 N	-8000 N	ECE-R94

Verletzungsschwere

0%-40%	40%-80%	80%-100%	>100%	des Grenzwertes
gering	mittel	hoch	sehr hoch	unbewertet