

Vogel Fachbuch

Service-Fibel

Uwe Rokosch

# Airbag und Gurtstraffer

Uwe Rokosch  
Airbag und Gurtstraffer

---

Service-Fibel

Dipl.-Ing. Uwe Rokosch

# Airbag und Gurtstraffer

2., überarbeitete Auflage

Vogel Buchverlag

Dipl.-Ing. UWE ROKOSCH

Jahrgang 1959

Nach dem Maschinenbau-Studium mit Fachrichtung Kraftfahrzeugtechnik an der TU Dresden bis 1990 Tätigkeit als Konstrukteur in den Bereichen Produktionsvorbereitung/Instandsetzungstechnologie und Rechentechnik im VE Verkehrskombinat Magdeburg.

Von 1990 bis 1995 Dozent für Kfz-Technik und Straßenverkehrsrecht bei einem privaten Bildungsträger. Seit 1995 Geschäftsführer und Dozent für Kfz-Technik in der Kfz-Meisterausbildung. Genehmigter AU-Lehrgangleiter. Seit 1994 Berufung als Mitglied des Meisterprüfungsausschusses der HWK Magdeburg für das Kfz-Technikerhandwerk. Seit 2002 Berufung als Mitglied Prüfungsausschuss Kfz-Servicetechniker der IHK Magdeburg.

Weitere Informationen unter [www.vogel-buchverlag.de](http://www.vogel-buchverlag.de)

---

ISBN 978-3-8343-3242-4

2. Auflage 2011

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Printed in Germany

Copyright 2002 by Vogel Industrie Medien GmbH & Co. KG, Würzburg

---

# Vorwort

In den letzten Jahren hat die Ausstattung mit pyrotechnischen Airbag- und Gurtstraffersystemen in Kraftfahrzeugen eine rasante Entwicklung genommen. Sechs bis acht verschiedene Systeme sind auch in Fahrzeugen der Mittelklasse Standard. Neue Airbagsysteme stehen vor der Serieneinführung. Bis zu zwanzig Airbags in einem Fahrzeug sind keine Utopie mehr. Auch der Pre-crash-Bereich und der Post-crash-Bereich spielen bei komplexen Sicherheitssystemen eine wichtige Rolle. Um alle denkbaren Sitzpositionen der Insassen bei der Airbag-Auslösung zu erfassen, werden neue Sensoren entwickelt. Durch die zunehmende Airbag-Ausstattung der Fahrzeuge werden zwangsläufig alle Mitarbeiter in Werkstätten und Autohäusern, aber auch Unfallhelfer, Retter und Notärzte mit den Systemen und ihren Gefahren konfrontiert. Bei falscher Handhabung der Systeme sind schwerste körperliche Schädigungen möglich. Auch Todesfälle wurden schon bekannt.

Der Gesetzgeber hat aus diesem Grund den Nachweis der Sachkunde für alle, die mit Airbagsystemen konfrontiert werden, vorgeschrieben. Die Servicefibel erleichtert die Vorbereitung und Durchführung der Sachkundelehrgänge. Sie bietet einen Überblick über aktuelle Systeme und zukünftige Entwicklungen von Airbagsystemen. Eine Zusammenfassung der gesetzlichen Richtlinien und Vorschriften zum Umgang mit und zur Lagerung und Entsorgung von sprengstoffgezündeten Insassenschutzsystemen erleichtert den sachgerechten Umgang mit den Systemen. Wertvolle Tipps und eine Vielzahl von Verhaltensvorschriften und Sicherheitshinweisen erleichtert das gefahrlose Arbeiten mit Airbags und Gurtstraffern.

In die Servicefibel sind die langjährigen Erfahrungen des Autors aus der Ausbildung von Meistern des Kfz-Handwerks und aus Airbag-Sachkundelehrgängen eingeflossen. Kfz-Meister, Kfz-Mechaniker und Auszubildende erhalten eine komplexe Zusammenfassung über die Technik und den Umgang mit sprengstoffgezündeten Insassenschutzsystemen und Hinweise zur fachgerechten Kundenberatung. Den für Autohäuser und Werkstätten Verantwortlichen dient das Buch als Nachschlagewerk für gesetzliche Regelungen. Es entbindet die Verantwortlichen Personen jedoch nicht von der Pflicht, sich laufend über den aktuellen Stand der gesetzlichen Änderungen zu informieren.

Mein Dank gilt allen Kfz-Herstellern und Unternehmen der Zulieferindustrie, die durch die Bereitstellung von Bildmaterial und technischen Informationen zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.



---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Einleitung</b> .....	11
<b>1 Aktive und passive Sicherheit in Fahrzeugen</b> .....	13
1.1 Überblick aktive und passive Sicherheit .....	13
1.2 Historie des Airbags .....	15
1.3 Entwicklungsgedanken des Airbags .....	16
<b>2 Allgemeine Fragen zu den Airbagsystemen</b> .....	19
<b>3 Gesetzliche Bestimmungen zu Airbagsystemen</b> .....	23
3.1 Allgemeine gesetzliche Normen .....	23
3.2 Beschaffenheit der Fahrzeuge nach § 30 StVZO .....	25
3.3 Sitze, Sicherheitsgurte, Rückhaltesysteme nach § 35a StVZO .....	26
3.4 Auszug aus der Richtlinie 96/79/EG «Schutz der Kraftfahrzeuginsassen beim Frontalaufprall» .....	27
3.4.1 Fahrzeuge mit Typgenehmigung vor dem 1. Oktober 1998 .....	28
3.4.2 Fahrzeuge mit Typgenehmigung ab 1. Oktober 1998 .....	29
3.5 Herstellerempfehlungen zur Deaktivierung von Beifahrer- und Seitenairbag .....	30
3.6 Sicherheitshinweise zur Deaktivierung von Airbags .....	32
<b>4 Biomechanik und Airbag</b> .....	33
4.1 Dummies als Unfallforscher .....	33
4.2 Belastungsgrenzwerte für Fahrzeuginsassen .....	36
4.3 Kräfte, die auf den nicht angegurteten Fahrer bei einem Frontalaufprall wirken .....	40
4.4 Unfallarten und ihre Todesfolgen .....	42
4.5 Die letzte Sekunde eines Frontalaufpralls .....	44
<b>5 Die Wirksamkeit von Airbagsystemen</b> .....	47
5.1 Auslösebereiche .....	47
5.2 Out-of-position .....	50
<b>6 Die Auslösung eines Airbags</b> .....	53
6.1 Auslösebedingungen .....	53
6.2 Zeitlicher Ablauf einer Airbag-Zündung .....	55
6.3 Einsatzbedingungen .....	57
6.4 Zusatzfunktionen .....	59

<b>7</b>	<b>Aufbau und Bauteile von Airbagsystemen</b>	<b>61</b>
7.1	Mechanischer Airbag	61
7.2	Pyrotechnischer Airbag	62
7.2.1	Gasgenerator	63
7.2.2	Gasgenerator für Seitenairbags	65
7.2.3	Luftsack	66
7.2.4	Adaptiver Luftsack	68
7.2.5	Wickelfeder	69
7.2.6	Kabelstecker und Steuergerätestecker	71
7.3	Die Sensoren von Airbagsystemen	73
7.3.1	Beschleunigungssensor (Crashsensor)	74
7.3.2	Safing-Sensor (Sicherheitssensor)	76
7.3.3	Sitzbelegungs-Erkennungssensoren	77
7.3.4	Intelligente Sitzbelegungserkennung	78
7.3.5	Weitere Sensoren	79
7.3.6	Warnleuchten	80
7.3.7	Steuergerät	81
7.4	Ein komplettes Airbag-Sicherheitssystem	85
<b>8</b>	<b>Verschiedene Airbagsysteme im Fahrzeug</b>	<b>87</b>
8.1	Windowbag	87
8.2	Seitenairbag	88
8.3	Bag in Belt	90
8.4	Belt in Safety Seat	91
8.5	Kopfairbag in der Kopfstütze	92
8.6	Kniebag	93
8.7	Fußbag	94
8.8	Airbag im Sicherheitsgurt für Fond-Passagiere	95
8.9	Airbag unter der Kühlerhaube als Fußgängerschutz	96
8.10	Airbag-Weste für Motorradfahrer	97
8.11	Systemvergleich Euro-Airbag und US-Airbag	98
<b>9</b>	<b>Sicherheitsbestimmungen bei Montage- und Prüfarbeiten an Airbagsystemen</b>	<b>101</b>
9.1	Sicherheitsbestimmungen	101
9.2	Allgemeiner Prüfablauf zur Störungssuche	104
<b>10</b>	<b>Sicherheitshinweise für Unfallhelfer</b>	<b>105</b>
10.1	Gefahren für Unfallhelfer	105
10.2	Schutzsystem für Unfallhelfer	106
10.3	Grundregeln für Retter und Helfer	107
<b>11</b>	<b>Aktivierung von nicht gezündeten Airbagsystemen</b>	<b>109</b>
11.1	Aktivierung pyrotechnischer Airbags im Fahrzeug	109
11.2	Aktivierung mechanischer Airbags im Fahrzeug	110
11.3	Aktivierung pyrotechnischer Airbags außerhalb des Fahrzeugs	110
11.4	Aktivierung mechanischer Airbags außerhalb des Fahrzeugs	111
<b>12</b>	<b>Entsorgung von Airbags</b>	<b>113</b>



<b>13 Die Zukunft der Airbagsysteme</b> .....	115
13.1 Entwicklungstendenzen .....	115
13.2 Neue Hybrid-Airbagsysteme .....	116
13.3 Intelligente Systeme .....	118
<b>14 Pyrotechnische Gurtstraffer</b> .....	121
14.1 Funktion der Gurtstraffer .....	121
14.2 Varianten von Gurtstraffern .....	123
14.3 Gurtkraftbegrenzer .....	125
14.4 Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit Gurtstraffern .....	126
14.5 Deaktivierung und Entsorgung von Gurtstraffern .....	128
<b>15 Rechtsvorschriften zum Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen in Kfz-Betrieben</b> .....	129
15.1 Grundsätzliche Bestimmungen .....	129
15.2 Zulassung von Gasgeneratoren .....	130
15.3 Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen .....	131
15.3.1 Anzeigepflicht .....	131
15.3.2 Nachweispflicht .....	133
15.3.3 Vertrieb und Überlassung .....	135
15.3.4 Informationspflicht der Hersteller .....	136
15.3.5 Inhalt eines Sicherheitsdatenblattes .....	136
15.4 Lagerung und Transport pyrotechnischer Gegenstände .....	138
15.4.1 Lagerung .....	138
15.4.2 Transport .....	139
15.4.3 Stoffdatenblatt .....	141
15.4.4 Zusammenladung mit anderen Stoffen .....	143
15.4.5 Verpackung und Kennzeichnung .....	144
15.5 Ordnungswidrigkeiten .....	147
<b>16 Bundesrechtliche Vorschriften für den Umgang, den Verkehr und die Beförderung von explosionsgefährlichen Stoffen</b> .....	149
<b>17 Auszüge der wichtigsten Gesetzestexte</b> .....	151
Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) .....	151
Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV) .....	157
Anhang zum § 2 der zweiten Verordnung zum Sprengstoffgesetz .....	160
SprengLR 240 Lagerung von Airbag- und Gurtstraffer-Einheiten .....	162
Muster für eine Betriebsanweisung .....	165
Multilaterale Vereinbarung M56 .....	166
Ausnahme Nr. 46 (B, E, S) – Freistellung von Automobilteilen der Klassen 2 und 9 .....	167
Ausnahme Nr. 45 (B, E, M, S) – Zusammenladung und Zusammen- packung von Automobilteilen der Klassifizierung 1.4G mit gefährlichen Gütern .....	167

Ergänzungen zum Umgang und Transport von Airbagmodulen und Gurtstraffern, die sich aus aktuellen Änderungen des Strengstoffrechtes und Gefahrgutrechtes ergeben .....	171
Begriffe der Airbagtechnik .....	177
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen .....	183
Literatur- und Quellenverzeichnis .....	185
Stichwortverzeichnis .....	187

---

# Einleitung

Airbagsysteme sind als wichtiges Element der passiven Sicherheit aus modernen Fahrzeugen nicht mehr wegzudenken. Fahrzeuge ohne Airbagsysteme sind heute praktisch unverkäuflich. Fachleute sprechen bereits von einer «Kissenschlacht» im Auto. Künftig wird jeder Kfz-Fachmann mittelbar oder unmittelbar mit Airbagsystemen konfrontiert sein. Eine Standardisierung im Bereich der Sicherheitstechnik ist nicht absehbar. Viele Hersteller gehen eigene interessante und innovative Wege. Neue oder erweiterte Systeme werden immer schneller in die Serie überführt. Deshalb wurde bewusst auf typspezifische technische Daten, Einbauorte und Fehlercodes der Sicherheitselemente verzichtet. Viele Informationen wären im Zeitalter der Elektronik schon nach dem Druck veraltet gewesen. Im Interesse der Werkstattkunden und der eigenen Sicherheit sollte niemals ohne spezielle Herstellerunterlagen an Airbagsystemen gearbeitet werden. Physikalische und technische Zusammenhänge sowie grundlegende Richtlinien, Verhaltensweisen und Vorschriften werden sich dagegen nicht ändern. Aus diesem Grund verlangt der Gesetzgeber sachkundig geschultes Personal. Die Sachkunde wird in speziellen Lehrgängen erworben. Grundlage der Sachkundelehrgänge sind die Vorgaben und Richtlinien der 2. Verordnung zum Sprengstoffgesetz. Die Art und Dauer der Schulung ist in den Richtlinien der Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM) beschrieben. Die Schulungsdauer beträgt mindestens 6 Stunden. Folgende Inhalte müssen nach den Vorgaben vermittelt werden:

- Aufbau und Funktionsweise von Gasgeneratoren, Airbag- und Gurtstraffer-Einheiten,
- Charakterisierung der verwendeten Explosivstoffe,
- Sprengstoffrechtliche Anforderungen,
- Handhabung und Gefahrenmerkmale der pyrotechnischen Bauteile,
- Lagerung und Beförderung von pyrotechnischen Bauteilen,
- Entsorgung von pyrotechnischen Bauteilen,
- praktischer Teil.

Die Servicefibel unterstützt die Vorbereitung und Durchführung der Sachkundelehrgänge und fördert die individuelle Vorbereitung auf die Sachkundigenprüfung. Sie dient sowohl dem Praktiker als auch dem allgemein Kfz-Interessierten als Informationsquelle und wichtiges Nachschlagewerk.



---

# 1 Aktive und passive Sicherheit in Fahrzeugen

Im § 30 der StVZO werden grundlegende Anforderungen an die Bauweise und Beschaffenheit von Fahrzeugen formuliert. Fahrzeuge müssen so gebaut und ausgerüstet sein, dass die Insassen insbesondere bei Unfällen vor Verletzungen möglichst geschützt sind und das Ausmaß und die Folgen von Verletzungen möglichst gering bleiben.

Die Sicherheitssysteme im Fahrzeug werden demnach in Bereiche der aktiven Sicherheit und Bereiche der passiven Sicherheit unterteilt. Beide Bereiche müssen optimal aufeinander abgestimmt sein, um ein Höchstmaß an Sicherheit für die Insassen und die Unfallgegner zu erreichen. Airbagsysteme und Gurtstraffer sind wichtige Teile eines komplexen Sicherheitspaketes moderner Fahrzeuge.

## 1.1 Überblick aktive und passive Sicherheit (Bild 1.1)

### **Definition aktive Sicherheit**

Aktive Sicherheitssysteme im Fahrzeug sind alle jene Systeme, die den Fahrer in die Lage versetzen, Unfälle möglichst zu vermeiden.

### **Definition passive Sicherheit**

Passive Sicherheitssysteme sind alle Systeme am Fahrzeug, die bei Unfällen die Fahrzeuginsassen und die Unfallgegner vor schweren oder tödlichen Verletzungen schützen. Die Systeme sollten eigentlich niemals benötigt werden.

Die besten aktiven Sicherheitssysteme können Selbstüberschätzung, Unvermögen oder Unerfahrenheit der Fahrzeugführer aber nicht ersetzen. Die physikalischen Grenzen und Gesetze sind auch mit modernster Elektronik nicht zu überlisten. Lediglich die Ausnutzung von physikalischen Grenzbereichen, die eigentlich von einem Normalfahrer nie erreicht werden sollten, werden besser beherrscht. Werden die physikalischen Grenzen überschritten, hilft dem Fahrer nur der «Schutzengel». Die Unzulänglichkeit des Faktors Mensch spielt bei Unfällen nach wie vor die entscheidende Rolle. Um die Insassen dennoch vor schweren oder tödlichen Verletzungen zu schützen, machten sich die Fahrzeug- und Sicherheitsingenieure schon frühzeitig Gedanken über mögliche Schutzmaßnahmen. In modernen Fahrzeugen sind sechs, acht oder zehn Airbags keine Seltenheit mehr. Die Aktivierung von Sicherheitssystemen vor dem Aufprall (pre-crash) wird ebenso wichtig wie die Aktivierung von Systemen während des Aufpralls (in-crash) und nach dem Aufprall (post-crash).

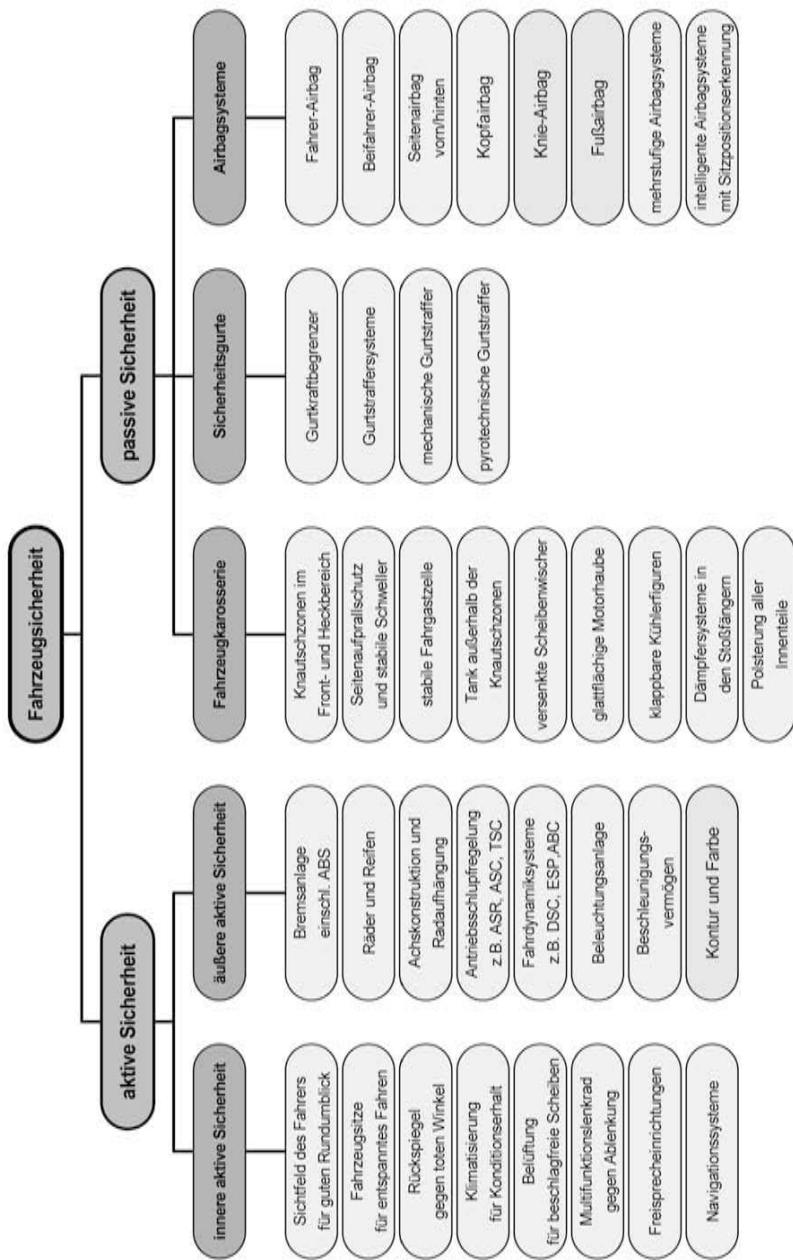


Bild 1.1  
Übersicht der aktiven und passiven Sicherheitssysteme am Fahrzeug

## 1.2 Historie des Airbags

Ideen, wie man Autoinsassen wirksam vor Unfällen und Verletzungen schützen kann, gab es viele. Schon in frühen Patentschriften beschrieben Erfinder den Schutz durch den Gurt als lästig und sannen nach anderen Möglichkeiten. Patentiert wurde unter anderem eine Vorrichtung, die automatisch das Wagendach öffnet, damit der Fahrer nicht im Innern des Wagens zu Schaden kommt. Eine andere Erfindung schloss automatisch das Wagendach, damit der Fahrer nicht hinausgeschleudert wurde. So ganz konnten sich die Erfinder über den richtigen Insassenschutz nicht einigen. Verschiedene Patente für Insassen-Schutzsysteme mit luftgefüllten Körpern wurden schon im Jahr 1951 eingereicht. Die erste Idee, die einen Airbag beschrieb, wurde in Deutschland von dem Münchener Walter Linderer (Patentschrift Nr. 89 6312 Klasse 63c Gruppe 70) am 6. Oktober 1951 im Gebiet der Bundesrepublik zum Patent angemeldet. Dort heißt es:

*«Gemäß der Erfindung wird vor dem Sitz der zu schützenden Person ein aufblasbarer Behälter in zusammengefaltetem Zustand montiert, der sich im Falle der Gefahr automatisch oder durch willkürliche Auslösung aufbläht, so dass die betreffende Person bei einem Zusammenstoß gegen diesen weichen, elastischen Behälter geschleudert wird, wo sie keine Verletzung erleidet . . .»*

Walter Linderer erhielt am 12. November 1953 das Patent zugeteilt für «einen aufblasbaren, wenig oder gar nicht luftdurchlässigen Behälter, der in die Nähe der zu schützenden Person anzubringen ist, dass er, durch eine Vorrichtung aufgeblasen, sich vor den Oberkörper der Person legt.»

Walter Linderers Vorschlag war ein Pressluftsystem, ausgelöst durch einen Kontakt in der Stoßstange oder durch den Fahrer im Vertrauen auf dessen Reaktionsfähigkeit. Versuche in den Sechziger-Jahren zeigten, dass Druckluft die Säcke nicht schnell genug aufblasen konnte. Die Lösung waren pyrotechnische Treibsätze, die explosionsartig abbrennen und große Mengen von Treibgas freisetzen. Die verfügbaren Materialien für die Luftsäcke waren aber nicht reißfest genug, um dem plötzlichen Druck standzuhalten. Es wurden spezielle Kunststofffasern entwickelt, die kreuzweise verwebt die enormen Belastungen aushalten konnten. Anfang der 50er-Jahre experimentierten Mercedes-Benz und General Motors bereits mit vergleichbaren Konstruktionen.

Seit mehr als 50 Jahren ist also die Idee des Airbags als System des passiven Unfallschutzes bekannt. Erstmals wurden vor gut 35 Jahren Personenkraftwagen mit einem – damals noch druckluftbefüllten – Airbag ausgerüstet. Ab diesem Zeitpunkt erfolgten intensive Entwicklungs- und Optimierungsarbeiten, die zeitweise auch von Rückschlägen begleitet waren. Selbstversuche der Entwickler und Crash-Untersuchungen mit Freiwilligen oder Leichen waren üblich. Dummys standen noch nicht zur Verfügung.

Der systematische Einbau von pyrotechnisch betriebenen Airbags im Pkw erfolgte vor etwa 25 Jahren. Ein sehr großer Entwicklungsaufwand war erforderlich, bis

der Airbag unter den hohen Anforderungen an Funktion und Zuverlässigkeit zur Serienreife gebracht wurde. Im Jahr 1972 baute General Motors in etwa 10 000 Fahrzeuge einen mit Druckluft gefüllten Airbag ein. Danach folgten deutsche Hersteller wie Mercedes-Benz und BMW.

### 1.3 Entwicklungsgedanken des Airbags

Was passiert mit einem Fahrzeug, das aus zehn Metern Höhe im freien Fall auf eine Betonplatte aufschlägt? Das Gleiche, als pralle es mit 50 km/h auf ein feststehendes Hindernis. Und was passiert mit dem Fahrer oder Beifahrer? Ohne Schutzvorrichtungen bewegen sie sich ungebremst (mit 50 km/h) nach vorn und prallen hart auf die zum Stehen gekommenen starren Fahrzeugteile auf. Ihre Überlebenschancen sind gleich null.

Diese Erkenntnis ist nicht neu, sondern stammt aus den frühen 50er-Jahren des Automobilbaus. Spektakuläre Aufprall- und Überschlagversuche legten die Mängel der passiven Sicherheit im Pkw schonungslos offen. Die Tests orientierten sich zunehmend am realen Unfallgeschehen. Ein enormer Kosten- und Entwicklungsaufwand war nötig, um den Insassenschutz Schritt für Schritt zu verbessern und den heutigen Stand zu erreichen.

Das erste Ergebnis war, dass der Sicherheitsgurt Einzug im Fahrzeug hielt. Der Dreipunkt-Sicherheitsgurt war eine Revolution der passiven Sicherheit. Schwere Kopf- und Brustverletzungen, verursacht durch den Aufprall auf das Lenkrad und die Armatu-



Bild 1.2  
Kombination Fahrer- und Beifahrer-Airbag (Quelle: Mercedes-Benz)



rentafel, konnten die Gurte jedoch nicht verhindern. Schon Ende der 60er-Jahre war klar, dass nur ein zusätzliches System zum Gurt einen optimalen Schutz bietet: der Airbag. Die ersten Erkenntnisse über die Airbagtechnologie kommen aus dem Jahr 1967. Die hohe Schutzwirkung war, wie Schlittenversuche zeigten, sensationell. Neue Prüfmethoden wurden erfunden und die Fehlerquote konnte schrittweise gesenkt werden. Ende der 70er-Jahre kam der Durchbruch. Der im Lenkrad integrierte Airbag konnte in Luxusfahrzeugen als Sonderausstattung angeboten werden.

Airbags für Fahrer und Beifahrer (Bild 1.2) sind heute längst zur Selbstverständlichkeit geworden. Ohne Airbag wäre die Zahl der Schwerverletzten und Todesopfer im Straßenverkehr um ein Vielfaches höher. In über 97 Prozent aller Frontalunfälle mit Airbag-Auslösung ist durch den Luftsack das Leben der Insassen geschützt oder sind schwere Verletzungen vermieden worden. Bei weniger als 3 Prozent der Unfälle werden dem Airbag Insassenverletzungen zugeschrieben. Unfallforscher fordern trotzdem weitere Verbesserungen. Mangelnde Fahrzeugbeherrschung und Fahrfehler enden in den meisten Fällen tödlich, weil die Verursacher nicht frontal, sondern seitlich in den Unfallgegner oder das Hindernis rasen.

Die Fahrzeughersteller erkannten das Problem und entwickelten weitere Airbagsysteme. Ein Beispiel ist der Seitenairbag. Ein Luftsack, der aus der Seitenverkleidung oder der vorderen Rückenlehne springt, bietet aber mit seinem geringen Volumen nur begrenzten Schutz bei einem Seitencrash. Gegen unkontrollierte Pendelschläge des Kopfes an Türholm oder Seitenscheibe ist das System machtlos. Dafür eignet sich der Windowbag. Wird er ausgelöst, spannt er sich von innen wie ein Vorhang vor die Seitenfläche. Ein kombiniertes System ist in Bild 1.3 dargestellt.



Bild 1.3  
Kombiniertes System Windowbag, Seitenairbag vorn und Seitenairbag hinten  
(Quelle: Mercedes-Benz)

Gefahr droht in Einzelfällen aber auch durch den Airbag selbst. Verschiedene Versuche machten das deutlich. Dummies wurden in Positionen gebracht, in denen der Kopf dicht am Armaturenbrett liegt – so, als sollte das Handschuhfach geöffnet werden. Dann prallt das Fahrzeug mit 50 km/h gegen eine feste Wand. Der Airbag schießt mit bis zu 300 km/h gegen das Gesicht des Dummies – ein Schlag wie gegen eine Betonmauer. Die Folge ist ein Genickbruch! Ein Mensch an der Stelle des Dummies wäre sofort tot.

Neue Systeme sollen solche Verletzungsrisiken minimieren oder ausschließen. Der Airbag wird mit Sensortechnik und künstlicher Intelligenz gespickt. Je nach Aufprallgeschwindigkeit und Sitzbelegung entscheidet ein Rechner in Sekundenbruchteilen, ob der Luftsack vollständig, nur zur Hälfte oder gar nicht gezündet wird. Die Systeme sollen aber noch intelligenter werden und per Infrarot, Wärmebildkamera oder Ultraschall im Moment des Aufpralls die exakte Position der Insassen bestimmen.

### **Das Optimum**

Sensoren erkennen Hindernisse schon im Voraus. Gurtstraffer rücken die Passagiere rechtzeitig in die korrekte Position. Erst dann wird der Airbag gezündet. Das Sicherheitssystem reagiert adaptiv und intelligent. Auch an Luftsäcke für den Knie- und Fußbereich wird gedacht. Bis es soweit ist, müssen sich Autofahrer aber noch gedulden. Diese Airbagsysteme stehen frühestens im Jahr 2003 zur Verfügung.

---

## 2 Allgemeine Fragen zu den Airbagsystemen

### Worin unterscheiden sich die Airbagsysteme verschiedener Hersteller?

Im konstruktiven Aufbau und den Einbauorten der Airbagtechnik gleichen sich die verschiedenen Systeme. Unterschiede gibt es jedoch in:

- der Größe des Airbags (fullsize oder small size, US-Bag oder Eurobag),
- in der Art der verwendeten Sensorik (elektronisch oder mechanisch),
- in der örtlichen Anbringung der Sensorik,
- in der Aufblaszeit (Zeit, in der ein Airbag voll mit dem Gasgemisch gefüllt ist),
- im Aufblasverhalten (Stufenairbag),
- im Material des Luftsacks,
- im konstruktiven Aufbau des Luftsacks (Fangbänder, Vertikalöffnungen, Reißnähte),
- im verwendeten Aufblasmedium,
- in der Aufblascharakteristik.

### Gibt es Normen und gemeinsame Entwicklungen der Hersteller bei Airbagsystemen?

Alle Fahrzeuge müssen die gleichen nationalen und internationalen Craschnormen erfüllen. Die Testprozeduren sind für alle gleich und werden in den nächsten Jahren verschärft. Bei Grundsatzuntersuchungen zum eingesetzten Airbag-Material, Entwicklungen von Zündpillen und Gasgeneratoren gibt es eine Zusammenarbeit verschiedener Hersteller und Systemanbieter. Bedeutende Systemanbieter sind z.B. Autoliv und Delphi.

Problematisch wird es bei der Abstimmung des Systems auf ein konkretes Fahrzeug, da alle Airbag-Komponenten speziell auf die Eigenschaften des jeweiligen Fahrzeugs zugeschnitten werden müssen. Der Energieabbau durch Umwandlung von Bewegungsenergie in Formänderungsenergie, der durch die Karosseriestruktur erreicht wird, ist bei jedem Fahrzeug unterschiedlich. Auch Fahrzeuggröße und Fahrzeugmasse spielen bei der typspezifischen Anpassung eine Rolle.

### Ist ein Airbagsystem für Kinder gefährlich?

Nein, wenn die Empfehlungen der Herstellerbetriebsanleitungen strikt eingehalten werden. Wenn Kinder und Kindersitze auf der Rückbank platziert sind, gibt es keine airbagspezifischen Probleme. Eine Gefährdung für Kinder besteht dann, wenn ein Beifahrer-Airbag installiert und das Kind nicht ordnungsgemäß angeschnallt ist oder durch einen Reboard-Sitz, also gegen die Fahrtrichtung, gehalten wird.

Bis zur Serienreife von Sensoren und Schaltern, die den Unterschied zwischen einem Beifahrer und einem Reboard-Kindersitz exakt bestimmen und damit ein ver-