

Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von Pkw

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 1

bast

Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von Pkw

von

Eberhard Faerber

Bundesanstalt für Straßenwesen

Gerd-Dieter Wobben

Rheinisch-Westfälischer TÜV, Essen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 1

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht Ergebnisse aus ihrer Arbeit, vor allem Forschungsvorhaben, in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A – Allgemeines
- B – Brücken- und Ingenieurbau
- F – Fahrzeugtechnik
- M – Mensch und Sicherheit
- S – Straßenbau
- V – Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, daß die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Am Alten Hafen 113–115, D-27568 Bremerhaven, Telefon (04 71) 4 60 93–95, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 89504:
Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von Pkw

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon (0 22 04) 4 30
Telefax (0 22 04) 4 38 32

Redaktion:
Referat Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag:
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon (04 71) 4 60 93–95
Telefax (04 71) 4 27 65

ISSN 0943-9307
ISBN 3-89429-370-5

Bergisch Gladbach, September 1993

Kurzfassung · Abstract · Résumé

Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von Pkw

Von der Bundesanstalt für Straßenwesen und dem Rheinisch-Westfälischen TÜV wurde 1988/89 eine Pilotstudie zum Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von Pkw bei drei unterschiedlichen Fahrzeugtypen durchgeführt. Es wurde je ein dem Alter entsprechend durchschnittlich durch Korrosion geschädigtes älteres und ein möglichst gering geschädigtes jüngeres Fahrzeug bezüglich des Korrosionszustandes vermessen und im Aufprallversuch getestet. Bei den von der BAST durchgeführten Wandaufpralltests versagten insbesondere bei den älteren Fahrzeugen sicherheitsrelevante Fahrzeugteile.

Es wurde daraufhin beschlossen, die Pilotstudie mit der vorliegenden zweiten Untersuchung unter den folgenden zwei Vorgaben fortzuführen:

- Verbreiterung der Datenbasis von Tests mit weiteren Fahrzeugtypen mit starker Korrosion.
- Prüfung von Fahrzeugen des gleichen Typs wie in der Pilotstudie, jedoch sollten an ihnen Korrosionsschutzmaßnahmen verwirklicht sein, welche die Automobilindustrie mit Beginn der 80er Jahre in die Fertigung eingeführt hatte.

Die stark korrodierten Fahrzeuge der jetzt vorliegenden Untersuchung zeigten ein ähnliches Versagensspektrum wie die stark korrodierten Fahrzeuge der Pilotstudie. An den korrosionsgeschützten und auch jüngeren Nachfolgemodellen der Fahrzeuge der Pilotstudie konnte kein korrosionsbedingter Einfluß auf die passive Fahrzeugsicherheit mehr gefunden werden.

Effect of corrosion on the passive safety of cars

In 1988–89, a pilot study on the effect of corrosion on the passive safety of cars was undertaken on three different types of cars by the Federal Highway Research Institute (BAST) and the Rhenish Westphalian technical inspection agency (TÜV). Two older cars with the average corrosion damage typical of cars of that age and a younger car with very little corrosion damage were tested and the states of their corrosion determined. The crash tests on a wall conducted by BAST revealed particularly the failure of the safety-relevant components of the older cars tested.

It was therefore decided to continue the pilot study

with this follow-up study under the following conditions:

- Enlarging the data basis of the tests by including further types of cars with heavy corrosion damage.
- Using cars of the same types as the ones tested in the original pilot study but selecting those which had already been subject to the corrosion protection measures introduced by the car industry at the beginning of the 1980s.

The heavily corroded cars in this follow-up study revealed a similar failure spectrum as the heavily corroded cars of the pilot study. The corrosion-protected cars and the younger car models succeeding the ones tested in the pilot study did no longer reveal any corrosion effects on the passive safety of the cars.

L'influence de la corrosion sur la sécurité secondaire des voitures de tourisme

En 1988/1989, l'Institut fédéral de recherches routières (BAST) et le service de surveillance technique de la Rhénanie du Nord-Westphalie ont effectué une étude pilote pour évaluer, à l'exemple de trois types de véhicules, l'influence de la corrosion sur la sécurité secondaire de véhicules particulières. Deux véhicules par type ont été évalués sous l'aspect de l'atteinte par la corrosion et testés dans un essai de choc: le premier plus ancien et corrodé dans une mesure moyenne pour les véhicules de cet âge, le second plus neuf et encore très peu attaqué par la corrosion. Les essais de choc contre un mur réalisés par la BAST ont démontré que des éléments de véhicules dont relève la sécurité ont échoué, ce qui a été tout particulièrement le cas pour les véhicules plus anciens.

Il a donc été décidé de reprendre l'étude pilote par la présente étude de suite, en introduisant les conditions additionnelles suivantes:

- élargissement de la base de données par la réalisation d'essais avec d'autres types de véhicules fortement corrodés;
- essais de véhicules du même type que dans l'étude pilote mais en choisissant des véhicules qui ont été traités de mesures anticorrosion, telles qu'elles avaient été introduites dans la production par l'industrie automobile au début des années 80.

Le comportement défaillant des véhicules fortement atteints par la corrosion testés dans la présente étude a été très semblable à celui des véhicules fortement corrodés de l'étude pilote. Les véhicules soumis à un traitement anticorrosion ainsi que les modèles plus neufs successeurs de ceux testés dans l'étude pilote n'ont plus montré une dégradation de la sécurité secondaire due à l'impact de la corrosion.

Inhalt

1	Einleitung	7	4.2.7	Versuch mit dem Opel Kadett (stark korrodiert, KOR 10)	20
2	Untersuchungsziel, Vorgehen.	7			
3	Korrosionsuntersuchung	8	5	Zusammenführung der Ergebnisse aus den Aufprallversuchen und den Korrosionsprüfungen.	23
3.1	Auswahl der Fahrzeuge und Meßstellen.	8	5.1	Mitsubishi Colt (KOR 7)	24
3.1.1	Auswahl der Fahrzeuge	8	5.2	Fiat Panda (KOR 8).	25
3.1.2	Auswahl der Meßstellen	9	5.3	Renault 5 (KOR 9)	25
3.2.	Durchgeführte Korrosions- untersuchungen	9	5.4	Opel Kadett (KOR 10)	26
3.3	Ergebnisse bei älteren Fahrzeugen	10	5.5	Korrosionsgeschützte Fahrzeuge (KOR 11 bis KOR 13).	26
3.3.1	Korrosionsbefunde am Mitsubishi Colt (KOR 7)	10	6	Zusammenfassung und Schluß- folgerungen	27
3.3.2	Korrosionsbefunde am Fiat Panda (KOR 8).	11	Anhang		29
3.3.3	Korrosionsbefunde am Renault 5 (KOR 9).	11	A	Zusammenfassung und Schluß- folgerungen der Pilotstudie Überblick über wichtige Versuchs- ergebnisse	30
3.3.4	Korrosionsbefunde am Opel Kadett (KOR 10)	12	B	Leistungsfähigkeit des „Corrotest“- Gerätes	32
3.4.	Ergebnisse bei den korrosions- geschützten Fahrzeugen.	13	C	Korrosionsbefunde	33
3.4.1	Korrosionsbefunde am VW Golf (KOR 11)	13	D	Versuchskonfiguration	49
3.4.2	Korrosionsbefunde am Ford Fiesta (KOR 12)	13	E	Kurzfassungen	51
3.4.3	Korrosionsbefunde am Mercedes W 124 (KOR 13)	13		– ECE-Regelungsentwurf R.237 – ECE-R 12 – ECE-R 32 – ECE-R 33	
4	Aufprallversuche und Beurteilung nach ECE	13	F	Fahrzeugverformungen	55
4.1	Versuchskonfiguration	13	G	Veränderung der Innenräume Lenksäuleneindringungen	69
4.2	Versuchsergebnisse der Aufprall- versuche und der Beurteilung anhand von ECE-Richtlinien	14	H	Photographien stark korrodierter Stellen vor und nach dem Test	75
4.2.1	Versuch mit dem VW Golf (korrosionsgeschützt, KOR 11)	14			
4.2.2	Versuche mit dem Ford Fiesta (korrosionsgeschützt, KOR 12)	16			
4.2.3	Versuch mit dem MB W 124 (korrosionsgeschützt, KOR 13)	17			
4.2.4	Versuch mit dem Mitsubishi Colt (stark korrodiert, KOR 7)	18			
4.2.5	Versuch mit dem Fiat Panda (stark korrodiert, KOR 8)	19			
4.2.6	Versuch mit dem Renault 5 (stark korrodiert, KOR 9)	20			

1 Einleitung

Die passive Sicherheit von Pkw, die dem Schutz der Fahrzeuginsassen im Unfall dient, wird bei der Zulassung eines neuen Modells durch eine Vielzahl von Prüfungen nachgewiesen. Art und Umfang dieser Prüfungen sind von Staat zu Staat unterschiedlich, in der Bundesrepublik Deutschland sind die entsprechenden Vorschriften in der StVZO enthalten.

Durch das Kraftfahrtbundesamt (KBA) und die zuständigen „Technischen Dienste“ ist sichergestellt, daß die Neufahrzeuge die Kriterien der Prüfungen einhalten. Jedoch befinden sich im Verkehr nur zu einem geringen Teil neue Fahrzeuge. Nach Angaben des KBA beträgt die Lebensdauer eines Pkw zur Zeit über 10 Jahre (21,1 % der 1987 im Verkehr befindlichen Pkw waren älter als 10 Jahre), das Durchschnittsalter betrug 1987 6,17 Jahre, und pro Jahr fährt jeder Pkw durchschnittlich ca. 12 500 km. Alter und Laufleistung ergeben vermutlich Veränderungen am Fahrzeug, die ein geändertes Verhalten im Unfall bewirken. Der größte Einfluß auf die passive Sicherheit von Pkw wird von Veränderungen ausgehen, die die Festigkeit der Fahrzeugstruktur betreffen. Für die heute verwendeten Bauteile in Pkw kommen in erster Linie Korrosionsschäden in Betracht.

Versagensmechanismen und Korrosionsschäden wurden im Rahmen von Aufprallversuchen, die bei der BAST mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt wurden, beobachtet und führten zu der Fragestellung, ob die passive Sicherheit durch Korrosion beeinträchtigt wird.

Der Rheinisch-Westfälische TÜV in Essen stellte im Rahmen seiner Fz-Prüfungen nach § 29 StVZO an Fahrzeugen mit höherem Lebensalter vermehrt Stellen mit starken Korrosionsschäden fest und sah daher ebenfalls Bedarf für eine entsprechende Untersuchung. Ein neu entwickeltes Testgerät sollte dabei eingesetzt werden.

Gemeinsam wurde von der BAST und dem RW TÜV Essen eine Pilotstudie geplant, durchgeführt und bis Mai 1989 fertiggestellt. Die wichtigsten Ergebnisse sind im Anhang A zusammengefaßt. Die unterschiedlichen Erfahrungen und Möglichkeiten führten zu einer Aufgabenteilung, die für den RW TÜV die Auswahl und Beschaffung der Versuchsfahrzeuge und deren Bestimmung bezüglich korrosionsbedingter Vorschädigung vorsah und für die BAST die Durchführung von Aufprallversuchen und deren Bewertung.

2 Untersuchungsziel, Vorgehen

In der Pilotstudie sollte zunächst die Bedeutung des Problemfeldes Korrosion und Versagen von Fahrzeugstrukturen mit Auswirkungen auf die passive Fahrzeugsicherheit aufgezeigt werden.

Aufgrund dieser Zielsetzung wurde je ein dem Alter entsprechend durchschnittlich durch Korrosion vorgeschädigtes älteres und ein möglichst gering vorgeschädigtes jüngeres Exemplar vermessen und im Aufprallversuch getestet. Folgende 3 Fahrzeugtypen wurden aufgrund der jeweiligen Erfahrungen beider Institute ausgewählt:

- VW Golf I, Typ 17
- Ford Fiesta
- MB W 123

In den von der BAST durchgeführten Wandaufpralltesten traten insbesondere bei den älteren Fahrzeugen zum Teil erhebliche Versagensereignisse von sicherheitsrelevanten Fahrzeugbaugruppen auf. Der Bericht über die Pilotstudie wurde im Mai 1989 dem Bundesminister für Verkehr (BMV), dem Kraftfahrtbundesamt (KBA), den Herstellern der getesteten Fahrzeuge sowie dem Verband der Automobilindustrie (VDA) vorgelegt.

Zur Beratung der Ergebnisse der Pilotstudie wurden in der BAST Januar und Mai 1990 zwei Expertengespräche durchgeführt. Der BMV wies darauf hin, daß die festgestellten Versagensereignisse nicht tragbar seien, während die Automobilindustrie herausstellte, daß seit etwa Anfang der 80er Jahre an den neu hergestellten Fahrzeugen umfangreiche Korrosionsschutzmaßnahmen verwirklicht worden seien.

Es wurde beschlossen, die Pilotstudie in einer zweiten Untersuchung unter den folgenden zwei Vorgaben fortzuführen:

- Verbreiterung der Datenbasis von Testen mit weiteren Fahrzeugtypen mit starker Korrosion
- Prüfung von Fahrzeugen des gleichen Typs wie in der Pilotstudie, jedoch sollten an ihnen erste Korrosionsschutzmaßnahmen verwirklicht sein.

Bei der Auswahl der Fahrzeuge mit Korrosionsschutzmaßnahmen wurden auch die betreffenden Hersteller beteiligt. Die Versuche wurden zwischen Oktober 1990 und April 1991 durchgeführt.

Wie in der Phase der Pilotstudie beschaffte der

RW TÜV die Prüffahrzeuge und führte die Korrosionsuntersuchung durch. Anschließend wurden die Fahrzeuge von der BAST in einem frontalen 0°-Wandaufprall mit 50 km/h getestet. Die Zuordnung der erfaßten passiven Fahrzeugsicherheit und der Korrosionserscheinungen erfolgte gemeinsam.

Entsprechend der Pilotstudie hatte die vorliegende Folgeuntersuchung zum Ziel, Unterschiede im Grad der Vorschädigung durch Korrosion aufzuzeigen und die Beurteilung eines relevanten Korrosionseinflusses anhand von Belastungskriterien der Fahrzeuginsassen und den Beschädigungen sowie Belastungen am Versuchsfahrzeug zu ermöglichen.

Der vorliegende Bericht wurde unter weitgehender Anlehnung an den Bericht der Pilotstudie verfaßt. Weiterhin wurden Versuchs- und Auswertemethodik nahezu unverändert beibehalten.

Um einen Überblick über die gesamten durchgeführten Untersuchungen zu erhalten, sind, wie bereits erwähnt, die wichtigsten Ergebnisse der Pilotstudie im Anhang A dargestellt. Die Zusammenfassung und die Schlußfolgerungen am Ende dieses Berichtes umfassen die Untersuchungen und Ergebnisse beider Forschungsvorhaben: der Pilotstudie und der Folgestudie.

Erwähnt werden soll an dieser Stelle, daß im Rahmen der Fragestellung des Einflusses der Korrosion auf die passive Fahrzeugsicherheit derzeit noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden:

- Das KBA erfragt die Motive der Fahrzeughalter, ihr Fahrzeug zu verschrotten.
- Der TÜV Rheinland untersucht anlässlich des § 29 StVZO die Abnutzung der Sicherheitsgurte und mögliche Korrosionserscheinungen an den Fahrzeugsitzen.
- Die Medizinische Hochschule Hannover prüft, ob im Unfallgeschehen Einflüsse infolge hohen Fahrzeugalters und starker Korrosion auf die passive Fahrzeugsicherheit erfaßbar sind.

3 Korrosionsuntersuchung

Die sichere Bestimmung der Vorschäden der Versuchsfahrzeuge durch Korrosion ist bei der Frage nach dem Einfluß der Korrosion auf die passive Sicherheit von entscheidender Bedeutung. Ohne das neuentwickelte Korrosionsprüfgerät „Corrotest“ ist eine genaue Bewertung des Korrosionszustandes nicht möglich gewesen.

3.1 Auswahl der Fahrzeuge und Meßstellen

Die Auswahl der Fahrzeuge verfolgte zwei verschiedene Richtungen. Einerseits sollte der Versuchsumfang aus der Pilotstudie erweitert werden und andererseits auf den Einwand der Fahrzeughersteller reagiert werden: „Ganz allgemein sei der Korrosionsschutz in den vergangenen Jahren in einem Ausmaß verbessert worden, daß vergleichbar schlechte Versuchsergebnisse für neuere Fahrzeugtypen nicht zu erwarten seien“.

3.1.1 Auswahl der Fahrzeuge

Die Auswahl der Fahrzeugtypen zur Vergrößerung des Versuchsumfanges wurde aus einer Vorschlagsliste des RW TÜV Essen gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen und dem Bundesverkehrsministerium getroffen. Die Versuchsfahrzeuge sollten folgende Kriterien erfüllen:

- sich im Straßenverkehr befinden,
- ca. 10 Jahre alt sein,
- auch von ausländischen Herstellern stammen,
- relativ hohe Zulassungszahlen haben,
- für den Fahrzeugtyp spezifische Korrosionsmängel aufweisen und
- noch keine Reparatur von Korrosionsschäden aufweisen.

Folgende Fahrzeugtypen wurden ausgewählt:

- Mitsubishi Colt
- Fiat Panda
- Renault 5
- Opel Kadett D.

Diese Gruppe wird nachfolgend „ältere Fahrzeuge“ genannt.

Die Gruppe der Fahrzeuge mit verbesserten Korrosionsschutzmaßnahmen wurde unter Beteiligung und nach Vorgabe der Hersteller festgelegt. Es handelt sich um die Nachfolgemodelle der Fahrzeugtypen aus der Pilotstudie, die allerdings erst 5–6 Jahre alt waren:

- VW Golf II
- Ford Fiesta
- Mercedes W 124.

Hersteller	Typ	Handelsbezeichnung	Fahrgestellnummer	ABE-Nr.	Versuchsbezeichn.	Erstzulassung	Nächste HU in Monaten	gefahrte km in Tkm
Mitsubishi ¹⁾	A 150	Colt	A 15A 632 1930	A 9571 Nachtrag I–II	KOR 7	12/80	1	97
Fiat ¹⁾	141 A	Panda	ZFA 141 A 000 6039055	V 682	KOR 8	08/80	abgelaufen	107
Renault ¹⁾	Renault 5	R 5	VF 1122500 B 000 3617	8331/2 Nachtrag I–II	KOR 9	01/81	5	105
Opel ¹⁾	Kadett D	Kadett D	430 606 3588		KOR 10	03/80	9	70
Volkswagen ²⁾	19 E	Golf II	WVW ZZZ 19 ZEB 538 384	D 186 Nachtrag I	KOR 11	04/84	24	131
Ford ²⁾	FBD	Fiesta	WFOB XXG AFB ES 77711	D 164 Nachtrag I–VI	KOR 12	12/84	16	93
Daimler-Benz ²⁾	124	200 D	WDB 124 120 1A 010 462	D 700	KOR 13	02/85	16	144

¹⁾ ältere Fahrzeuge (ca. 10 Jahre alt)

²⁾ korrosionsgeschützte Fahrzeuge (ca. 5–6 Jahre alt)

Tab. 1: Daten der Versuchsfahrzeuge

Diese Gruppe der Fahrzeuge wird nachfolgend mit „korrosionsgeschützte Fahrzeuge“ bezeichnet. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der Fahrzeugdaten der vom RW TÜV beschafften Versuchsfahrzeuge.

3.1.2 Auswahl der Meßstellen

An jedem Fahrzeug wurden etwa 60 Meßstellen markiert. Diese Stellen entsprachen den fahrzeugspezifischen Schwachstellen und den für die Krafteinleitung in das Fahrzeug beim Frontalcrash wichtigen Karosseriestrukturen. Ebenso wurden die für die passive Sicherheit relevanten Bereiche an der Gurt- und Sitzbefestigung markiert. Außerdem wurden weitere Stellen aufgrund von Korrosionserscheinungen hinzugenommen, die bei der Begutachtung der Versuchsfahrzeuge auffällig waren.

3.2 Durchgeführte Korrosionsuntersuchung

Das Versuchsfahrzeug wurde vorbereitet, indem der Boden im Fahrzeuginnenraum freigelegt wurde. Ebenso mußten Teile im Motorraum vorübergehend ausgebaut werden, um bestimmte Meßstellen untersuchen zu können.

Ziel der Untersuchung war es, den Korrosionszu-

stand der markierten Meßstellen vor dem Crash-Test genau zu ermitteln und zu dokumentieren. Hierzu wurden an jeder Meßstelle eine visuelle Besichtigung und Beschreibung des äußeren Erscheinungsbildes sowie eine Fotodokumentation vorgenommen. Um darüber hinaus eine objektive Befundaussage über den Zustand der Korrosion zu erhalten, wurde eine zerstörungsfreie Prüfung mit einem neuen, vom RW TÜV entwickelten Prüfgerät (CORROTEST 2.838, Hersteller: Institut Dr. Förster, Reutlingen) durchgeführt. Die als kleines Handgerät gebaute Prüfeinrichtung arbeitet nach dem induktiven Prüfprinzip (DIN 54 140, Teil 1). Bei diesem Gerät wird ausgenutzt, daß die verschiedenen Zustände des Autobleches, z. B. intaktes Stahlblech, Korrosion, Füllstoff, dicke Schichten von Oberflächenschutzanstrichen hinsichtlich ihrer elektromagnetischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, magnetische Permeabilität) unterschiedlich sind. Aufgrund dieses bekannten „Werkstoffeffekts“ wird das mit der Sonde aufgenommene Meßsignal in einem Mikrocomputer ausgewertet, einer Zustandsklasse zugeordnet und auf einem Display in Form einer Farbanzeige dargestellt. Von den sieben möglichen Prüffunktionen des Gerätes wurden bei der vorliegenden Untersuchung folgende fünf mit den nachfolgend aufgeführten Farbuordnungen genutzt:

- grün: keine oder geringe Korrosion, die noch keine Beeinträchtigung der Stabilität zur Folge hat. Lack- bzw. Unterbodenschutzschicht ist kleiner als 3 mm.
- grün/rot: leichte bis schwere Korrosion. Bei Standardblechen (max. 0,7 mm dick) ist die Wahrscheinlichkeit ca. 50 %, bei Anwendung eines mechanischen Hilfsmittels zur Überprüfung der Stelle eine Zerstörung zu bewirken.
- rot: starke bis sehr starke Korrosion. Bei einer solchen Anzeige können Standardbleche mit mechanischen Hilfsmitteln leicht zerstört werden (annähernd 100 % Wahrscheinlichkeit).
- grün/orange: intaktes Stahlblech mit einer Oberflächenschutzschicht von 3 bis 6 mm.
- orange: intaktes Stahlblech mit einer Oberflächenschutzschicht größer als 6 mm oder durchkorrodiertes Loch mit Füllstoff (z. B. Polyester).

Bei der Prüfung der Meßstelle wurde die Sonde des Prüfgeräts punktuell im Raster 10 × 10 mm aufgesetzt; die Farbanzeige des Displays wurde in ein entsprechendes Formblatt übertragen.

Nach Durchführung aller Untersuchungsschritte wurde eine abschließende Gesamtbewertung der Meßstellen in folgende drei Befundkategorien vorgenommen:

- keine oder nur geringe Anrostung (z. B. Flugrost)
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
- sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung.

Diese Befunde wurden für jedes Versuchsfahrzeug in einer Meßstellenübersicht, die in drei Fahrzeugbereiche aufgeteilt war, übertragen.

In dieser Übersicht wurde ebenfalls mit „(*)“ vermerkt, ob eine Korrosionsstelle nur aufgrund der Corrotest-Prüfung gefunden wurde, und mit „R“, ob in dem Untersuchungsbereich ein Reparaturblech vorhanden war.

Zur Verdeutlichung der Leistungsfähigkeit des Corrotest-Gerätes ist in Bild B 1 (Anhang B) eine Roststelle dargestellt, die äußerlich nicht erkennbar war, bei der Untersuchung mit dem Corrotest-Gerät aufgezeigt (Bild B 2) und dann zur Bestätigung mechanisch freigelegt wurde (Bild B 3).

3.3 Ergebnisse bei älteren Fahrzeugen

Die älteren Fahrzeuge (vgl. Tabelle 1 KOR 7, KOR 8, KOR 9 und KOR 10) zeigten bei der visuellen Inspektion bereichsweise auffällige Korrosion, die bei der nachfolgenden zerstörungsfreien Prüfung noch differenziert untersucht und dokumentiert wurde. Bei der genauen Auswertung der Crash-Ergebnisse und der Betrachtung des Zusammenhanges mit der Korrosion wurde auf die detaillierte Befunddarstellung (Beschreibung, Fotos, Corrotest-Dokumentation) zurückgegriffen.

3.3.1 Korrosionsbefunde am Mitsubishi Colt (KOR 7)

Der Mitsubishi Colt war äußerlich in einem guten Allgemeinzustand. Nach der durchgeführten Korrosionsuntersuchung stellte man jedoch erhebliche Korrosionsmängel fest.

Die Übersicht der am Mitsubishi Colt markierten Meßstellen 1–56 und deren Klassifizierung in die drei Befundkategorien ist in den Bildern C 1 bis C 3 im Anhang C dargestellt:

Bild C 1: Meßstellen 1–10 am Rahmen Frontfenterscheibe und im Motorraum

Bild C 2: Meßstellen 11–26 an Tür und Rahmen Türeinstieg (Fahrer- und Beifahrerseite)

Bild C 3: Meßstellen 27–56 im Bereich der Boden- gruppe

Folgende auffällige Korrosionsstellen wurden festgestellt:

- Sehr starke Korrosion mit Lochbildung an beiden Federdomen in Motorraum; Meßstellen 2, 5.
- Korrosionserscheinung an allen Meßstellen der Fahrer- und Beifahrertür. Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend an den Meßstellen 11, 12, 13, 19, 21.
- Sehr starke Korrosion mit Loch- und Rißbildung an Meßstelle 20.
Lage der Meßstellen: unterer Kantenbereich entlang beider Türen (innen).
- Sehr starke Korrosion mit Lochbildung an der unteren Gurtbefestigung im inneren Türeinstieg der Fahrerseite, Meßstelle 17.
- Sehr starke Korrosion mit Spalt-, Riß- und Lochbildung an den Meßstellen 27, 31, 32, 34, 36, 37, 38 und 39 im Fahrzeuginnenraum. Dabei handelt

es sich bis auf Meßstelle 27 und 34 um Korrosionsstellen an den Gurt- und Sitzbefestigungen:

- Gurtbefestigung: Meßstelle 37, 38
- Sitzbefestigung: Meßstelle 31, 32, 36, 39
Lage Meßstellen 27, 34: Übergangsbereich Türinnenschweller-Radkasten-Bodenblech auf Fahrer- und Beifahrerseite.
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, an Meßstelle 43, 43*, 48, 50, 50*, 52 und 55 der Bodengruppe.
Außer Meßstelle 48 befinden sich alle Meßstellen in Höhe der A-Säule.
Lage Meßstelle 48: mittlerer Bereich des linken Außentürschweller, Überlappungsstelle von zwei Blechen.
Lage Meßstellen 43, 43*: Fahrzeugboden vorne rechts, Übergang Außentürschweller-Radkasten-Bodenblech.
Lage Meßstelle 52: Krümmungsbereich des linken Längsträgers im Übergang vom Fahrzeugboden in den Motorraum.
Lage Meßstelle 55: identisch Meßstelle 52, jedoch Beifahrerseite.

3.3.2 Korrosionsbefunde am Fiat Panda (KOR 8)

Der Fiat Panda war in einem schlechten äußeren Allgemeinzustand mit starken sichtbaren Korrosionsschäden im Türbereich. Da es schwierig war, einen Panda nach den Vorgaben ohne Blechreparatur zu beschaffen, wurde in Kauf genommen, daß an dem Versuchs-Panda bereits Reparaturmaßnahmen durchgeführt waren. Dennoch hatte der Fiat Panda starke Korrosionsschäden mit teilweise Spalt-, Riß- oder Lochbildung.

Die Übersicht der am Fiat Panda markierten Meßstellen 1–55 (und 60, 61) und deren Klassifizierung in die drei Befundkategorien ist im Anhang C in den Bildern C 4 bis C 6 dargestellt.

Bild C 4: Meßstellen 1–14 am Rahmen der Frontfensterscheibe (A-Säule) und im Motorraum

Bild C 5: Meßstellen 15–28 (und 60, 61) an Tür und Rahmen Türeinstieg (Fahrer- und Beifahrerseite)

Bild C 6: Meßstellen 29–55 im Bereich der Bodengruppe

Folgende auffällige Korrosionsstellen wurden festgestellt:

- Sehr starke Korrosion teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung in allen vier Eckbereichen im Motorraum. Meßstellen 1, 5, 6, 10.
Lage Meßstelle 1, 6: Motorraum vorne links bzw. rechts, Übergang Außen-Innenkotflügel-Frontmittelblech.
Lage Meßstelle 5, 10: Motorraum hinten links bzw. rechts, Übergang Außen-Innenkotflügel-Längsträger.
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, an Meßstelle 11 im unteren linken Rahmenbereich der Frontfensterscheibe (A-Säule).
- Sehr starke Korrosion teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung an allen Meßstellen der Fahrertür. Meßstellen 15, 16, 17, 60, 61.
Lage Meßstelle 15, 16, 17: unterer Kantenbereich entlang der Fahrertür (innen).
Lage Meßstelle 60, 61: Fahrertür (außen).
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend. Meßstellen 22, 24 der Beifahrertür.
Lage Meßstelle 22, 24: unterer Kantenbereich der Beifahrertür (innen).
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend. Meßstelle 55 der Bodengruppe.
Lage Meßstelle 55: Übergangsbereich vorderer Querträger – linker Längsträger.
- Sehr starke Korrosion teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung an verschiedenen Meßstellen der Bodengruppen in Höhe der A-Säule:
 - im Bodenbereich Meßstelle 41 und 50.
 - im Türschwellerbereich Meßstelle 44* und 49.
Lage Meßstelle 41: Fahrzeuginnenraum, Übergang Bodenblech – Mitteltunnel.
Lage Meßstelle 50: linker Fahrzeugboden in Höhe der A-Säule.
Lage Meßstelle 44*: Fahrzeugboden vorne rechts, Übergang Radkasten – Fahrzeugboden.
Lage Meßstelle 49: Türaußenschweller vorne links.

3.3.3 Korrosionsbefunde am Renault 5 (KOR 9)

Der Renault 5 war in einem schlechten äußeren Korrosionszustand mit starken, sichtbaren Korrosionsschäden im Türbereich. Auch bei der durchgeführten Korrosionsuntersuchung wurden erhebliche Mängel festgestellt.

Die Übersicht der am Renault 5 markierten Meßstellen 1–61 und deren Klassifizierung in die drei Befundkategorien ist in den Bildern C 7 bis C 9 im Anhang C dargestellt.

Bild C 7: Meßstellen 1–12 am Rahmen der Frontfensterscheibe (A-Säule) und im Motorraum

Bild C 8: Meßstellen 13–30 an Tür und Rahmen, Türeinstieg (Fahrer- und Beifahrerseite)

Bild C 9: Meßstellen 31–61 im Bereich der Bodengruppe

Folgende auffällige Korrosionserscheinungen wurden festgestellt:

- Sehr starke Korrosion teilweise mit Riß- oder Lochbildung an Meßstelle 1 und 2 im Motorraum. Lage Meßstelle 1 und 2: Motorraum vorne links, Übergang Außen-Innenkotflügel.
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, an Meßstelle 4 im Motorraum. Lage Meßstelle 4: Motorraum vorne rechts, Übergang Außen-Innenkotflügel.
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, an Meßstelle 10 und 12 am oberen Rahmen der Frontfensterscheibe (A-Säule), Fahrer- und Beifahrerseite.
- Sehr starke Korrosion teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung an allen Meßstellen der Fahrer- und Beifahrertür (13, 14, 15, 22, 23, 24). Lage der Meßstellen: unterer Kantenbereich entlang der beiden Türen (innen).
- Unterschiedliche Korrosionserscheinung im Türeinstieg: sehr starke Korrosion mit Riß- und Lochbildung an Meßstelle 25.
- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, an Meßstelle 19 und 27. Lage Meßstelle 25: Türeinstiegsschweller vorne rechts, Übergang Türschweller – A-Säule. Lage Meßstelle 27: Türeinstiegsschweller, vorne rechts, Übergang Türschweller – B-Säule. Lage Meßstelle 19: identisch Meßstelle 27, jedoch Fahrerseite.
- Das Bodenblech war in Höhe der A-Säule an Meßstelle 40, 42 und 48 stark ankorrodiert, teilweise mit Spalt- und Rißbildung. Meßstelle 40 und 42 vom Fahrzeuginnenraum, Meßstelle 48 vom Fahrzeugboden gemessen.
- Sehr starke Korrosion mit Lochbildung an Meßstelle 47 der Fahrzeugbodengruppe.

Lage Meßstelle 47: linker Längsträger in Höhe der Vorderachse.

- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend, am linken und rechten Außentürschweller (Meßstellen 55–58).
- Sehr starke Korrosion mit Spalt- und Lochbildung an Meßstelle 34 und 35 im Fahrzeuginnenraum. Lage Meßstelle 34: hintere linke Sitz- und Gurtpeitschenbefestigung (Beifahrersitz). Lage Meßstelle 35: hintere rechte Sitz- und Gurtpeitschenbefestigung (Fahrersitz).

3.3.4 Korrosionsbefunde am Opel Kadett (KOR 10)

Der Opel Kadett D zeigte nur wenige starke Korrosionserscheinungen.

Die Übersicht der am Opel Kadett D markierten Meßstellen und deren Klassifizierung in die drei Befundkategorien ist in den Bildern C 10 bis C 12 dargestellt:

Bild C 10: Meßstellen 1–16 am Rahmen der Frontfensterscheibe (A-Säule) und im Motorraum

Bild C 11: Meßstellen 17–30 an Tür- und Rahmen Türeinstieg (Fahrer- und Beifahrerseite)

Bild C 12: Meßstellen 30–60 im Bereich der Fahrzeugbodengruppe

Folgende auffällige Korrosionsstellen wurden festgestellt:

- Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend an Meßstelle 1 und 4 im Motorraum. Lage Meßstelle 1: Motorraum vorne links, Übergang Frontmittelblech – Außenkotflügel. Lage Meßstelle 4: Motorraum hinten links, Innenkotflügel.
- Sehr starke Korrosion mit Loch- und Rißbildung an Meßstelle 10 und 12 im Motorraum. Lage Meßstelle 10: Motorraum hinten rechts, Innenkotflügel. Lage Meßstelle 12: Motorraum hinten rechts, Übergang Längsträger – Stirnwand (im Längsträger ist Aufnahmepunkt für Dreiecksquerlenker).
- Sehr starke Korrosion teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung im Bereich der Fahrzeugbodengruppe Meßstellen 31, 50*, 35, 55*.

Lage Meßstelle 31: Fahrzeuginnenraum vorne rechts, Krümmungsbereich im Übergang Längsträger-Türschweller.

Lage Meßstelle 50*: Bereich oberhalb des linken Außenschwellers in Höhe der A-Säule.

Lage Meßstellen 55, 55*: Fahrzeugboden vorne rechts, Übergangsbereich Radkasten-Bodenblech-Türschweller.

3.4 Ergebnisse bei den korrosionsgeschützten Fahrzeugen

Bei den korrosionsgeschützten Fahrzeugen (vgl. Tabelle 1 KOR 11, 12 und 13) wurde keine bzw. bei einem Fahrzeug nur unbedeutende Korrosion festgestellt.

3.4.1 Korrosionsbefunde am VW Golf (KOR 11)

Der VW Golf war aufgrund seines geringen Alters in einem guten Zustand. Bei der Korrosionsuntersuchung bestätigte sich der erste Eindruck, es war keine Korrosion vorhanden.

3.4.2 Korrosionsbefunde am Ford Fiesta (KOR 12)

Der Ford Fiesta war in einem mittelmäßigen Pflegezustand. Bei der Korrosionsuntersuchung zeigten sich trotz seines geringen Alters zwei auffällige Stellen. Die Batteriehalterung (Meßstelle 9) war stark korrodiert, teilweise mit Lochbildung. Außerdem war der Übergangsbereich vom Bodenblech zum Sitzbankstehblech im hinteren rechten Fußraum (Meßstelle 24 B) ankorrodiert, so daß die Verbindungsnaht keine Festigkeit hatte.

Die Übersicht der am Ford Fiesta markierten Meßstellen 1–63 und deren Klassifizierung in die drei Befundkategorien ist in den Bildern C 13 bis C 15 im Anhang C dargestellt:

Bild 13: Meßstellen 1–14 am Rahmen Frontfenderscheibe und im Motorraum

Bild 14: Meßstellen 15–42 an Tür und Rahmen Tür-einstieg (Fahrer- und Beifahrerseite)

Bild 15: Meßstellen 43–63 im Bereich der Boden-gruppe

Da diese Korrosionsauffälligkeiten aber zu gering waren und außerdem in Bereichen lagen, die für die Sicherheit beim Frontalaufprall ohne Belang sind, soll darauf nicht näher eingegangen werden.

3.4.3 Korrosionsbefunde am Mercedes W 124 (KOR 13)

Ähnlich wie der VW Golf, befand sich der Mercedes W 124 in einem guten Zustand. Auch hier konnten bis auf leichten Flugrost keine Korrosionsauffälligkeiten ausgemacht werden, so daß sich eine Darstellung der Korrosionsbefunde erübrigt.

4 Aufprallversuche und Beurteilung nach ECE

Der gewählte Kollisionstyp, die Frontalkollision, ist mit über 60 % am Pkw-Unfallgeschehen beteiligt. Aufgrund der Häufigkeit und des hohen Verletzungsrisikos bei einem Frontalaufprall existieren für diesen Aufpralltyp die meisten Prüfvorschriften und -kriterien. Dieser Kollisionstyp ist mit ausschlaggebend für das Typgenehmigungsverfahren.

4.1 Versuchskonfiguration

Die Frontalaufprallversuche wurden mit einem Kollisionswinkel von 0° und einer Aufprallgeschwindigkeit von 50 km/h gegen die starre Barriere (Wandaufprall) gefahren, siehe Prinzipskizze Bild D 1 im Anhang D.

Die Fahrzeuge waren auf den vorderen Sitzplätzen mit je einem Hybrid II 50 % Mann-Dummy besetzt. Die Dummypositionierung und die Meßdatenaufzeichnung wurden entsprechend dem ECE-Regelungsentwurf R.237 durchgeführt. Eine Ausnahme wurde bei den MB W 124 gemacht, als Sitzposition wurde nicht die hinterste Sitzstellung gewählt, sondern in Abstimmung mit Mercedes-Benz eine Sitzposition, die der Körpergröße des Dummys entsprach. Kurzfassungen der relevanten Regelungen sind im Anhang E Bild E 1 bis E 4 beigelegt. Damit die Verteilung der Einzelmassen möglichst realistisch dargestellt wurde, und um das Verhalten der Tankanlage im Aufprallversuch festzustellen, waren die Kraftstofftanks der Versuchsfahrzeuge zu 90 % ihres Volumens mit Wasser gefüllt.

Weitere Vorbereitungen der Versuchsfahrzeuge betrafen die Vermessung der Frontstruktur zur späteren Bestimmung der Deformation, den Einbau von Beschleunigungsaufnehmern und die Vorbereitungen zur Hochgeschwindigkeitsfilmung, wie Einfärben der Karosserie und Anbringen von Markierungspunkten. Die speziellen Meßstellen der Korrosionsuntersuchung wurden zur besseren Dokumentation des Verhaltens im Aufprall

von der Einfärbung ausgenommen. Um Veränderungen an der Frontsteifigkeit der Versuchsfahrzeuge feststellen zu können, wurden die Aufprallkräfte mittels einer dynamometrischen Meßeinrichtung gemessen, die Aufteilung der Einzelelemente dieser Meßeinrichtung ist in Bild D 2 (Anhang D) dargestellt.

4.2 Versuchsergebnisse der Aufprallversuche und der Beurteilung anhand von ECE-Richtlinien

Im folgenden werden die Ergebnisse mit Kriterien der obengenannten ECE-Regelungen verglichen. Dabei wird zunächst die Belastung der Fahrzeuge beschrieben, dann die der Dummys. In den folgenden drei Abschnitten wird über die Ergebnisse der Tests mit den korrosionsgeschützten Fahrzeugen, also den Fahrzeugtypen der Pilotstudie berichtet. Danach werden die Ergebnisse der Tests mit den vier stark korrodierten Fahrzeugen, im folgenden „ältere Fahrzeuge“ genannt, dargestellt.

Eine Korrelation zwischen den Ergebnissen der Korrosionsbestimmung und den Aufprallversuchen erfolgt in Abschnitt 5.

4.2.1 Versuch mit dem VW Golf II (korrosionsgeschützt, KOR 11)

In dem Versuch mit dem VW Golf II wie auch in den folgenden Versuchen wurden alle Versuchsvorgaben exakt eingehalten. Die am Mitteltunnel gemessenen resultierenden Beschleunigungen sind in diesen wie auch in allen anderen Versuchen größer als die Längsbeschleunigungen der Schweller. Dieser Effekt ist zum einen auf die Bildung der Resultierenden und zum anderen auf Interaktionen des Aufnehmers mit Teilen des Fahrgastraumes zurückzuführen. Eine Übersicht der Fahrzeugbelastungswerte zeigt die Tabelle 2.

In dieser Tabelle sind die maximalen Beschleunigungswerte sowie die Zeitpunkte ihres Auftretens, die an den einzelnen Feldern der Kraftmeßwand – siehe Anhang D, Bild D 2 – gemessenen Maximalkräfte sowie die Zeitpunkte ihres Auftretens und die größte statische und dynamische Verformung der Fahrzeugfront zusammengestellt.

Weitere Kenngrößen, die die Fahrzeugbelastung beschreiben, wie die Steifigkeit der Frontstrukturen und der Verlauf der Frontdeformation, sind im Anhang F unter Bild F 1 bis F 4 dargestellt.

Eine Erläuterung der Diagramme und deren Zuordnung zu den Korrosionsbefunden erfolgt in Abschnitt 5.

PARAMETER	Meßwerte am korrosionsgeschützten VW Golf II (KOR 11)
BESCHLEUNIGUNG am Mitteltunnel	
a_{1x} [g] / t [ms]	43/68
a_{1z} [g] / t [ms]	13/32
a_{1res} [g] / t [ms]	44/68
a_{1res} [g]	13,5
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
a_{3xl} [g] / t [ms]	31/42
a_{4xr} [g] / t [ms]	36/65
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F_{1max} [kN] / t [ms]	24,4/21
F_{2max} [kN] / t [ms]	14,5/20
F_{3max} [kN] / t [ms]	15,6/16
F_{4max} [kN] / t [ms]	31,6/59
F_{5max} [kN] / t [ms]	20,9/20
F_{6max} [kN] / t [ms]	17,0/22
F_{7max} [kN] / t [ms]	40,1/24
F_{8max} [kN] / t [ms]	143,3/39
F_{9max} [kN] / t [ms]	85,7/39
F_{10max} [kN] / t [ms]	14,8/19
DEFORMATION	
d_{max} dyn. [mm]	597
d_{max} bleib. [mm]	467

Tab. 2: Fahrzeugbelastungswerte in den Versuchen mit dem VW Golf II (KOR 11)

Die in den verschiedenen Regelungen und Richtlinien verlangten und in diesen Versuchen sinnentsprechend berücksichtigten Prüfanforderungen betrafen:

- Die Maximalverschiebung der Lenkradnabe während des Aufpralls (Prüfbestandteil der ECE-Regelung 12, der EWG-Richtlinie 74/297 und des FMVSS 204). Die Prüfung muß ohne Dummys durchgeführt werden. In den vorliegenden Versuchen waren Dummys auf den Vordersitzen vorhanden. Die Lenksäulenverschiebungen wurden filmisch aufgenommen und ausgewertet; wobei jedoch zu beachten ist, daß die Lenksäulenbewegung durch Kopfaufpralle beeinträchtigt sein kann. Daher ist die Aussagekraft der Messungen in den hier diskutierten Versuchen nicht voll vergleichbar mit den Abnahmeversuchen nach ECE 12, die an neuen Fahrzeugmodellen durchgeführt werden.

In dem Versuch mit dem korrosionsgeschützten Golf blieb die Lenksäulenverschiebung weitgehend ungestört, so daß sie relativ genau – bevor der Kopfaufprall des Fahrers erfolgte – erfaßt werden konnte. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 1 in Anhang G. Die Meßwerte lagen für die horizontale Eindringung bei 6 mm und für die vertikale Eindringung bei 21 mm.

- Die Veränderung der Innenraumgröße, die Bestimmung der Meßwerte erfolgte nach dem Aufprall für jeden Vordersitz. Diese Prüfanforderung ist Bestandteil der ECE-R33 und muß bei einem Abnahmeversuch ohne Dummybesetzung festgestellt werden. Die Meßwerte sind jedoch auch bei einem Versuch mit Dummybesetzung interessant, auch wenn die Anwesenheit eines Dummys eine zu starke Veränderung verhindern kann.

Im Test mit dem korrosionsgeschützten VW Golf II wurden alle Grenzwerte eingehalten.

- Das Türöffnungsverhalten ist ebenfalls eine Prüfanforderung nach ECE-R33.

Nach dem Test ließen sich die Türen mit geringem Kraftaufwand und ohne Werkzeug bis zum vollen Öffnungswinkel öffnen. Die Veränderungen der Türöffnungsmaße (längs und diagonal gemessen) waren in einem Bereich von 5–30 mm.

- Kraftstoffleckverluste, deren Feststellung Bestandteil der Regelungen ECE-R33, R.237 und des FMVSS 208 ist, traten in keinem Versuch

des Projektes auf und werden daher im weiteren nicht mehr aufgeführt.

Eine Übersicht über die betreffenden Ergebnisse zeigen die Tabellen G 8 und G 9 im Anhang G.

Die an den Dummys gemessenen Insassenbelastungen und erfaßten Bewegungsabläufe spiegeln die Sicherheitskonzeption dieses Fahrzeugtyps wider. Es trat kein Versagen einer sicherheitsrelevanten Baugruppe auf. Dies bedeutet insbesondere, daß die Sicherheitsgurte keine Auffälligkeiten zeigten und die Sitze in ihrer Position blieben. Die Endlage der Dummys war normal, ihre H-Punkte waren nach dem Versuch auf dem Fahrersitz um 51 und auf dem Beifahrersitz um 65 mm vorverlagert.

Bei dem Fahrerdummy kam es zu einem heftigen Kopfaufprall. Dieser Aufprall führte zu einer kurzzeitigen Beschleunigungsspitze, die das normale Kopfbeschleunigungssignal überlagerte, aber den HIC-Wert kaum beeinflusste. Nach dem Regelungsentwurf R.237 muß der HIC nur im Falle eines Kopfaufpralles und dann nur für dessen Dauer berechnet werden. Da in der Pilotstudie diese Vorschrift nicht angewendet wurde, wird auch in der vorliegenden Untersuchung der HIC über das gesamte Beschleunigungssignal berechnet, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhalten. Aus dem Film und der Brustbeschleunigung konnte ein Brustaufprall gegen das Lenkrad nicht erkannt werden. Die Oberschenkelkräfte blieben niedrig, so daß ein Knieaufprall ebenfalls nicht auftrat. Die Dummymeßwerte sind in Tabelle 3 dargestellt.

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 80 $g_{3\text{ms}}$	116/99	42/41
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	585	606
BRUST			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 60 $g_{3\text{ms}}$	39/38	39/39
SICHERHEITSGURT			
$F_{1\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	8,2/75	7,6/76
$F_{2\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	7,0/77	5,9/76
$F_{3\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	4,9/81	5,1/77
$F_{4\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	7,4/81	7,4/80
BECKEN			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 80 $g_{3\text{ms}}$	52/48	52/51
OBERSCHENKEL			
$F_{l\text{max}}$ [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	1,7	2,1
$F_{r\text{max}}$ [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	1,9	2,1

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 3: Werte der Dummybelastungen in den Versuchen mit dem korrosionsgeschützten VW Golf II (KOR 11)

4.2.2 Versuche mit dem Ford Fiesta (korrosionsgeschützt, KOR 12)

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Fahrzeugbelastungswerte zeigt die Tabelle 4. Die Verläufe weiterer ausgewählter Kenngrößen der Fahrzeugbelastung sind im Anhang F unter Bild F 5 bis F 8 dargestellt. In dem Versuch zeigte sich kein auffälliges Versagen einer sicherheitsrelevanten Baugruppe. Nach dem Test waren zwar die Gurtautomaten beider Frontsitze blockiert, aber die Gurtschlösser ließen sich problemlos öffnen. An den Gurten waren die üblichen Belastungsspuren zu beobachten. Der für beide Gurte gemeinsame mittlere Verankerungspunkt war nahezu 5 cm hochgebogen. Im Zusammenspiel mit dem beträchtlichen Verwinden der Sitzrahmen um 8–10 cm ergab sich eine deutliche Neigung der Frontsitze zur Fahrzeug-Außen-seite, da die Sitzverriegelung sich jeweils an der äußeren Sitzschiene befindet. Die Vorverlagerung des gesamten Sitzes blieb gering. Die Endlage der Dummies war normal, so daß sich kein Hinweis auf Submarining ergab.

Wie im vorangegangenen Versuch war die horizontale Lenksäulenverlagerung mit Werten von 4 mm horizontal und 86 mm vertikal relativ gering und abgeschlossen, als ein heftiger Kopfaufprall des Fahrerdummy erfolgte. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 2 im Anhang G.

PARAMETER	Meßwerte am korrosionsgeschützten Ford Fiesta
BESCHLEUNIGUNG am Mittelunnel	
a_{1x} [g] / t [ms]	41,7/40
a_{1z} [g] / t [ms]	35,3/28
a_{1res} [g] / t [ms]	48,2/42
a [g]	14,6
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
a_{3xl} [g] / t [ms]	39,1/38
a_{4xr} [g] / t [ms]	37,9/35
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F_{1max} [kN] / t [ms]	7,6/40
F_{2max} [kN] / t [ms]	24,7/46
F_{3max} [kN] / t [ms]	16,6/30
F_{4max} [kN] / t [ms]	29,3/29
F_{5max} [kN] / t [ms]	17,9/51
F_{6max} [kN] / t [ms]	10,2/18
F_{7max} [kN] / t [ms]	70,8/24
F_{8max} [kN] / t [ms]	224,0/30
F_{9max} [kN] / t [ms]	95,1/28
F_{10max} [kN] / t [ms]	12,2/19
DEFORMATION	
d_{max} dyn. [mm]	476
d_{max} bleib. [mm]	463

Tab. 4: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem Ford Fiesta (korrosionsgeschützt, KOR 12)

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
a_{max}/a_{3ms} [g]	– / 80 g_{3ms}	227/96	117/78
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	874	952
BRUST			
a_{max}/a_{3ms} [g]	– / 60 g_{3ms}	48/45	44/41
SICHERHEITSGURT			
F_{1max} [kN] / t [ms]	–	3,5/63	6,9/63
F_{2max} [kN] / t [ms]	–	5,6/61	5,9/58
F_{3max} [kN] / t [ms]	–	4,4/74	4,0/76
F_{4max} [kN] / t [ms]	–	6,4/75	6,7/83
BECKEN			
a_{max}/a_{3ms} [g]	– / 80 g_{3ms}	61/55	45/38
OBERSCHENKEL			
F_{lmax} [kN]	10 kN / 8 kN_{3ms}	1,6	1,6
F_{rmax} [kN]	10 kN / 8 kN_{3ms}	1,2	1,8

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 5: Werte der Dummybelastungen in dem Versuch mit dem korrosionsgeschützten Ford Fiesta (KOR 12)

Die Veränderung der Innenraumgröße blieb im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen, siehe Tabelle G 8 und G 9 im Anhang G. Trotz zum Teil erheblicher Verformung der Türrahmen ließen sich die Türen zwar schwer, aber auf nahezu den vollen Öffnungswinkel öffnen.

Der Kopfaufprall des Fahrerdummy gegen das Lenkrad führte zu hohen Spitzenbeschleunigungen, die jedoch kaum Einfluß auf die Höhe des HIC-Wertes hatten. Aus der Brustbeschleunigung des Fahrerdummy läßt sich ein schwacher Aufprall gegen den Lenkradkranz herleiten. Da die Beckengurte ihre Schutzwirkungen ausübten und Knieaufpralle nicht erfolgten, blieben Beckenbeschleunigungen und Oberschenkelkräfte niedrig.

Die Dummymeßwerte des Versuches mit dem Ford Fiesta sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

4.2.3 Versuch mit dem MB W 124 (korrosionsgeschützt, KOR 13)

Das Fahrzeug verhielt sich in dem Aufpralltest entsprechend dem Sicherheitskonzept für diesen Oberklasse-Typ. Wie bereits erwähnt, befanden sich die Vordersitze wegen des langen Sitzverstellbereiches in Mittelstellung statt wie sonst im hinteren Bereich. Hierdurch befand sich der Fahrerdummy geringfügig näher zum Lenkrad als in den anderen Versuchen dieser Serie. Daher kam es trotz serienmäßigen Gurtstrammers zu einem schwachen

PARAMETER	Meßwerte am korrosionsgeschützten MB W 124
BESCHLEUNIGUNG am Mitteltunnel	
a _{1x} [g] / t [ms]	49,8/56
a _{1z} [g] / t [ms]	7,8/42
a _{1res} [g] / t [ms]	50,3/56
a [g]	13,5
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
a _{3xl} [g] / t [ms]	46,9/56
a _{4xr} [g] / t [ms]	45,5/56
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F _{1max} [kN] / t [ms]	22,9/39
F _{2max} [kN] / t [ms]	29,3/47
F _{3max} [kN] / t [ms]	46,9/48
F _{4max} [kN] / t [ms]	15,3/53
F _{5max} [kN] / t [ms]	16,0/37
F _{6max} [kN] / t [ms]	26,3/56
F _{7max} [kN] / t [ms]	56,3/47
F _{8max} [kN] / t [ms]	180,9/48
F _{9max} [kN] / t [ms]	105,3/46
F _{10max} [kN] / t [ms]	16,7/54
DEFORMATION	
d _{max} dyn. [mm]	578
d _{max} bleib. [mm]	463

Tab. 6: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem Mercedes-Benz W 124 (korrosionsgeschützt, KOR 13)

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 80 g _{3ms}	103/98	55/53
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	943	572
BRUST			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 60 g _{3ms}	48/44	47/42
SICHERHEITSGURT			
F _{1max} [kN] / t [ms]	-	4,0/75	5,9/71
F _{2max} [kN] / t [ms]	-	6,7/71	6,9/70
F _{3max} [kN] / t [ms]	-	4,9/78	5,0/77
F _{4max} [kN] / t [ms]	-	7,5/86	7,6/85
BECKEN			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 80 g _{3ms}	55/50	51/49
OBERSCHENKEL			
F _{lmax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	1,5	1,9
F _{rmax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	1,3	1,6

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 7: Werte der Dummybelastungen in den Versuchen mit dem korrosionsgeschützten MB W 124 (KOR 13)

Kopfaufprall gegen das Lenkrad. Die Kopfbelastung des Fahrerdummy blieb innerhalb der erlaubten Grenzen. Der Gurtstrammer zog den Gurt auf der Fahrerseite um 2,5 cm und auf der Beifahrerseite um 1,5 cm ein. Am Sicherheitsgurtsystem mit den Verankerungen und den Sitzen ergaben sich keine Auffälligkeiten. Innenraumgröße und Türöffnungsverhalten waren ohne Beanstandungen, siehe Tabellen G 8 und G 9 im Anhang G. Der Lenksäulenvorsatz blieb mit einem Maximalwert von 16 mm außerordentlich gering. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 3, Anhang G. Dummy- und Fahrzeugmeßwerte sind in den Tabellen 6 und 7 dargestellt. Die Meßschriebe zur Beschreibung der Fahrzeugsteifigkeit befinden sich in Anhang F, Bilder F 9 bis F 12.

4.2.4 Versuch mit dem Mitsubishi Colt (stark korrodiert, KOR 7)

In den folgenden vier Abschnitten werden die Ergebnisse der Versuche mit den stark korrodierten Fahrzeugen beschrieben. Es wurde in den Tests kein schwerwiegendes Versagen einer sicherheitsrelevanten Baugruppe beobachtet. Dennoch wurden in allen Tests verschiedene Überschreitungen gesetzlicher Grenzwerte festgestellt.

Beide Dummies erfuhren in dem Test mit dem Mitsubishi Colt beträchtliche Vorverlagerungen mit daraus resultierenden heftigen Kopfaufprallen gegen Lenkrad und Armaturenblech. Beide Sitzflächen, die des Beifahrers stärker, waren nach dem Test nach unten geneigt. Dies wurde zum einen verursacht durch das Absinken der Bodengruppe im vorderen Fußbereich und zum anderen durch das Hochziehen des mittleren für beide Gurtsysteme gemeinsamen Gurtverankerungspunktes um 12 cm. Das starke Hochbiegen des Mittel隧nells wirkte sich auch in dem nahegelegenen Bodenbereich und auf die inneren Sitzschienen aus. Durch die Neigung und auch Verbiegung der Sitzflächen waren die Dummies nach den Tests im Beckenbereich in einer verdrehten Körperhaltung. Am Gurtsystem und den Verankerungspunkten konnten keine Auffälligkeiten gefunden werden.

Die zum Zeitpunkt des Kopfaufpralles des Fahrerdummy weitgehend abgeschlossene Lenksäuleneindringung blieb mit Werten von 81 mm horizontal und 117 mm vertikal relativ niedrig. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 4 im Anhang G. Trotz starker Durchbiegung im vorderen Bodenbereich wurde kein Mindestmaß für die Innenraumgröße unterschritten. Die Fahrertür ließ

sich schwer, die Beifahrertür nur mit Werkzeug bis zum vollen Öffnungswinkel öffnen. Dies gelang auf der Beifahrerseite auch nur durch unterstützendes Öffnen der hinteren Tür. Die Verklebung der Tür entstand, obwohl die Verformung des Türrahmens nur bis zu 22 mm betrug. Die Zusammenstellung der verschiedenen Kriterien und ihre Bewertung befindet sich im Anhang G, Tabellen G 10 und G 11.

Die Fahrzeugbelastungswerte sind in Tabelle 8 zusammengestellt, weitere Kenngrößen finden sich im Anhang F unter Bild F 13 bis F 15.

PARAMETER	Meßwerte am stark korrodierten Mitsubishi Colt (KOR 7)
BESCHLEUNIGUNG	
am Mittel隧nnel	
a_{1x} [g] / t [ms]	30,4/50
a_{1z} [g] / t [ms]	39 /44
a_{1res} [g] / t [ms]	39 /44
a [g]	12,3
BESCHLEUNIGUNG	
am Schweller	
a_{3xl} [g] / t [ms]	25,0/42
a_{4xr} [g] / t [ms]	27,7/55
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F_{1max} [kN] / t [ms]	16,3/26
F_{2max} [kN] / t [ms]	22,8/21
F_{3max} [kN] / t [ms]	32,8/86
F_{4max} [kN] / t [ms]	24,0/21
F_{5max} [kN] / t [ms]	15,8/32
F_{6max} [kN] / t [ms]	10,7/18
F_{7max} [kN] / t [ms]	68,7/24
F_{8max} [kN] / t [ms]	197,7/33
F_{9max} [kN] / t [ms]	60,3/23
F_{10max} [kN] / t [ms]	10,35/17
DEFORMATION	
d_{max} dyn. [mm]	622
d_{max} bleib. [mm]	542

Tab. 8: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem stark korrodierten Mitsubishi Colt (KOR 7)

Wie bereits erwähnt, kam es bei den Fahrzeuginsassen besonders auf der Beifahrerseite zu erheblichen Vorverlagerungen. Dies wirkte sich beim Fahrerdummy infolge Lenkradaufpralls auf hohe Kopf- und Brustbelastungen aus. Da der Kopf zunächst vom Lenkradkranz abgefangen wurde, bevor er gegen die Lenkradnabe schlug, blieb die Kopfbelastung unter dem Grenzwert. Ebenfalls knapp unter dem entsprechenden Grenzwert blieb die Brustbeschleunigung. Beträchtlich oberhalb des Grenz-

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	- / 80 $g_{3\text{ms}}$	145/91	171/136
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	946	1617
BRUST			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	- / 60 $g_{3\text{ms}}$	68/59	40/ 38
SICHERHEITSGURT			
$F_{1\text{max}}$ [kN] / t [ms]	-	5,6/80	5,9/ 70
$F_{2\text{max}}$ [kN] / t [ms]	-	4,5/85	4,5/ 69
$F_{3\text{max}}$ [kN] / t [ms]	-	4,1/90	4,9/103
$F_{4\text{max}}$ [kN] / t [ms]	-	6,8/86	6,9/ 99
BECKEN			
$a_{\max} / a_{3\text{ms}}$ [g]	- / 80 $g_{3\text{ms}}$	48/46	42/ 40
OBERSCHENKEL			
F_{imax} [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	1,6	1,4
F_{rmax} [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	4,5	2,5

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 9: Werte der Dummybelastungen in den Versuchen mit dem stark korrodierten Mitsubishi Colt (KOR 7)

wertes lag die Kopfbelastung des Beifahrerdummys mit einem HIC-Wert von 1617. Infolge hoher Vorverlagerung auch im Beckenbereich stellten sich die Unterschenkel auf und der Kopf schlug gegen die eigenen Knie und zusätzlich gegen das Armaturenbrett. Alle zusätzlichen Dummymeßwerte blieben niedrig und damit im üblichen Rahmen, wie Tabelle 9 aufzeigt.

4.2.5 Versuch mit dem Fiat Panda (stark korrodiert, KOR 8)

Dieses Fahrzeug besaß viele auffällige starke Roststellen. Die Verformung des Vorderwagens blieb mit Werten von 476 mm bleibend und 520 mm dynamisch relativ niedrig. Erheblicher war die Verformung im vorderen Bereich der Fahrgastzelle. Das Armaturenbrett drang weit ein. Die Lenksäule stellte sich mit vertikalem Wert von 144 mm über das erlaubte Grenzmaß auf; die horizontale Lenkradnabeneindringung blieb allerdings mit einem dynamischen Wert von 11 mm (Abdeckung der Meßpunkte durch den Dummykopf) unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 5 im Anhang G. Infolge des starken Eindringens der Spritzwand und auch des Armaturenbrettes wurden die Grenzwerte verschiedener Innenraummaße nicht eingehalten: Fahrersitz Abstand H-Punkt – Instrumententafel, beide Sitze Abstand H-Punkt – Fußraumstirnwand. Im Fußbereich war die Pedalerie erheblich hochge-

PARAMETER	Meßwerte am stark korrodierten Fiat Panda (KOR 8)
BESCHLEUNIGUNG am Mittelunnel	
a_{1x} [g] / t [ms]	27,2/74
a_{1z} [g] / t [ms]	21,3/46
$a_{1\text{res}}$ [g] / t [ms]	38,4/46
a [g]	11,1
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
$a_{3\text{xl}}$ [g] / t [ms]	23,7/47
$a_{4\text{xr}}$ [g] / t [ms]	26,7/74
DEFORMATIONSKRÄFTE	
$F_{1\text{max}}$ [kN] / t [ms]	11,6/31
$F_{2\text{max}}$ [kN] / t [ms]	13,7/25
$F_{3\text{max}}$ [kN] / t [ms]	15,2/19
$F_{4\text{max}}$ [kN] / t [ms]	17,4/12
$F_{5\text{max}}$ [kN] / t [ms]	11,4/30
$F_{6\text{max}}$ [kN] / t [ms]	7,2/14
$F_{7\text{max}}$ [kN] / t [ms]	76,1/13
$F_{8\text{max}}$ [kN] / t [ms]	201,6/22
$F_{9\text{max}}$ [kN] / t [ms]	71,8/13
$F_{10\text{max}}$ [kN] / t [ms]	7,7/74
DEFORMATION	
d_{max} dyn. [mm]	520
d_{max} bleib. [mm]	476

Tab. 10: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem stark korrodierten Fiat Panda (KOR 8)

bogen, weiterhin waren die Bodenbleche links und rechts aufgerissen. Beide Vordertüren konnten nur mit Werkzeugen, dann aber auf den vollen Öffnungswinkel geöffnet werden. Die Türrahmenverformung lag an allen Meßstellen unter 20 mm. Die Erfüllung bzw. Nichterfüllung der diesbezüglichen Kriterien ist im Anhang G, Tabelle G 10 und G 11 zusammengestellt.

Die Fahrzeugbelastungswerte gibt Tabelle 10 wieder, die weiteren Kenngrößen sind im Anhang Bild F 16 bis F 18 dargestellt.

Infolge des Verformens der Bodengruppe und der Verbiegung der Sitzrahmen waren beide Dummys in der Endstellung stark zur Mitte geneigt. An den Sicherheitsgurten konnte keine Fehlfunktion festgestellt werden. Die Gurtschlösser ließen sich nach dem Versuch problemlos öffnen. Die Filmauswertung ergab für den Fahrerkopf einen heftigen Lenkradaufprall, der zu einem HIC-Wert von 1016 führte. Auf dem Beifahrersitz kam es zu einem Knieaufprall mit starker Verformung des unteren Armatur-

renbrettbereiches. Die Oberschenkelkräfte und die Beckenbeschleunigung blieben aber noch deutlich unter den Belastungsgrenzen. Die Zusammenstellung der Dummymeßwerte zeigt Tabelle 11.

4.2.6 Versuch mit dem Renault 5 (stark korrodiert, KOR 9)

Dieses Fahrzeug machte ähnlich wie der Fiat Panda einen sehr stark korrodierten Eindruck. Auch hier wirkte der Vorderwagen besonders steif – maximale bleibende Verformung 410 mm –, während der Bereich zwischen A- und B-Pfosten stark einknickte. Das Lenkrad vollführte eine weite Schleuderbewegung und stellte sich stark senkrecht auf, dabei wurde vom Lenkradkranz die Windschutzscheibe nach vorn herausgeworfen. Die maximale horizontale Eindringung blieb mit einem Wert von 88 mm deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert, die vertikale Eindringung lag mit 238 mm erheblich über dem gesetzlichen Grenzwert. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 6 im Anhang G.

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
$a_{\max}/a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 60 $g_{3\text{ms}}$	243/108	48/48
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	1016	555
BRUST			
$a_{\max}/a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 60 $g_{3\text{ms}}$	27/ 26**	37/35
SICHERHEITSGURT			
$F_{1\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	3,5/58	5,3/58
$F_{2\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	2,2/57	3,3/57
$F_{3\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	3,6/89	3,2/63
$F_{4\text{max}}$ [kN] / t [ms]	–	7,1/79	5,0/81
BECKEN			
$a_{\max}/a_{3\text{ms}}$ [g]	– / 80 $g_{3\text{ms}}$	56/51	84/62
OBERSCHENKEL			
$F_{l\text{max}}$ [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	3,4	8,1
$F_{r\text{max}}$ [kN]	10 kN / 8 $kN_{3\text{ms}}$	1,9	2,1

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

** Fehlerhafte Messung

Tab. 11: Werte der Dummybelastungen in dem Versuch mit dem stark korrodierten Fiat Panda (KOR 8)

Durch Eindringung der Stirnwand und Vorverlagerung der Sitze (links 11 mm, rechts 32 mm) wurde der zulässige Grenzwert für den Abstand zwischen Instrumententafel/Armaturenblech – H-Punkt auf beiden Sitzen unterschritten. Alle anderen Werte blieben im erlaubten Rahmen.

Trotz beträchtlicher Verformung der Türrahmen-Änderung verschiedener Öffnungsmaße um bis zu 26 mm ließen sich die Türen mit einiger Anstrengung öffnen. Die Türöffnung war aber nur möglich, weil sich infolge Korrosion die Türen im Aufprallstoß in einzelne Blechstrukturen aufgelöst hatten und

somit keine stabile Struktur mehr besaßen. Die Zusammenstellung der entsprechenden Kriterien und ihre Bewertung befindet sich im Anhang G, Tabellen G 10 und G 11.

In Tabelle 12 und in Bild F 19 bis F 21 im Anhang F sind die Fahrzeugbelastungswerte und weitere Kenngrößen zusammengestellt.

Durch die Verformung der Vordersitze und die Verkürzung des Innenraums erfuhren die Dummies relativ zum Fahrzeug eine beträchtliche Vorverlagerung. Hierdurch schlugen beide Dummyköpfe auf Fahrzeuginnenstrukturen, und es wurden Kopfbelastungswerte gemessen, die deutlich über den Grenzwerten liegen. Dies gilt sowohl für die 3ms- als auch für die HIC-Werte. Der Fahrerdummy schlug mit dem Oberkörper gegen den Lenkradkranz; hierbei blieben die Brustbelastungswerte aber noch unterhalb der Belastungsgrenze. Die Endlage des Fahrerdummys deutete eine gewisse Neigung zum Submarining auf diesem Sitz an. Dies wird auch durch einen heftigen Knieaufprall rechts mit einer Oberschenkellängskraft von 12,3 kN, die erheblich oberhalb des Grenzwertes liegt, gestützt.

An den Gurtsystemen konnten außer den üblichen Belastungsspuren keine Fehlfunktionen erkannt werden. Die Dummybelastungswerte zeigt Tabelle 13.

PARAMETER	Meßwerte am stark korrodierten Renault 5 (KOR 9)
BESCHLEUNIGUNG am Mitteltunnel	
a _{1x} [g] / t [ms]	43,4/25
a _{1z} [g] / t [ms]	16,5/30
a _{1res} [g] / t [ms]	44,6/25
a [g]	11,6
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
a _{3xl} [g] / t [ms]	28,0/42
a _{4xr} [g] / t [ms]	28,4/26
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F _{1max} [kN] / t [ms]	18,5/32
F _{2max} [kN] / t [ms]	16,2/21
F _{3max} [kN] / t [ms]	14,5/11
F _{4max} [kN] / t [ms]	21,4/19
F _{5max} [kN] / t [ms]	10,5/30
F _{6max} [kN] / t [ms]	14,8/30
F _{7max} [kN] / t [ms]	40,1/24
F _{8max} [kN] / t [ms]	274,2/18
F _{9max} [kN] / t [ms]	27,0/22
F _{10max} [kN] / t [ms]	9,3/31
DEFORMATION	
d _{max} dyn. [mm]	506
d _{max} bleib. [mm]	410

Tab. 12: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem stark korrodierten Renault 5 (KOR 9)

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 80 g _{3ms}	121/113	112/90
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	1182	1224
BRUST			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 60 g _{3ms}	67/58	41/40
SICHERHEITSGURT			
F _{1max} [kN] / t [ms]	-	1,6/57	4,2/64
F _{2max} [kN] / t [ms]	-	2,5/76	2,7/54
F _{3max} [kN] / t [ms]	-	3,1/70	3,3/87
F _{4max} [kN] / t [ms]	-	4,5/64	5,4/67
BECKEN			
a _{max} /a _{3ms} [g]	- / 80 g _{3ms}	111/55	70/61
OBERSCHENKEL			
F _{lmax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	1,5/58	5,9/50
F _{rmax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	12,3/34	1,7/51

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 13: Werte der Dummybelastungen in dem Versuch mit dem stark korrodierten Renault 5 (KOR 9)

4.2.7 Versuch mit dem Opel Kadett (stark korrodiert, KOR 10)

Obwohl auch dieses Fahrzeug wegen großflächiger Anrostungen einen stark korrodierten Eindruck machte, verhielt es sich im Aufprall von allen stark korrodierten Fahrzeugen am besten. Die horizontale Lenksäuleneindringung war mit einem Wert von maximal 44 mm recht niedrig. Den Verlauf der Lenksäuleneindringung zeigt Bild G 7, Anhang G. Die Lenkradbewegung war abgeschlossen, als ein Kopfaufprall des Fahrerdummys mit Zerstörung des Hupenknopfes erfolgte. Bei geringer Vorverlagerung der Vordersitze (unter 20 mm) blieben alle Innenraummaße oberhalb der gesetzlichen Grenzwerte. Die Türen ließen sich ohne Probleme öffnen. Ebenso gab es keine Beanstandungen an den Sicherheitsgurtsystemen. Als Besonderheit ist zu vermerken, daß an beiden Gurtsystemen das Gurtband im oberen Umlenkbeschlag zusammengefaltet war. Dieser Sachverhalt hatte offensichtlich keine Auswirkung auf die Dummybewegungen, wie die normalen Endlagen der Dummys aufzeigen. Fast alle Dummymeßwerte blieben zum Teil erheblich unter den Grenzwerten. Der Kopfaufprall des Fahrerdummys führte allerdings zu einer hohen Beschleunigungsspitze, die mit einem 3ms-Wert von 114 g oberhalb des 80 g/3ms-Grenzwertes liegt. Der HIC-Wert erfaßte diese Beschleunigungsspitze nicht so stark, so daß er mit 936 noch unterhalb der zulässigen Grenze blieb. Fahrzeug- und Dummymeßwerte sowie auch die bisher dargestellten Kennwerte finden sich in den Tabellen 14 und 15 sowie in den Bildern F 22 bis F 24 im Anhang.

Die Bewertung nach den verschiedenen Innenraum-Kriterien findet sich in den Tabellen G 10 und G 11 im Anhang G.

PARAMETER	Meßwerte am korrodierten Opel Kadett (KOR 10)
BESCHLEUNIGUNG am Mitteltunnel	
a _{1x} [g] / t [ms]	39,8/61
a _{1z} [g] / t [ms]	8,0/67
a _{1res} [g] / t [ms]	42,4/62
a [g]	11,9
BESCHLEUNIGUNG am Schweller	
a _{3xl} [g] / t [ms]	33,6/37
a _{4xr} [g] / t [ms]	26,1/46
DEFORMATIONSKRÄFTE	
F _{1max} [kN] / t [ms]	18,8/28
F _{2max} [kN] / t [ms]	22,8/31
F _{3max} [kN] / t [ms]	17,2/19
F _{4max} [kN] / t [ms]	8,3/42
F _{5max} [kN] / t [ms]	26,0/33
F _{6max} [kN] / t [ms]	7,2/26
F _{7max} [kN] / t [ms]	91,3/18
F _{8max} [kN] / t [ms]	142,8/35
F _{9max} [kN] / t [ms]	94,7/19
F _{10max} [kN] / t [ms]	7,9/50
DEFORMATION	
d _{max} dyn. [mm]	529
d _{max} bleib. [mm]	489

Tab. 14: Fahrzeugbelastungswerte in dem Versuch mit dem stark korrodierten Opel Kadett (KOR 10)

DUMMYBELASTUNGEN			
Meßstelle (Körperteil)	Grenzwerte der Belastungskriterien	Fahrer	Beifahrer
Kopf			
a _{max} /a _{3ms} [g]	– / 80 g _{3ms}	124/114	56/54
HIC (HIC 36)*	1000 (1000)	936	541
BRUST			
a _{max} /a _{3ms} [g]	– / 60 g _{3ms}	40/39	40/37
SICHERHEITSGURT			
F _{1max} [kN] / t [ms]	–	4,9/66	6,1/60
F _{2max} [kN] / t [ms]	–	5,8/77	5,3/56
F _{3max} [kN] / t [ms]	–	4,4/83	4,5/87
F _{4max} [kN] / t [ms]	–	6,0/59	5,7/86
BECKEN			
a _{max} /a _{3ms} [g]	– / 80 g _{3ms}	42/40	63/47
OBERSCHENKEL			
F _{imax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	1,5	2,1
F _{rmax} [kN]	10 kN / 8 kN _{3ms}	1,4	1,9

* HIC 36 = (Head Injury Criterion) Berechnungsintervall = 36 ms

Tab. 15: Werte der Dummybelastungen in dem Versuch mit dem stark korrodierten Opel Kadett (KOR 10)

5 Zusammenführung der Ergebnisse aus den Aufprallversuchen und den Korrosionsprüfungen

In der vorliegenden Untersuchung konnte im engeren Sinne nur für einen Fahrzeugtyp der direkte Vergleich zwischen korrodierten und korrosionsgeschützten Fahrzeugen gezogen werden. Dies war der Ford Fiesta; von diesem Modell wurde jeweils ein stark und ein gering korrodiertes sowie ein korrosionsgeschütztes Fahrzeug getestet. Bei den Versuchen mit dem VW Golf und dem Mercedes-Benz wurden jeweils die Nachfolgemodelle (Golf II statt Golf I und W 124 statt W 123) geprüft, da bei den Vorgänger-Modellen korrosionsgeschützte Bleche noch nicht in größerem Umfang zum Einsatz gekommen sind. Von allen anderen Fahrzeugtypen wurde jeweils nur ein Test mit einem stark korrodierten Fahrzeug durchgeführt.

Mittels der Zusammenführung der Ergebnisse der Aufprallversuche und der festgestellten Korrosionserscheinungen soll versucht werden, auch für diese Fahrzeugtypen negative Auswirkungen von stark korrodierten Bereichen auf die passive Fahrzeugsicherheit aufzuzeigen.

Korrosion führt allgemein zur Verringerung der Blechdicke. Ist sie weit fortgeschritten, kann es zu Durchrostungen und Auflösungen von verbundenen Blechstrukturen kommen. Die Crashversuche haben gezeigt, daß ein geändertes Verhalten bei der Belastung gering korrodierter Blechstrukturen nur schwierig und unsicher festzustellen ist. Liegt jedoch starke Korrosion vor, ist häufig ein Versagen, d. h. ein Zerbrechen der Bleche und ein Auflösen der Tragstrukturen unter starken Verschiebungen bei geringer Kraft- und Energieaufnahme zu beobachten. Führte dieser Zusammenbruch zu erheblichen Verkürzungen des Fahrgastinnenraumes, wurde versucht, dieses Ereignis in Verbindung zu einer ungünstigen Insassenkinematik und erhöhten Dummymeßwerten zu setzen. Starke, durch Korrosion geförderte Intrusionen, insbesondere diejenigen, die bei Auftreten höherer Dummybelastungen bereits abgeschlossen sind, führen dazu, daß es zu höheren Relativgeschwindigkeiten beim inneren Aufprall und damit zu höheren Dummybelastungen kommt.

Ruckartige Zusammenbrüche tragender Strukturen waren während des Aufpralls besonders deutlich in den Filmaufnahmen der Fahrzeugunterseite

zu beobachten. Ein besonders kritischer Bereich ist der Übergang der vorderen Längsholme in die A-Pfosten und die Schweller sowie der Übergang von der Spritzwand in den Mittelunnel. Bei einem festigkeitsmäßig korrekt ausgelegten Fahrzeug ist zu erwarten, daß sich die Verformung von vorn ausgehend in den hinteren Bereich fortsetzt. Ist das Fahrzeug auf einen 50-km/h-Wandaufprall ausgelegt, sollte ein erhebliches Eindringen der Frontstrukturen in die Fahrgastzelle mit einer Verkürzung des Innenraumes nicht auftreten. Bei den besonders stark korrodierten Fahrzeugen – hier ist insbesondere der Renault 5 zu nennen – war aber tendenziell ein anderer Ablauf der Verformungen zu beobachten:

Zunächst verformten sich die Frontstrukturen und die Längsträger nur geringfügig, danach brachen vornehmlich die Bleche im Bereich der Spritzwand ein und wurden zusammengedrückt, gegen Ende des Aufpralls verformten sich dann zunehmend die Frontstrukturen und die für die Energieaufnahme vorgesehenen Längsholme. Bei einzelnen stark korrodierten Fahrzeugen schoben sich auch noch weiter hinten liegende Bereiche des Bodenbleches zusammen.

Neben höherer Fahrzeugintrusion ergab starke Korrosion noch eine weitere Auswirkung auf die Sicherheit der Fahrzeuginsassen, die als ungünstig anzusehen ist. Zerbrechen im Kraftfluß liegende Strukturen ohne erhebliche Energieaufnahme, müssen benachbarte Blechstrukturen die Stoßkräfte aufnehmen. Diese sind konstruktiv und festigkeitsmäßig nicht darauf ausgelegt. So kommt es vielfach zu großen Verbiegungen und Faltungen, bis der plastische Bereich des Materials erreicht wird. Der hohe Anteil von elastischen Verformungen führt dazu, daß bei den stark korrodierten Fahrzeugen ein höherer elastischer Rückprall zu beobachten ist als bei den gering oder nicht korrodierten Fahrzeugen.

Neben der Filmung im Bereich des Armaturenbrettes konnte – wie bereits erwähnt – die Filmung der Fahrzeugunterseite das Eindringen der Spritzwand in den Fahrgastraum besonders deutlich aufzeigen. Es wurde die Verschiebung verschiedener Meßpunkte erfaßt. Die Eindringung der Spritzwand in den Fahrgastraum wurde aus der Verlagerung der Bodengruppe und der Spritzwand sowie deren Relativbewegung ermittelt. Bild 1 zeigt die prinzipiellen Verläufe der Verschiebungen der genannten Baugruppen im Aufprall. Zunächst verlagern sich Spritzwand und Bodenblech gleichzeitig. Nach

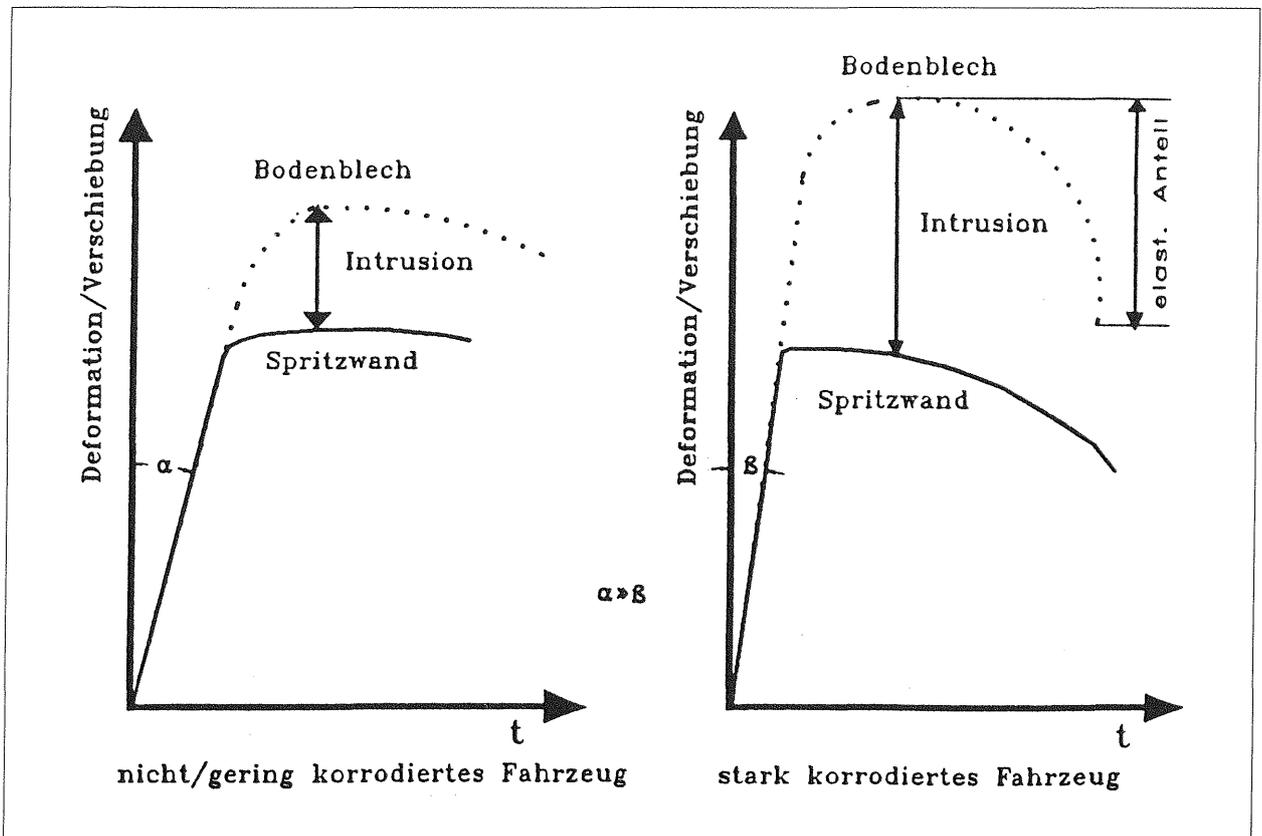


Bild 1: Prinzipielle Darstellung der Verschiebung der Bodengruppe und der Spritzwand bei nicht oder stark korrodierten Fahrzeugen.

Verbrauch der freien Räume des Vorderwagens bleibt die Spritzwand stehen und die Bodengruppe und das gesamte Fahrzeug schieben weiter nach.

Bei einem stark korrodierten Fahrzeug ist ein beträchtlicher Relativweg zwischen Boden und Spritzwand sowie ein bemerkenswerter elastischer Anteil bei der Intrusion zu beobachten. Diese erhöhte dynamische Innenraumverkürzung bei stark korrodierten Fahrzeugen wird bei der Erfassung der Verkürzung nach ECE 33 nicht berücksichtigt. In den folgenden Abschnitten werden für die einzelnen Fahrzeuge das korrosionsbedingte Versagen von Blechstrukturen und erhöhte Fahrzeugintrusionen gegenübergestellt.

5.1 Mitsubishi Colt (KOR 7)

Bild F 14 (Anhang F) gibt den Verlauf der Verlagerung der Bodengruppe und der Spritzwand im Aufprall wieder. Im nächsten Bild F 15 ist der Verlauf der Innenraumverkürzung aus der Differenz der Verlagerungen von Bodengruppe und Spritzwand dargestellt. Da es sich um eine Verkürzung handelt, sind in dem Diagramm negative Werte aufgetragen.

Die dynamische Innenraumverkürzung beträgt etwa 260 mm, die bleibende etwa 175 mm. Anhand ausgewählter Fotos, zusammengestellt in Anhang H, sollen die Stellen der Fahrzeugstruktur gezeigt werden, bei denen die starke Korrosion zu einem besonders deutlichen Versagen von tragenden Strukturen geführt hat.

Photo H 1 (Anhang H), Stelle 34, zeigt den Bereich Innenraum vorn, Übergang Radkasten – Bodenblech auf der Fahrerseite. Das Blech des Radhauses ist vom Bodenblech vollständig abgerissen und zusammengefaltet. Dadurch ging die stabilisierende Wirkung der in diesem Bereich zusammengeführten Bleche verloren. Photo H 2, Stelle 50, das den Bereich der Stelle 34 von unten zeigt, verdeutlicht diesen Sachverhalt. Durch die aufgelösten Strukturen des Bodenbleches konnte sich der Schweller ohne nennenswerte Kraftaufnahme durch die Bodengruppe weit nach vorn verlagern.

An der Stelle 55, Photo H 3, führte starke Korrosion zur Auflösung der Profilstruktur des gebogenen Längsträgers, der die Stoßkräfte im Frontalstoß in die Bodengruppe leiten soll. Hierdurch verlor der Längsträger sein Flächenträgheitsmoment, knickte

ohne Kraftumleitung oder Energieaufnahme zusammen und ermöglichte so ein weites Eindringen der Spritz- und Stirnwand in den Fahrzeuginnenraum.

Über die Innenraumverkürzung hinaus trat eine besonders starke Verformung von Fahrzeugstrukturen, die als Versagen eines sicherheitsrelevanten Bereiches bezeichnet werden kann, am Mitteltunnel im Bereich der mittleren Gurtverankerungen, Stelle 39, Photo H 4, auf. Infolge der Zugkraft der Beckengurte der beiden Vordersitze wurde das Blech des Mitteltunnels vom Bodenblech abgerissen. Hierdurch wurde die Kastenstruktur des Mitteltunnels aufgelöst und die Gurtkräfte konnten diesen Bereich um etwa 12 cm anheben. Dieses hatte besonders ein Kippen der Vordersitze nach vorn außen zur Folge. Zusätzlich zur Eindringung der Spritzwand verringerte dieser Effekt den Überlebensraum der Frontinsassen nicht unerheblich, obwohl die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für die statischen Verformungen nicht unterschritten wurden. Als weiteres korrosionsbeeinflusstes Fehlverhalten kann das Verklemmen der Vordertüren angesehen werden, da durch das Zusammenbrechen der Stellen 34 und 50 und der entsprechenden Stellen auf der gegenüberliegenden Fahrzeugseite die Türöffnungen deutlich verringert worden waren.

Die hohe dynamische Innenraumverkürzung kann als Erklärung für die in Kapitel 4 aufgezeigten höheren Dummymeßwerte herangezogen werden. Die heftigen Kopfaufpralle der Frontdummys führten nur beim Beifahrer zu erhöhtem HIC-Wert (1617). Infolge eines Lenkradaufpralls erreichten die Kopf- und Brustbelastungen des Fahrers fast die gesetzlichen Grenzwerte.

Die hier festgestellten ungünstigen Auswirkungen auf die Dummywerte lassen sich mit großer Sicherheit auf die mit dem Corrotest-Gerät bereits vor dem Crashtest festgestellten Korrosionserscheinungen zurückführen.

5.2 Fiat Panda (KOR 8)

Bei diesem Fahrzeug trat an verschiedenen Stellen der Fahrzeugfront das Auflösen von Blechstrukturen unter Belastung auf. Besonders fiel auf, daß hiervon auch der Bereich A-Säule Windschutzscheibenrahmen betroffen war. Diesen Bereich zeigen die Photos H 5 und H 6 in der Nähe der Stellen 10 und 11. Hier wurden die A-Säulen durchtrennt und die verschiedenen benachbarten Blechbereiche ohne Energieaufnahme untereinander geschoben.

An den Stellen 41 und 43, Photos H 7 mit Beiblatt zu Photo H 7/1, Corrotest-Ergebnis und Photo H 8 im Bereich des Fußraumes am Mitteltunnel auf der Fahrerseite trat ein Abriß des Bodenbleches vom Mitteltunnel und zum Teil von der Spritzwand auf. Die Eindringung der Spritzwand führte zu einer starken Knickung des Mitteltunnels. Photo H 9, Stelle 50, zeigt die Unterseite von Stelle 41 und verdeutlicht die Auflösung des Blechverbandes. Durch das Ablösen des Bodenbleches bildeten sich in weiten Bereichen scharfe Kanten, wie Photo H 8 aufzeigt. Den Bereich des A-Pfostens auf der Fahrerseite zeigt Photo H 10, Stelle 49, mit Beiblatt, Corrotest-Ergebnis. Auch hier sind die Bleche nach Auflösen der Struktur gegeneinander verschoben.

Das Zusammenbrechen der Strukturen an verschiedenen Stellen führte zu Unterschreitungen bei verschiedenen Innenraummaßen. Die Bilder F 17 und F 18 im Anhang F zeigen die Verschiebung des Bodenbleches und der Spritzwand. Die Spritzwand dringt dynamisch über 305 mm und bleibend etwa 175 mm in den Fahrgastraum ein. Vornehmlich das Zusammendrücken des Bereichs A-Säule – Windschutzscheibe führte zum Verklemmen der Vordertüren. Wie in Kapitel 4 beschrieben, lagen zwar einige Dummybelastungen im Grenzbereich, deutliche Überschreitungen der zulässigen Werte wurden jedoch nicht beobachtet.

Die deutliche Verkürzung des Innenraums ist auch hier auf die bereits vor dem Test festgestellten Korrosionserscheinungen zurückzuführen.

5.3 Renault 5 (KOR 9)

Dieses Fahrzeug zeigte ein besonders ungünstiges Deformationsverhalten. Dies zeigen auch die Film-auswertungen der Verschiebungen an der Fahrzeugunterseite. In den Bildern F 20 und F 21, Anhang F, sind wieder die Verlagerungen des Bodenbleches und der Spritzwand dargestellt. Mit 312 mm wurde bei diesem Fahrzeug die höchste dynamische Innenraumverkürzung gemessen. Auch die bleibende Verformung war mit einem Wert von 200 mm besonders hoch. Die Gesamtverformung des Fahrzeugs läßt sich durch die geringe Vorderwagenverformung und eine große Innenraumverformung beschreiben. Durch Zusammenbrechen der vordersten Blechstrukturen beginnt die Verformung des Innenraumes bereits zu einem frühen Zeitraum nach erfolgtem Aufprall. Infolge der vielen Stellen mit beobachtetem Versagen von Blechstrukturen kann davon ausgegangen werden, daß dieses ungünstige Deformationsverhalten nicht al-

lein korrosions-, sondern auch konstruktionsbedingt ist. Bei diesem Fahrzeug war bemerkenswert, daß es auch im hinteren Bereich der Bodengruppe (unter den Rücksitzen) zu Auftrennungen zwischen den Blechen kam. Die Photos H 11 und H 12 illustrieren die Innenraumverkürzung und zeigen die Endlagen der Dummies.

An mehreren besonderen Stellen soll der Zusammenbruch von einzelnen Fahrzeugstrukturen verdeutlicht werden. Photo H 13, Stelle 3, zeigt den Bereich Radhaus A-Pfosten auf der Fahrerseite. Obwohl hier vom Corrotest-Gerät keine Durchrostung festgestellt worden war, brach dieser Bereich im Test unter geringer Energieaufnahme zusammen. Der Grund hierfür war darin zu sehen, daß durch ungenügende Kraftaufnahme anderer dafür vorgesehener Strukturen in diesem Bereich eine Überlastung auftrat und dadurch ein Auftrennen und Zerreißen nur geringfügig angerosteter Bleche erfolgte. Am Übergang vom A-Pfosten in den Schweller auf der Beifahrerseite, Stelle 25, Photo H 14, ergab sich eine vollständige Trennung von A-Pfosten, Schweller und Bodenblech, so daß im Aufprallstoß an dieser Stelle keine Kräfteinleitung in den Schweller erfolgen konnte. An der Stelle 40, Photo H 15, mit Beiblatt Corrotest-Ergebnis im Fußraum auf der Fahrerseite trat ein vollständiges Abtrennen des Bodenbleches von der Stirnwand auf. Es ergaben sich ausgedehnte Zonen mit scharfen Blechkanten.

Nicht vornehmlich korrosionsbedingt verlagerten sich die Vordersitze um bis zu 3 cm. Zusätzlich wurden die Sitzrahmen und Sitzlehnen nach vorn gebogen. Im Zusammenspiel mit einer erheblichen Intrusion der Stirnwand wurde der vorgeschriebene Grenzwert für den Abstand Armaturenbrett – H-Punkt unterschritten. Trotz beträchtlicher Verringerung der Türöffnungsmaße konnten die Türen mit einiger Kraftanstrengung geöffnet werden. Dies lag ausschließlich daran, daß die Türen kaum mehr eine Strukturfestigkeit besaßen, da sich die einzelnen Bleche vollständig voneinander getrennt hatten.

Bei beiden Frontdummies traten heftige Kopfaufpralle mit Überschreitungen des Grenzwertes auf. Auf der Fahrerseite erfolgte ein heftiger Knieaufprall, ebenfalls mit Überschreitung des Grenzwertes. In der Endlage waren die Dummies insbesondere im Bereich des Unterkörpers eingeklemmt. Gestützt durch die Filmaufnahmen, kann angenommen werden, daß ohne die hohe, insbesondere dynamische Intrusion die inneren Aufpralle nicht so heftig ausgefallen wären.

Der Zusammenbruch einzelner Fahrzeugstrukturen und die deutliche Überschreitung von Dummy-Grenzwerten ist auch in diesem Fahrzeug auf die vorab mit dem Corrotest-Gerät festgestellte Korrosion zurückzuführen.

5.4 Opel Kadett (KOR 10)

Dieses Fahrzeug wirkte nach Entnahme der Innenverkleidung und Reinigung relativ stark angerostet. Durchrostungen wurden im vorderen Bodenbereich festgestellt. Das Testergebnis zeigte jedoch, daß tragende Teile nicht von Korrosion befallen waren. Deutlich wird dies an Stelle 31, Photo H 16 mit Beiblatt Corrotest-Ergebnis; trotz Anrostung traten an dieser Stelle nur geringe Deformationen auf. Auch an anderen Stellen wurden die typischen korrosionsbedingten Zusammenbrüche von Blechstrukturen nicht beobachtet. Die Bilder F 23 und F 24, Anhang F, zeigen auf, daß die dynamische Intrusion nur etwa 80 mm betrug. Der Wert der bleibenden Deformation lag bei etwa 50 mm. Hieraus kann gefolgert werden, daß bei diesem Fahrzeug eine Verringerung der passiven Sicherheit infolge Korrosion unbedeutend war.

5.5 Korrosionsgeschützte Fahrzeuge (KOR 11 bis KOR 13)

Bei diesen Fahrzeugen konnte vor dem Test keinerlei Korrosion festgestellt werden. In wenigen Einzelfällen wurden nach dem Test unter aufgebrochenem Lack und Unterbodenschutz Stellen gefunden, an denen sich eine geringfügige oberflächliche Anrostung gebildet hatte. Aus dieser eher unbedeutenden Korrosion konnte jedoch keine korrosionsbedingte zusätzliche Verformung hergeleitet werden.

Beim Vergleich der bleibenden Verformungen an der Fahrzeugfront der entsprechenden stark korrodierten Fahrzeuge der Pilotstudie mit den korrosionsgeschützten Fahrzeugen der vorliegenden Studie fiel auf, daß sich die korrosionsgeschützten Fahrzeuge zum Teil erheblich (insbesondere das Nachfolgemodell Golf III) geringer bleibend verformten, siehe Bilder F 4, F 8 und F 12, Anhang F.

Die weitgehend plastische Verformung dieser Fahrzeuge zeigen die Bilder F 2, F 3 (KOR 11), VW Golf, Bilder F 6, F 7 (KOR 12), Ford Fiesta, Bilder F 10, F 11 (KOR 13), Mercedes, auf. Die maximale dynamische Fahrgastzellen-Intrusion lag zwischen 80 und 145 mm, die Werte für die entsprechenden bleibenden Verformungen lagen bei 60 bis 115 mm. Die

Versuchsergebnisse zeigen auf, daß Einflüsse von Korrosionserscheinungen auf die passive Sicherheit nicht angenommen werden können.

6 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Gemeinsam wurde von der BAST und dem RW TÜV Essen in 1988/89 eine Pilotstudie zur Untersuchung von drei unterschiedlichen Fahrzeugtypen hinsichtlich korrosionsbedingten Fehlverhaltens im Frontaufprall durchgeführt.

Es wurde je ein dem Alter entsprechend durchschnittlich durch Korrosion vorgeschädigtes älteres und ein möglichst gering vorgeschädigtes jüngeres Exemplar bezüglich des Korrosionszustandes vermessen und im Aufprallversuch getestet. Folgende drei Fahrzeugtypen wurden aufgrund der jeweiligen Erfahrungen beider Institute ausgewählt:

- VW Golf I, Typ 17
- Ford Fiesta
- MB W 124.

In den von der BAST durchgeführten Wandaufpralltests traten insbesondere bei den älteren Fahrzeugen zum Teil erhebliche Versagensereignisse von sicherheitsrelevanten Fahrzeugbaugruppen auf.

Zur Beratung der Ergebnisse der Pilotstudie wurden in der BAST Januar und Mai 1990 zwei Expertengespräche durchgeführt. Der BMV wies darauf hin, daß die festgestellten Versagensereignisse nicht tragbar seien, während die Automobilindustrie herausstellte, daß seit etwa Anfang der 80er Jahre an den neu hergestellten Fahrzeugen umfangreiche Korrosionsschutzmaßnahmen verwirklicht worden seien.

Es wurde beschlossen, die Pilotstudie mit der vorliegenden zweiten Untersuchung unter den folgenden zwei Vorgaben fortzuführen:

- Verbreiterung der Datenbasis von Tests mit weiteren Fahrzeugtypen mit starker Korrosion
- Prüfung von Fahrzeugen des gleichen Typs wie in der Pilotstudie, jedoch sollten an ihnen erste Korrosionsschutzmaßnahmen verwirklicht sein.

Für die Untersuchungen an Fahrzeugen mit starker Korrosion wurden folgende Fahrzeugtypen ausgewählt:

- Mitsubishi Colt
- Fiat Panda
- Renault 5
- Opel Kadett D.

Die Gruppe der Fahrzeuge mit verbesserten Korrosionsschutzmaßnahmen wurde unter Beteiligung und nach Vorgabe der Hersteller festgelegt. Es handelt sich um die Nachfolgemodelle der Fahrzeugtypen aus der Pilotstudie, die allerdings zum Testzeitpunkt 5–6 Jahre alt waren:

- VW Golf II
- Ford Fiesta
- Mercedes W 124.

Der vorliegende Bericht wurde unter weitgehender Anlehnung an den Bericht der Pilotstudie verfaßt. Weiterhin wurden Versuchs- und Auswertemethodik nahezu unverändert beibehalten.

An den Fahrzeugen mit starker Korrosion (zweite Untersuchung) wurden die in Tabelle I zusammengestellten wichtigsten Versuchsergebnisse beobachtet.

Fahrzeugtyp	Versagensereignisse, Beobachtungen
Mitsubishi Colt	<ul style="list-style-type: none"> – hohe Kopfbelastungen des Fahrers – Überschreiten des HIC-Grenzwertes beim Beifahrer – Hochziehen des mittleren für beide Gurtsysteme gemeinsamen Gurtverankerungspunktes um 12 cm – Verklemmen der Beifahrertür
Fiat Panda	<ul style="list-style-type: none"> – Kopfbelastung des Fahrers im Grenzbereich – Scharfe Kanten im Bodenbereich – kritische Abstände H-Punkt – Armaturenbrett und H-Punkt – Fußraumstirnwand – kritisches Türöffnungsverhalten
Renault 5	<ul style="list-style-type: none"> – kritische Kopfbelastungswerte für Fahrer und Beifahrer (über dem Grenzwert) – kritischer Knieaufprall des Fahrers – kritische Abstände H-Punkt – Instrumententafel – scharfe Kanten im Bodenbereich
Opel Kadett	– keine

Tab. I: Überblick über wichtige Versuchsergebnisse bei den stark korrodierten Fahrzeugen, zweite Untersuchung zur Verbreiterung der Datenbasis

Fahrzeugtyp	Versagensereignisse an den Fahrzeugen		mit Korrosions- Schutzmaßnahmen
	stark vorgeschädigt	gering vorgeschädigt	
VW GOLF I Typ 17	– kritischer Versatz der Lenk- anlage	– kritischer Versatz der Lenk- anlage	keine (Golf II)
VW GOLF II	– Bestimmung des verbleiben- den Innenraums, 1 Wert größer als das Kriterium – Überschreitung des HIC beim Fahrerdummy – wahrscheinlich „submarining“ beim Fahrerdummy	– Überschreitung des HIC für Fahrer und Beifahrer	(Anm.: Fahrer Kopf erhöhter 3ms-Wert)
FORD FIESTA	– Versagen des Gurtschlusses, rechter Sitz – kritischer Versatz der Lenk- anlage – kritisches Türöffnungs- verhalten – Bestimmung des verbleiben- den Innenraums, 3 Werte größer als die Kriterien	– Riß des Beckengurtes beim Fahrerdummy – Überschreitung des Becken- belastungskriteriums – kritisches Türöffnungs- verhalten	keine (Anm.: Fahrer Kopf erhöhter 3ms-Wert)
MB W 123B MB W 124	– Ausriß der Gurtverankerung am Fahrersitz – Überschreitung des HIC für Fahrer und Beifahrer	– starke Korrosion des Gurtver- ankerungspunktes im Schweller – Überschreitung des HIC beim Fahrerdummy – kritische Beckenbelastung beim Fahrerdummy	keine (W 124) (Anm.: Fahrer Kopf erhöhter 3ms-Wert)

Tab. II: Überblick über wichtige Versuchsergebnisse der Fahrzeuge der Pilotstudie und der korrosionsgeschützten Nachfolgemodelle (zweite Untersuchung)

In Tabelle II sind die Versuchsergebnisse der Fahrzeuge der Pilotstudie und der in der vorliegenden Studie untersuchten Nachfolgemodelle zusammengestellt.

Anhang

Anhang A

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen der Pilotstudie

Überblick über wichtige Versuchsergebnisse

Die stark korrodierten Fahrzeuge der vorliegenden Untersuchung zeigten ein ähnliches Versagensspektrum wie die stark korrodierten Fahrzeuge der Pilotstudie. An den korrosionsgeschützten und auch jüngeren Nachfolgemodellen der Fahrzeuge der Pilotstudie konnte kein korrosionsbedingter Einfluß auf die passive Fahrzeugsicherheit mehr gefunden werden.

Es wird vorgeschlagen, die vorliegend getesteten korrosionsgeschützten Fahrzeugtypen in 4–6 Jahren erneut zu testen, wenn sie sich etwa 10–12 Jahre im Verkehr befunden haben und damit so alt sind wie die in beiden Untersuchungen getesteten stark korrodierten Fahrzeuge.

Die Untersuchung von drei unterschiedlichen Fahrzeugtypen (VW Golf, Ford Fiesta und MB W 124) hinsichtlich korrosionsbedingten Fehlverhaltens im Aufprall wurde gemeinsam von der BAST und dem RW TÜV Essen durchgeführt. Der RW TÜV Essen übernahm die Auswahl der Fahrzeuge und deren Bestimmung hinsichtlich der Vorschädigung durch Korrosion. Für die Bestimmung des Korrosionsgrades wurde ein vom RW TÜV Essen neu entwickeltes Korrosionsprüfgerät eingesetzt. Die BAST führte die Aufprallversuche durch sowie die Versuchsauswertung.

Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den als „gering“ und „stark vorgeschädigt“ eingestuften Fahrzeugen festgestellt. Die Unterschiede betrafen Meßwerte und Beschädigungen an den Versuchsfahrzeugen sowie Meßwerte an Dummies.

Die mit den schwersten Folgen für den Insassen verbundenen Versagensereignisse aufgrund korrosionsbedingter Vorschädigung sind:

- Ausreißen der Gurtverankerung
- das Verhalten der Lenkanlage
- das Verhalten der Fahrzeugsitze in Verbindung mit dem Unterboden bzw. den Sitzverankerungen des Fahrzeugs
- das Verhalten von Karosserieteilen bzw. Teilen der Bedieneinrichtung bezüglich ihrer Verletzungsgefahr für die Insassen.

Sogar die Versuche mit den „gering vorgeschädig-

ten“ Fahrzeugen erbrachten Ergebnisse, die, gemessen an den zur Beurteilung herangezogenen Regelungen, auch nicht zufriedenstellend waren.

Diese hier festgestellten Fehlverhaltensweisen älterer und insbesondere der noch nicht so alten Fahrzeuge führen zu folgenden Schlußfolgerungen:

Die Dauerhaltbarkeit der Fahrzeuge gegen korrosions- und nutzungsbedingte Schäden muß erhöht werden, insbesondere bei den hier auffälligen Problemen der ungenügenden Stabilität der Bodengruppe, der tiefen Rückverlagerung der Lenkanlage in den Fahrgastraum, der Festigkeit der Gurtverankerung und der der Gurtsysteme selbst.

Die Sicherheitsmängel bei den nicht vorgeschädigten Fahrzeugen könnten mittels eines Globalversuches aufgezeigt werden.

Die korrosionsbedingten Versagensmechanismen der Fahrzeuge in den hier aufgeführten Frontalaufprallversuchen lassen den Schluß zu, daß die Gefährdung der Insassen in Seitenkollisionen, in denen die Stabilität der Fahrzeugstruktur einen direkten Einfluß auf den Insassen hat, durch die Vorschädigungen wesentlich stärker ansteigt als in einem Frontalaufprall.

Die für die geringe Versuchszahl hohe Anzahl von zum Teil gefährlichen Versagensereignissen im Aufprallversuch und die Möglichkeiten, solche Fehlverhalten zukünftig durch geringen Aufwand zu vermeiden, erfordert, daß die Problematik älterer vorgeschädigter Fahrzeuge weiter untersucht werden sollte.

Fahrzeugtyp	Versagensereignisse an den Fahrzeugen	
	stark vorgeschädigt	gering vorgeschädigt
VW GOLF Typ 17	<ul style="list-style-type: none"> – kritischer Versatz der Lenkanlage – Bestimmung des verbleibenden Innenraums, 1 Wert größer als das Kriterium – Überschreitung des HIC beim Fahrer-dummy – wahrscheinlich „Submarining“ beim Fahrer-dummy 	<ul style="list-style-type: none"> – kritischer Versatz der Lenkanlage – Überschreitung des HIC für den Fahrer und Beifahrer
FORD FIESTA	<ul style="list-style-type: none"> – Versagen des Gurtschlusses, rechter Sitz – kritischer Versatz der Lenkanlage – kritisches Türöffnungsverhalten – Bestimmung des verbleibenden Innenraums, 3 Werte größer als die Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> – Reiß des Beckengurtes beim Fahrerdummy – Überschreitung des Beckenbelastungskriteriums – kritisches Türöffnungsverhalten
MB W 123B	<ul style="list-style-type: none"> – Ausriß der Gurtverankerung am Fahrersitz – Überschreitung des HIC für Fahrer und Beifahrer 	<ul style="list-style-type: none"> – starke Korrosion des Gurtverankerungspunktes im Schweller – Überschreitung des HIC beim Fahrer-dummy – kritische Beckenbelastung beim Fahrer-dummy

Tab. A 1: Überblick über wichtige Versuchsergebnisse

Anhang B

Leistungsfähigkeit des Corrotest-Gerätes

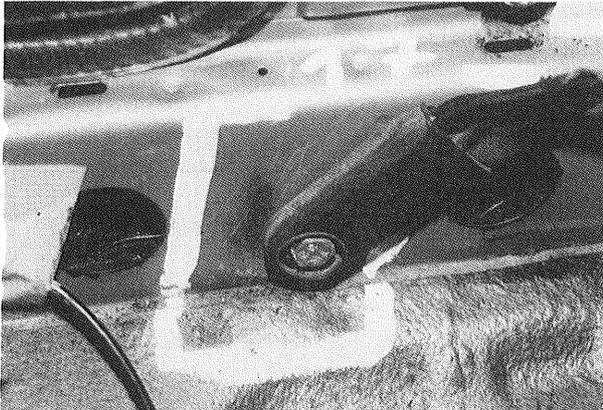


Bild B 1: KOR 7, Stelle 17 – Gurtbefestigung Fahrersitz außen. Besichtigung und Hammerprüfung ergaben keine Korrosionsauffälligkeit

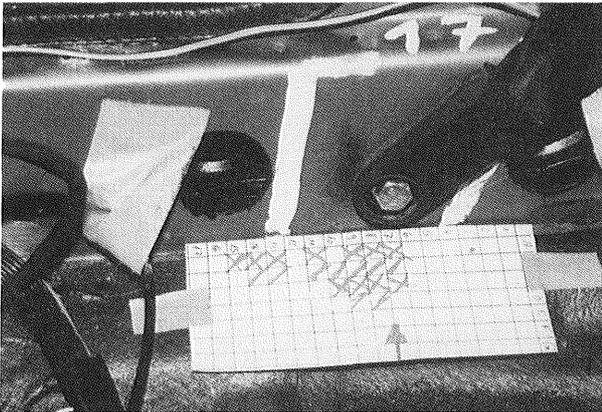


Bild B 2: KOR 7, Stelle 17 – Ergebnis Corrotest-Untersuchung mit Bitumenschicht (ca. 2 mm dick)
„/“ = grün/rot, „X“ = rot

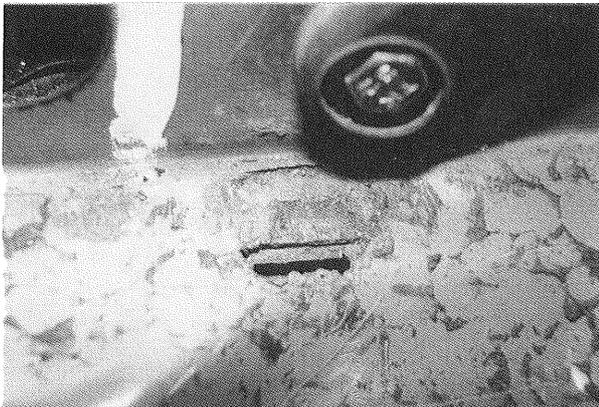


Bild B 3: KOR 7, Stelle 17 – nach Offenlegung

Anhang C
Korrosionsbefunde

Meßstellenbewertung:

-  keine oder nur geringe Anrostung (z.B. Flugrost)
-  Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
-  sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung
-  Korrosionsstelle nur mit Corrostest trotz äußerer Unauffälligkeit gefunden
- [R] Reparaturblech im Prüfbereich vorhanden

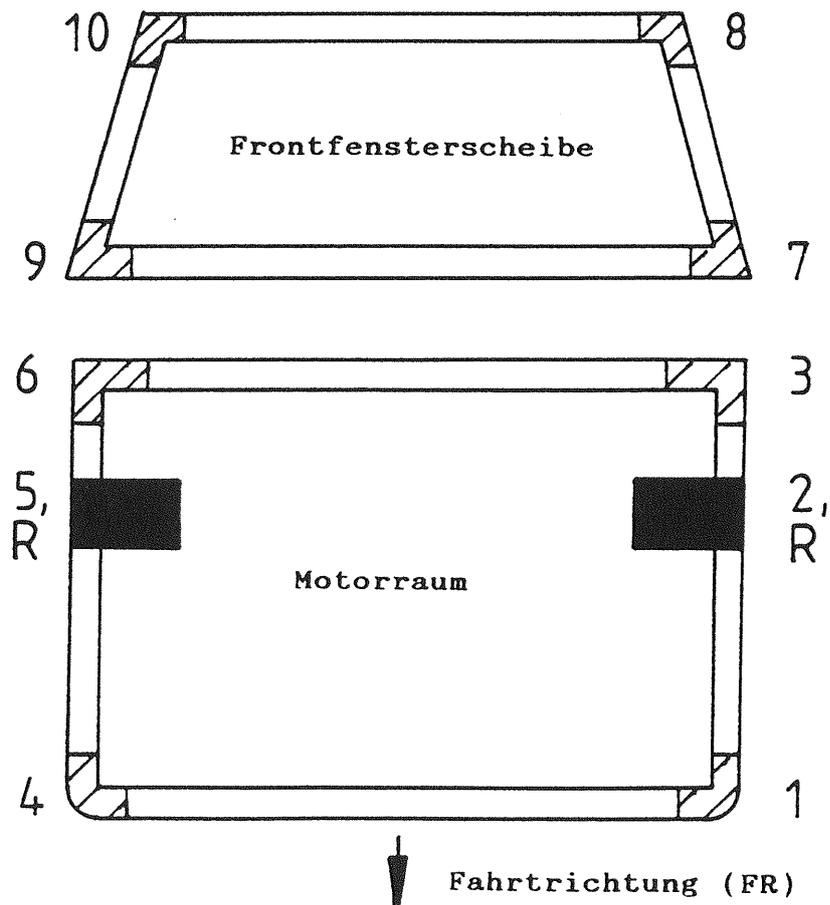
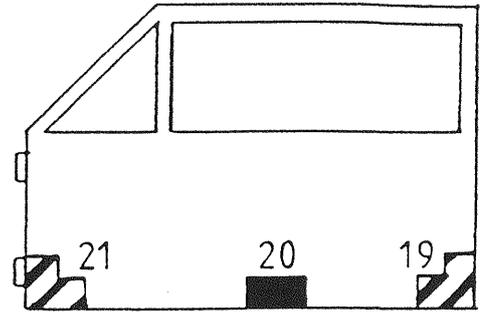
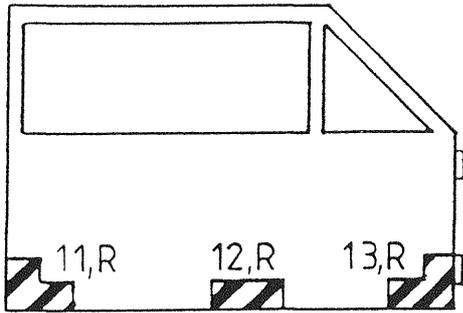


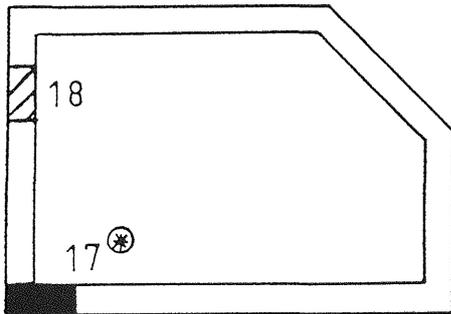
Bild C 1: Meßstellen am Mitsubishi Colt (KOR 7)
 - Rahmen Frontfensterscheibe (Ansicht von vorne)
 - Motorraum (Ansicht von oben)

Fahrerseite

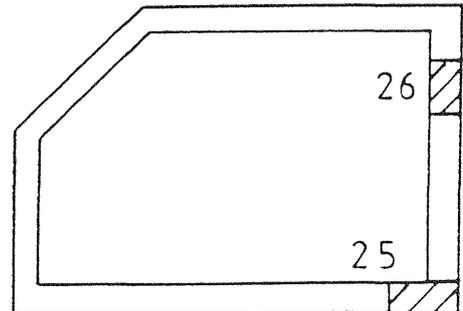
Beifahrerseite



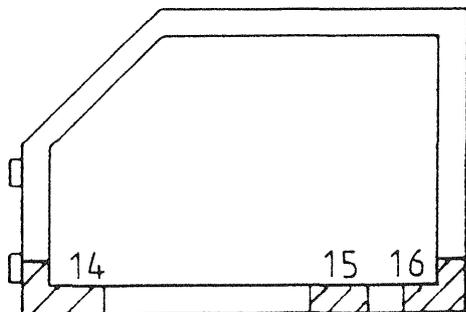
Tür (Innen)



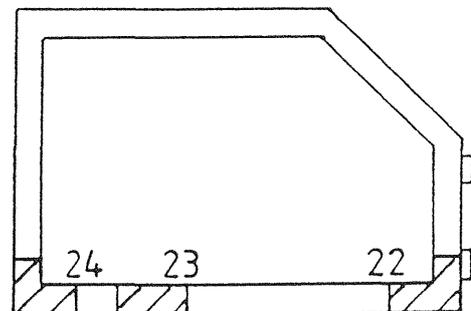
A-Säule



Gurtbefestigung im Türeinstieg (Innen)



B-Säule



Türeinstieg (Außen)

Bild C 2: Meßstellen am Mitsubishi Colt (KOR 7)
 - Tür und Rahmen Türeinstieg

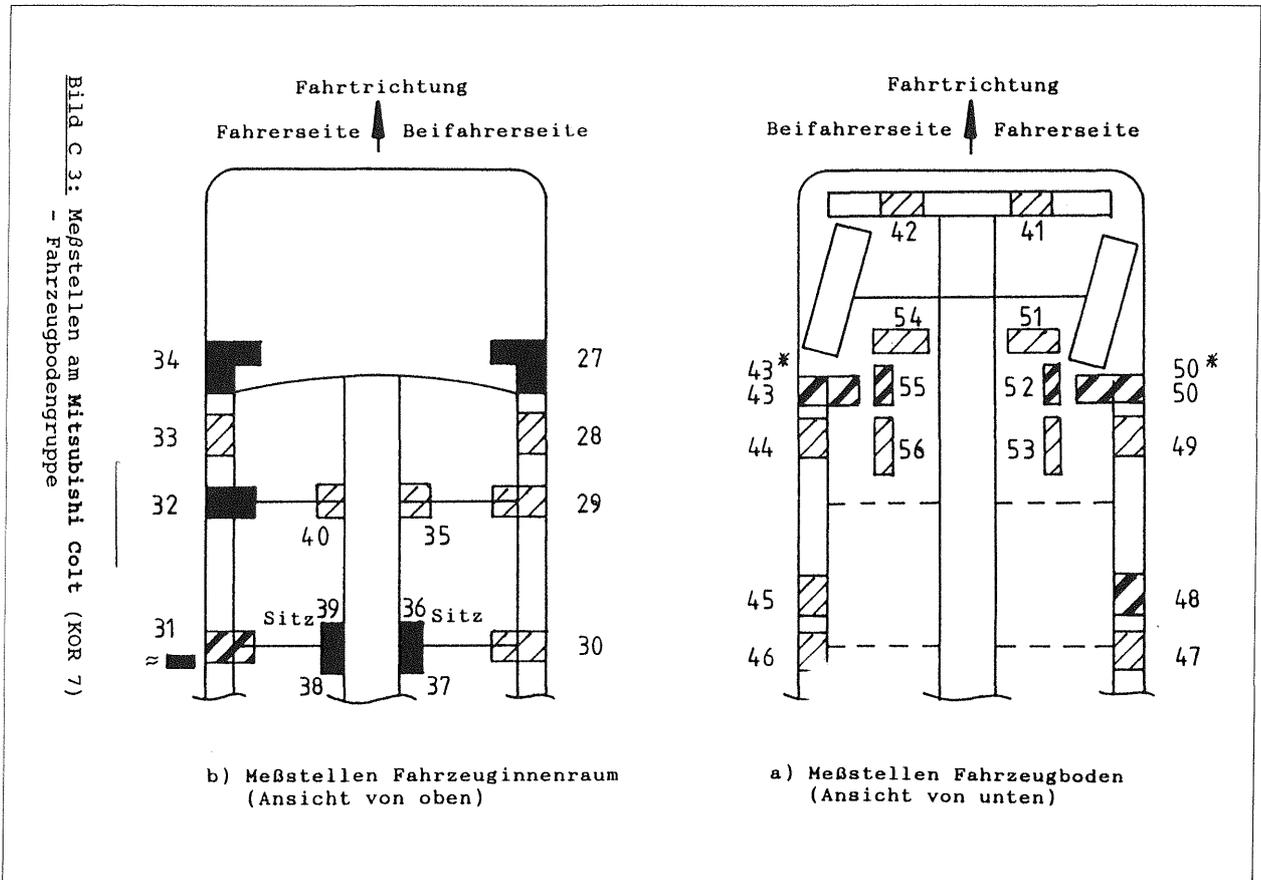


Bild C 3: Meßstellen am Mitsubishi Colt (KOR 7)
- Fahrzeugbodengruppe

Meßstellenbewertung:

-  keine oder nur geringe Anrostung (z.B. Flugrost)
-  Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
-  sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung
-  Korrosionsstelle nur mit Corrostest trotz äußerer Unauffälligkeit gefunden
- [R] Reparaturblech im Prüfbereich vorhanden

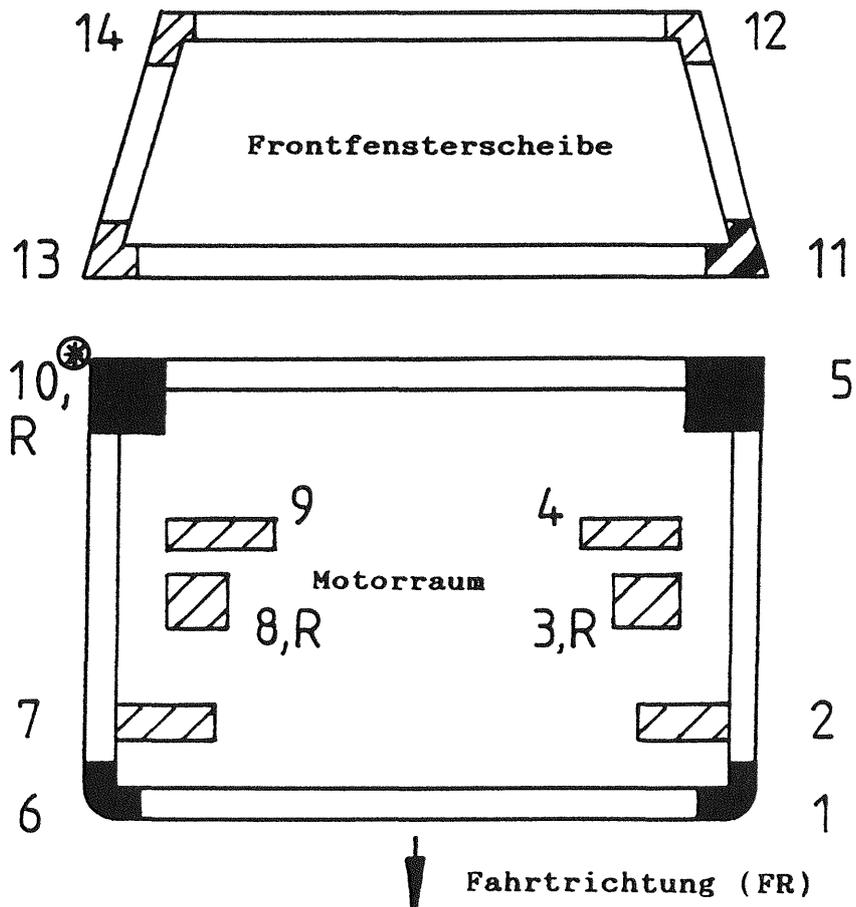


Bild C 4: Meßstellen am Fiat Panda (KOR 8)
 – Rahmen Frontfensterscheibe (Ansicht von vorne)
 – Motorraum (Ansicht von oben)

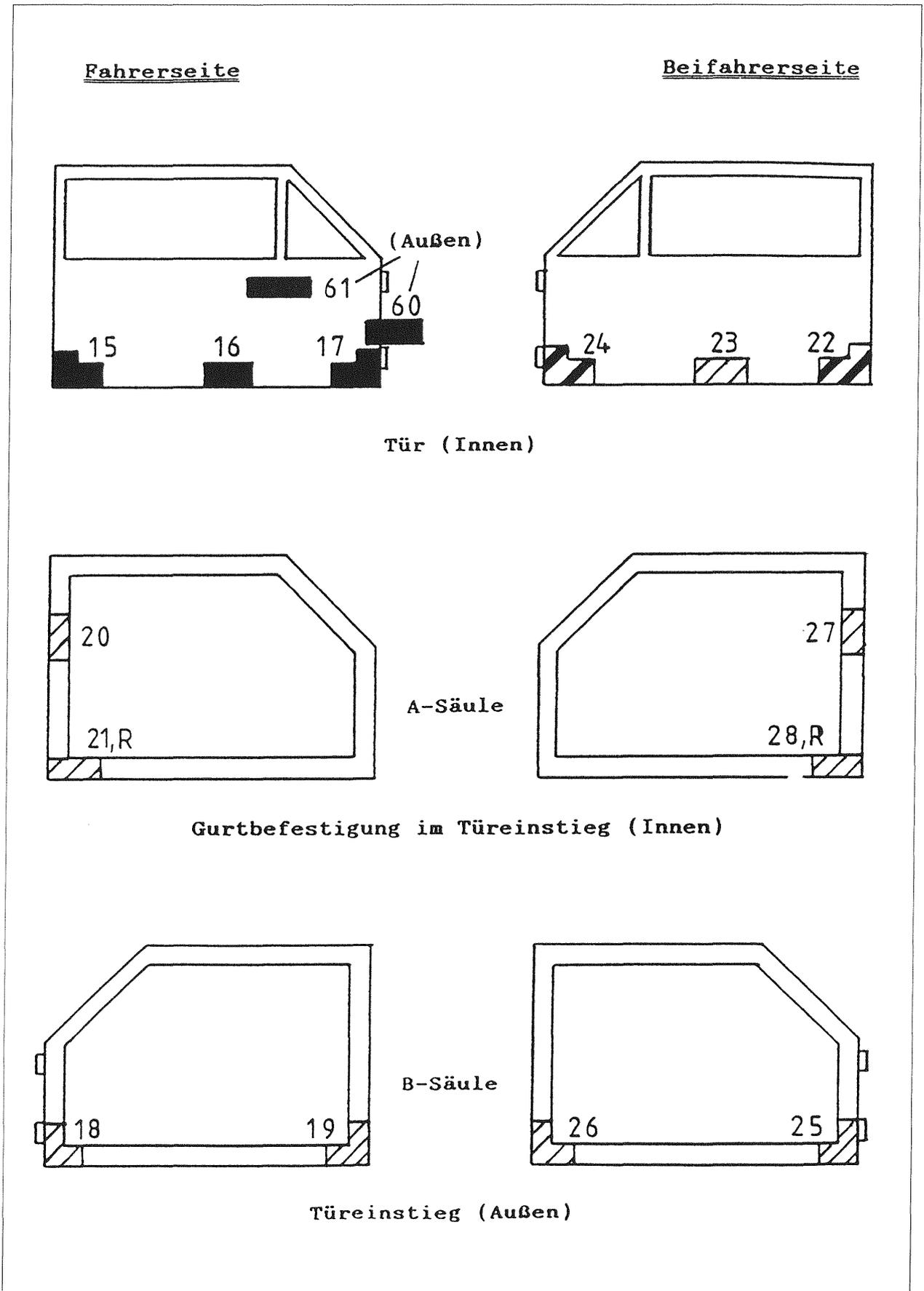


Bild C 5: Meßstellen am Fiat Panda (KOR 8)
 – Tür und Rahmen Türeinstieg

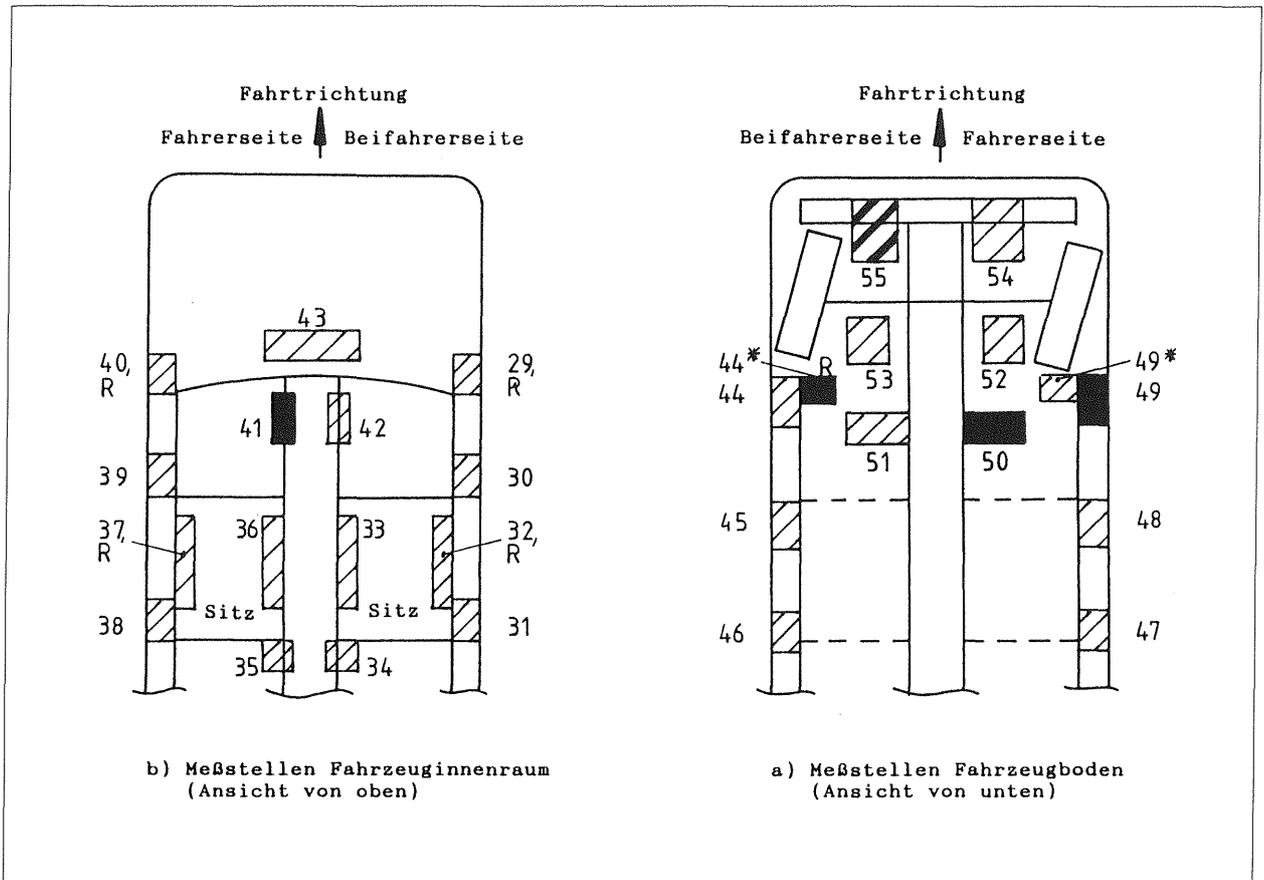


Bild C 6: Meßstellen am Fiat Panda (KOR 8)
– Fahrzeugbodengruppe

Meßstellenbewertung:

-  keine oder nur geringe Anrostung (z.B. Flugrost)
-  Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
-  sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung
-  Korrosionsstelle nur mit Corrotest trotz äußerer Unauffälligkeit gefunden
- [R] Reparaturblech im Prüfbereich vorhanden

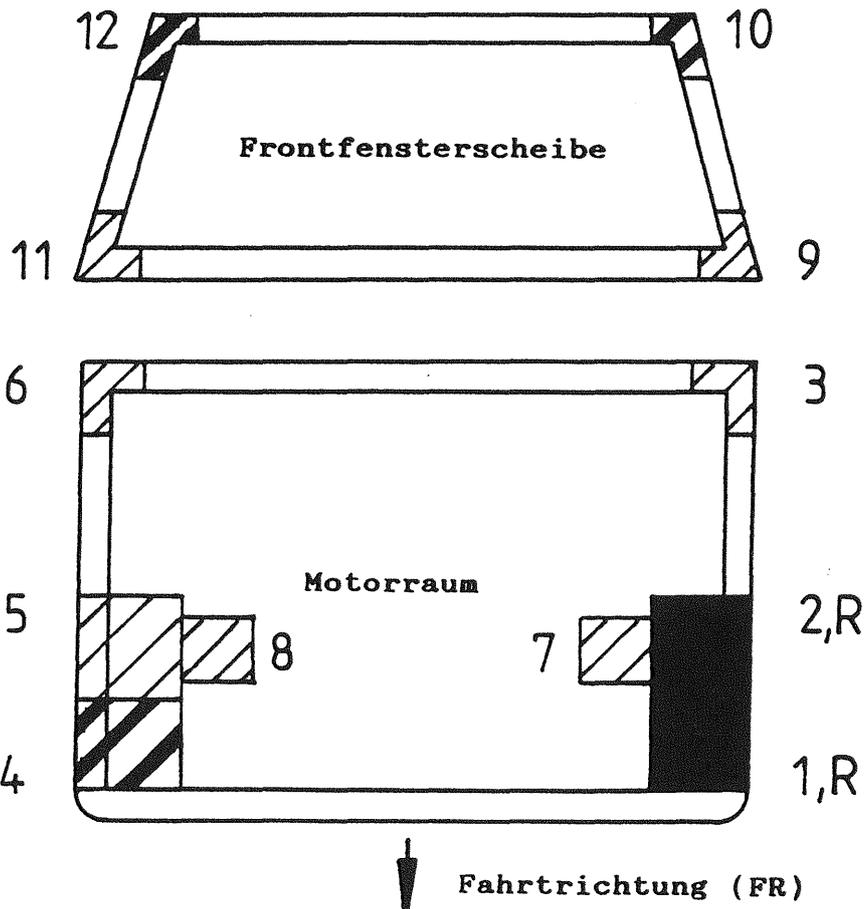


Bild C 7: Meßstellen am Renault 5 (KOR 9)
 – Rahmen Frontfensterscheibe (Ansicht von vorne)
 – Motorraum (Ansicht von oben)

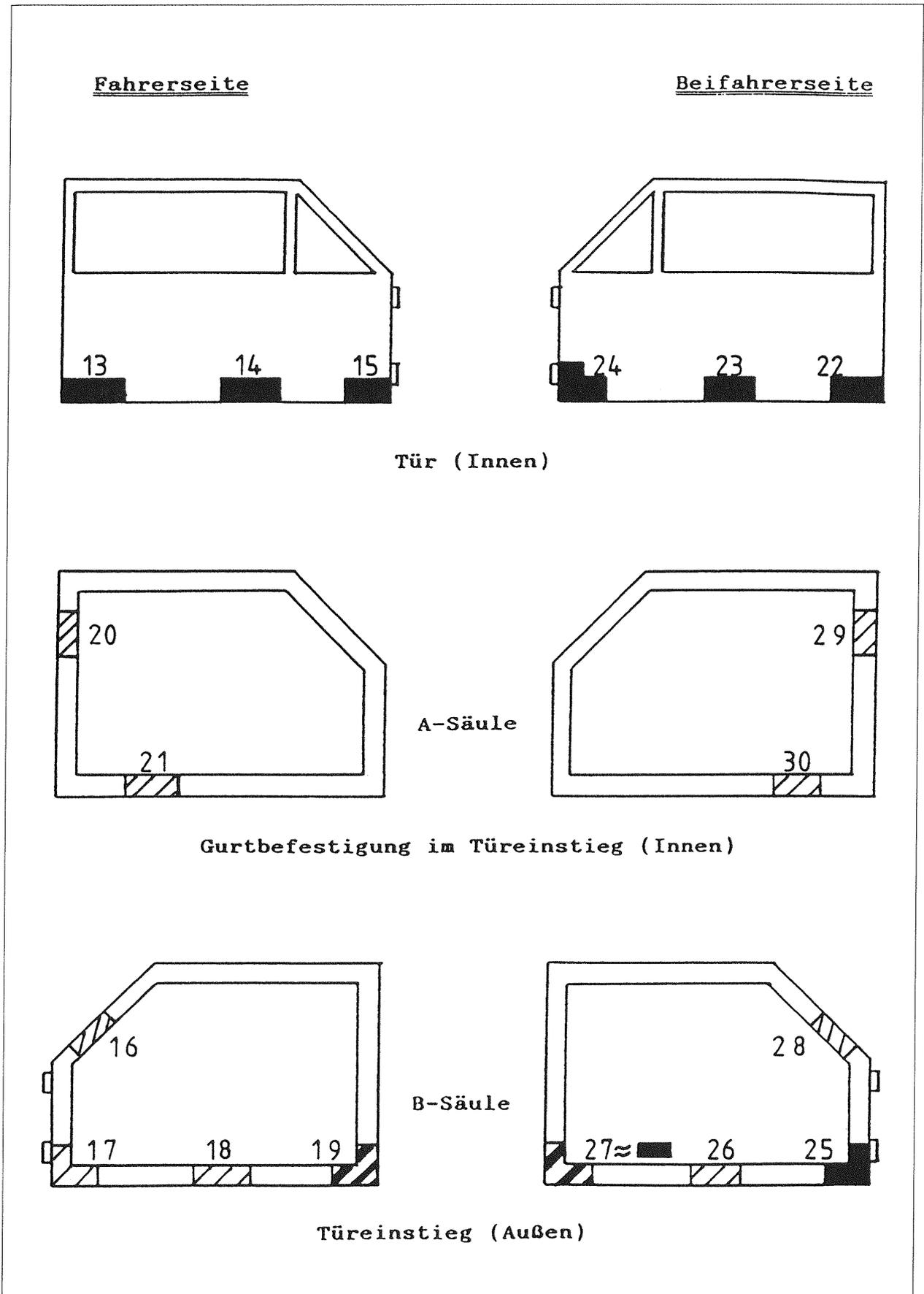


Bild C 8: Meßstellen am Renault 5 (KOR 9)
 – Tür und Rahmen Türeinstieg

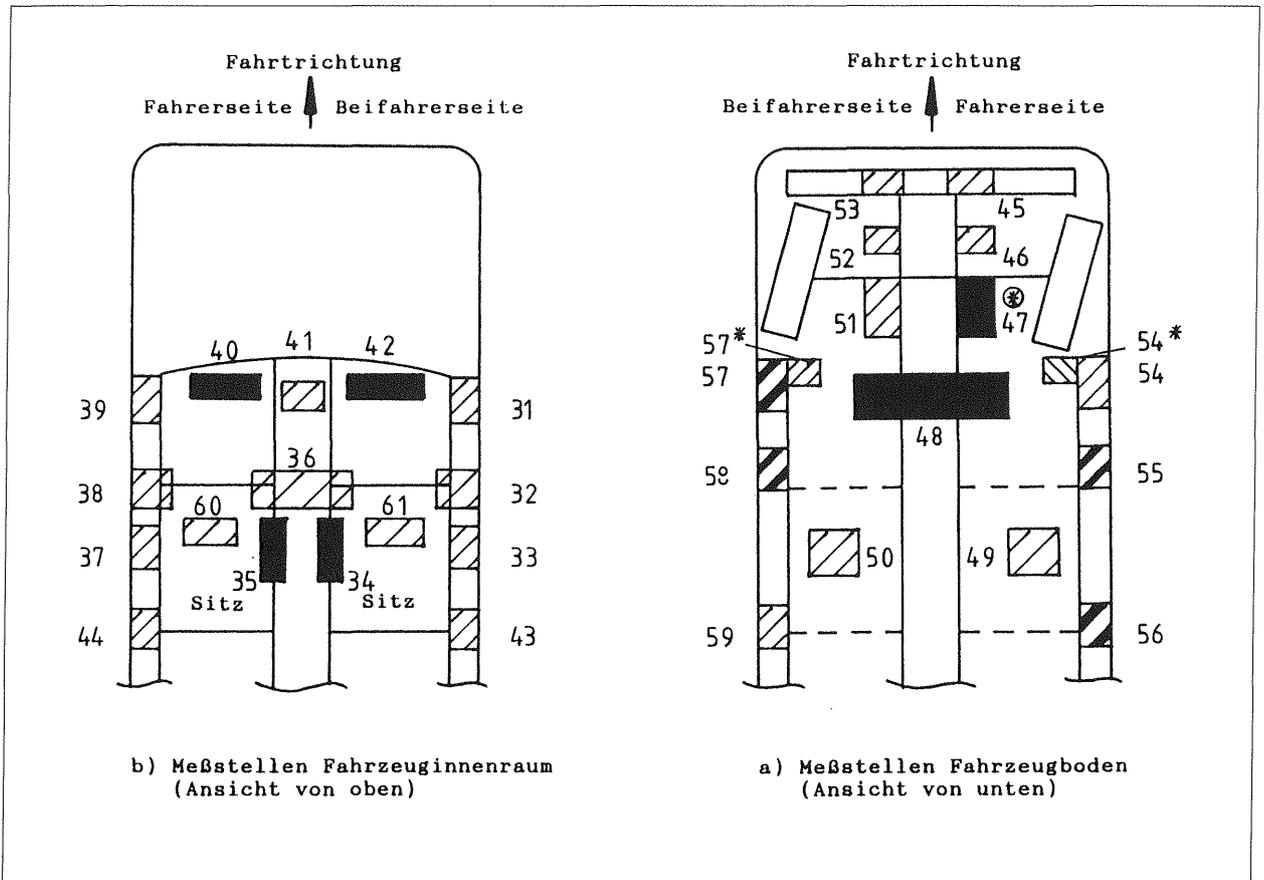


Bild C 9: Meßstellen am Renault 5 (KOR 9)
 – Fahrzeugbodengruppe

Meßstellenbewertung:

-  keine oder nur geringe Anrostung (z.B. Flugrost)
-  Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
-  sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung
-  Korrosionsstelle nur mit Corrostest trotz äußerer Unauffälligkeit gefunden
- [R] Reparaturblech im Prüfbereich vorhanden

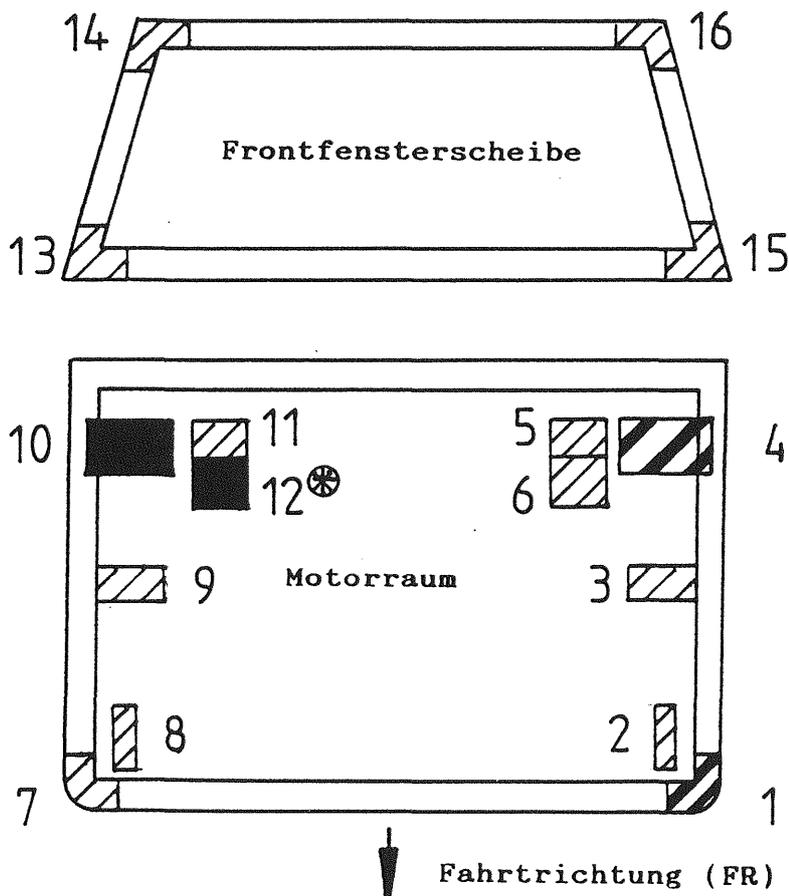
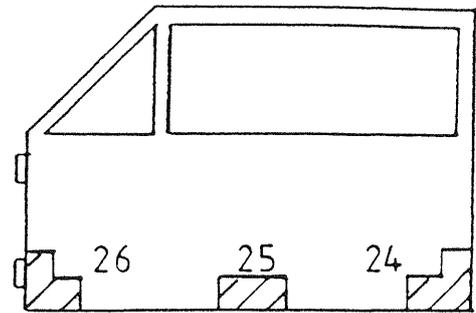
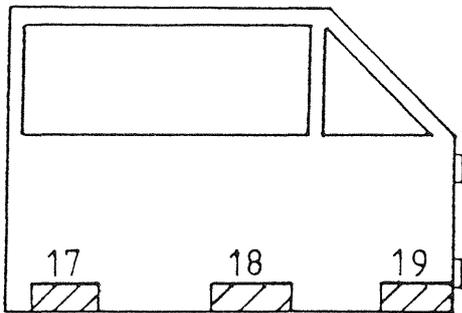


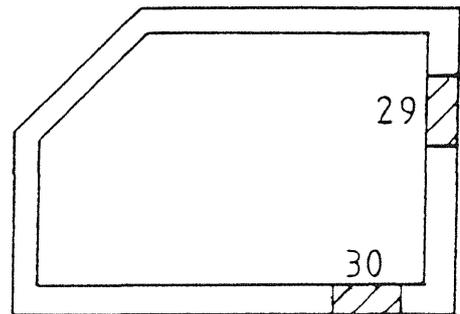
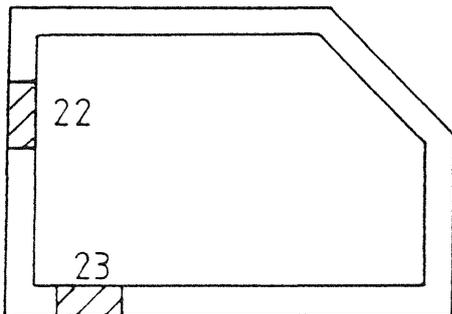
Bild C 10: Meßstellen am Opel Kadett D (KOR 10)
 – Rahmen Frontfensterscheibe (Ansicht von vorne)
 – Motorraum (Ansicht von oben)

Fahrerseite

Beifahrerseite

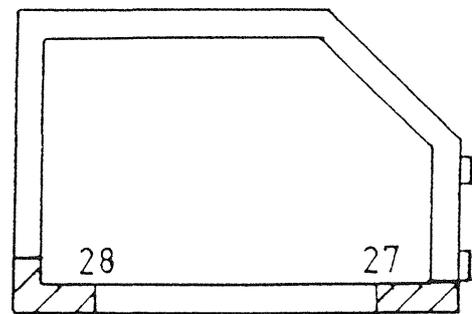
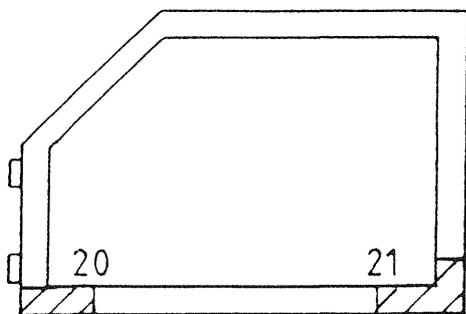


Tür (Innen)



A-Säule

Gurtbefestigung im Türeinstieg (Innen)



B-Säule

Türeinstieg (Außen)

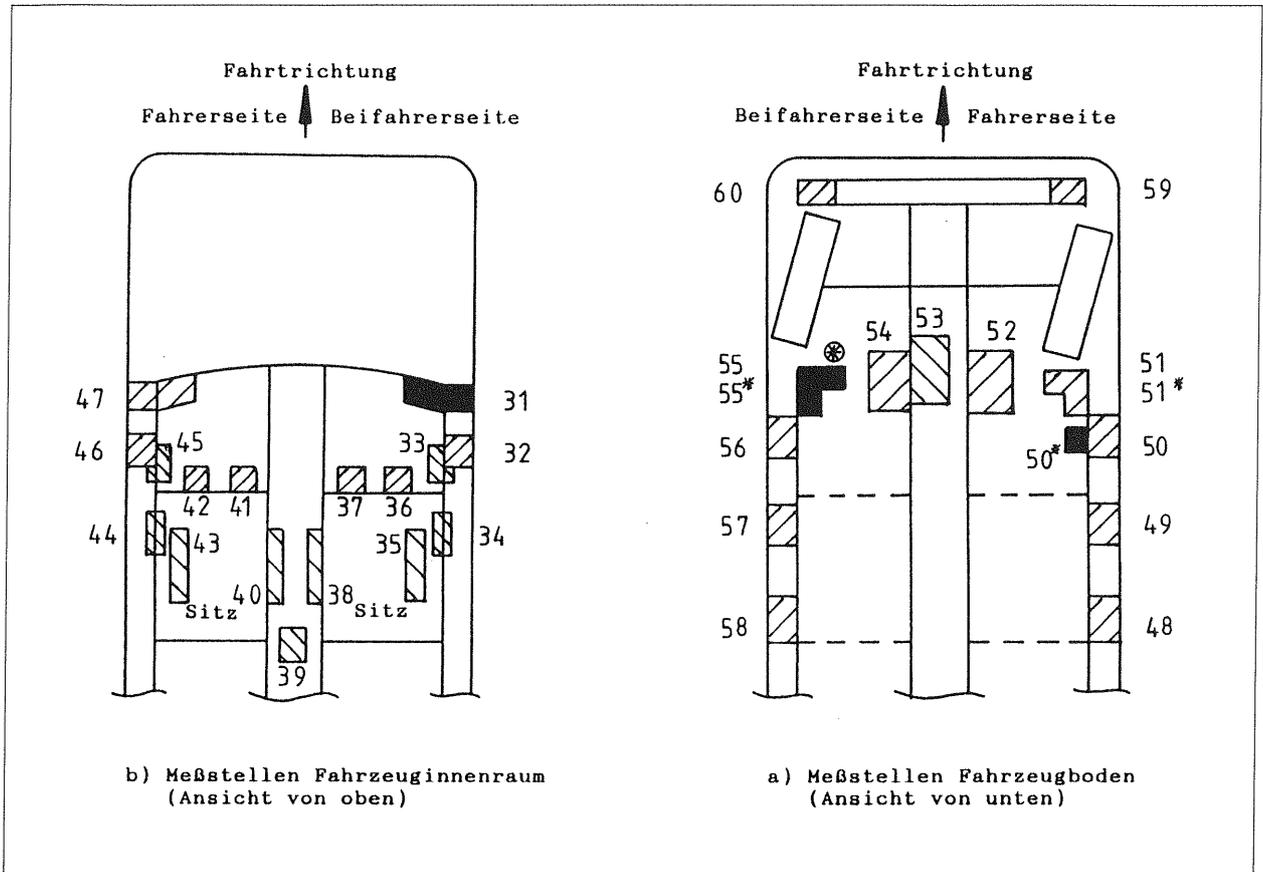


Bild C 12: Meßstellen am Opel Kadett D (KOR 10)
 – Tür und Rahmen Türeinstieg

Meßstellenbewertung:

-  keine oder nur geringe Anrostung (z.B. Flugrost)
-  Oberflächenkorrosion, punktuell auch durch das Blech gehend
-  sehr starke Korrosion, teilweise mit Spalt-, Riß- oder Lochbildung
-  Korrosionsstelle nur mit Corrorestest trotz äußerer Unauffälligkeit gefunden
- [R] Reparaturblech im Prüfbereich vorhanden

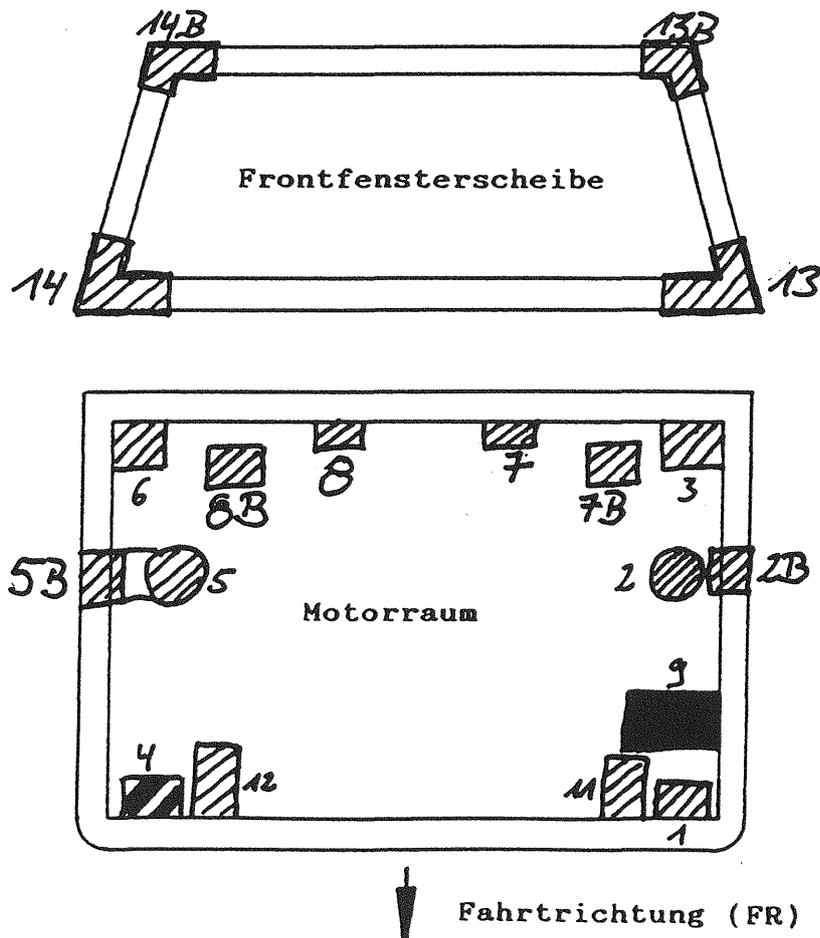


Bild C 13: Meßstellen am Ford Fiesta (KOR 12)
 – Rahmen Frontfensterscheibe (Ansicht von vorne)
 – Motorraum (Ansicht von oben)

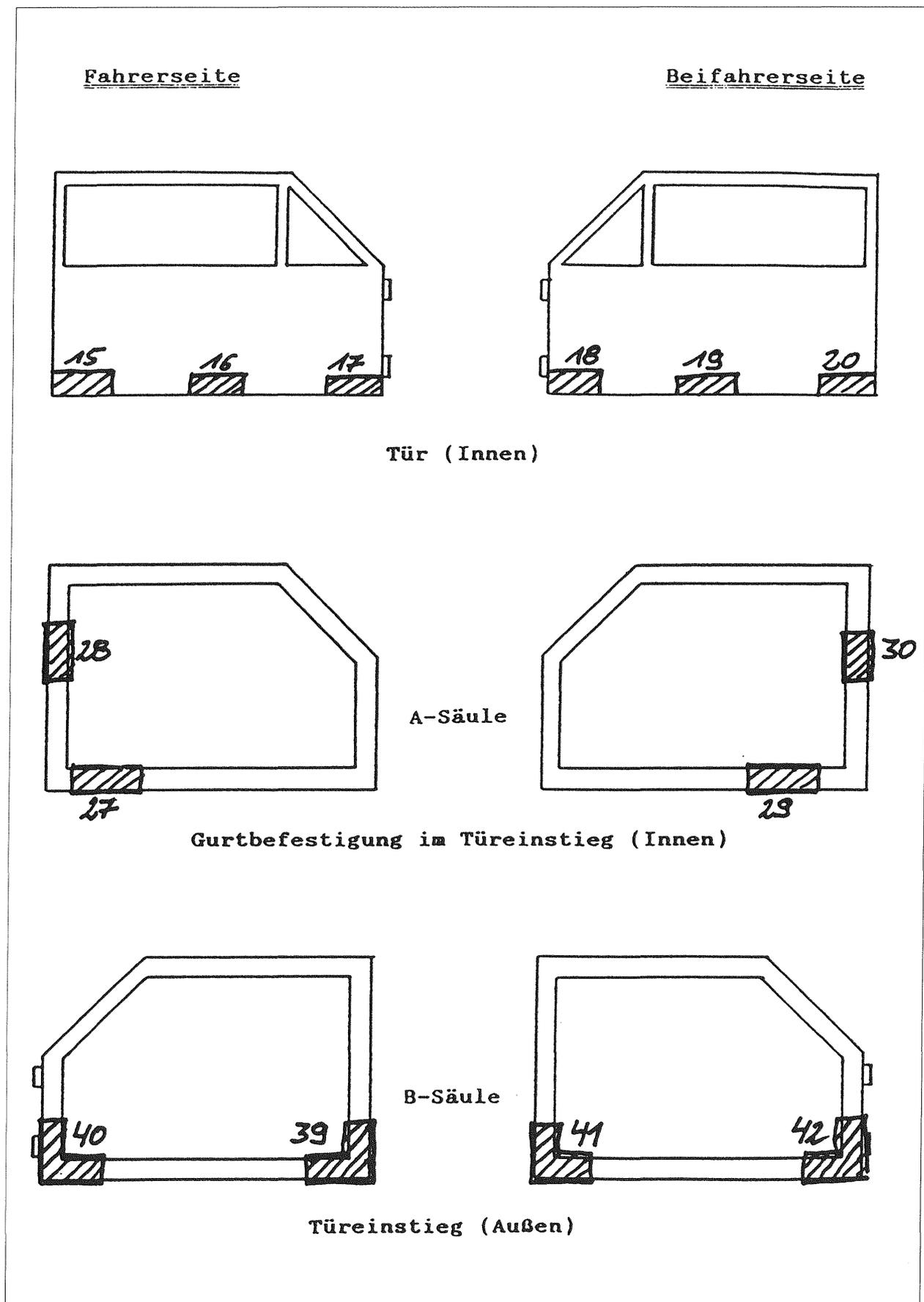


Bild C 14: Meßstellen am Ford Fiesta (KOR 12)
 - Tür und Rahmen Türeinstieg

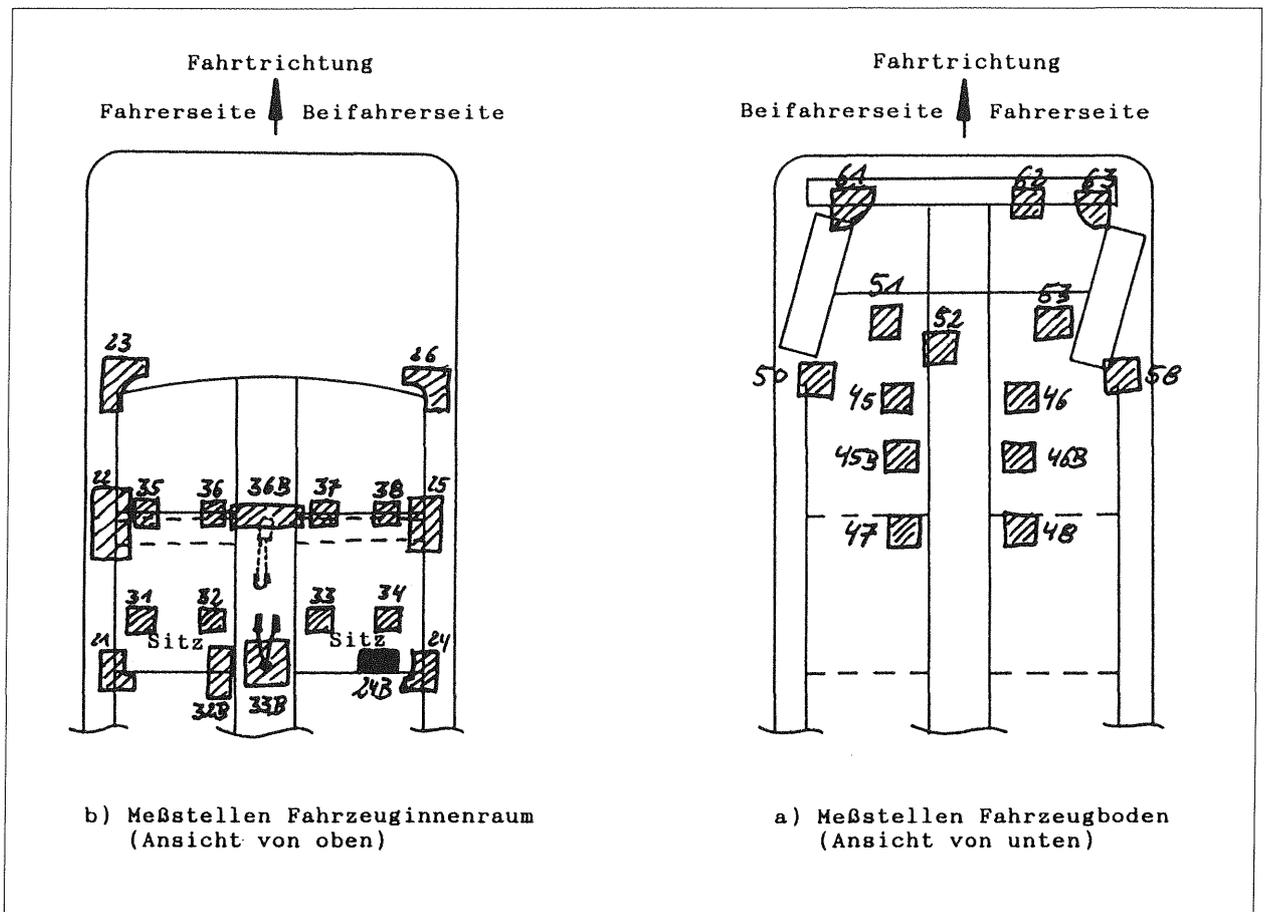


Bild C 15: Meßstellen am Ford Fiesta (KOR 12)
 – Fahrzeugbodengruppe

Anhang D

Versuchskonfiguration

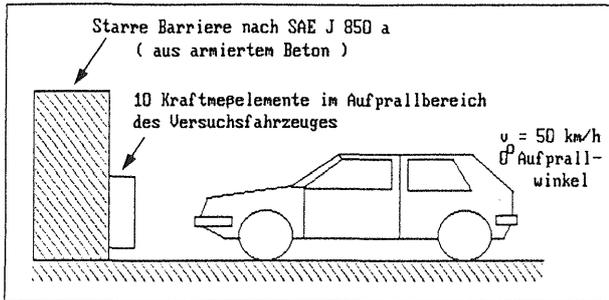


Bild D 1: Versuchskonstellation der Frontalaufprallversuche

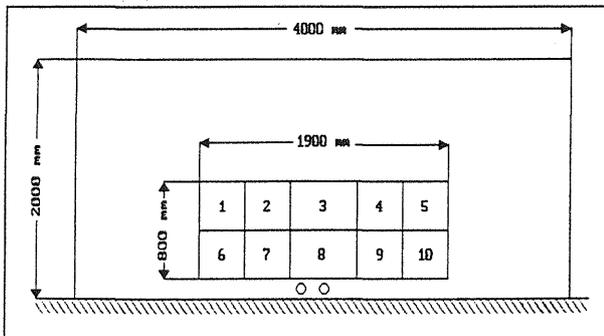


Bild D 2: Aufteilung der Kraftmeßelemente

Anhang E

Kurzfassungen

- ECE-Regelungsentwurf R.237
- ECE-R 12
- ECE-R 32
- ECE-R 33

INSASSENSCHUTZ (TRANS/SC1/WP29/R237/Rev.1)

Prüfkonditionen:

- Frontalaufprall
- Aufprallgeschwindigkeit: 48 - 50 km/h
- Fahrzeuggewicht = Leergewicht
- Tank zu 90 % mit nichtbrennbarer Flüssigkeit (Dichte: $0,7 - 1 \text{ g/cm}^3$) gefüllt
- je ein Dummy (HYBRID II) auf jedem Vordersitz
- alle vorhandenen Sicherheitsgurte und Gurtverankerungen gemäß ECE-R16 bzw. ECE-R14
- verstellbares Lenkrad in Normalstellung bzw. in mittlerer Position
- Fenster möglichst geschlossen, zur Durchführung von Messungen evtl. geöffnet
- Getriebeschalthebel in Leerlaufstellung
- Fußpedale nicht betätigt
- Türen geschlossen, nicht verriegelt
- Dach - wenn möglich - geschlossen
- Sonnenblenden hochgeklappt
- Innenspiegel in Normalstellung
- Kopfstützen korrekt (auf Dummies) eingestellt
- Sitzlängsverstellung: H-Punkt 50 mm vor R-Punkt
- Sitzhöhenverstellung: mittlere Stellung
- Sitzlehnen in Normalstellung; sonst 25° zur Vertikalen
- verstellbare Rücksitze in hinterster Position
- Dummyposition: - Dummy-Symmetrieebene = Sitz-Symmetrieebene

- Fahrer:

- Abstand der Knie: 37 cm (Außenmaß)
- Abstand linkes Knie zur Dummy-symmetrieebene 15 cm (Außenmaß)
- rechter Fuß auf unbetätigtem Gaspedal oder so nah wie möglich davor.
- Ferse auf dem Boden
- linker Fuß auf dem Boden neben dem Kupplungspedal
- linkes Bein so weit wie möglich ausgestreckt
- Hände am Lenkradkranz in Stellung "1/4 vor 3"

- Beifahrer:

- Beine so weit wie möglich parallel ausgestreckt
- Füße auf Fußbrett oder im rechten Winkel zum Unterschenkel
- Fersen auf den Boden
- Ellenbogen berühren Sitzlehne
- Hände auf Oberschenkel

- Gurtanlageverfahren nach Herstellerangaben; falls Herstellerangaben fehlen: gemäß Anh.5, Abs. 3.2

Meßwerte:

- HPC (Head Performance Criterion); Kriterium: ≤ 1000 .
- Resultierende Beschleunigung der Brust; Kriterium: $a_{3ms} < 60 \text{ g}$.
- Oberschenkellängskraft; Kriterium: $F_{max} \leq 10 \text{ kN}$ und $F_{3ms} < 8 \text{ kN}$
- Bewegung des evtl. vorhandenen Beckengurtes; Kriterium: Beckengurt darf nicht über die Beckenkammknochen nach oben rutschen
- Türöffnungsverhalten (wie ECE-R32 und ECE-R33)
- Kraftstoff-Leckverlust (wie ECE:R34)

Lenksäulenverschiebung

Inhalt verschiedener Regelungen wie: ECE-R 12, EG 74/297 und FMVSS 204

Prüfvoraussetzungen:

- Frontalaufprall, 0°-Barriere
- Aufprallgeschwindigkeit: 48,3 km/h bzw. 30 mph
- Fahrzeuggewicht – Leergewicht (incl. der gefüllten Flüssigkeitsbehälter)
- keine Besetzung mit Dummys

Meßwert:

Maximalverschiebung der Lenkradnabe – relativ zu einem durch den Aufprall nicht beeinflussten Fahrzeugpunkt – parallel zur Fahrzeuglängsachse – während des Aufpralls gemessen (Kriterium: ≤ 127 mm)

Weitere Vorschriften aus ECE-R 12, EG 74/297 über:

- Energieaufnahme der Lenkanlage bei Kopf-Lenkrad- bzw. Brust-Lenkrad-Aufprall
- Vermeidung von scharfen Kanten und hervorstehenden Teilen

Beispiel der Meßwertdarstellung:

	Kriterium	Meßwert	Zeitpunkt
Horizontal	≤ 127 mm		
Vertikal	—		

Bild E 2: Prüfkonditionen zur Feststellung der Lenksäulenverschiebung im Frontalaufprall

Türöffnungsverhalten

Inhalt verschiedener Regelungen wie: ECE-R 32, R 33 und ECE-R.237

Prüfkonditionen:

- Frontalaufprall, 0°-Barriere
- Aufprallgeschwindigkeit: 48,3 km/h bzw. 30 mph
- Fahrzeuggewicht = Leergewicht
- keine Besetzung mit Dummys
- Kraftstofftank zu mindestens 90 % gefüllt

Kriterien:

- Es darf sich während des Aufpralls keine Tür öffnen
- Es muß sich nach dem Aufprall eine ausreichende Anzahl von Türen ohne Werkzeug öffnen lassen, so daß die Insassen das Fahrzeug verlassen können.

Weitere Vorschriften aus ECE-R 33 über:

- Innenraumgröße
- Vermeidung von scharfen Kanten und hervorstehenden Teilen

Beispiel der Bewertung:

	ZUSTAND	FAHRZEUG 1			
		vorn		hinten	
		links	rechts	links	rechts
vor dem Test	geschlossen nicht verriegelt				
nach dem Test	geöffnet geschlossen verriegelt				
läßt sich öffnen	normal schwer nur mit Werkzeug				
	mit vollem Öffnungswinkel	ja nein			

Bild E 3: Prüfkonditionen und Meßstellen zur Feststellung des Türöffnungsverhaltens

Innenraumgröße ECE-R 33

Prüfkonditionen:

- Frontalaufprall, 0°-Barriere
- Aufprallgeschwindigkeit: 48,3 km/h (30 mph)
- Fahrzeuggewicht – Leergewicht
- Kraftstofftank zu mind. 90 % gefüllt
- keine Dummys

Meßwertbestimmung:

- nach dem Aufprall
- für jeden Vordersitz (links, rechts, Mitte) zu messen
- Meßwert 1: Abstand zweier Querebenen (Kriterium ≥ 450 mm)
 - a) vertikale Ebene durch H-Punkt
 - b) vertikale Ebene durch den Punkt der Instrumententafel, der am weitesten hervorsteht, innerhalb je 150 mm rechts und links der Längsmittlebene des Sitzes
- Meßwert 2: Länge des Abschnitts der Geraden (Kriterium: ≥ 650 mm)
 - bestimmt durch Schnitt der Längsmittlebene des Sitzes mit Horizontalebene durch Bremspedal
 - zwischen Querebene durch H-Punkt und Fußraumstirnwand
- Meßwert 3: Fußraumbreite: Abstand zweier vertikaler Längsebenen (Kriterium ≥ 250 mm)
 - bestimmt durch Schnittpunkte der Fußraumseitenwände mit horizontaler Querachse durch Bremspedalmitte
- Meßwert 4: Abstand zwischen Boden und Dach
 - auch vor dem Versuch zu messen
 - zu bestimmen auf der Vertikalen in der Längsmittlebene des Sitzes durch H-Punkt
 - Differenzangabe in % (Kriterium ≤ 10 %)

Weitere Vorschriften aus ECE-R 33 über:

- Türöffnungsverhalten bei Aufprallversuch
- Vermeiden von starren Teilen im Innenraum als Verletzungsgefahr für Insassen nach Aufprall

Bild E 4: Prüfkonditionen und Meßwertbestimmung zur Feststellung der Veränderung der Innenraumgröße

Anhang F

Fahrzeugverformungen

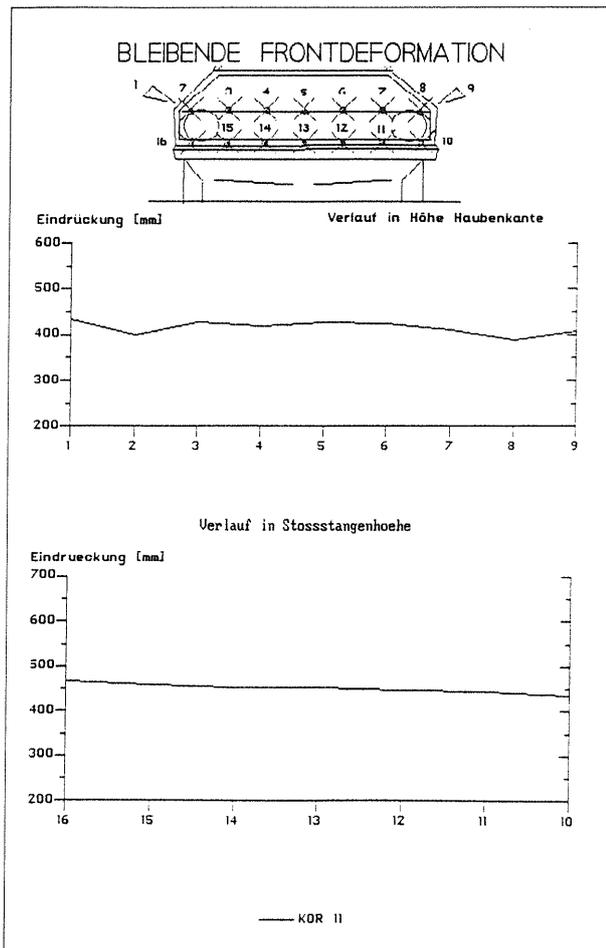


Bild F1: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem VW Golf II (KOR 11)

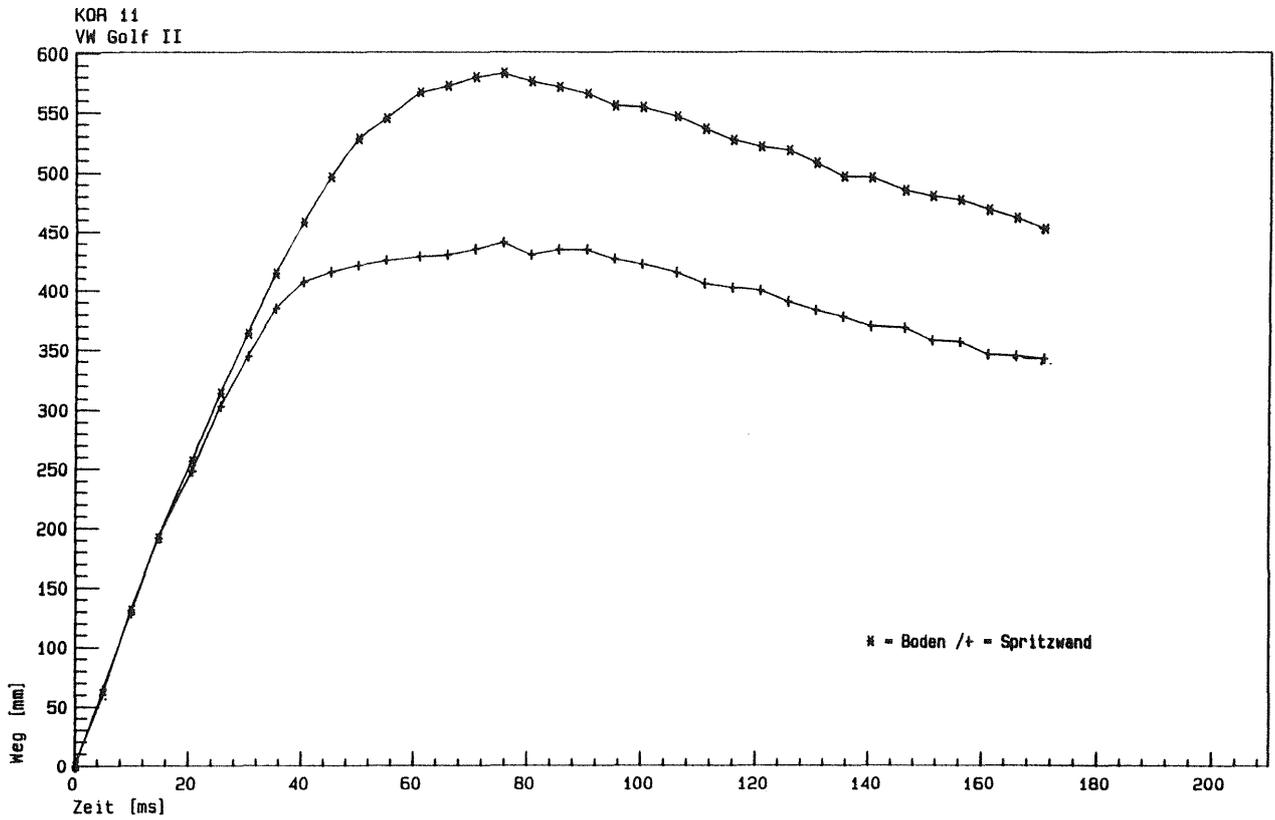


Bild F2: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls VW Golf II (KOR 11)

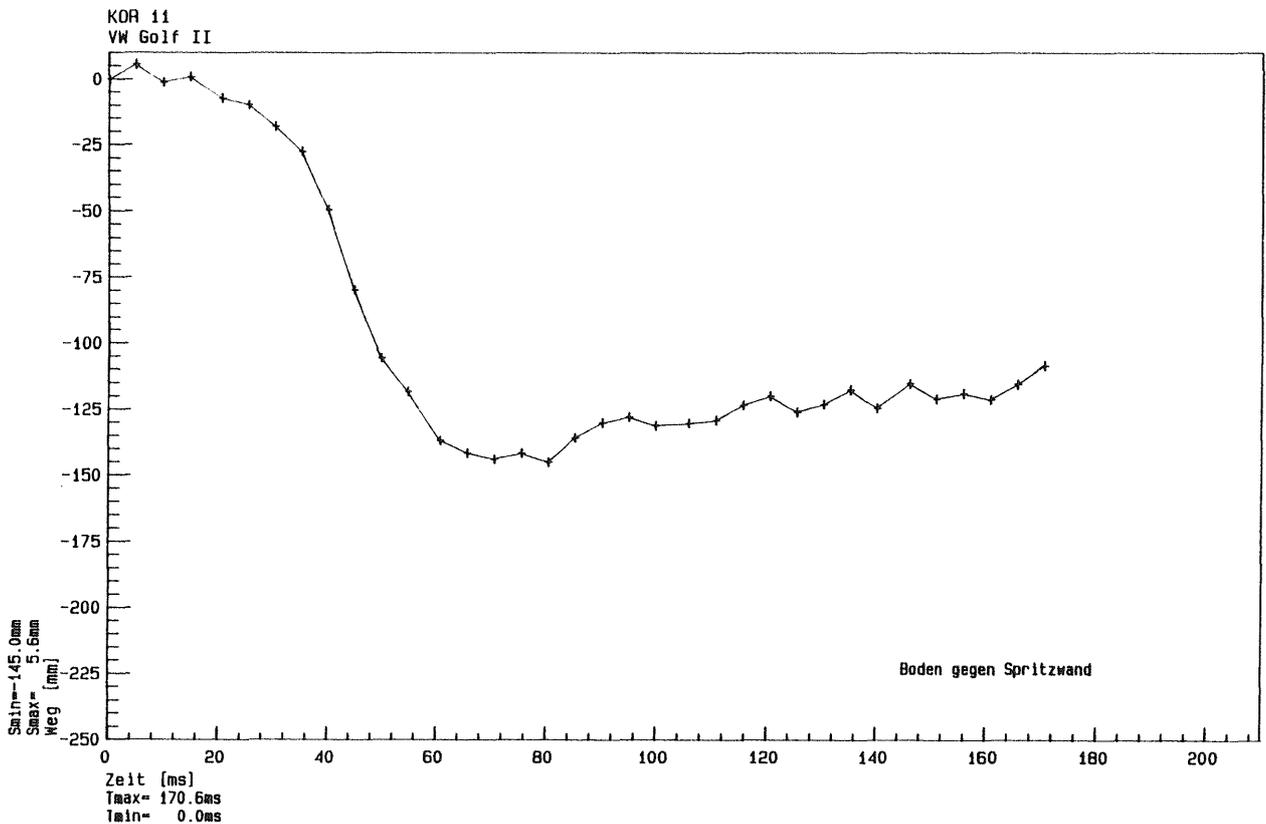


Bild F3: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls VW Golf II (KOR 11)

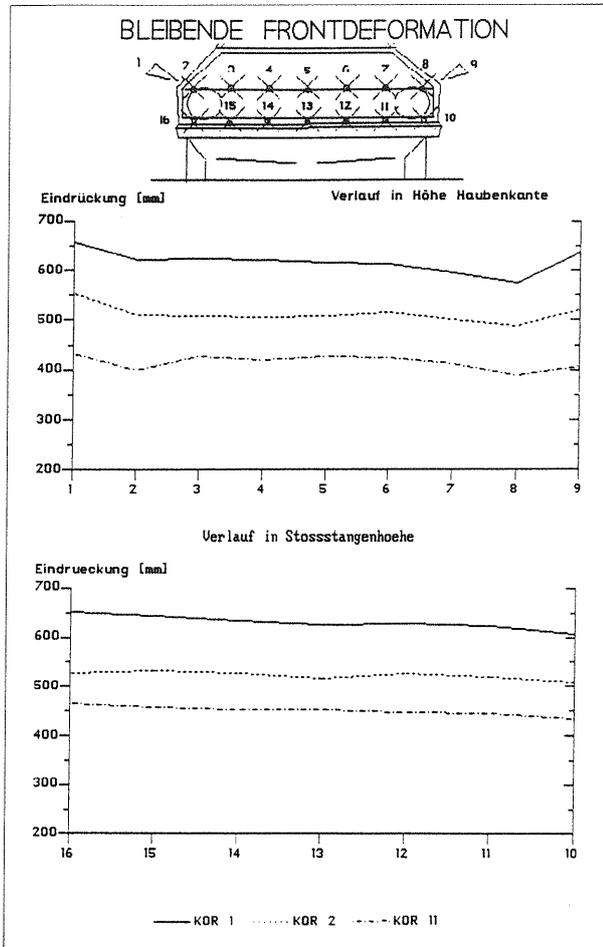


Bild F4: Bleibende Frontdeformation aller Tests mit dem VW Golf (vorliegende Studie KOR 11 und Pilotstudie KOR 1 und KOR 2)

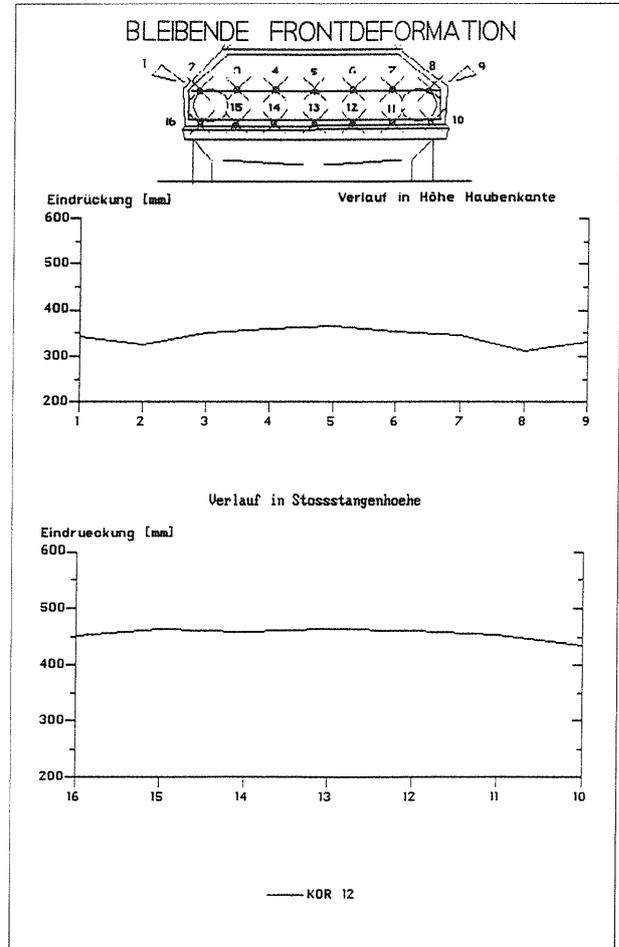


Bild F5: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem Ford Fiesta (KOR 12)

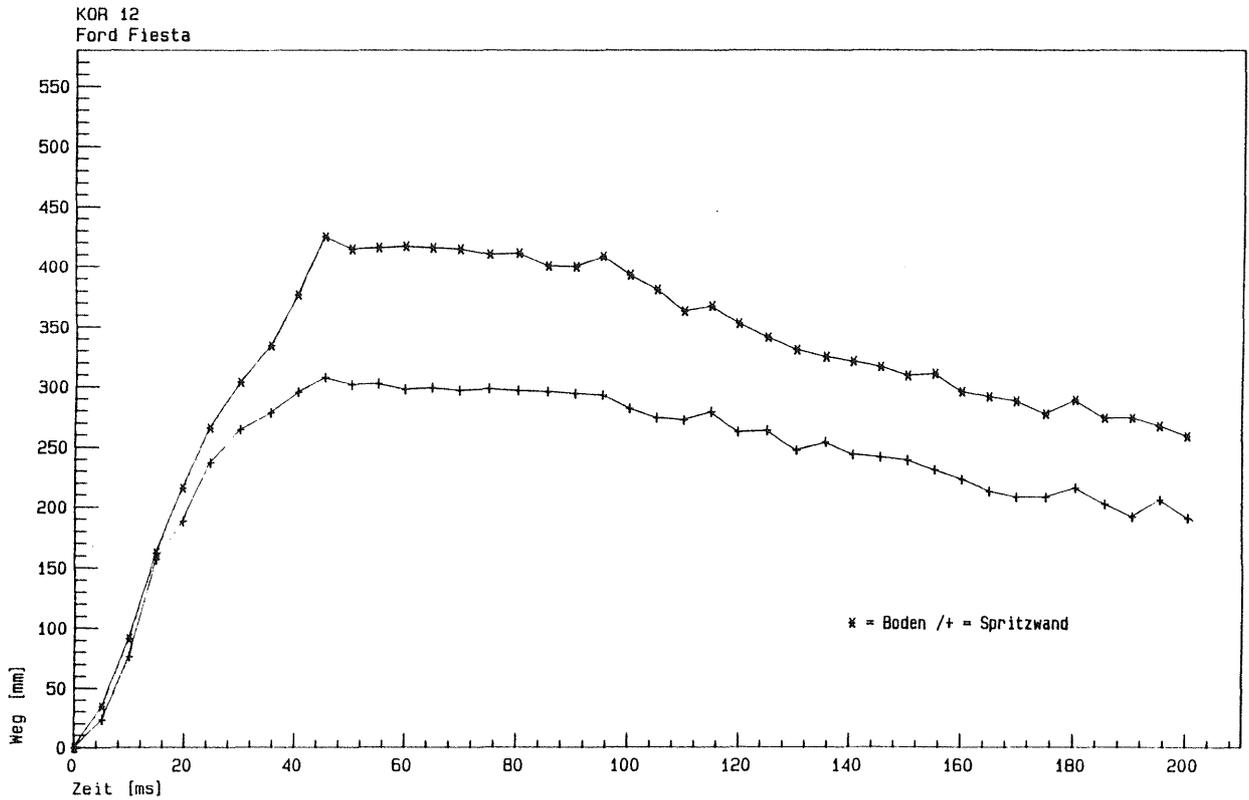


Bild F 6: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls Ford Fiesta (KOR 12)

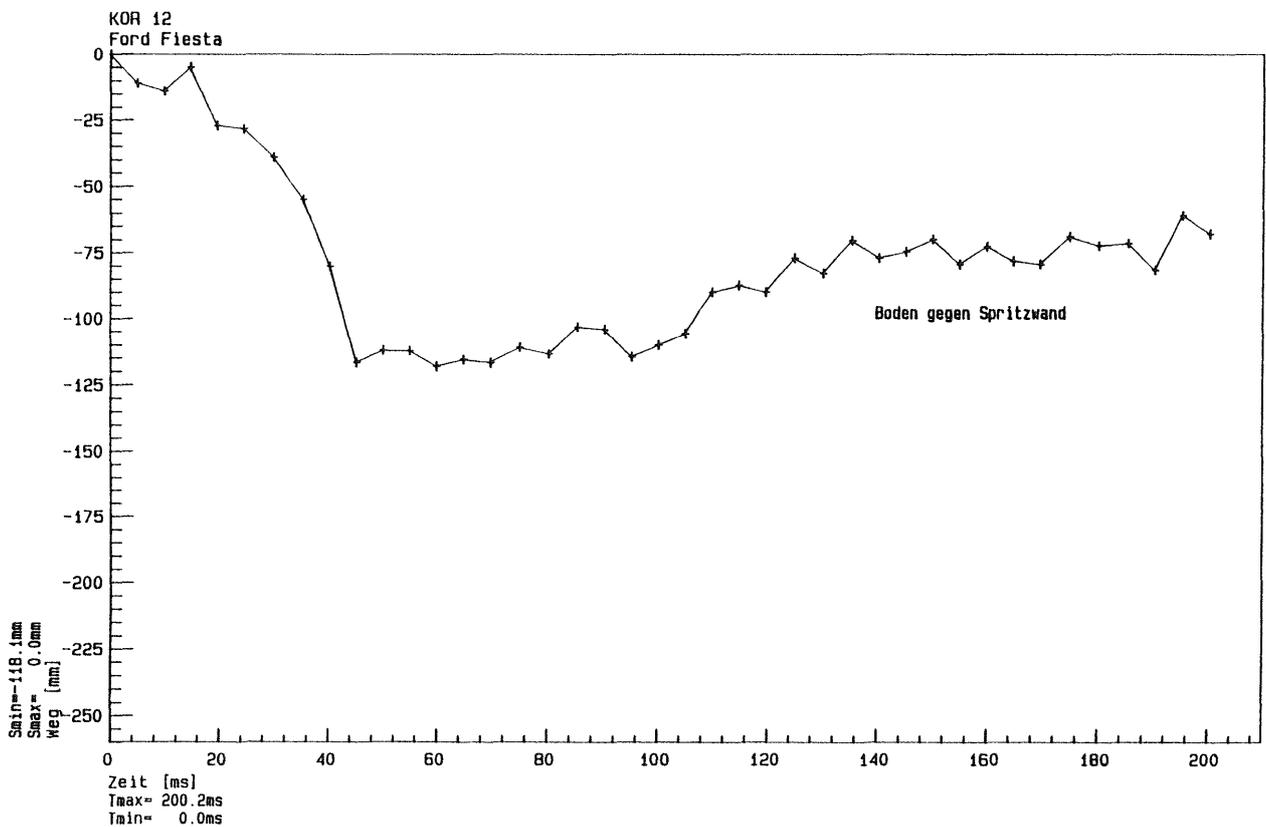


Bild F 7: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls Ford Fiesta (KOR 12)

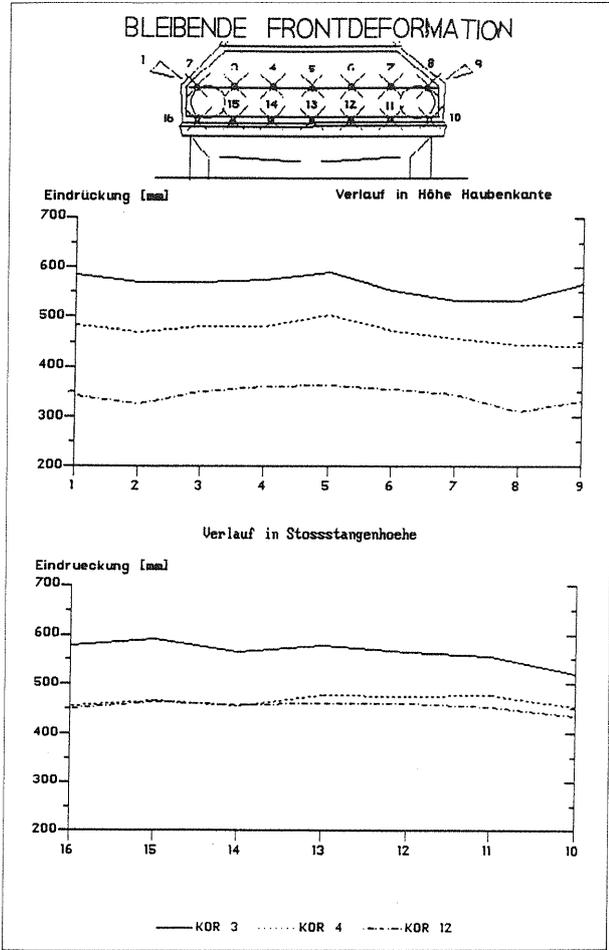


Bild F8: Bleibende Frontdeformation aller Tests mit dem Ford Fiesta (vorliegende Studie KOR 12 und Pilotstudie KOR 3 und KOR 4)

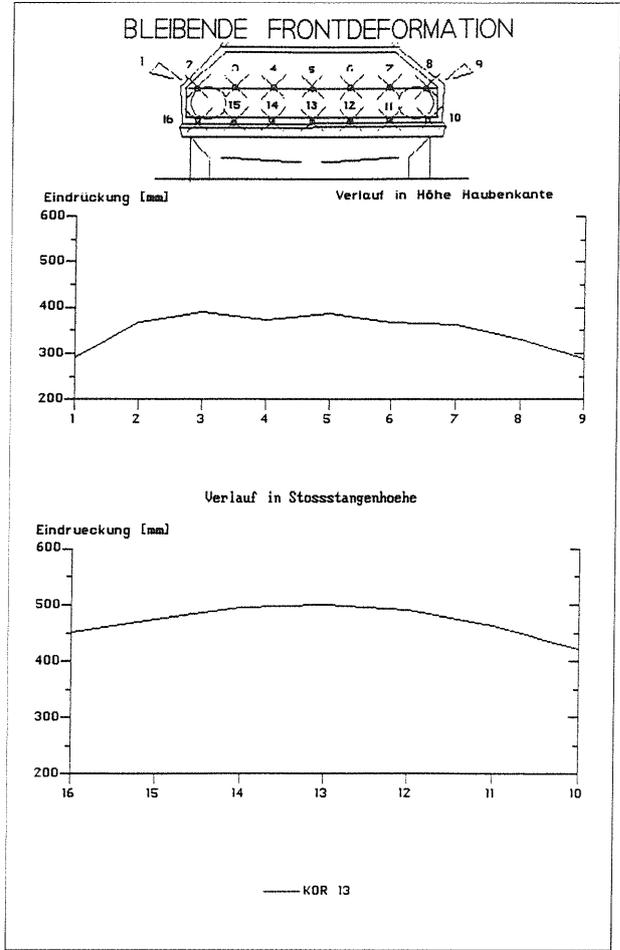


Bild F9: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem MB W 124 (KOR 13)

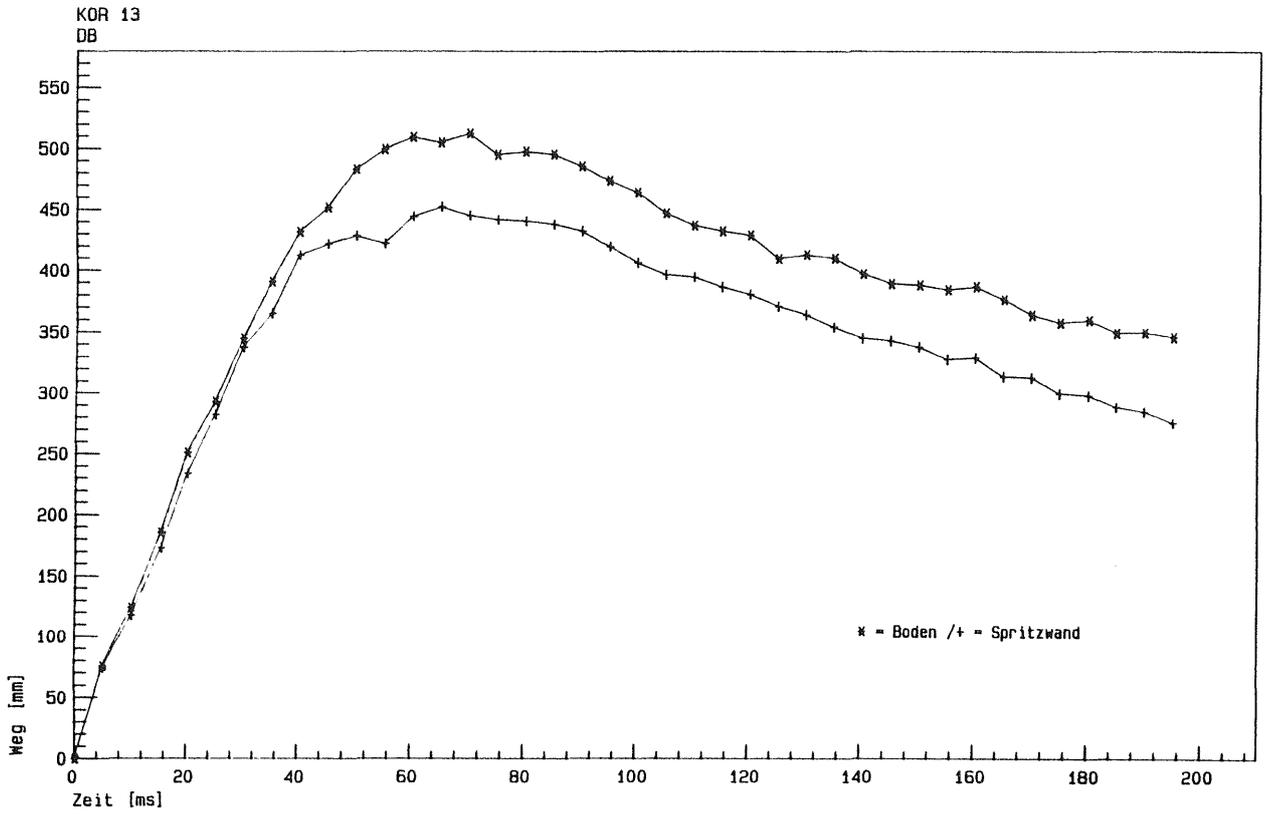


Bild F 10: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls MB W 124 (KOR 13)

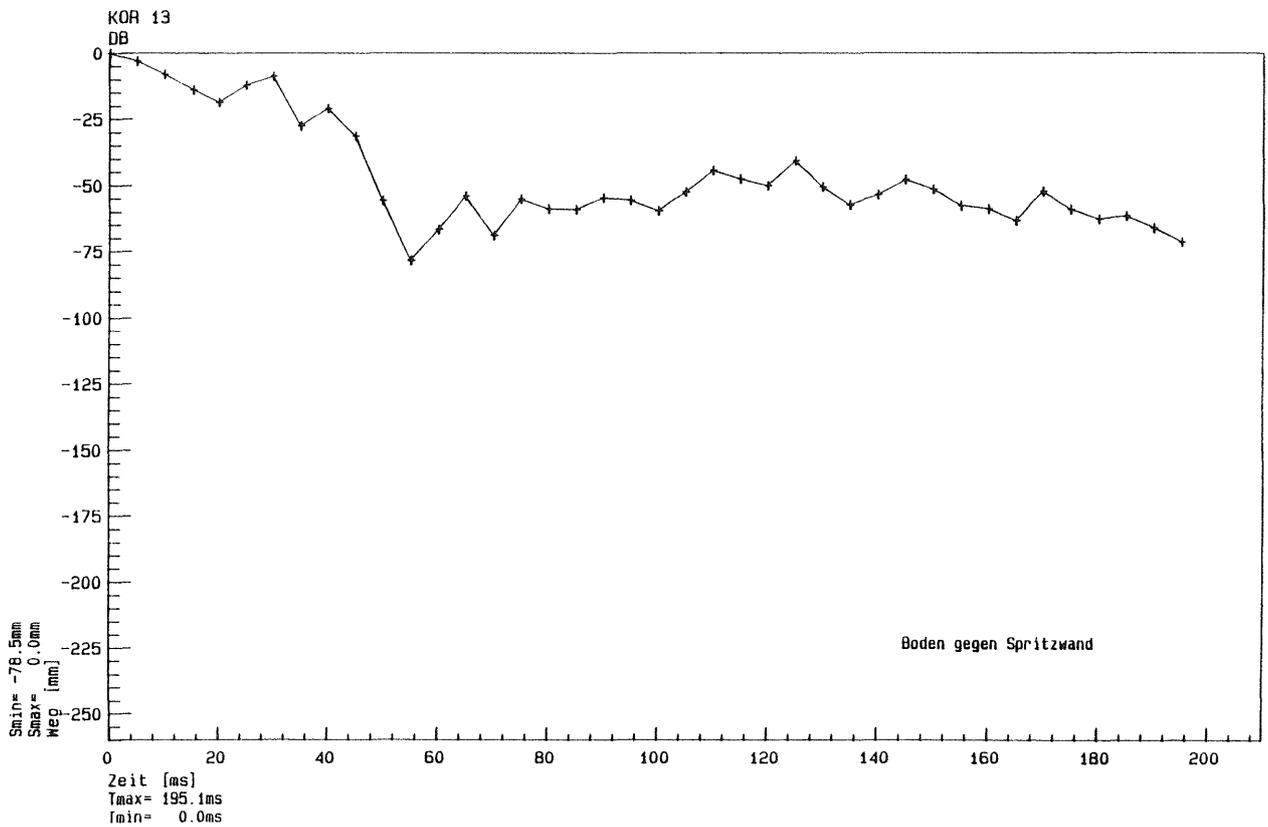


Bild F 11: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls MB W 124 (KOR 13)

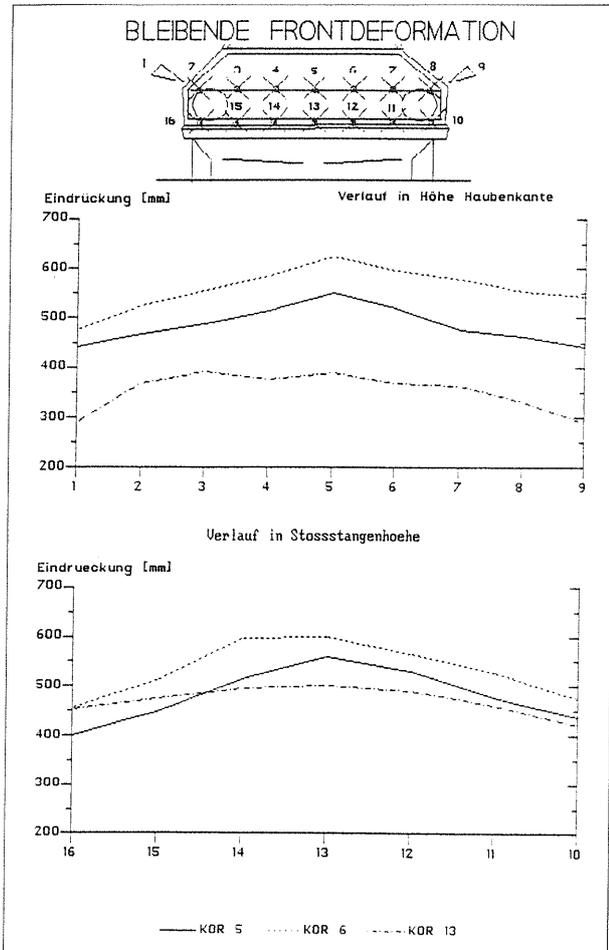


Bild F 12: Bleibende Frontdeformation aller Tests mit dem MB (vorliegende Studie KOR 13 und Pilotstudie KOR 5 und KOR 6)

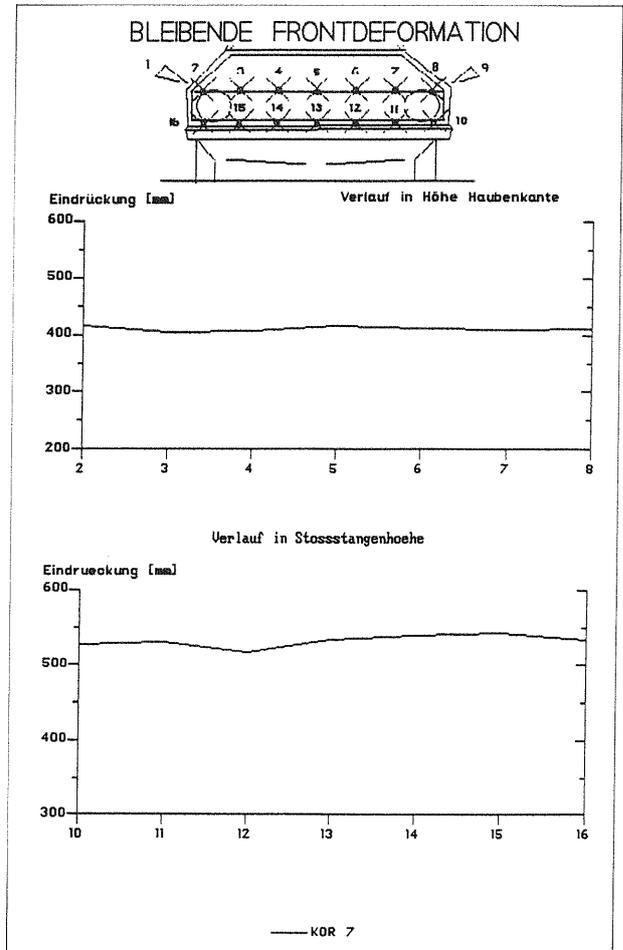


Bild F 13: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem Mitsubishi Colt (KOR 7)

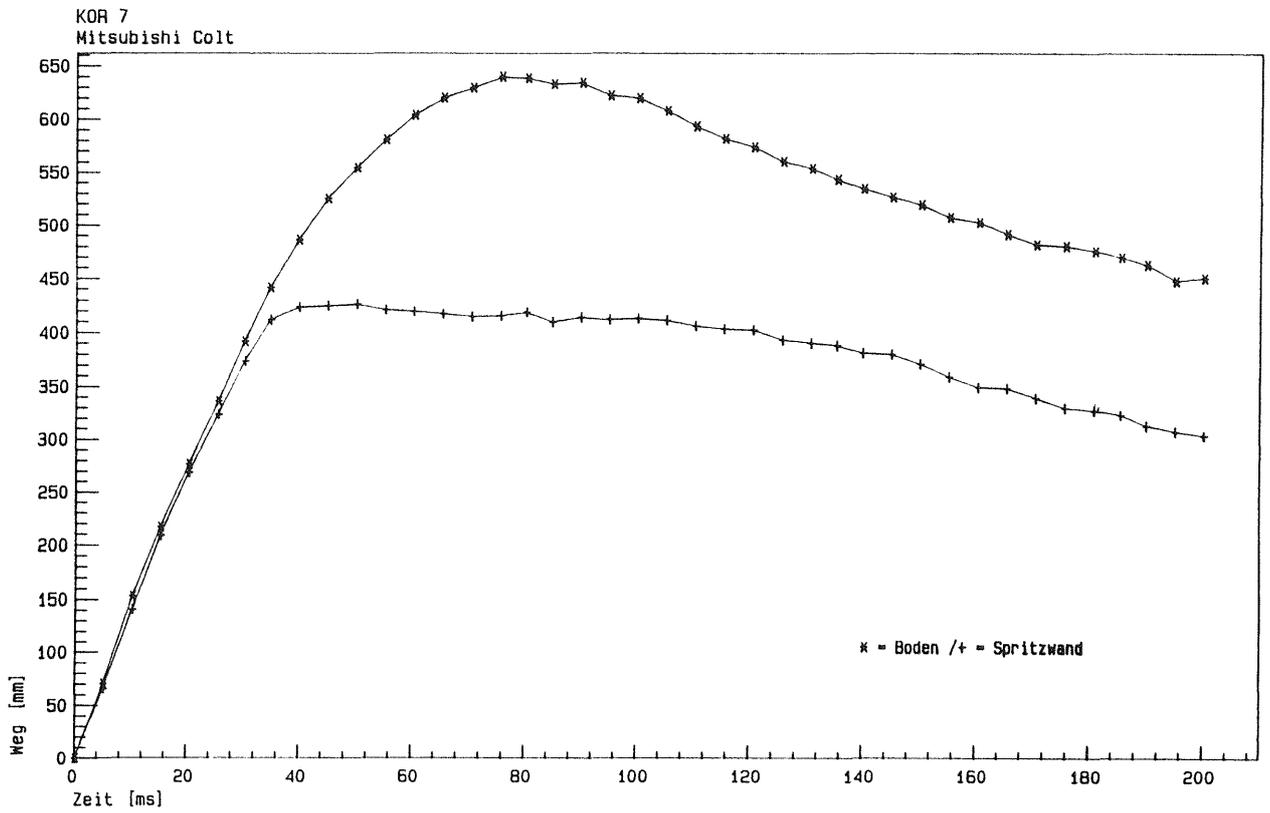


Bild F 14: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls Mitsubishi Colt (KOR 7)

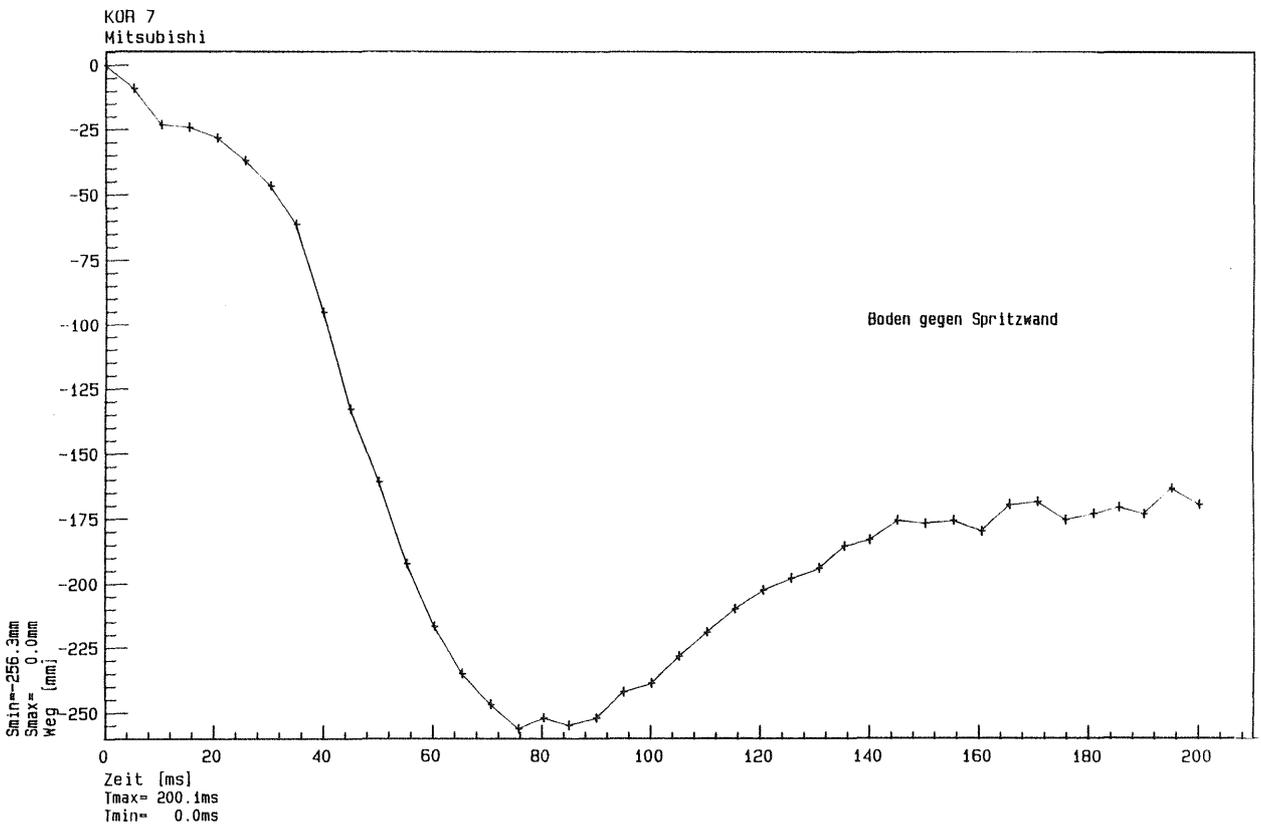


Bild F 15: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls Mitsubishi Colt (KOR 7)

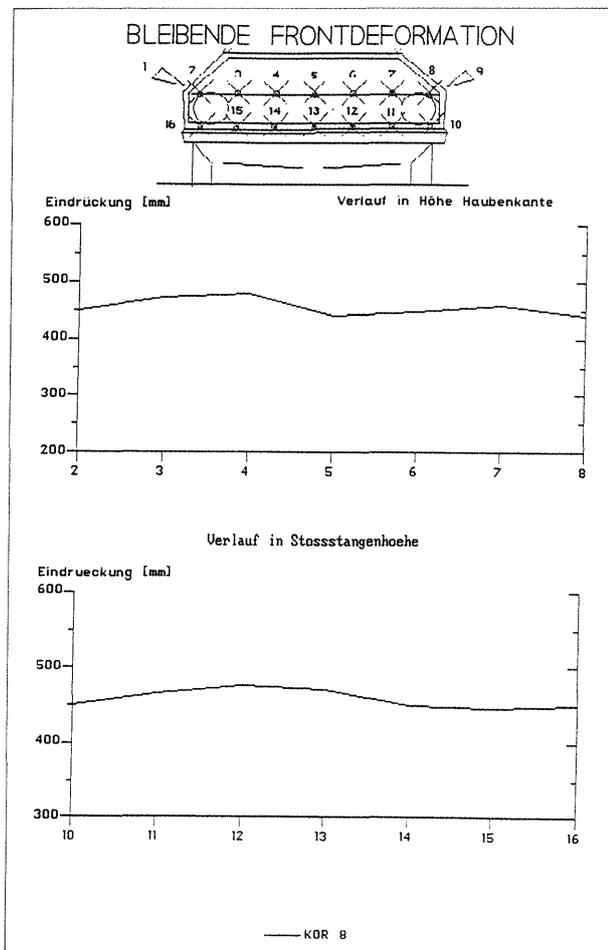


Bild F 16: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem Fiat Panda (KOR 8)

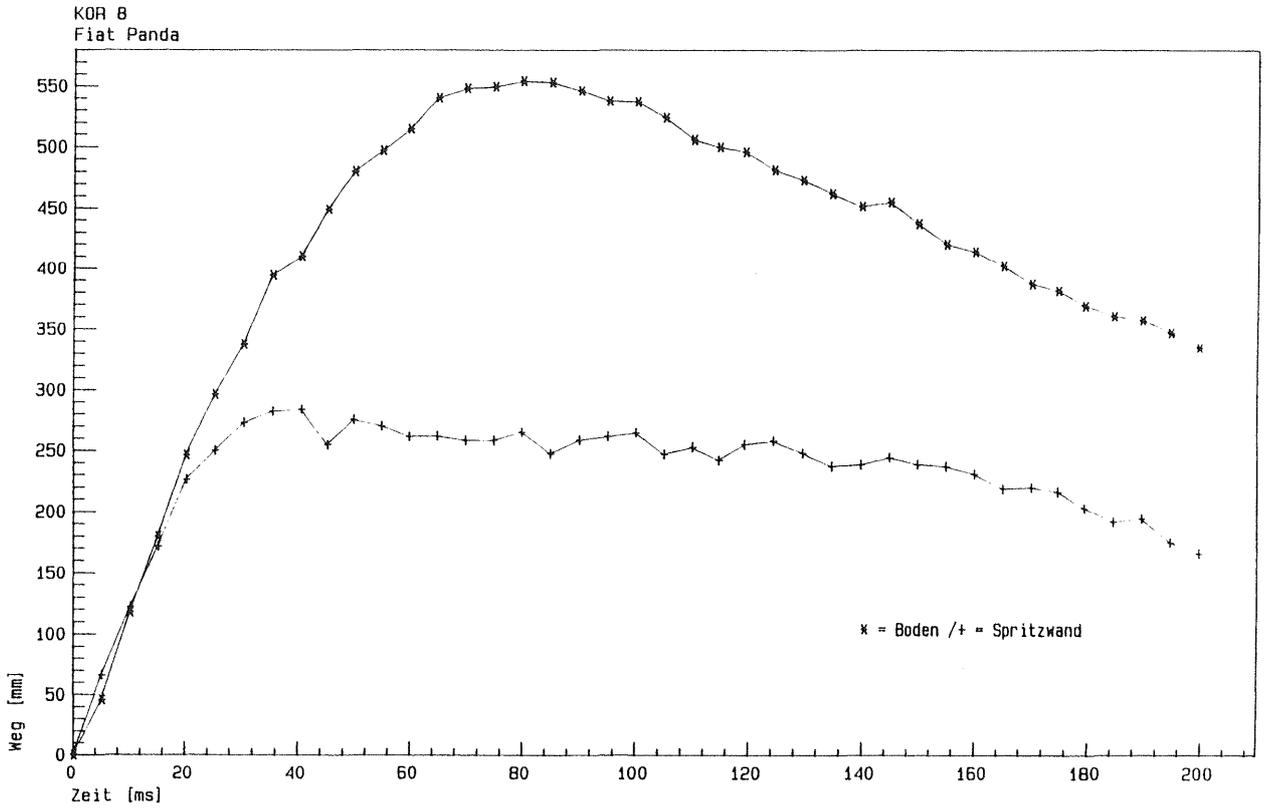


Bild F 17: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls Fiat Panda (KOR 8)

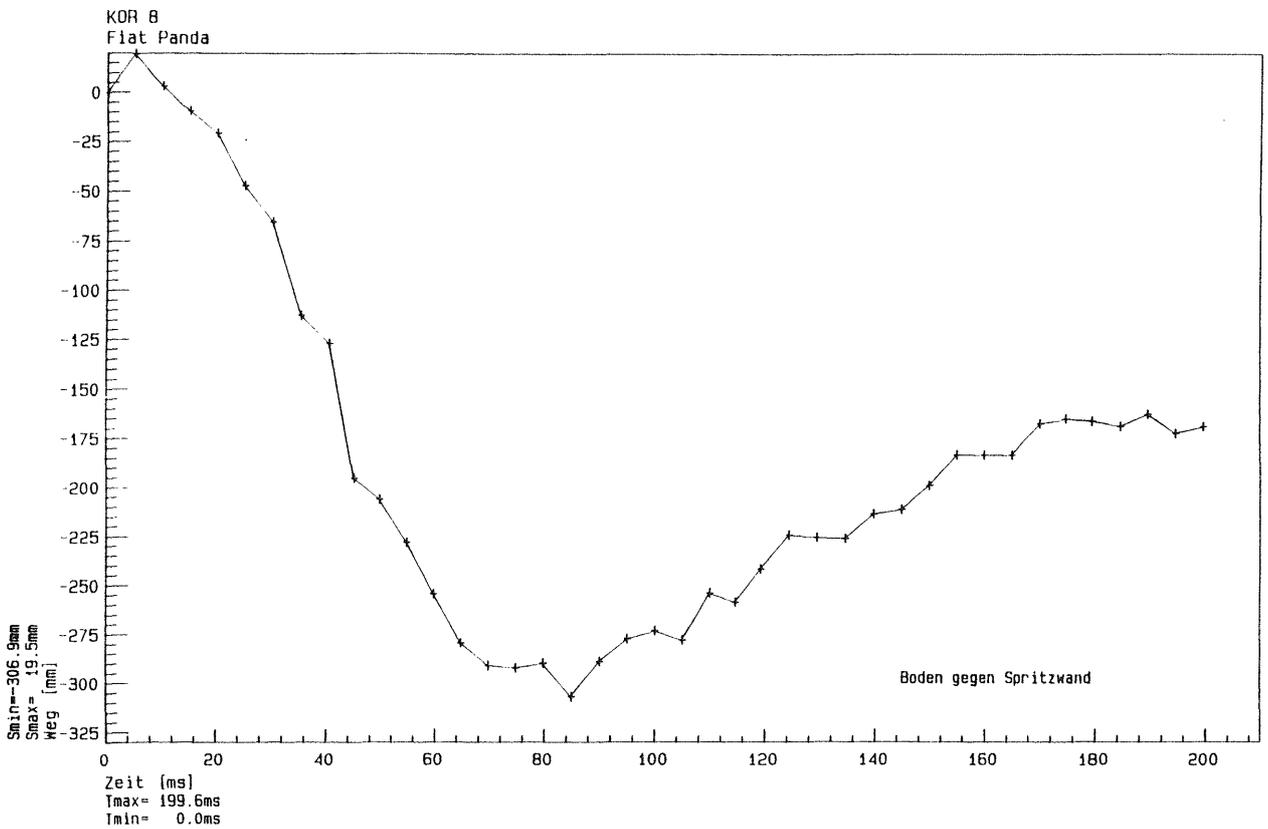


Bild F 18: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls Fiat Panda (KOR 8)

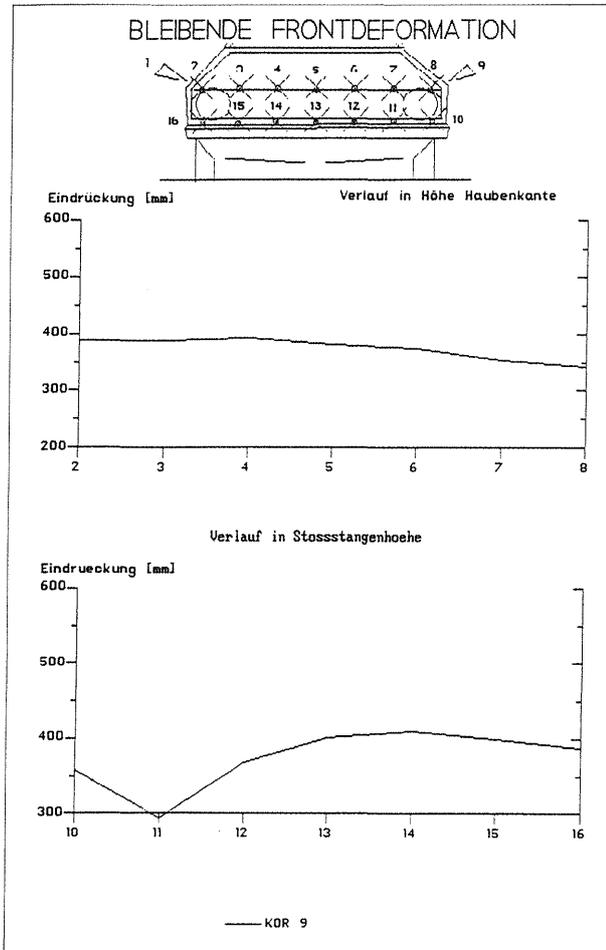


Bild F 19: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem Renault 5 (KOR 9)

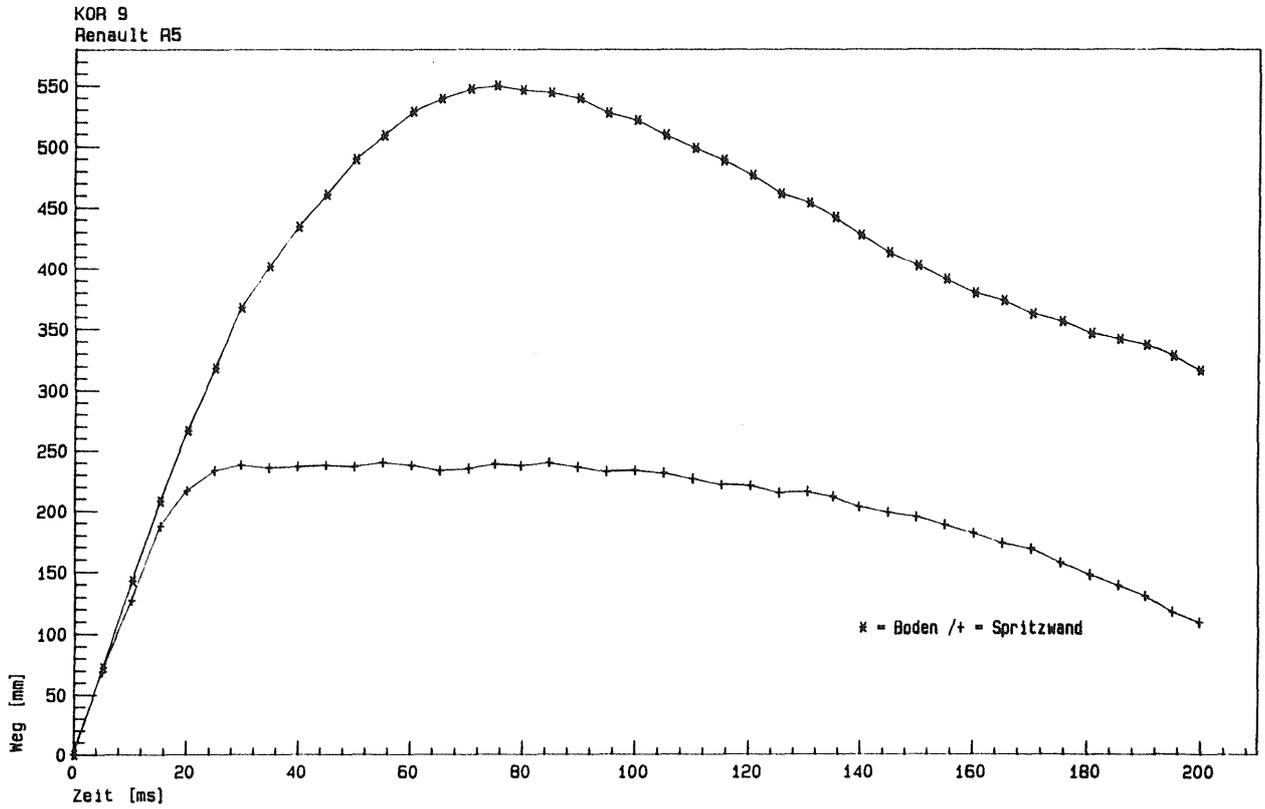


Bild F 20: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls Renault 5 (KOR 9)

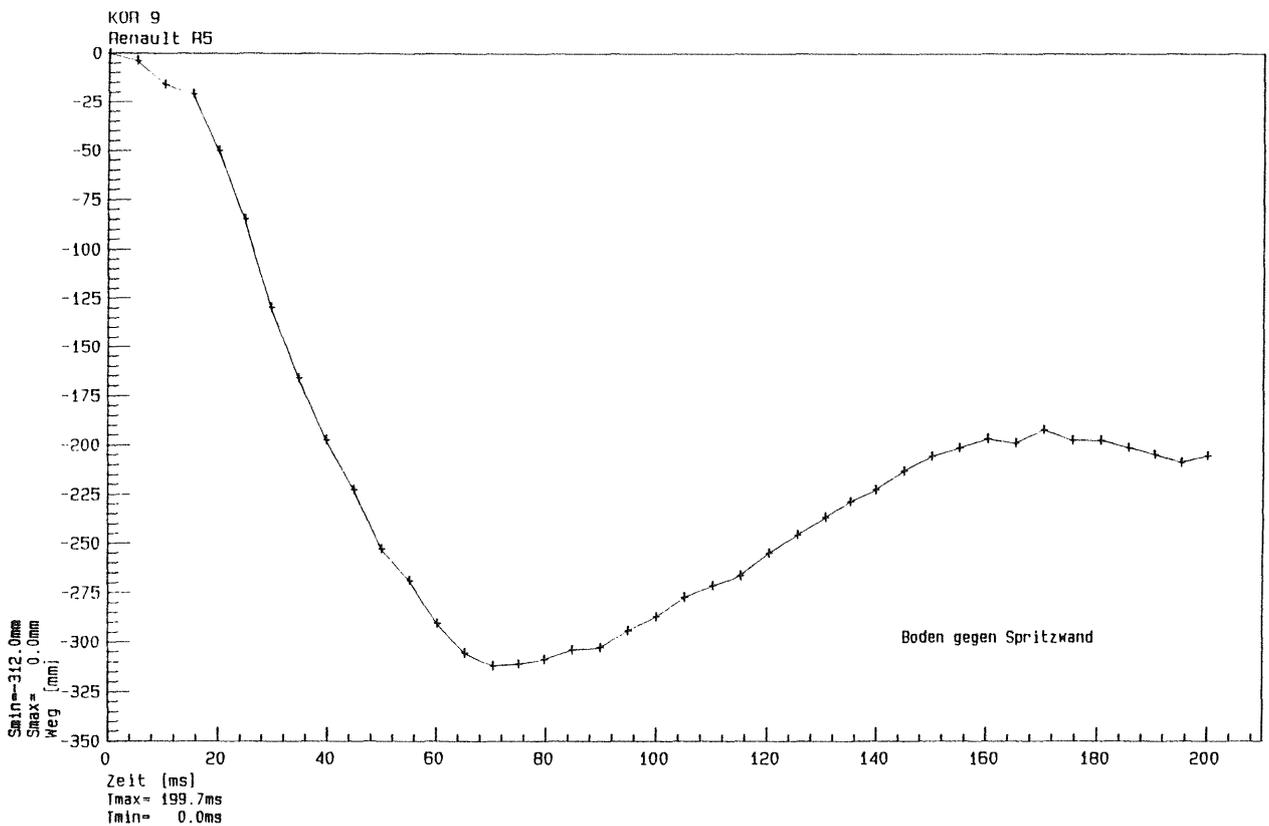


Bild F 21: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls Renault 5 (KOR 9)

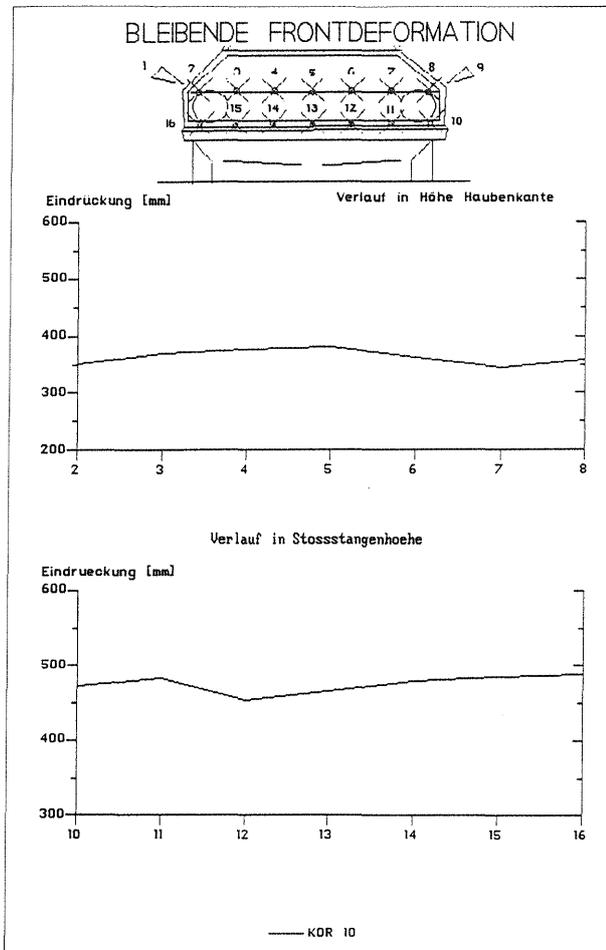


Bild F 22: Bleibende Frontdeformation des Tests mit dem Opel Kadett (KOR 10)

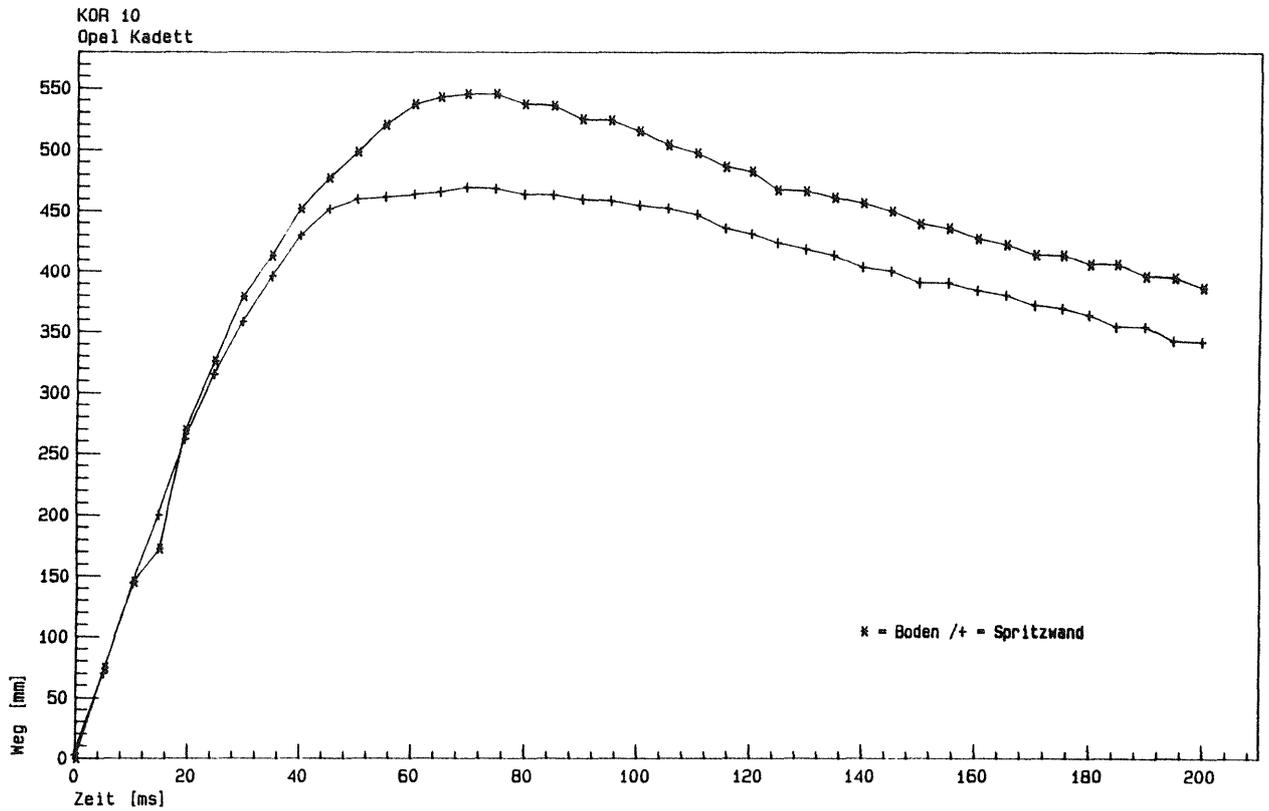


Bild F 23: Vorverlagerung des Fahrzeugbodens und der Spritzwand während des Aufpralls Opel Kadett (KOR 10)

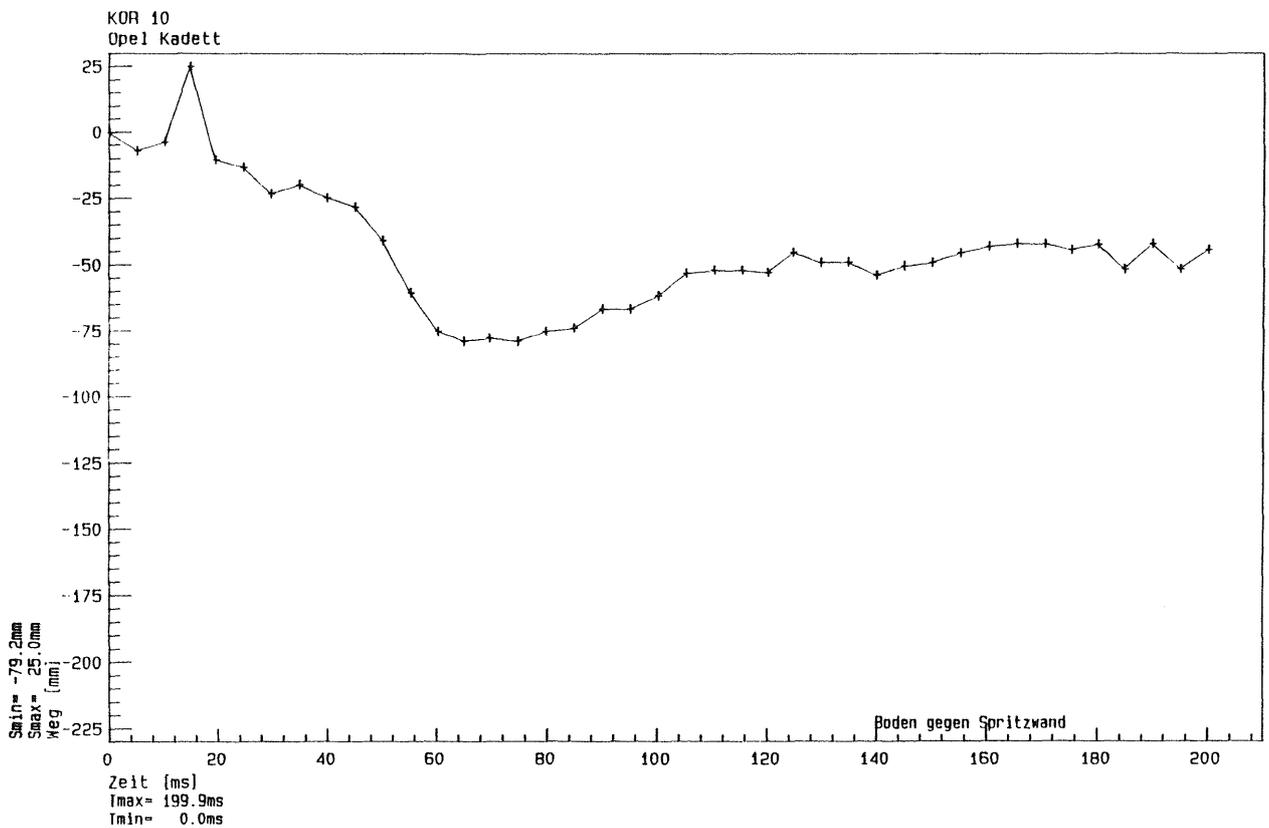


Bild F 24: Relativbewegung zwischen Boden und Spritzwand während des Aufpralls Opel Kadett (KOR 10)

Anhang G
Veränderung der Innenräume
Lenksäuleneindringungen

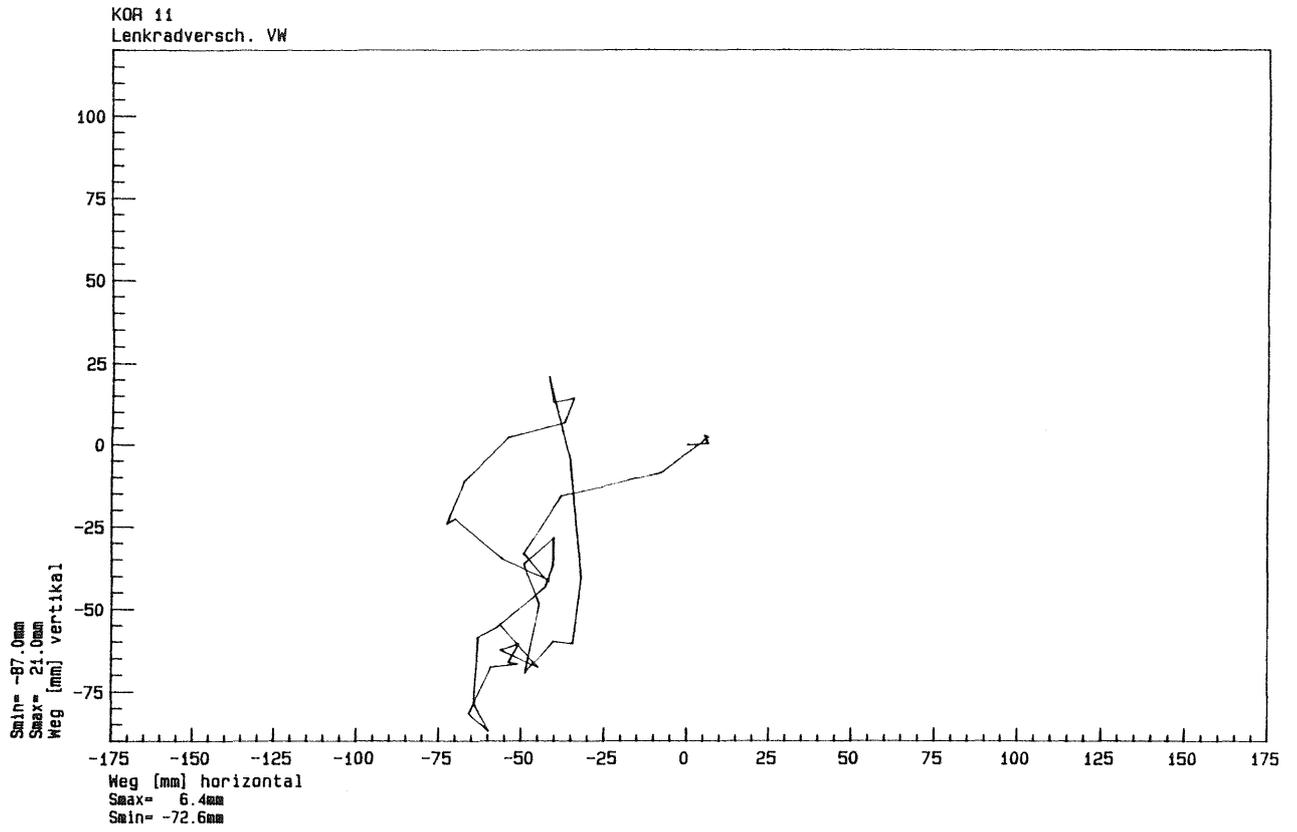


Bild G 1: Lenkradverlagerung des Tests mit dem VW Golf II (KOR 11)

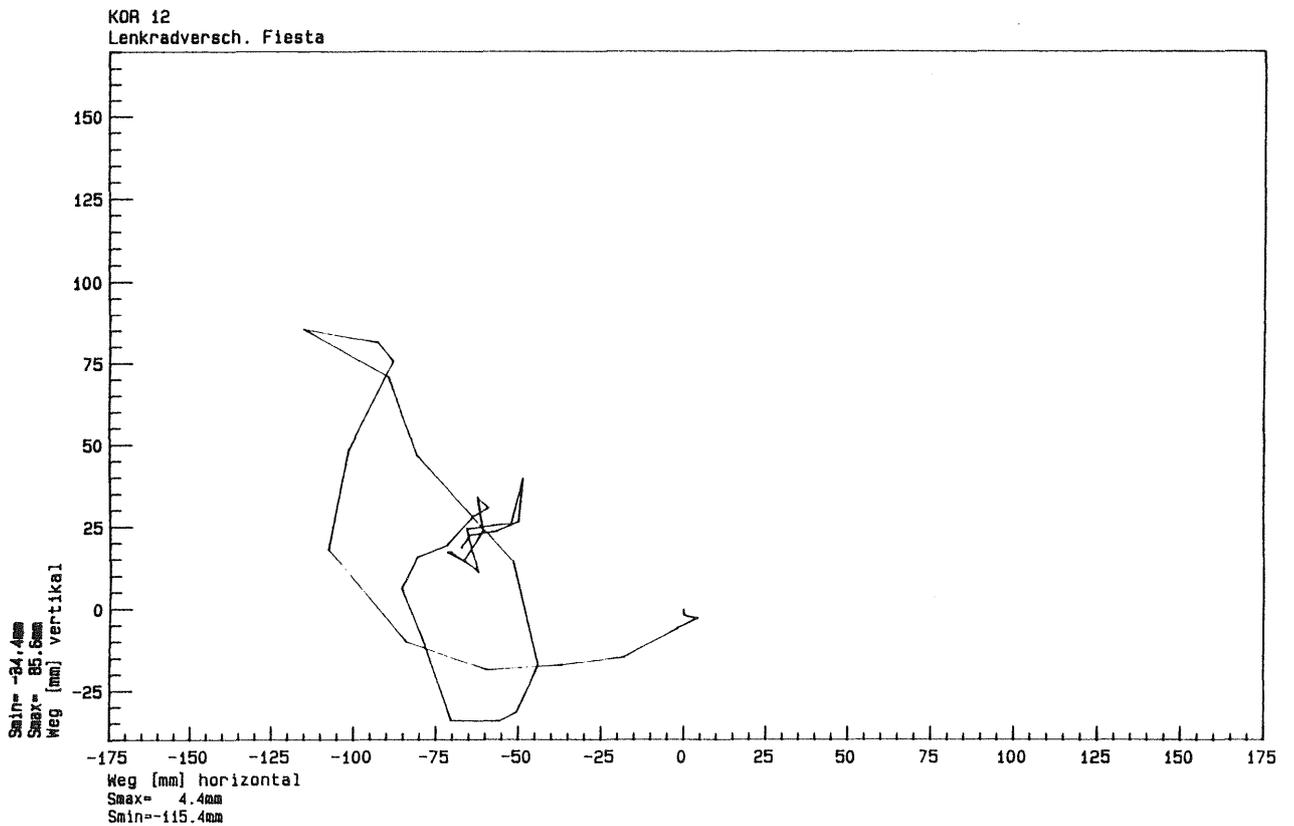


Bild G 2: Lenkradverlagerung des Tests mit dem Ford Fiesta (KOR 12)

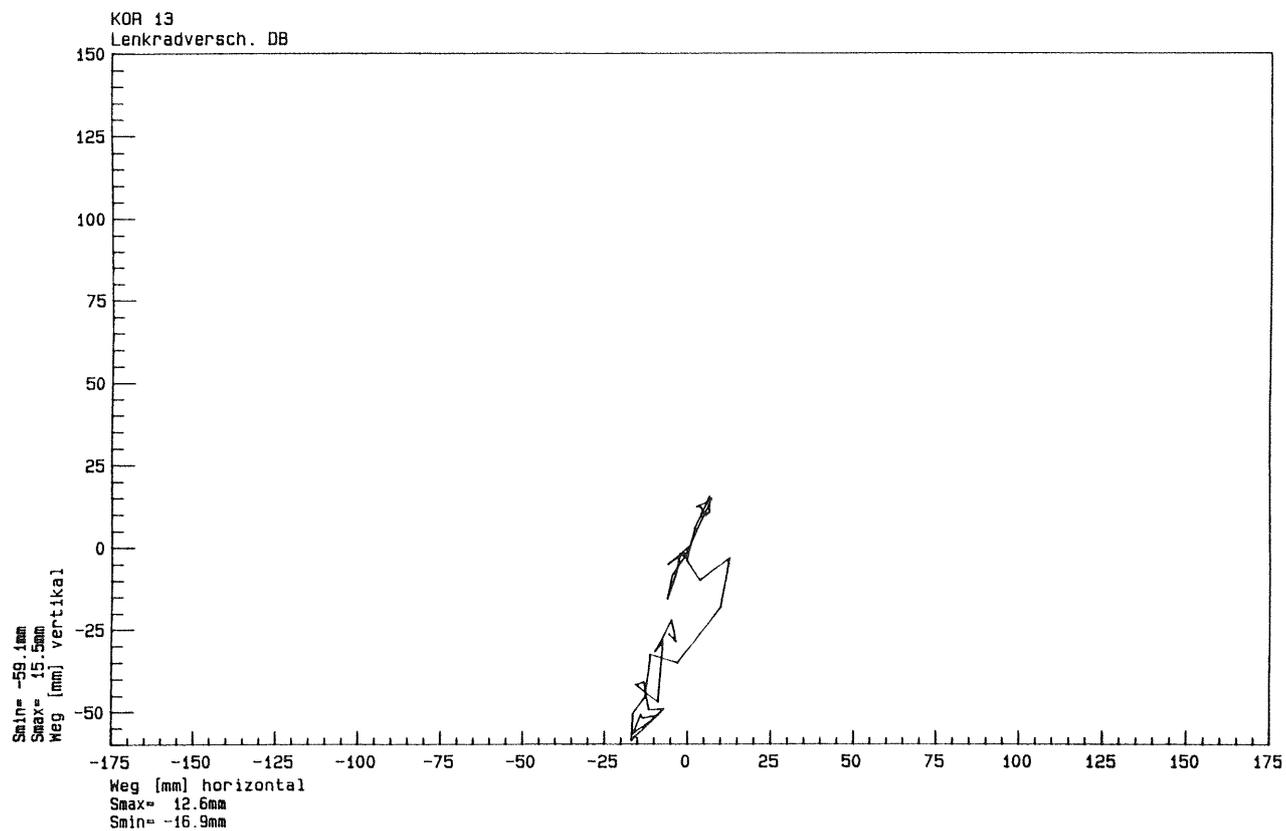


Bild G 3: Lenkradverlagerung des Tests mit dem MB W 124 (KOR 13)

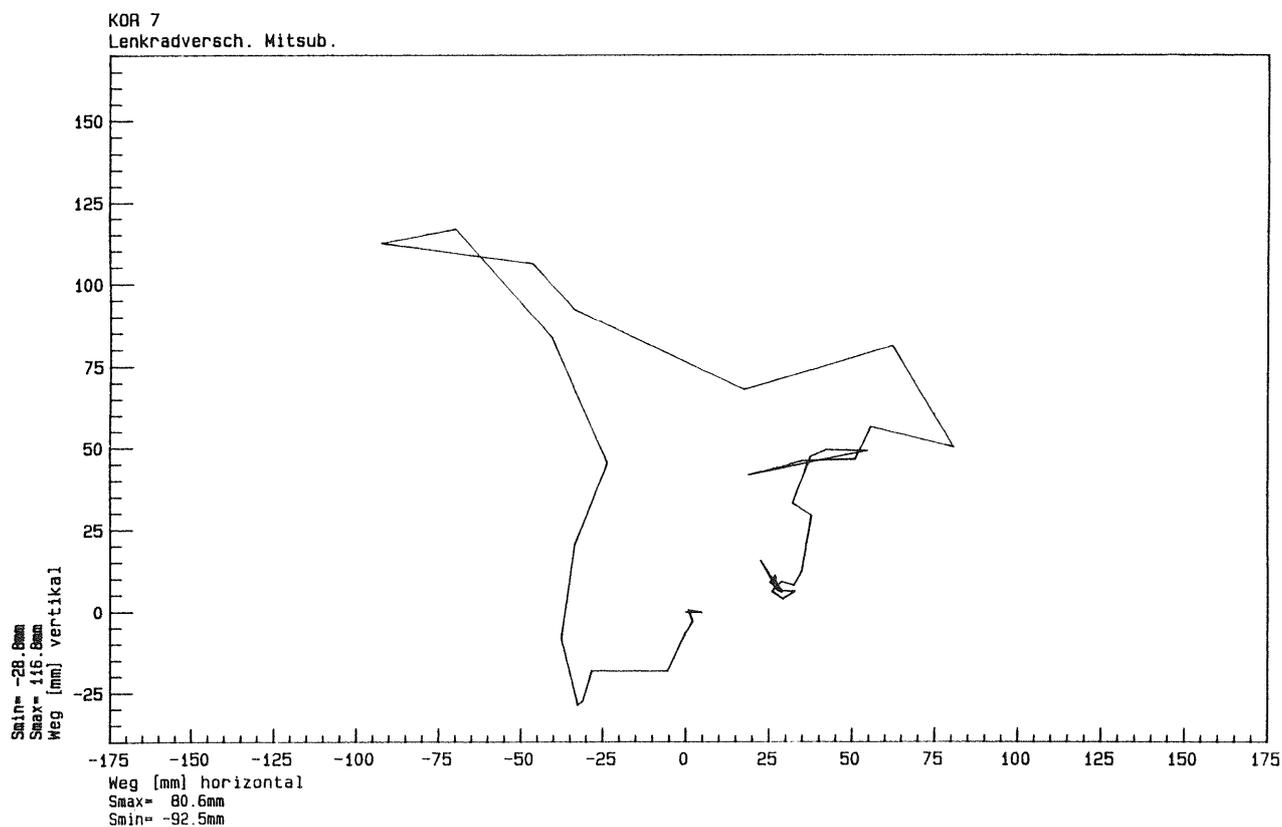


Bild G 4: Lenkradverlagerung des Tests mit dem Mitsubishi Colt (KOR 7)

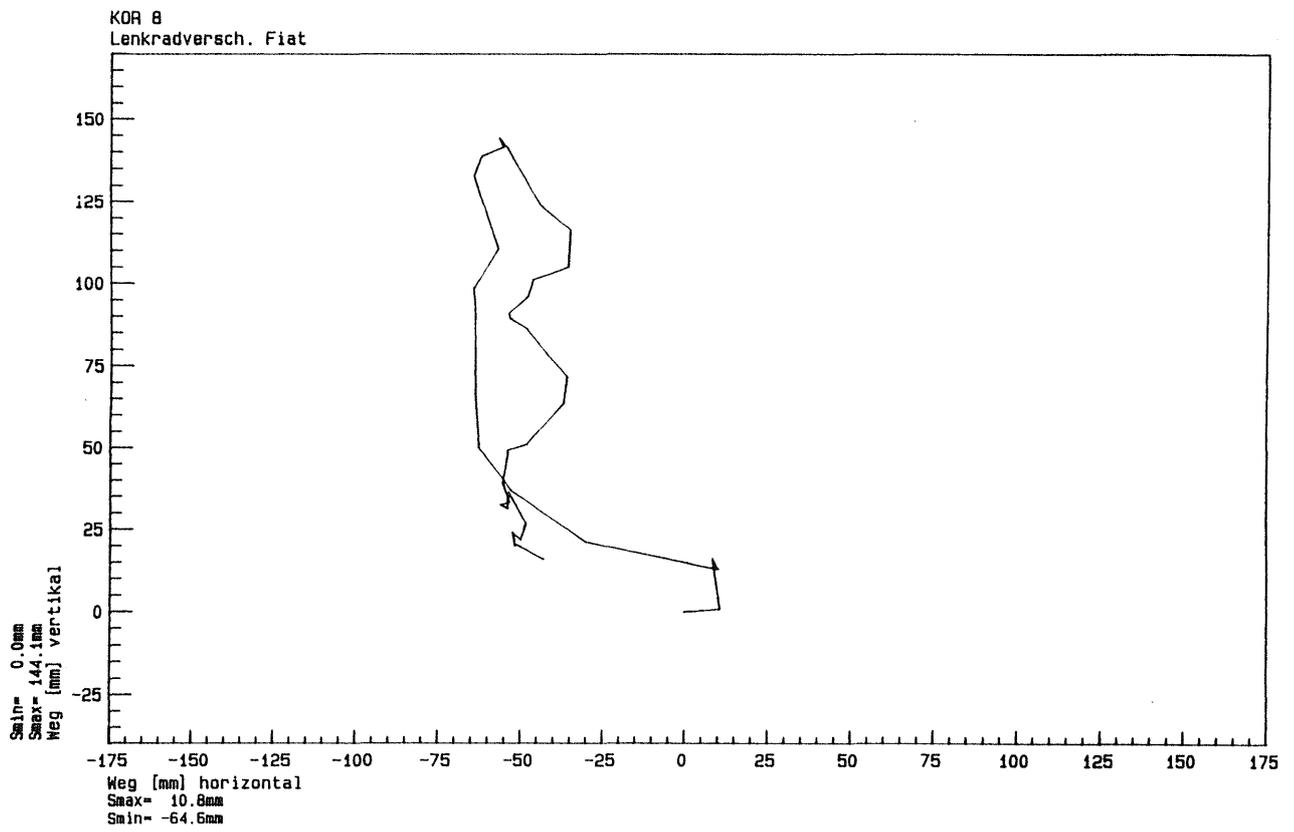


Bild G 5: Lenkradverlagerung des Tests mit dem Fiat Panda (KOR 8)

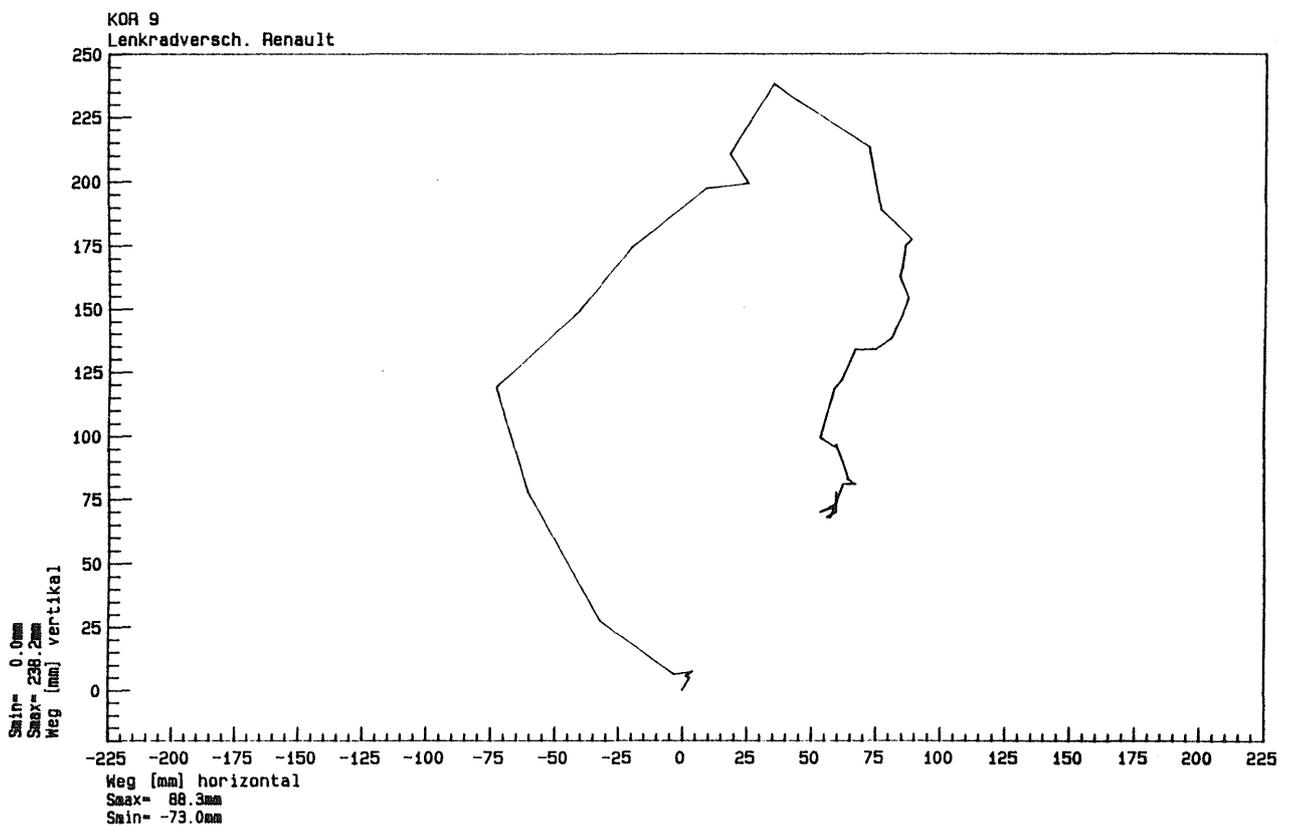


Bild G 6: Lenkradverlagerung des Tests mit dem Renault 5 (KOR 9)

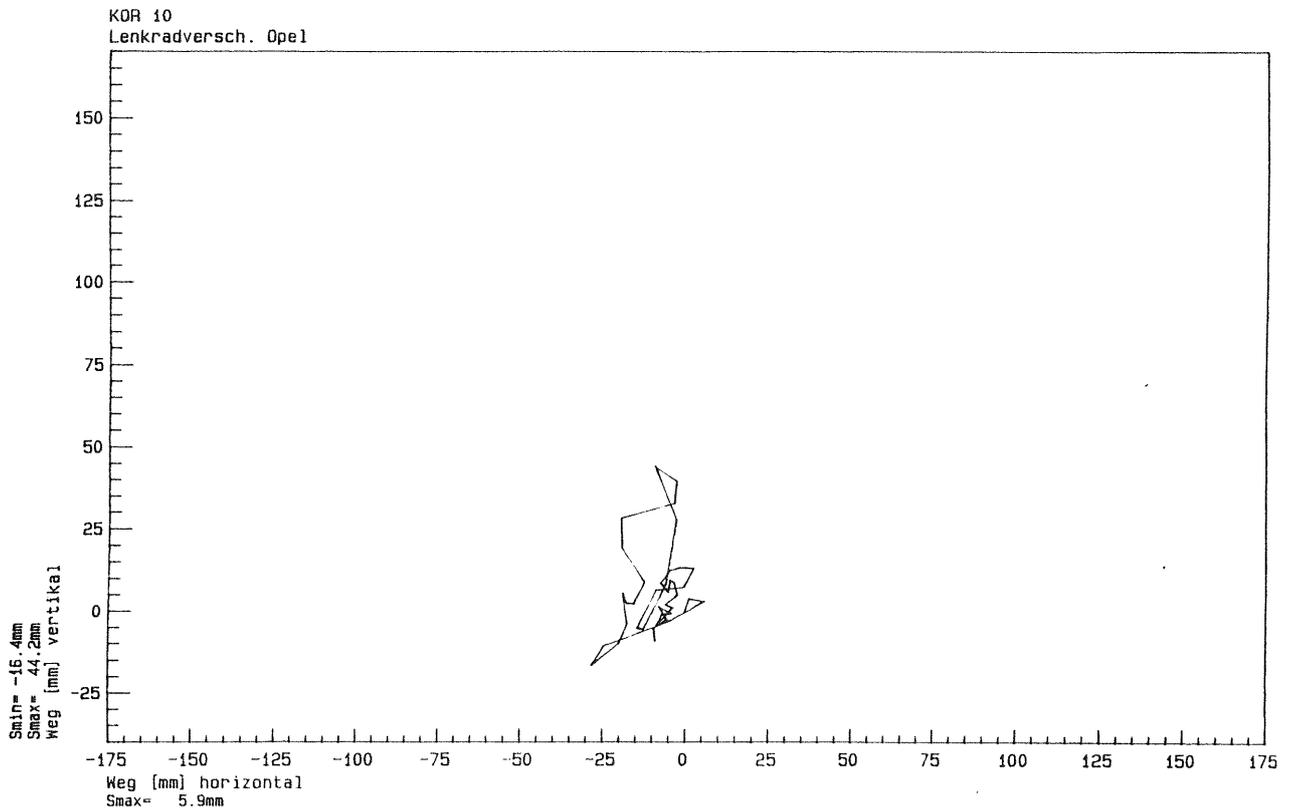


Bild G 7: Lenkradverlagerung des Tests mit dem Opel Kadett (KOR 10)

Innenraumgröße* ECE-R 33	VW Golf II KOR 11	Fiesta KOR 12	MB W 124 KOR 13
H-Punkt – Instrumententafel rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt
H-Punkt – Fußraumstirnwand rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt
Fußraumbreite am Bremspedal rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt
Verringerung des Abstandes Boden – Dach rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt

* Prüfkonditionen und Meßwertermittlung sind in Anhang E erklärt

Tab. G 8: Erfüllung von Kriterien zur Innenraumgröße für die Versuche mit den korrosionsgeschützten Fahrzeugen

	VW Golf KOR 11	Ford Fiesta KOR 12	MB W 124 KOR 13
Lenksäulenverschiebung in mm ECE-R 12 Grenzwert 127 mm	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Türöffnungsverhalten ECE-R 33 Fronttür rechts Fronttür links	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt

Tab. G 9: Vergleich von Kriterien, die das Verhalten von Fahrzeugkomponenten beschreiben für die Versuche mit den korrosionsgeschützten Fahrzeugen

Innenraumgröße* ECE-R 13	Mitsubishi Colt KOR 7	Fiat Panda KOR 8	Renault 5 KOR 9	Opel Kadett KOR 10
H-Punkt – Instrumententafel rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt nicht erfüllt	nicht erfüllt nicht erfüllt	erfüllt erfüllt
H-Punkt – Fußraumstirnwand rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	nicht erfüllt nicht erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt
Fußraumbreite am Bremspedal rechter Sitz linker Sitz	kein Mitteltunnel	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt
Verringerung des Abstandes Boden – Dach rechter Sitz linker Sitz	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt

* Prüfkonditionen und Meßwertermittlung sind in Anhang E erklärt

Tab. G 10: Erfüllung von Kriterien zur Innenraumgröße für die Versuche stark korrodierter Fahrzeuge

	KOR 7	KOR 8	KOR 9	KOR 10
Lenksäulenverschiebung in mm ECE-R 12 Grenzwert 127 mm	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt
Türöffnungsverhalten ECE-R 33 Fronttür recht Fronttür links	erfüllt nicht erfüllt	nicht erfüllt nicht erfüllt	erfüllt erfüllt	erfüllt erfüllt

Tab. G 11: Vergleich von Kriterien, die das Verhalten von Fahrzeugkomponenten beschreiben für die Versuche mit den stark korrodierten Fahrzeugen

Anhang H

Photographien stark korrodierter Stellen vor und nach dem Test, Photo nach dem Test kenntlich gemacht in mitphotographierter Tafel durch „N.V.“

Fahrzeug: KOR 7

Stelle 34

↗ FR

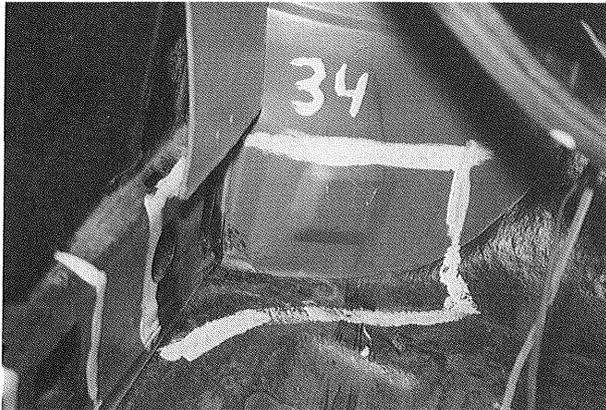


Photo H 1:

Lage: Fz.-Innenraum vorne, Fahrerseite
Übergangsbereich Türinnenschweller – Radkasten – Bodenblech

Besichtigung: Lack intakt, keine Korrosionsauffälligkeit
Corrotest-Untersuchung: wie Meßstelle 27

Fahrzeug: KOR 7

Stelle 50

← FR

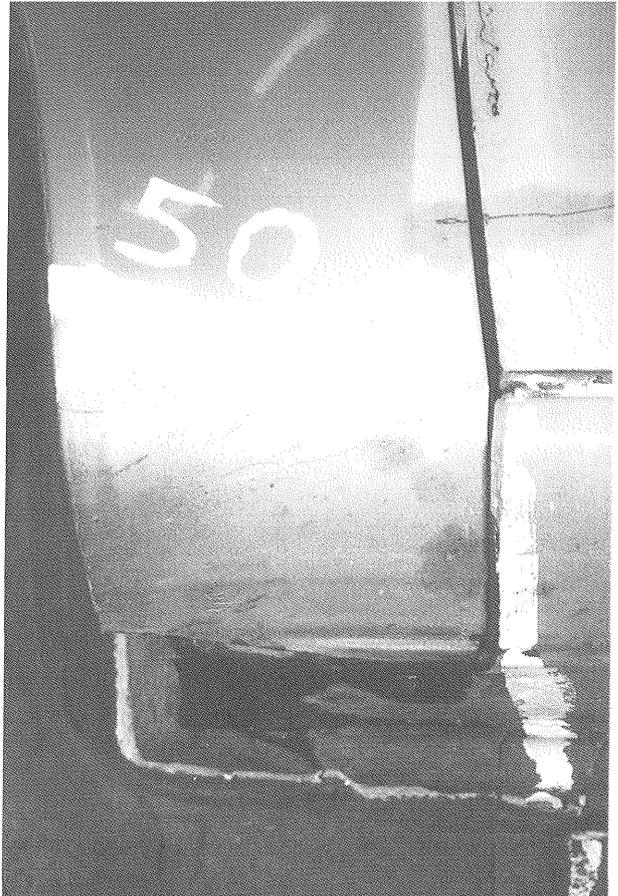


Photo H 2/1:

Lage: Übergangsbereich vorderer Außentürschweller – Radkasten, Fahrerseite

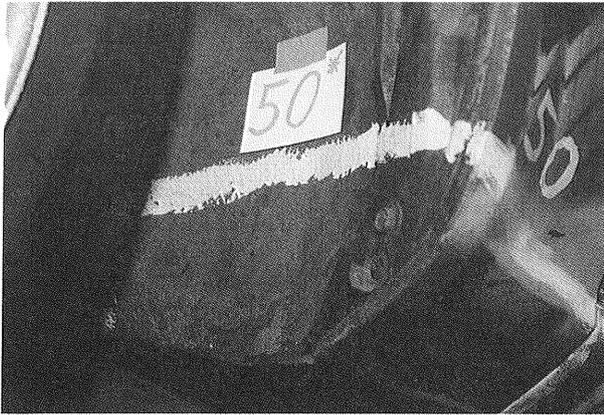
Besichtigung: Korrosion mit Lochbildung durch Meßstelle 34 (Bodenbereich) beschrieben, sonst keine Korrosionsauffälligkeit

Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung

Fahrzeug: KOR 7

Stelle 50

← FR

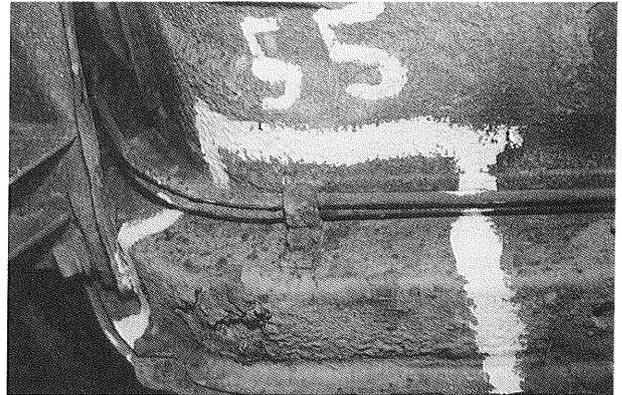


(schräg von vorne fotografiert)

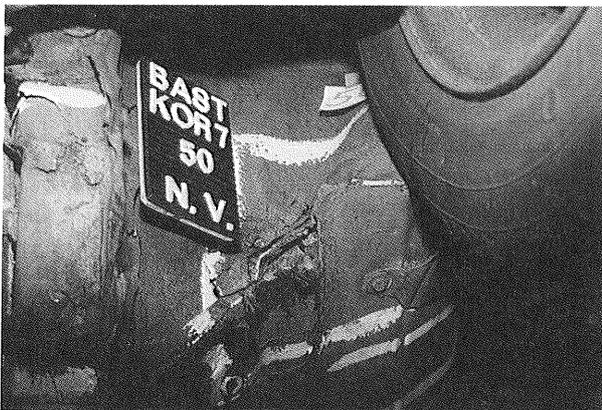
Fahrzeug: KOR 7

Stelle 55

← FR



↑ FR



(von unten fotografiert)

Photo H 2/2:

Lage: Übergangsbereich vorderer Außentürschweller – Radkasten, Fahrerseite

Besichtigung: Korrosion mit Lochbildung durch Meßstelle 34 (Bodenbereich) beschrieben, sonst keine Korrosionsauffälligkeit

Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung

↑ FR

**Photo H 3:**

Lage: Längsträger, Beifahrerseite

Ende des Krümmungsbereiches (von vorne gesehen: abfallend)

Besichtigung: Unterbodenschutz teilweise abgeblättert. Oberste Blechschicht ist teilweise abkorrodiert, darunterliegende Blechschicht ist stark ankorrodiert

In diesem Bereich sehr dickes Trägerblech

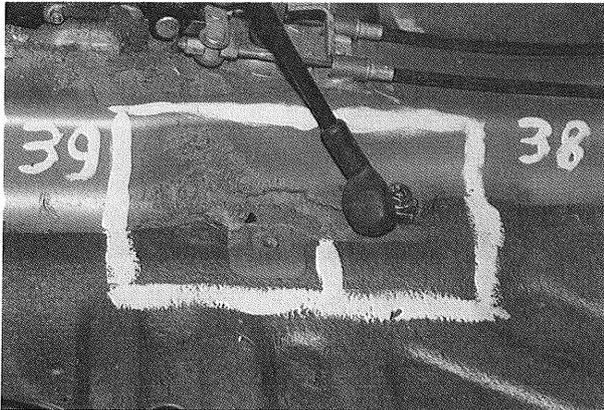
=> trotz Korrosion mechanisch stabil

Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung

Fahrzeug: KOR 7

Stelle 39

← FR

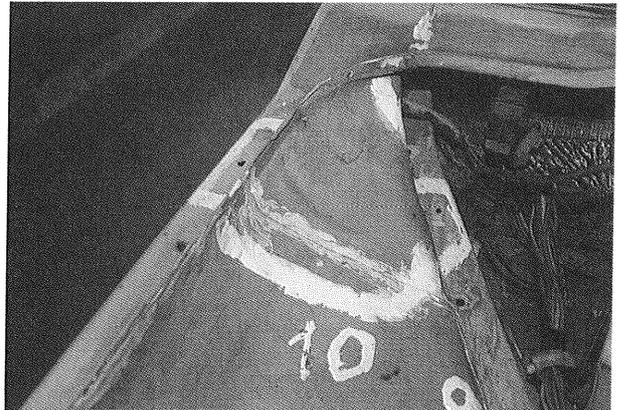


Meßstelle 39 nach teilweiser Offenlegung

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 10

↙ FR



← FR



Photo H 4:

Lage: Gurtpeitschenbefestigung Fahrersitz, Übergangsbereich Mitteltunnel – Bodenblech

Besichtigung: starke Korrosion mit Abrostung des oberen Bodenbleches, darunterliegendes dickeres Blech ist stark ankorrodiert, Lochbildung nach mechanischer Prüfung

Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung



Photo H 5:

Lage: Motorraum hinten, Beifahrerseite

Besichtigung: keine Korrosionsauffälligkeit, kleines Rep.-Blech vorhanden

Corrotest-Untersuchung: Corrotest-Anzeige „rot“ an Übergangskante Längsträger – Innenkotflügel. Überprüfen der Anzeige durch Durchstoßen des Bereiches (Länge ca. 4 cm) mit Schraubenzieher.

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 11

↙ FR

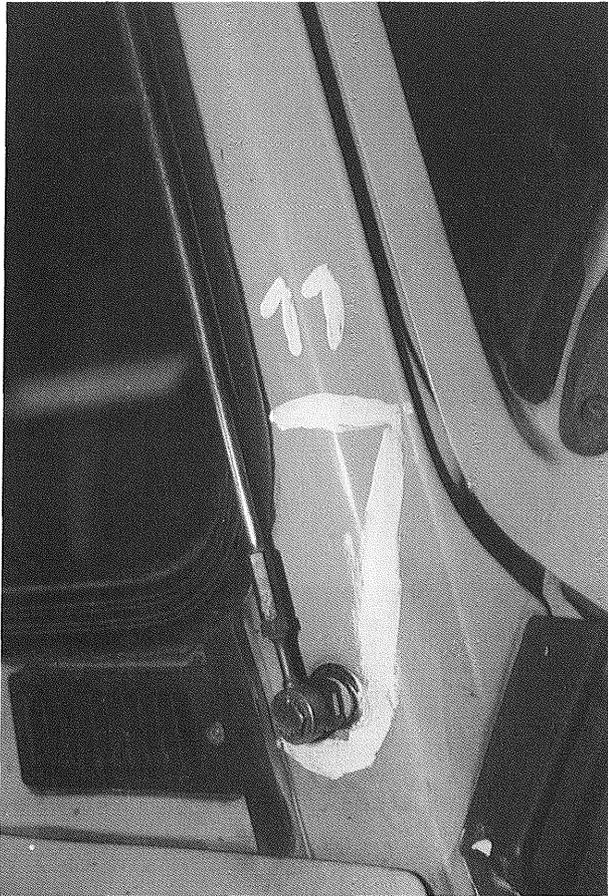


Photo H 6/1:

Lage: Rahmen Frontscheibe unten, Fahrerseite
 Besichtigung: Lack intakt, keine Korrosionsauffälligkeit
 Bemerkung: unterhalb von Meßstelle 11 Blasenbildung am Lack
 Corrotest-Untersuchung: Meßstelle 11 alles „grün“, unterhalb Meßstelle 11 Anzeige „rot“
 => punktuelle Durchrostung mit Lochbildung

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 11

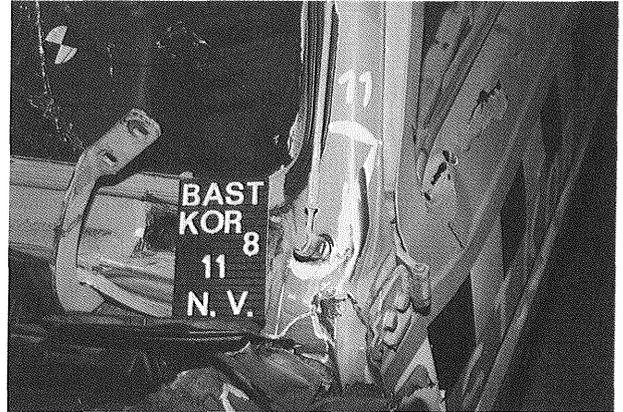


Photo H 6/2:

Lage: Rahmen Frontscheibe unten, Fahrerseite
 Besichtigung: Lack intakt, keine Korrosionsauffälligkeit
 Bemerkung: unterhalb von Meßstelle 11 Blasenbildung am Lack
 Corrotest-Untersuchung: Meßstelle 11 alles „grün“, unterhalb Meßstelle 11 Anzeige „rot“
 => punktuelle Durchrostung mit Lochbildung

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 41

↑ FR

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 41



Photo H 7/1:

Lage: Übergangsbereich Fahrzeugboden – Mitteltunnel, Meßstelle links vom Mitteltunnel in Höhe A-Säule (in FR gesehen)

Besichtigung: starke Oberflächenkorrosion mit Loch- und Rißbildung

Corrotest-Untersuchung: siehe Beiblatt

AWRIV - Forschungsverbund „Passive Sicherheit“ (BAST)														
Fahrzeug-Nr.: KOR 8						Prüf-Nr.: Stelle 41								
KFE-Typ:						G.-Nr.:								
Bj.:						Blatt-Nr.:								
Corrotest														
Prüf-Stelle	Prüfbereich	Rasterung												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Prüfbereich ist das ganze Feld	1						X						
		2						X						
		3						X						
		4						X						
		5						X						
		6					X	/						
		7	/	X			X	X						
		8	X	X	/	X								
		9	X	X	X	X								
		10	X	X	X	X	X	X						
		11		X	X	X	X	X	/					
		12	X	X	X	X	X	X	/					
		13	X	X	X	X	X	X	/					
		14	X	X	X	X		X	/					
		15	X	X	X	X		/	/					
		16	/	X	X	X		/	/					
		17	X	X	X	X	X	/	/					
		18	X	X	X	X	X	X						
		19	X	X	X	X	X	X						
		20	X	X	X	X	X	X						
		21	X	/	X	X	X	X						
		22	/	/	X	X	X	X						

Beiblatt zu Photo H 7/1

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 41

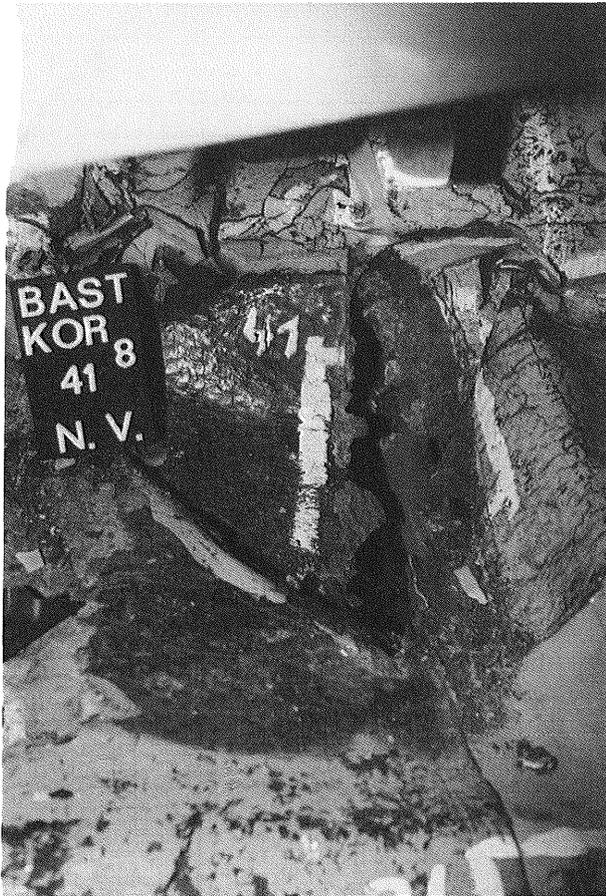


Photo H 7/2:

Lage: Übergangsbereich Fahrzeugboden – Mitteltunnel,
 Meßstelle links vom Mitteltunnel in Höhe A-Säule (in FR gesehen)

Besichtigung: starke Oberflächenkorrosion mit Loch und
 Ribbildung

Corrotest-Untersuchung: siehe Beiblatt

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 43

↗ FR

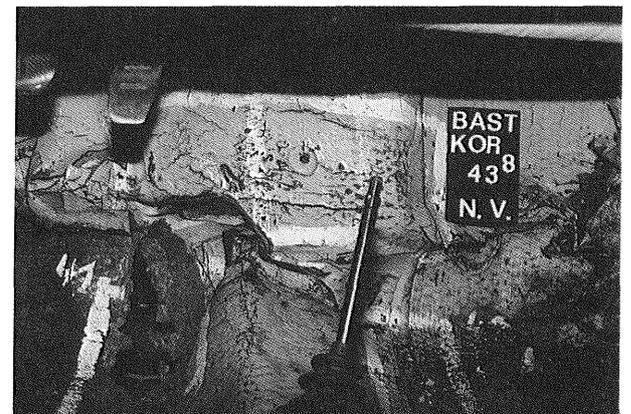
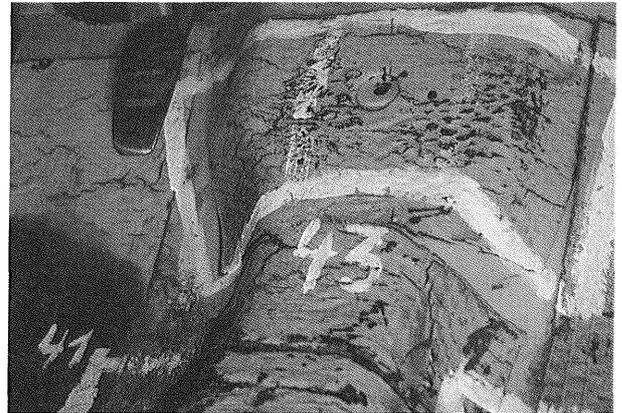


Photo H 8:

Lage: vorderer Bereich Mitteltunnel

Besichtigung: keine Korrosionsauffälligkeit

Corrotest-Untersuchung: alles „grün“

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 50

↓ FR

Fahrzeug: KOR 8

Stelle 50

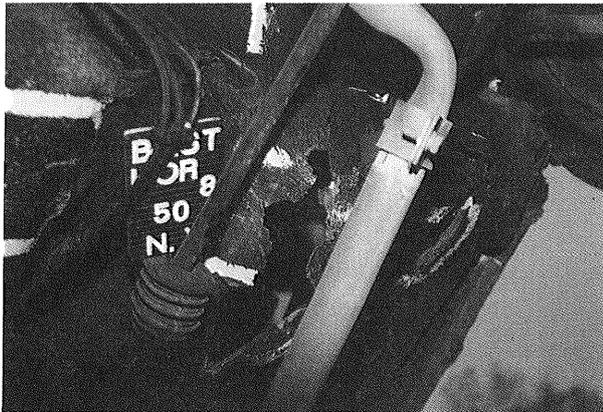
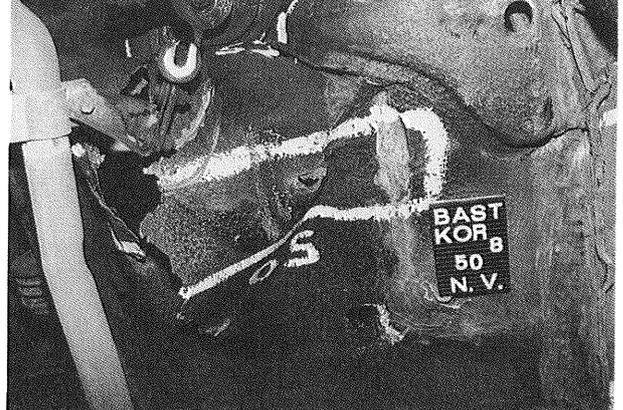


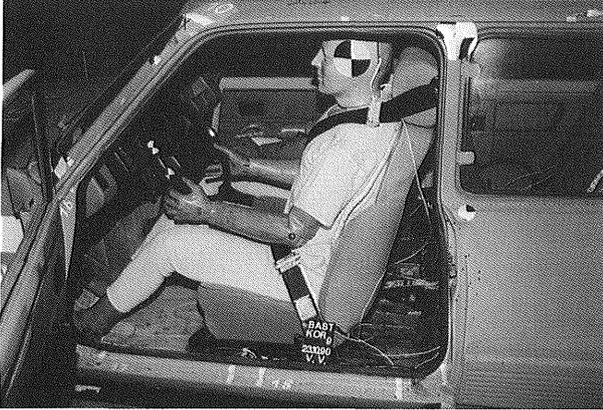
Photo H 9/1:

Lage: Bodenblech in Höhe A-Säule, Fahrerseite
 Besichtigung: abgeblätterter Unterbodenschutz, durchgehender Riß durch Meßstelle 41 vom Fz-Innenraum schon untersucht und beschrieben, sonst mechanisch stabil
 Corrotest-Untersuchung: Abtasten mit Corrotest ergab ähnliche Werte wie Meßstelle 41.

Photo H 9/2:

Lage: Bodenblech in Höhe A-Säule, Fahrerseite
 Besichtigung: abgeblätterter Unterbodenschutz, durchgehender Riß durch Meßstelle 41 vom Fz-Innenraum schon untersucht und beschrieben, sonst mechanisch stabil
 Corrotest-Untersuchung: Abtasten mit Corrotest ergab ähnliche Werte wie Meßstelle 41.

Fahrzeug: KOR 9



Fahrzeug: KOR 9

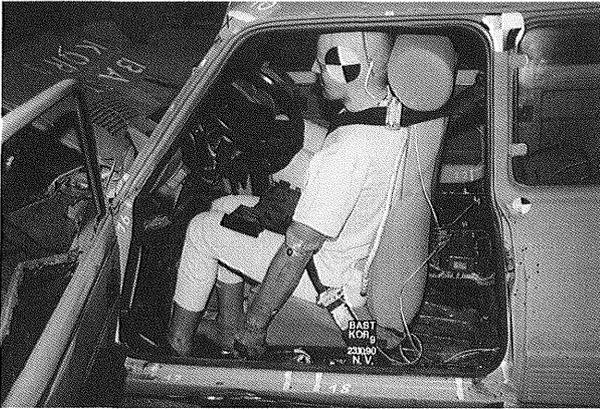


Photo H 11:
Renault 5 (KOR 9) vor und nach dem Test

Photo H 12:
Renault 5 (KOR 9) vor und nach dem Test

Fahrzeug: KOR 9

Stelle 3

↘ FR

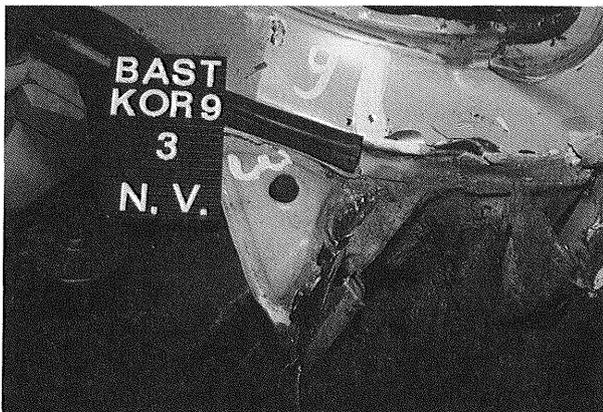
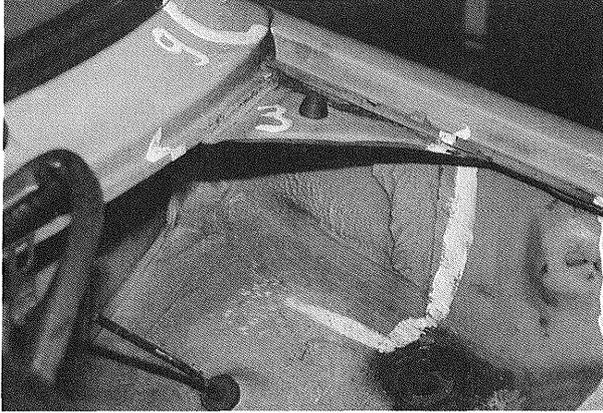


Photo H 13:

Lage: Motorraum hinten, Fahrerseite
 Übergangsbereich Außenkotflügel – Innenkotflügel – Stirn-
 wand
 Besichtigung: intakter Lack, keine Korrosionsauffälligkeit
 Corrotest-Untersuchung: alles „grün“

Fahrzeug: KOR 9

Stelle 25

↗ FR



Photo H 14/1:

Lage: vorderer Türeinstiegsschwellerbereich, Beifahrerseite
 Besichtigung: starke Korrosion mit Loch- und Rißbildung,
 überwiegend am Übergang Türschweller – A-Säule
 Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung

Fahrzeug: KOR 9

Stelle 25



Photo H 14/2:

Lage: vorderer Türeinstiegsschwellerbereich, Beifahrerseite
 Besichtigung: starke Korrosion mit Loch- und Rißbildung, überwiegend am Übergang Türschweller – A-Säule
 Corrotest-Untersuchung: gemäß Besichtigung

Fahrzeug: KOR 9

Stelle 40

↑ FR

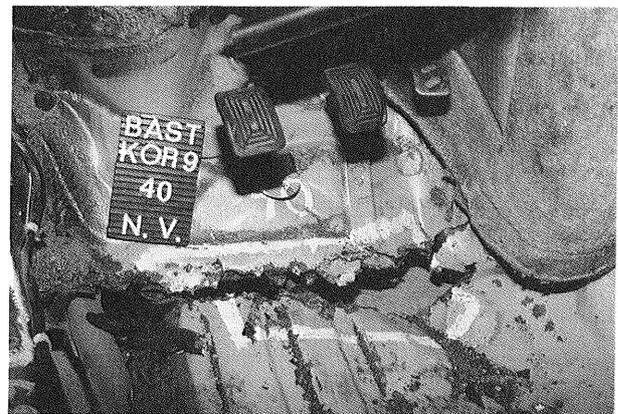
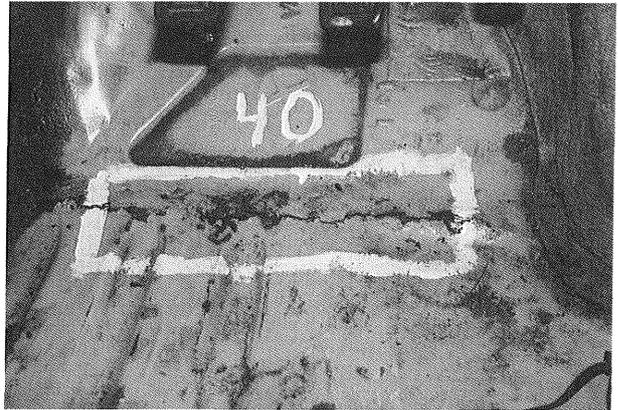


Photo H 15:

Lage: Fußbodenbereich Fz-Innenraum in Höhe der A-Säule, Fahrerseite
 Besichtigung: Lack großflächig aufgeplatzt, Oberflächenkorrosion, durchgehender Riß im Meßbereich (quer zur Fz-Längsachse)
 Corrotest-Untersuchung: siehe Beiblatt

Fahrzeug: KOR 9

Stelle 40

Fahrzeug: KOR 10

Stelle 31

FR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				X	X	X							
2				X	X	X							
3				X	X	X							
4				X	X	X							
5				X	X	X							
6				X	X	X							
7				X	X	X							
8				X	X	X							
9				X	X	X							
10				X	X	X							
11				X	X	X							
12				X	X	X							
13				X	X	X							
14				X	X	X							
15				X	X	X							
16				X	X	X							
17				X	X	X							
18				X	X	X							
19				X	X	X							
20				X	X	X							
21				X	X	X							
22				X	X	X							

Meßbruch ist das gesamte Radst ev ferd

40



Photo H 16/1:

Lage: Fz-Innenraum, Beifahrerseite
Übergang (Krümmung) Längsträger – Türschweller oberhalb Anschluß Radkasten, unterhalb Bodenblech in Fahrtrichtung gesehen Anschluß Stirnwand
Besichtigung: Bodenblech großflächig durchgerostet, Stirn- wand punktuell durchgerostet, starke Oberflächenkorrosion im Krümmungsbereich Träger, mechanische Stabilität im Träger- und Radkastenbereich, Stirnwandbereich durch Meßstelle 12 beschrieben
Corrotest-Untersuchung: (siehe auch Beiblatt)
Anzeige „rot“ im Kantenbereich bzw. Übergang Bodenblech zu Krümmung Träger, durch starke Korrosion mit Lochbil- dung des Bodenbleches.
Anzeige „rot“ im Trägerbereich, verursacht durch Reste des wegkorrodierten Bodenbleches auf sonst mechanisch stabilem Trägerblech.

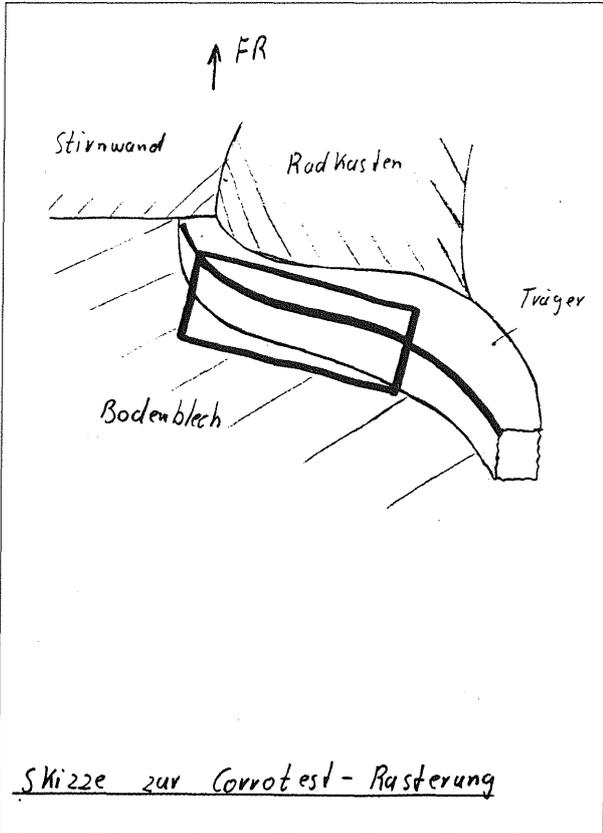
Beiblatt Photo H 15, Stelle 20

Fahrzeug: KOR 10

Stelle 31

Fahrzeug: KOR 10

Stelle 31



Beiblatt zu Photo H 16/1, Stelle 31

RWTH - Forschungsvorhaben „Passive Sicherheit“ (BAST)													
Fahrzeug-Nr.: KOR 10						Prüf-Nr.: Stelle 31							
KFZ-Typ:						Blatt-Nr.:							
Sp.:													
Corrotest													
Prüf-Selle	Prüfbereich	Rasterung											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1													
2	Prüfbereich												
3													
4											X	X	X
5										X	X	X	X
6							/		X	X	X	X	X
7							/		X	X	X	X	X
8						X							
9				X	X	X				/			
10				X	X	X			/				
11				X	X	X			X				
12				X	X	X	/		X	X	/		
13				X	X	X	/		X	X	/		
14				X	X	X	/	X	X	X			
15		X	X	X	X	X	/	X	X				X
16		X	X	X	X	X	/	X	X	/	X	X	/
17		/	X	X	/	X	X		X	/			
18		X	X	X	X	X	/	X	X	X	X	X	X
19		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21		X	X	/	X	X	/	X	X	X	X	X	X
22		X	X	X	X	X	/	X	X	X	X	X	X

Beiblatt zu Photo H 16/1

Fahrzeug: KOR 10

Stelle 31

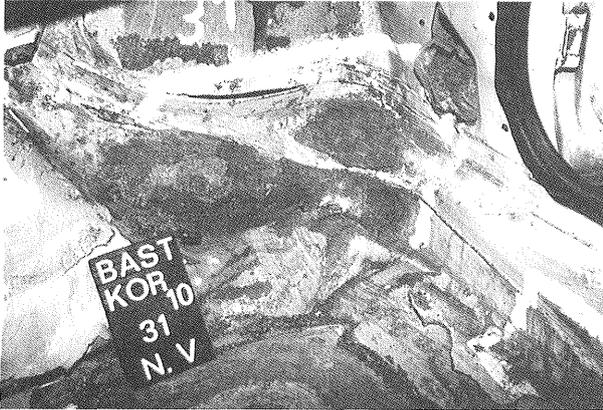


Photo H 16/2: (nach Versuch)

Lage: Fz-Innenraum, Beifahrerseite

Übergang (Krümmung) Längsträger – Türschweller oberhalb
Anschluß Radkasten, unterhalb Anschluß Bodenblech in
Fahrtrichtung gesehen Anschluß Stirnwand

Besichtigung: Bodenblech großflächig durchgerostet, Stirn-
wand punktuell durchgerostet, starke Oberflächenkorrosion
im Krümmungsbereich Träger, mechanische Stabilität im
Träger- und Radkastenbereich, Stirnwandbereich durch
Meßstelle 12 beschrieben

Corrotest-Untersuchung: (siehe auch Beiblatt)

Anzeige „rot“ im Kantenbereich bzw. Übergang Bodenblech
zu Krümmung Träger, durch starke Korrosion mit Lochbil-
dung des Bodenbleches.

Anzeige „rot“ im Trägerbereich, verursacht durch Reste des
wegkorrodierten Bodenbleches auf sonst mechanisch stabili-
em Trägerblech.

Schriftenreihe

**Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen**

Unterreihe „Fahrzeugtechnik“

**F1: Einfluß der Korrosion auf die passive Si-
cherheit von Pkw**

von E. Faerber und G.-D. Wobben

88 Seiten, 1993

DM 23,50

Zu beziehen durch:
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon (04 71) 4 60 93-95, Telefax (04 71) 4 27 65