



Mercedes-Benz

Presse-Information
26. September 2019

60 Jahre Crashtests bei Mercedes-Benz

Auf Kollisionskurs im Auftrag der Sicherheit

Inhalt

Kurzfassung

Auf Kollisionskurs im Auftrag der Sicherheit 2

Langfassung

Interview: Prof. Norbert Schaub, Leiter Versuch Passive Sicherheit, Fahrzeugfunktionen

„Crashtests sind auch künftig unverzichtbar“ 5

Die Zukunft: Röntgenblick und Datenbrille 8

Die Dummies: Stellvertreter in allen Größen- und Gewichtsklassen 9

Die Gegenwart: vielfältige Testmöglichkeiten für Sicherheitsinnovationen 11

Die Historie: Crashtests als neues Instrument der Sicherheitsforschung 13

Die wichtigsten Fachbegriffe 19

Beschreibungen und Daten dieser Pressemappe gelten für das internationale Modellprogramm von Mercedes-Benz. Länderspezifische Abweichungen sind möglich.

Daimler AG, Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart
Sitz und Registergericht: Stuttgart, HRB-Nr. 19360
Vorsitzender des Aufsichtsrats: Manfred Bischoff
Vorstand: Ola Källenius (Vorsitzender)
Martin Daum, Renata Jungo Brüngger, Wilfried Porth, Markus Schäfer
Britta Seeger, Hubertus Troska, Harald Wilhelm

Daimler AG
70546 Stuttgart
Telefon +49 711 17-0
Fax + 49 711 17-22244
Email dialog@daimler.com
www.daimler.com

Auf Kollisionskurs im Auftrag der Sicherheit

Stuttgart/Sindelfingen. Seit 60 Jahren lässt es Mercedes-Benz richtig krachen: Am 10. September 1959 findet der erste Crashtest in der Geschichte der Marke statt. Ein Versuchswagen prallt frontal gegen ein festes Hindernis. Damit beginnt für die Sicherheitsforschung eine neue Ära. Denn von nun an lässt sich das Verhalten von Fahrzeugen und Insassen bei Autounfällen anhand der Testwagen und Versuchspuppen genauer untersuchen. Aktuell sind es im Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit (TFS) in Sindelfingen etwa 900 Crashtests pro Jahr plus rund 1.700 sogenannte Schlittenversuche. Dabei ist auf dem Prüfschlitten ein Versuchsträger (Rohkarosse oder Prüfgestell) befestigt, der so den Belastungen eines realen Fahrzeugcrashs ausgesetzt wird. Bei den Crashtest-Verfahren und Testeinrichtungen setzt Mercedes-Benz immer wieder Standards, die branchenweit Gültigkeit haben und somit die Fahrzeugsicherheit zum Wohle aller Verkehrsteilnehmer nachhaltig verbessern.

Seit 1959 werden bei Mercedes-Benz systematische Crashtests durchgeführt. Dabei wurden bislang insgesamt über 14.000 Autos geprüft. Neben Pkw werden bei Mercedes-Benz auch Transporter und schwere Nutzfahrzeuge gründlichen Crashtests unterzogen.

„Als Sicherheitspionier hat Mercedes-Benz entscheidend dazu beigetragen, dass Crashtests in der Automobilindustrie heute weltweit etabliert sind“, sagt Markus Schäfer, Mitglied des Vorstandes der Daimler AG verantwortlich für Konzernforschung & Mercedes-Benz Cars Entwicklung. „Auch im Zeitalter der Computersimulation bleiben sie unverzichtbar und stellen das hohe Niveau an Insassen- und Partnerschutz unserer Fahrzeuge sicher.“

Mercedes-Benz legt alle Baureihen auf das reale Unfallgeschehen aus; in der Crasherprobung bedeutet das, dass circa 40 Unfallkonstellationen berücksichtigt werden. Entsprechend gut schneiden Modelle der Marke auch bei unabhängigen Crashtests ab: Erst Anfang September 2019 haben der EQC 400 4MATIC (Stromverbrauch gewichtet: 20,8 - 19,7 kWh/100 km; CO₂-Emissionen gewichtet: 0 g/km)¹ und der neue CLA Crashtests nach dem Verfahren von Euro NCAP² mit hervorragendem Ergebnis bestanden. Sie erhielten fünf Sterne. Diese Bestwertung haben im Juli 2019 ebenso die neue B-Klasse und der neue GLE erreicht. 2018 war zudem die A-Klasse von Euro NCAP als bestes in jenem Jahr getestete Fahrzeug und als Klassenbester im Segment „Kleine Familienfahrzeuge“ ausgezeichnet worden.

Mercedes-Benz führt mehr Crashtests durch als gesetzlich oder durch Ratings vorgeschrieben

Der große Vorteil eines Crashtests im Gegensatz zur Auswertung echter Unfallautos liegt in der Möglichkeit, während der Kollision Messwerte zu erfassen. Für diesen Zweck werden die Fahrzeuge mit etlichen Sensoren und Hochgeschwindigkeitskameras ausgestattet. Verschiedene mit Messinstrumenten bestückte Dummytypen stehen zur Verfügung, um reproduzierbare Daten über die Belastungen zu liefern, denen der menschliche Körper bei einem echten Autounfall ausgesetzt wäre.

Bei den Unfallversuchen geht Mercedes-Benz über die Zahl und den Aufwand der gesetzlich vorgeschriebenen Tests hinaus: Modernste Simulationsmethoden unterstützen dabei den Entwicklungsprozess. Bis zu 15.000 wirklichkeitsnahe Crashsimulationen und etwa 150 Fahrzeugcrashversuche können nötig sein, um ein komplett

¹ Stromverbrauch und Reichweite wurden auf der Grundlage der VO 692/2008/EG ermittelt. Stromverbrauch und Reichweite sind abhängig von der Fahrzeugkonfiguration.

² Euro NCAP (European New Car Assessment Programme/Europäisches Neuwagen-Bewertungs-Programm) ist eine Gesellschaft europäischer Verkehrsministerien, Automobilclubs und Versicherungsverbände. Die Organisation führt Crashtests durch und bewertet anhand der verfügbaren Sicherheitssysteme ihre Sicherheit.

neues Fahrzeug reif für den Einsatz beim Kunden zu machen. Dazu zählen außer den Aufprallkonfigurationen, die für die weltweite Zulassung eines Fahrzeugs vorgeschrieben sind, auch Ratingtests und besonders anspruchsvolle, interne Crashversuche. Ein Beispiel dafür ist der Dachfalltest, den das Unternehmen ergänzend durchführt.

Crashtests morgen: noch genauer und effizienter mit Röntgenblick und digitalen Methoden

Mercedes-Benz arbeitet zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, dem Ernst-Mach-Institut (EMI), am dynamischen Röntgencrash. Mit Hilfe dieses bildgebenden Verfahrens können die Crashexperten zukünftig während eines Crashversuchs den Verformungsprozess von Bauteilen auch im Inneren sehen und analysieren. So kann die Ursache für ein bestimmtes Verhalten eines Bauteils schneller ermittelt werden. Die Daten aus dem Röntgencrash werden mit computergestützten Simulationsmodellen zusammengeführt, so entstehen hochdynamische 3D-Simulationen. Auch die bereits hohe Simulationsgüte ließe sich mit den High-Speed-Röntgenbildern weiter verbessern.

An einem neuartigen Schlittenversuch wird ebenfalls getüftelt: Zusammen mit dem TÜV Süd in Prag (Tschechien) wird an der Applikation eines Aktiven Seitencrashschlittens gearbeitet. Dieses System soll in einer frühen Entwicklungsphase ohne Gesamtfahrzeug den Seitenaufprall simulieren. Dabei könnten zum Beispiel neben der Tür selbst auch die technische Ausstattung, die Geometrie der Verkleidungsteile und das Material in einer frühen Phase verbessert werden.

Zugleich forciert Mercedes-Benz die Digitalisierung auch im Bereich Crashtests: Die Crashvorbereitung lässt sich mit Augmented Reality (AR)¹ und Virtual Reality (VR)² noch effizienter gestalten. Mögliche Anwendungen der digitalen Technologien sind das Erstellen des Messpunkt-Katalogs für die Vermessung der Fahrzeuge in einem virtuellen Raum und das Anbringen der bis zu 150 Messpunkte am Auto mit Hilfe einer AR-Datenbrille.

Crashtests heute: vielfältige Möglichkeiten im Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit (TFS)

Im November 2016 hat Mercedes-Benz mit dem Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit (TFS) eines der modernsten Crashtest-Zentren der Welt eröffnet. Dessen flexibles Crashbahnkonzept bietet nicht nur die Möglichkeit klassischer Crashtests, sondern schafft auch die Voraussetzungen für ganz neue Versuchsanordnungen: Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen (Car2Car) unter allen Winkeln, die Evaluierung von PRE-SAFE®, automatisiert gefahrene Manöver mit anschließendem Crash, Crashtests mit Lkw.

Das Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit bietet ausreichende Platzverhältnisse für die zukünftigen Anforderungen, so misst die längste Crashbahn über 200 Meter. Insgesamt sind fünf Crashblöcke vorhanden, gegen die der Aufprall beim Crashtest erfolgt. Davon ist einer im Raum flexibel verfahrbar und ein weiterer um die Hochachse drehbar. Diese beiden Crashblöcke sind für den effizienten Betrieb an jeder der vier Seiten mit einer anderen Barriere vorkonfiguriert. Zusammen mit einem mobilen Trennwandsystem ermöglicht die Anlage den gleichzeitigen und unabhängigen Betrieb von bis zu vier Crashbahnen.

Crashtests gestern: Sicherheitspionier Mercedes-Benz setzt seit 60 Jahren Standards

Gleich zwei Sternstunden von Mercedes-Benz für die Fahrzeugsicherheit gibt es vor 60 Jahren: Am 11. August 1959 stellt die Marke der Presse die neuen Oberklasse-Fahrzeuge der Baureihe W 111 vor. Als erste Serienfahrzeuge der Welt haben sie eine Sicherheitskarosserie mit gestaltfester Fahrgastzelle und Knautschzonen an Front und Heck. Am 10. September 1959 beginnt Mercedes-Benz mit systematischen

¹ Unter Augmented Reality (AR, erweiterte Realität) versteht man die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung.

² Als Virtual Reality (VR, virtuelle Realität) wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet.

Crashtests, die zum festen Bestandteil der Fahrzeugentwicklung werden. Damit tritt die Sicherheitsforschung in eine neue Ära ein.

Beim ersten Crashtest im Mercedes-Benz Werk Sindelfingen prallt ein Versuchswagen frontal gegen ein festes Hindernis. Das ist ein wichtiger technischer Meilenstein, denn von nun an lässt sich das Verhalten von Fahrzeugen und Insassen bei Autounfällen anhand der Testwagen und Versuchspuppen realitätsnah untersuchen.

Die neuen Crashversuche beweisen, dass die von Daimler-Benz Ingenieur Béla Barényi erdachte Sicherheitskarosserie in der Praxis funktioniert: Sie baut einen erheblichen Teil der bei einem Unfall freiwerdenden Bewegungsenergie ab. Das kann Insassen, im Zusammenspiel mit den Sicherheitsgurten, vor schweren Verletzungen schützen. Das überzeugende Konzept wird zum Branchenstandard. Immer wieder setzt Mercedes-Benz in den nachfolgenden Jahrzehnten solche internationalen Standards und verbessert so die Fahrzeugsicherheit zum Wohle aller Verkehrsteilnehmer nachhaltig. Bleibt es in den ersten Jahren noch bei wenigen Unfallversuchen, etabliert sich das Verfahren seit den 1960er-Jahren zunehmend als zuverlässiges Werkzeug zur Optimierung und Prüfung der Fahrzeugsicherheit.

Ansprechpartner:

Sarah Widmann, Kommunikation Intelligent Drive & Passive Fahrzeugsicherheit,
+49 711 17-97729, sarah.widmann@daimler.com

Frank Mühling, Kommunikation Mercedes-Benz Classic,
+49 176 3095 1412, frank.muehling@daimler.com

Ralph Wagenknecht, Kommunikation Mercedes-Benz Classic,
+49 160 865 8077, ralph.wagenknecht@daimler.com

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar:

www.media.daimler.com, <https://media.mercedes-benz.com> und www.mercedes-benz.com

Nachhaltigkeit bedeutet für Daimler, dauerhaft Wert für alle Stakeholder zu schaffen: Kunden, Mitarbeiter, Investoren, Geschäftspartner und die Gesellschaft als Ganzes. Grundlage dafür ist die nachhaltige Unternehmensstrategie von Daimler. Darin übernimmt das Unternehmen Verantwortung für die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen seiner Geschäftstätigkeit und hat die gesamte Wertschöpfungskette im Blick.

Langfassung

60 Jahre Crashtests bei Mercedes-Benz

Interview: Prof. Norbert Schaub, Leiter Versuch Passive Sicherheit, Fahrzeugfunktionen

„Crashtests sind auch künftig unverzichtbar“

Norbert Schaub hat als Leiter des Versuchsbetriebs der Passiven Sicherheit und der Fahrzeugfunktionen auch die Gesamtprojektleitung für das Technologiezentrum für Fahrzeugsicherheit (TFS). Das Thema Fahrzeugsicherheit liegt ihm schon immer am Herzen. Denn nach seiner Mechaniker-Lehre bei der Daimler AG in Stuttgart hat er einige Jahre als Rettungssanitäter gearbeitet und dabei vielen Verletzten nach Verkehrsunfällen geholfen. Nach einem Maschinenbau-Studium kehrte er 1985 zu Daimler zurück.

Herr Schaub, Mercedes-Benz feiert diesen Herbst ein Jubiläum bei den systematischen Crashtests. Haben Sie einen Überblick, wie viele Crashtests seit 1959 durchgeführt wurden?

Schaub: Anlässlich des runden Geburtstags haben wir ein bisschen im Archiv recherchiert. Seit der Eröffnung der ersten Crashtesthalle von Mercedes-Benz 1973 bis September 2019 waren es insgesamt 13.357 Crashtests. Hinzu kommen noch 698 aus der Zeit von 1959 bis 1973 – macht unterm Strich über 14.000 Crashversuche mit ganzen Fahrzeugen. Dazu kommt eine Vielzahl von Komponententests und Crashtests, die wir extern haben durchführen lassen.

Eine stolze Zahl. Wie viele Mercedes-Benz Fahrer ihr Leben dieser systematischen Unfallsimulation verdanken, weil sie bei einem Verkehrsunfall in einem überdurchschnittlichen sicheren Auto saßen, lässt sich hingegen wahrscheinlich nicht quantifizieren, oder?

Nein. Aber regelmäßig zeigen uns die Kollegen von der Unfallforschung, die ja Realunfälle analysieren, Bilder von schweren Unfällen. Selbst wir Sicherheitsexperten sind dann beeindruckt, mit welcher geringen Verletzungen die Insassen eines modernen Mercedes-Benz Kollisionen aus hohen Geschwindigkeiten überstehen können. Und oft erreichen uns auch Dankschreiben unserer Kunden.

Wie viele Crashtests führt Mercedes-Benz aktuell pro Jahr durch?

Unser Ziel für 2019 sind 900 Versuche mit Gesamtfahrzeugen. Wir haben ja im November 2016 unser neues Crashtest-Zentrum, das Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit (TFS), eröffnet und im Februar 2017 die alte Crashhalle geschlossen. Seitdem fahren wir die Zahl der Crashes im TFS kontinuierlich hoch. Die Kapazitätsgrenze liegt etwa bei 900 bis 1.000 Crashtests im Jahr. Lkw-Crashtests führen wir inzwischen auch inhouse durch.

Was konnte die alte Anlage nicht, was die neue Anlage kann?

Im TFS können Crashversuche noch näher an der Wirklichkeit ausgerichtet werden. Die Darstellung von Kreuzungsunfällen, Car2Car-Versuche im Längsverkehr mit höheren Massen und Geschwindigkeiten, der Einfluss von PRE-SAFE® und Assistenzsystemen in der unmittelbaren Vorunfallphase sowie das Testen von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben waren neben der Kapazitätsgrenze der alten Anlage die wesentlichen Gründe für den Neubau.

Wie viele verschiedene Crashtest-Konfigurationen verlangen die Gesetze in den diversen Ländern?

Der Gesetzgeber ist nicht der alleinige Treiber zu der Anzahl von Lastfällen. Maßgeblich wird die Höhe der Anforderungen und die Anzahl mittlerweile von den Ratinginstituten bestimmt. Euro NCAP plant beispielsweise für 2020 einen Test, bei dem zwei fahrende Fahrzeuge kollidieren: Der Testwagen und ein standardisiertes Fahrzeug mit einer deformierbaren Barriere werden sich mit je 50 km/h aufeinander zu bewegen (sogenannter Car2Barrier-Test). Zudem gibt es interne Mercedes-Benz Anforderungen, die aus unserer hauseigenen Unfallforschung stammen und aus Untersuchungen realer Unfälle abgeleitet wurden. In Summe sind für uns als globaler Hersteller circa 40 unterschiedliche Lastfälle das Entwicklungsziel für unsere Fahrzeuge.

Wie viele Autos werden denn für eine Neuentwicklung gecrasht?

Im Rahmen einer Fahrzeugbaureihe werden derzeit circa 150 reale Crashversuche durchgeführt. Dabei werden die Fahrzeuge, vor allem Prototypen, teilweise mehrfach verwendet. Bei Derivaten, also vom Basismodell abgeleiteten Modellen, müssen wegen der Ähnlichkeit zum Grundfahrzeug nicht ganz so viele Crashversuche durchgeführt werden. Oft reichen hier bis zu 100 Gesamtfahrzeug-Crashtests aus.

Braucht es in Zukunft überhaupt noch den klassischen Crashtest? Zum einen hat die Computersimulation auch in diesem Bereich an Bedeutung gewonnen. Und zum anderen verfügen moderne Autos heute über eine Vielzahl von Assistenzsystemen, die Unfälle vermeiden helfen. Und übermorgen fahren wir ja vielleicht autonom ...

Weniger Unfälle heißt ja nicht keine Unfälle. Richtig ist, dass es beim ganzheitlichen Ansatz unserer Sicherheitsphilosophie darum geht, Unfälle möglichst zu vermeiden. Aber gelingt dies nicht, ist das Ziel, Unfallfolgen zu mildern. Und hier ist die Passive Sicherheit nach wie vor gefragt, hier kommt es auf einen intakten Fahrgastraum und bestmöglichen Schutz der Insassen durch Rückhaltesysteme an. Ein sicheres Fahrzeug nutzt alle Möglichkeiten der Unfallvermeidung, ist aber immer auch darauf vorbereitet, dass es einen Unfall geben könnte. Demnach müssen alle künftigen Fahrzeuge, auch automatisierte Fahrzeuge, unsere hohen Anforderungen an die Crashtests erfüllen. Crashtests sind daher auch künftig unverzichtbar.

Bleiben wir noch ein bisschen bei der Mobilität der Zukunft. Auch im TFS sind ja schon Fahrzeuge autonom unterwegs, oder?

Ja, aber dabei geht es um den Antrieb der Crashtest-Fahrzeuge. Herkömmlich beschleunigt ein Zugseil das zu testende Fahrzeug. Nachteil ist allerdings, dass die Kinematik nicht exakt der eines Realunfalls entspricht, weil zum Beispiel das Eintauchen der Karosserie bei einer Bremsung fehlt. Deswegen sind im TFS erstmals Crashversuche möglich, bei denen die Fahrzeuge mit eigenem Antrieb zum Hindernis fahren können. Also unabhängig von einer Seilzuganlage oder einem Fahrroboter, der dem Dummy hinter dem Steuer den Platz wegnähme. Nach der gebremsten Geradeausfahrt, die wir aktuell bis 70 km/h autonom durchführen, sind Kurvenmanöver und Car2Car-Versuche die nächsten Stufen automatisiert fahrender Crashtest-Fahrzeuge. Wir arbeiten daran, den Crashtest in der Halle noch stärker am Ablauf eines Straßunfalls zu orientieren. Parallel sind wir außerdem daran, die Sensor-/Radartauglichkeit im TFS zu validieren, um die Crashtests automatisiert fahrender Autos simulieren zu können.

Das TFS ist sicherlich auch darauf ausgerichtet, Autos mit Elektroantrieb zu crashen?

Selbstverständlich. Denn grundsätzlich legt Mercedes-Benz bei all seinen Fahrzeugen gleich hohe Sicherheitsmaßstäbe an. Das gilt für Fahrzeuge mit konventionellem Verbrennungsmotor ebenso wie für solche mit alternativen Antrieben. Bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen sind im Wesentlichen drei neue Herausforderungen für die Unfallsicherheit zu berücksichtigen: Struktursicherheit, Hochvolt-Sicherheit und Brandschutz. Unabhängig von einer hohen Konzeptsicherheit aufgrund einer geschützten Einbaulage verfügen

unsere Hochvolt-Batterien zusätzlich noch über ein hohes Maß an Eigensicherheit durch zusätzliche Spezifikationen, die über bekannte Standards hinausgehen. Im TFS gibt es neue Versuchskonstellationen, um die Sicherheit der Batterien zu überprüfen. Neben Crashversuchen mit Gesamtfahrzeugen werden auch Komponententests auf Verzögerungsschlitten durchgeführt. Hier geht es darum, dass das Innenleben der Batterien auch bei einer hohen Beschleunigung nicht zu einer kritischen inneren Beschädigung der Zellen führen darf.

Mit Elektroautos ist man lokal emissionsfrei unterwegs. Aber wie steht es um die Nachhaltigkeit des TFS?

Eines der energetischen Highlights ist das Heizen des Gebäudes mit der Abwärme des benachbarten Klima-Wind-Kanals. So können bis zu 70 Prozent Energie für die Gebäudeheizung gespart werden. Weitere Beispiele für Nachhaltigkeit sind das LED-Beleuchtungskonzept an den Crashorten und in den Büros oder die Wärmetauscher, die der Abluft die Wärme entziehen und die Frischluft vorheizen. Und nicht zu vergessen: Das Dach des TFS ist begrünt.

Die Zukunft: Röntgenblick und Datenbrille

Bei den Crashtest-Verfahren und Testeinrichtungen setzt Mercedes-Benz immer wieder Standards – bis heute. Hier drei Beispiele, woran die Crash-Experten von Mercedes-Benz aktuell arbeiten und welche Ideen sie für die nahe und ferne Zukunft haben.

Röntgentechnologie bei Crashversuchen: Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik, dem Ernst-Mach-Institut (EMI) in Freiburg, testet der Bereich Fahrzeugsicherheit von Mercedes-Benz den Einsatz von Röntgentechnologie bei Crashversuchen. Dadurch lässt sich das Verhalten sicherheitsrelevanter Bauteile in ihrem Inneren untersuchen. Die Ultrakurzzeit-Röntgentechnologie produziert Standbilder von definierten Bereichen in gestochen scharfer Qualität während eines Crashtests. Die Zahl der Bilder konnte in den vergangenen Jahren deutlich erhöht werden: Aktuell sind es 1.000 Bilder/Sekunde, die mit Hilfe eines Linearbeschleunigers erzeugt werden können. Die Daten aus dem Röntgencrash werden mit computergestützten Simulationsmodellen zusammengeführt, so entstehen hochdynamische 3D-Simulationen. Zwei Ziele werden mit der Röntgentechnologie verfolgt: Die Simulation lässt sich evaluieren und damit die Prognosezuverlässigkeit verbessern. Und ungeplantes Verhalten eines Bauteils lässt sich am Röntgenvideo analysieren und so die Ursache ermitteln.

Aktiver Seitencrashschlitten: Neben aufwendigen Gesamtfahrzeug-Crashtests führt Mercedes-Benz rund 1.700-mal im Jahr auch sogenannte Schlittenversuche durch. Das ist eine Crashsimulation einzelner Komponenten oder Baugruppen wie Rückhaltesysteme mit Hilfe von hydraulisch oder elektrisch beschleunigten oder verzögerten Prüfschlitten. Schlittenversuche sparen nicht nur Kosten, sondern ermöglichen auch schon Erkenntnisse in einer frühen Projektphase, wenn es noch gar keine kompletten Fahrzeuge gibt. Aktuell arbeiten die Spezialisten zusammen mit dem TÜV Süd in Prag (Tschechien) an der Applikation eines Aktiven Seitencrashschlittens. Dieses System soll den Seitenaufprall mit einem Prinzip „Schlitten auf Schlitten“ simulieren. Dabei könnten zum Beispiel neben der Tür selbst auch die technische Ausstattung, die Geometrie der Verkleidungsteile und das Material in einer frühen Phase verbessert werden.

Einsatz von Virtual- und Augmented-Reality-Technologie in der Crashtestvorbereitung: Vor und nach dem Crashtest erfolgt eine genaue Vermessung des Fahrzeugs. Das geschieht, um im Rahmen der Photogrammetrie, einem optischen Messverfahren, die Deformation an bestimmten relevanten Punkten des Fahrzeugs bestimmen zu können, etwa an einer Tür nach einem Seitenaufprall. Aktuell werden diese bis zu 150 Punkte anhand eines fahrzeugspezifischen Messpunkt-Katalogs an das Auto geklebt, bevor dieses eingemessen wird. Mit Hilfe von Virtual (VR) und Augmented (AR) Reality¹ lässt sich das künftig in gleich zweifacher Hinsicht vereinfachen. Bei der Erstellung des Messpunkt-Katalogs können Versuchingenieur und Werkstatt-Mitarbeiter per VR ein digitales Modell des Fahrzeugs in einem virtuellen Raum betrachten und gemeinsam die Punkte festlegen. Dabei lässt sich auch klären, ob das Fahrzeug in diesem Bereich gut zugänglich für die Beklebung ist. Beim eigentlichen Anbringen der Punkte an einem realen Fahrzeug trägt der Mitarbeiter dann eine spezielle AR-Brille und sieht die genaue Position der Punkte auf dem Auto.

¹ Als Virtual Reality (VR, virtuelle Realität) wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet. Unter Augmented Reality (AR, erweiterte Realität) versteht man die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung.

Die Dummies: Stellvertreter in allen Größen- und Gewichtsklassen

Sie haben einen der härtesten Jobs in der Automobilindustrie: Dummies sitzen stellvertretend für menschliche Verkehrsteilnehmer beim Crashtest in den Fahrzeugen. Mit viel Aufwand sind die bis zu mehreren hunderttausend Euro teuren Versuchspuppen so konstruiert, dass sie Menschen möglichst ähnlich sind. Im TFS beherbergt Mercedes-Benz circa 120 Crashtest-Dummies. Mit dem neuen Crashtest-Zentrum wurde auf digitale In-Dummy-Messtechnik umgestellt. Der Vorteil: Kompakte Datenleitungen haben dicke Kabelbündel ersetzt.

Leistungsfähigere Sensoren, schnellere und umfangreichere Datenaufzeichnung, bessere Biomechanik – auch bei Dummies hat sich in den letzten Jahren einiges getan. Rund 120 Dummies warten im TFS auf ihren Einsatz. Es gibt Attrappen für Männer, Frauen und Kinder, in verschiedenen Größen- bzw. Gewichtsstufen, für Frontal-, Heck- oder Seitenaufprall. Die verschiedenen Dummy-Typen sind gesetzlich vorgeschrieben. Auch die jeweilige Kleidung ist genau geregelt, damit die Bedingungen in allen Crashanlagen der Welt einheitlich und die Ergebnisse vergleichbar sind.

Die lebensgroßen Puppen stecken randvoll mit Messtechnik, die Beschleunigungen, Wege und Kräfte messen kann. Mit bis zu 220 Messstellen kann ein Dummy bestückt werden.

Im TFS befinden sich Zertifizierungsprüfstände für alle aktuellen Dummytypen. Zertifizierung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die zuverlässige Funktion der Mechanik überprüft und notwendige Wartungsarbeiten vor Ort durchgeführt werden können. Zu den neuesten, im TFS vertretenen Dummy-Modellen gehören

- THOR („Test Device for Human Occupant Restraint“, Testwerkzeug für Passagier-Rückhaltesysteme). Dieses Modell löst in den nächsten Jahren den H3-Dummy („Hybrid III“) sowohl in den USA als auch in Europa ab. Die H3-Familie wurde bereits Ende der 70er-Jahre für den Frontalaufprall vorgestellt und seither weiterentwickelt. Insgesamt ist THOR deutlich biofideler, also näher am tatsächlichen Verhalten des menschlichen Körpers, als sein Vorgänger H3.
- World-SID („Worldwide harmonized Side Impact Dummy“, weltweit harmonisierter Dummy für Seitenaufprall). Er besitzt zwei übereinanderliegende Schichten von Brustzonen und Knautschzonen an der Schulter. |
- Q-Dummies. Das sind Kinder-Dummies, erhältlich in den Größen Q0 bis Q10, die einem Baby oder Kind des entsprechenden Alters auf der 50. Perzentile¹ nachempfunden sind.

Auch bei den Erwachsenen werden unterschiedliche Größen berücksichtigt. Beispiel Fünf-Prozent-Frau: Nur fünf Prozent der Frauen sollen statistisch weltweit kleiner oder leichter als dieser Frontalaufprall-Dummy sein.

Während früher dicke und starre Kabelbündel aus den Dummies ragten und die schweren Versuchspuppen nur mit großem Aufwand an ihre vorgesehenen Positionen in den Fahrzeugen platziert werden konnten, führt heute nur noch ein Kabel aus ihnen heraus. Entsprechend schneller lässt sich ein Crashtest vorbereiten. Der geringere Platzbedarf und die höhere Flexibilität der Kabel sind neben der Zuverlässigkeit und der Datenqualität die Vorteile der sogenannten In-Dummy-Messtechnik. Dabei werden die analogen Messdaten, die während des Crashtests erfasst werden, in digitale Signale umgewandelt und über ein Bus-System an einen zentralen

¹ Die *Perzentile* ist in der medizinischen Statistik ein Maß für die Streuung einer statistischen Verteilung, die nach Rang oder Größe der Einzelwerte sortiert ist. Liegt beispielsweise die Körpergröße eines 12 Monate alten Kindes auf der 10. Perzentile, bedeutet dies, dass 90 % der Kinder seines Alters und Geschlechts größer sind und 10 % kleiner.

Datenrekorder weitergeleitet. Mittels Systemkabel lassen sich die Daten dann für die Auswertung des Crashes übertragen.

Die Gegenwart: vielfältige Testmöglichkeiten für Sicherheitsinnovationen

Das im November 2016 eröffnete Technologiezentrum Fahrzeugsicherheit (TFS) ist Teil des Entwicklungszentrums in Sindelfingen und eines der modernsten Crashtest-Zentren der Welt. Im TFS hat Mercedes-Benz vielfältige Testmöglichkeiten, um bei der Fahrzeugsicherheit Vorreiter zu bleiben.

Das flexible, effiziente Crashbahnkonzept im TFS bietet nicht nur die Möglichkeit klassischer Crashtests, sondern schafft die Voraussetzungen für neue Versuchsanordnungen: Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen (Car2Car) unter allen Winkeln, die Evaluierung von PRE-SAFE®, automatisiert gefahrene Manöver mit anschließendem Crash, Crashtests mit Lkw sowie mit Elektrofahrzeugen und anderen alternativen Antrieben. Insgesamt sind rund 70 verschiedene Crashtest-Konfigurationen möglich. Hinzu kommen das Schlittenprüffeld zur Erprobung von Komponenten und neue Methoden zur Vermessung der Fahrzeuge vor und nach dem Crash.

Traditionell führt Mercedes-Benz mehr und anspruchsvollere Crashtests durch, als es Gesetze vorschreiben und Ratings erfordern. Die vielfältigen Testmöglichkeiten im TFS unterstützen den Automobilbauer bei dieser Schrittmacherfunktion. Mercedes-Benz arbeitet daran, den Crashtest in der Halle noch stärker am Ablauf eines Straßenunfalls zu orientieren. So sollen zukünftig auch PRE-SAFE® Systeme noch besser beurteilt werden können, wenn z. B. vor dem eigentlichen Aufprall eine Notbremsung oder ein Ausweichen stattfindet.

Das TFS bietet dafür die notwendigen Platzverhältnisse, so misst die längste Crashbahn mehr als 200 m. Insgesamt sind fünf Crashblöcke vorhanden, gegen die der Aufprall beim Crashtest erfolgt. Davon ist einer im Raum flexibel verfahrbar und ein weiterer um die Hochachse drehbar. Diese beiden Crashblöcke sind für den effizienten Betrieb an jeder ihrer vier Seiten mit einer anderen Barriere vorkonfiguriert. Zusammen mit einem mobilen Trennwandsystem ermöglicht die Anlage den gleichzeitigen und unabhängigen Betrieb von bis zu vier Crashbahnen. Dank des Betriebskonzeptes und des flexiblen Anlagenlayouts können im Jahr rund 1.000 Crashtests durchgeführt werden. Hinzu kommen etwa 1.700 Schlittenversuche pro Jahr.

Der große, säulenfreie Bereich eignet sich z. B. für die Erprobung von Pre-Crash Systemen in der Vorunfallphase oder auch für Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche. Dabei kann das getestete Fahrzeug auf herkömmliche Weise durch ein Zugseil angetrieben werden. Außerdem wird daran gearbeitet, dass sich die Testwagen in Zukunft mit eigener Motorkraft frei programmierbar, also unabhängig von der Seilzuganlage, bewegen können.

Zur Entwicklung und Feinabstimmung von Rückhaltesystemen wie Sicherheitsgurten, Airbags oder Kindersitzen ist eine Vielzahl von Tests nötig – der Reifegrad der Komponenten wird schon vor dem Gesamtfahrzeugversuch in sogenannten Schlittenversuchen überprüft. Bei einem Schlittenversuch wird nicht jedes Mal ein ganzes Fahrzeug beschädigt, welches im frühen Stadium sehr teuer und nur in kleinen Stückzahlen verfügbar ist. Stattdessen wird eine versteifte Karosserie mit den notwendigen Inneneinbauten auf einen Schlitten gespannt und so beschleunigt, dass im Innenraum die Wirkung z. B. eines Frontalcrashes nachgestellt wird. Durchgeführt werden diese Prüfungen im TFS auf insgesamt vier verschiedenen Schlittenanlagen, mit denen der Beschleunigungs-/Verzögerungsbereich mit G-Kräften von etwas über 0 bis ca. 80 g, bei einzelnen Komponententests sogar bis 120 g abgedeckt wird.

Der Neubau: extrem ebener Boden als Herausforderung

Der Neubau des TFS war ein aufwendiges Bauprojekt und kostete einen dreistelligen Millionenbetrag. Erste Vorplanungen begannen bereits vor über zehn Jahren, der Baubeginn war im Herbst 2013, Richtfest wurde am 12. Mai 2015 gefeiert, der erste produktive Crashtest wurde am 30. September 2016 durchgeführt.

Die Herausforderungen bestanden unter anderem darin, dass in der großen Crashtesthalle keine Säulen stehen durften und der Boden der Crashbahnen extrem eben sein sollte. Zu den baulichen Besonderheiten zählt ebenso die Temperierung mit Hilfe der Abwärme der benachbarten Klimawindkanäle.

Die Dimensionen und der Materialeinsatz beim Bau des TFS sind beeindruckend: Der stützenfrei überdachte Teil der Crashhalle ist mit 90 Metern mal 90 Metern deutlich größer als die Fläche eines Fußballplatzes. Verbaut wurden insgesamt über 7.000 Tonnen Stahl, etwa so viel wie im Eiffelturm. Und der Einsatz von insgesamt 36.000 m³ Beton lässt sich illustrieren mit einer rund 40 Kilometer langen Schlange von Betonmischer-Fahrzeugen.

Die Historie: Crashtests als neues Instrument der Sicherheitsforschung

Gleich zwei Sternstunden von Mercedes-Benz für die Fahrzeugsicherheit gibt es vor 60 Jahren: Am 11. August 1959 stellt die Marke der Presse die neuen Oberklasse-Fahrzeuge der Baureihe W 111 vor. Als erste Serienfahrzeuge der Welt haben sie eine Sicherheitskarosserie mit gestaltfester Fahrgastzelle und Knautschzonen an Front und Heck. Am 10. September 1959 beginnt Mercedes-Benz mit systematischen Crashtests, die zum festen Bestandteil der Fahrzeugentwicklung werden. Damit tritt die Sicherheitsforschung in eine neue Ära ein.

1959 ist ein Schlüsseljahr für die Fahrzeugsicherheit. Die damals neuen Sechszylindertypen Mercedes-Benz 220, 220 S und 220 SE der Baureihe W 111 sind die weltweit ersten serienmäßig gebauten Personenwagen mit Sicherheitskarosserie: Während die Passagierzelle durch ein Höchstmaß an Stabilität gekennzeichnet ist („gestaltfeste Fahrgastzelle“), befinden sich an Front und Heck Knautschzonen. Diese nehmen bei einem Unfall durch definierte Verformung Bewegungsenergie auf und mindern so erheblich die Wucht des Aufpralls auf die Passagiere und damit auch die Unfallfolgen.

Am 23. Januar 1951 meldet die Daimler-Benz AG die Personenwagenkarosserie mit Sicherheitsfahrgastzelle zum Patent an. Der Erfindung von Béla Barényi wird im August 1952 das Patent Nr. 854 157 unter dem Titel „Kraftfahrzeug, insbesondere zur Beförderung von Personen“ erteilt. Dieses Konzept ist ein entscheidender Schritt nach vorn für die passive Sicherheit des Automobils. Die Sicherheitskarosserie Barényis ist das Ergebnis von genauer Beobachtung, technischem Vorstellungsvermögen und der Bereitschaft zum visionären Denken. In dieser Zeit herrscht noch immer die Meinung vor, dass eine möglichst hohe Steifigkeit der Karosserie die größte Insassensicherheit bietet. Damit räumt die Sicherheitskarosserie auf. Sie setzt sich branchenweit durch und entwickelt sich zu einem Standard der Sicherheitstechnik. Auch trägt die Sicherheitskarosserie zum Partnerschutz bei, ein erklärtes Entwicklungsziel bei Mercedes-Benz: Sie nimmt auch für einen Unfallgegner, der nicht so gut geschützt ist, einen Teil der Aufprallenergie auf.

Barényi bringt in der Baureihe W 111 weitere epochale Entwicklungen der Sicherheitstechnik auf den Weg. In ihr debütieren beispielsweise ein Sicherheitslenkrad mit großflächiger Prallplatte sowie ein hinter der Vorderachse liegendes Lenkgetriebe. Denn bei früheren Fahrzeugen mit vorn liegendem Lenkgetriebe und nicht gepolstertem Lenkrad hat es immer wieder schwere Verletzungen durch den sogenannten „Lanzeneffekt“ gegeben. Dieser tritt auf, wenn sich bei einem Frontalaufprall die Lenksäule dem Fahrer entgegen schiebt. Eine weitere Neuheit in der Baureihe W 111 ist die Gestaltung des Innenraums mit einem gepolsterten Armaturenbrett und elastischen, zum Teil versenkt angeordneten Bedienungselementen.

Das Keilzapfen-Türschloss verstärkt die Karosseriestruktur

Seine erste Serienanwendung findet in der Baureihe W 111 zudem das verbesserte Keilzapfen-Türschloss mit zwei Sicherheitsrasten. Es verhindert bei einem Unfall wirksam ein Aufspringen und Verklemmen der Türen. Das bewirkt zweierlei: Zum einen behält die Fahrgastzelle ihre vollständige Stabilität und schützt so den Überlebensraum für Fahrer und Passagiere. Zum anderen wird verhindert, dass sie aus dem Fahrzeug geschleudert werden – seinerzeit eine häufige Ursache für schwere Folgeverletzungen. Zwar bietet Mercedes-Benz bereits ab Anfang 1958 den Sicherheitsgurt für alle Pkw-Modelle an. Doch eine Gurtanlegepflicht auf den Vordersitzen gibt es in der Bundesrepublik Deutschland erst vom Januar 1976 an. Die Gurtpflicht ist damals ein sehr umstrittenes Thema. Ihre Missachtung ist zunächst straffrei. Erst 1984 wird in Deutschland ein Bußgeld von 40 DM für das Fahren ohne Gurt eingeführt.

Gut zehn Jahre vor dem Keilzapfen-Türschloss mit Sicherheitsrasten führen zahlreiche Versuche bereits zum ersten Sicherheits-Zapfenschloss, mit dem Mercedes-Benz das Risiko aufspringender Fahrzeigtüren erheblich mindert. Das Deutsche Patentamt erteilt das am 23. April 1949 angemeldete Patent für diese „Schließvorrichtung, insbesondere für Kraftfahrzeigtüren“ unter der Nummer 827 905.

Crashtests als neues Instrument der Sicherheitsforschung

Beim ersten Crashtest im Mercedes-Benz Werk Sindelfingen am 10. September 1959 prallt ein Versuchswagen frontal gegen ein festes Hindernis. Das ist ein weiterer wichtiger technischer Meilenstein, denn von nun an lässt sich das Verhalten von Fahrzeugen und Insassen bei Autounfällen anhand der Testwagen und Versuchspuppen realitätsnah untersuchen.

Die neuen Crashversuche beweisen, dass die von Barényi erdachte Sicherheitskarosserie in der Praxis funktioniert: Sie baut einen erheblichen Teil der bei einem Unfall freiwerdenden Bewegungsenergie ab. Das kann Insassen vor schweren Verletzungen schützen. Das überzeugende Konzept wird zum Branchenstandard. Immer wieder setzt Mercedes-Benz in den nachfolgenden Jahrzehnten solche internationalen Standards und verbessert so die Fahrzeugsicherheit zum Wohle aller Verkehrsteilnehmer nachhaltig.

Bleibt es in den ersten Jahren noch bei wenigen Unfallversuchen, etabliert sich das Verfahren seit den 1960er-Jahren zunehmend als zuverlässiges Werkzeug zur Optimierung und Prüfung der Fahrzeugsicherheit. Neben Personenwagen werden bei Mercedes-Benz auch Transporter und Nutzfahrzeuge bis hin zum Reisebus umfassenden Crashtests unterzogen.

Von der Komponentenerprobung bis zum ersten Crashtest

Die Daimler-Benz AG verfolgt in den 1950er-Jahren aufmerksam, wie sich Unfallversuche als neues Instrument der Forschung und Entwicklung vor allem in den Vereinigten Staaten etablieren. Ein Resultat: Seit den Jahren 1956 und 1957 erproben die unternehmenseigenen Forscher bereits einzelne Fahrzeugkomponenten auf ihr Verhalten bei Unfällen. Die Aufnahme dieser Versuche ist eine wichtige Zäsur in der Sicherheitsforschung der Stuttgarter Marke. Denn zuvor kommen Informationen zur Passiven Fahrzeugsicherheit lediglich durch die Begutachtung von Unfallfahrzeugen zusammen.

Im Vordergrund der Komponentenerprobung stehen zunächst Teile des Fahrzeuginnenraums. Dabei können die Ingenieure unter anderem auch auf bestehende Methoden der Glasindustrie zurückgreifen. Denn zur Untersuchung von Sicherheitsglas ist schon in den Vorjahren ein Simulator entwickelt worden, der den Aufprall eines menschlichen Kopfes auf die Frontscheibe nachahmt.

Ähnlich ist der Apparat aufgebaut, mit dem Mercedes-Benz zum Beispiel die Polsterung von Armaturenbrettern testet: Eine rund fünf Kilogramm schwere Holzkugel prallt durch die Kraft einer Feder auf das zu untersuchende Bauteil. Ein Messschreiber registriert dabei die Verzögerung des Kunstkopfes durch das Polster. Nach und nach untersuchen die Ingenieure die verschiedenen Teile des Fahrzeuginnenraums mit dem Schlagkopf. Dabei erweisen sich nicht nur hervorstehende Komponenten als gefährlich, sondern auch Holzverkleidungen, die zum Splintern neigen. Weil die Kunden gerade in Oberklassemodellen aber nach Echtholz als Material der Innenausstattung verlangen, entwickelt Mercedes-Benz ein mehrschichtiges Verbundmaterial, in dem das Holz durch Aluminiumeinlagen vor dem Splintern geschützt wird.

Insbesondere die Entwicklung des Sicherheitsgurts verlangt Ende der 1950er-Jahre auch nach einem zuverlässigen Testverfahren für dieses im Automobil neue Rückhaltesystem. So entsteht 1959 ein Versuchsschlitten, der zunächst pendelnd aufgehängt gegen ein festes Hindernis beschleunigt wird. Aus diesem ersten Modell entsteht der horizontal auf Schienen fahrende Versuchsschlitten, der von Stahlfedern

beschleunigt wird. Als Versuchsperson dient eine in den Vereinigten Staaten gekaufte Versuchspuppe, die auch bei den ersten Crashtests eingesetzt wird und von ihren Betreuern den Spitznamen Oskar erhält.

Neben dem Sicherheitsgurt werden im Unfallsimulator auch gepolsterte Lenkradpralltöpfe und ähnliche Bauteile erprobt. Aus den Schlitten der ersten Generation entsteht bereits Mitte der 1960er-Jahre ein neuer Aufprallwagen, auf dem bei Bedarf auch die komplette Karosserie eines Personenwagens für Belastungsversuche montiert werden kann.

Crashtests als Königsdisziplin der Unfallversuche

Einen Unfall so umfassend wie nur möglich zu simulieren, ist Ende der 1950er-Jahre das Ziel aller Entwicklungen der Unfallforscher bei Mercedes-Benz. Daher führt kein Weg am aufwändigen, schwierig zu steuernden und teuren Crashtest vorbei. Bei diesem Testverfahren wird ein komplettes Fahrzeug einer gezielten Kollision ausgesetzt und entsprechend verformt. Die Rolle der Insassen spielen dabei zunächst die Versuchspuppe Oskar sowie als Passagiere Schaufensterpuppen und Sandsäcke.

Beim ersten Crashtest von Mercedes-Benz am 10. September 1959 wird ein Versuchswagen frontal gegen eine 17 Tonnen schwere feste Barriere aus alten Presswerkzeugen beschleunigt. Nach dieser Premiere legen die Ingenieure zunächst eine Pause ein, um das neue Verfahren bewerten zu können. Von März bis April 1960 folgen dann an drei Versuchstagen weitere Crashtests. Dabei werden auch komplette Unfälle simuliert – so zum Beispiel der Zusammenstoß eines Fahrzeugs der Baureihe W 111 in die Seite einer Limousine vom gleichen Typ. Außerdem finden wieder Frontalcrashes statt und erstmals auch Überschlagversuche.

Vorbereitende Versuche mit älteren Wagen ermöglichen die Konstruktion einer Rampe (der sogenannten Korkenzieher-Rampe), die den Testwagen in der Luft um die Längsachse rotieren und auf dem Dach landen lässt. So messen die Sicherheitsfachleute die Reaktion der Karosserie auf einen Überschlagunfall.

Wichtig in diesem zweiten Jahr der Crashtests ist die Kommunikation des Unternehmens rund um das Thema Unfallversuche: Bereits zum Versuchstag am 11. April 1960 lädt Daimler-Benz auch die Presse ein, um die neuen Verfahren zur Sicherheitsforschung öffentlich zu präsentieren. Damit stellen die Experten die Bedeutung der Fahrzeugsicherheit über die früher vorherrschenden Bedenken, das Thema Unfall überhaupt in der Kommunikation gegenüber den Kunden zu vertiefen.

Tests und technische Entwicklung

Die Crashtests von Mercedes-Benz führen von 1959 an nicht nur zu einer Weiterentwicklung der Fahrzeugsicherheit. Auch die für Unfallversuche eingesetzte Technik wird kontinuierlich verbessert. So dient zunächst eine Schleppanlage zur Beschleunigung der Testwagen, weil diese nicht mit eigener Motorkraft beschleunigt werden können. Die Schlepptechnik borgen sich die Ingenieure von den Segelfliegern der Technischen Hochschule Stuttgart aus, welche die Anlage zum Flugzeugstart einsetzen. Bei Mercedes-Benz lässt der Schleplift nun die Testwagen auf die Barriere fahren oder bei Überschlagversuchen mit einer Geschwindigkeit von 75 bis 80 km/h auf die Korkenzieher-Rampe rollen.

Doch ideal ist die Beschleunigung der Versuchswagen mit der Schleppanlage nicht. Auch der Geradeauslauf der Testfahrzeuge lässt zu wünschen übrig: Manchmal rollt das für den Crash vorgesehene Auto an der Barriere oder der Rampe vorbei, und die Werkfeuerwehr muss anrücken, um das Fahrzeug zu bergen. Denn getestet wird in den ersten Jahren auf einem freien Platz auf dem Werksgelände in Sindelfingen. Neben diesem Platz fließt ein Bach mit Namen Schwippe, in dem während der Pionierjahre immer wieder Fahrzeuge landen.

Entwicklungsingenieur Ernst Fiala schafft 1962 Abhilfe: Für die Unfallexperimente der Mannschaft um Karl Wilfert, Chef der Sindelfinger Karosserie-Entwicklung, baut er eine Heißwasserrakete, die nun die Fahrzeuge ohne Schleppleine antreibt. Entscheidende Hinweise für die Konstruktion erhält Fiala vom Institut für Physik der Strahlantriebe am Flughafen Stuttgart. Das auf einem einachsigen Anhänger montierte Gerät wird hinter dem Versuchswagen angebracht und besteht aus einem Druckbehälter, einem schnell zu öffnenden Ventil und einer Ausströmdüse. Um Schub zu erzeugen, wird vor dem Experiment das Wasser in dem zu etwa 75 Prozent gefüllten Behälter auf circa 260 Grad Celsius erhitzt. Der dabei entstehende Überdruck treibt nach dem Öffnen des Ventils Automobil und Rakete an und beschleunigt das Ensemble auf die erforderliche Geschwindigkeit.

Mit der Einführung der Heißwasserrakete 1962 verbessert sich auch die Strecke: Eine Stahlbetonplatte wird als Fahrbahn gebaut, die Führung der Testfahrzeuge und des Antriebs geschieht nun durch eine Eisenbahnschiene, außerdem gibt es einen Fangzaun zum Bach hin. Die deutliche Aufwertung der Strecke ist nicht nur für die werkseigenen Versuche wichtig. Denn Mercedes-Benz führt von 1962 bis 1967 im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums auch Leitplankenversuche aus, bei denen neue Leitplankentypen getestet werden. 1964 wird die Strecke außerdem von bisher 65 Meter auf nun 90 Meter verlängert, um auch schwere Personenwagen wie den Typ 600 (W 100) einem Crashtest unterziehen zu können.

Von Dummies und Daten

Der große Vorteil eines Crashtests im Gegensatz zur Auswertung von Unfallautos liegt in der Möglichkeit, den tatsächlichen Ablauf der Kollision in allen Details zu erfassen. Die notwendige Analysetechnik ist in den Jahren vor 1959 entwickelt worden. Dazu gehören Beschleunigungssensoren in den Dummies und im Testwagen selbst. Auch Hochgeschwindigkeitskameras kommen zum Einsatz, auf deren Filmaufnahmen die Kollision in extremer Zeitlupe wiedergeben und analysiert werden kann.

Der Einsatz von neuartigen Simulationspuppen sorgt für besonders aussagekräftige Ergebnisse. Denn diese mit Sensoren für Beschleunigungswerte ausgestatteten Dummies, die seit 1952 in den Vereinigten Staaten eingesetzt werden, liefern erstmals reproduzierbare Daten über die Belastungen, die der menschliche Körper bei einem Autounfall aushalten muss.

Oskar, der Dummy vom Typ VIP des Herstellers Alderson Research, bleibt während der ersten Crashtests in Sindelfingen zunächst die einzige Versuchspuppe. Um Beifahrer zu simulieren, werden Sandsäcke und Schaufensterpuppen verwendet. Auch als später weitere und modernere Testpuppen angeschafft werden (1972 sind insgesamt acht Stück im Einsatz), leistet Oskar noch wertvolle Dienste. Insgesamt drei Jahrzehnte lang wird diese erste Versuchspuppe in der Sicherheitsforschung der Stuttgarter Marke eingesetzt.

Schnell differenzieren sich die Maße und Messmethoden der Dummies gegenüber dem Typ VIP aus: Bereits in den 1960er-Jahren entstehen Puppen, deren Körperproportionen dem Durchschnitt von Männern, Frauen und Kindern entsprechen. Auch die Messgenauigkeit für bestimmte Versuchsanordnungen wird immer wieder verbessert – dazu zählt neben den Passagier-Dummies auch eine Testpuppe für Unfallsimulationen mit Fußgängern. Außerdem werden Dummies entwickelt, mit denen bestimmte Unfallszenarien besonders genau gemessen werden können, sowie hoch spezialisierte Testpuppen für Versuche jenseits der Crashtests – beispielsweise der Klimadummy, um die Einflüsse von Lufttemperatur und -feuchtigkeit auf den menschlichen Körper festzustellen.

Ein neues Unfallversuchszentrum

Die steigende Zahl der Crashtests und der höhere Anspruch an die Ergebnisse solcher Versuche machen bereits Ende der 1960er-Jahre die eingeschränkten Kapazitäten und Möglichkeiten des ursprünglichen Testgeländes in Sindelfingen deutlich. So wird von 1971 bis 1973 ein neues Unfallversuchszentrum in

Sindelfingen gebaut. Zunächst installieren die Sicherheitsforscher einen Schlitten für die Unfallsimulation. 1972 beginnt dann der Bau einer neuen Crashanlage. Auf ihr sollen Frontal- und Seitenkollisionen sowie Überschläge möglich sein.

Als Antrieb der Versuchswagen auf der 65 Meter langen Crashbahn entscheiden sich die Ingenieure für einen Linearmotor mit 53 000 Newton Schubkraft. Das Aggregat beschleunigt die Autos auf der ersten Hälfte der Bahn auf die Zielgeschwindigkeit, regelt auf der verbleibenden Strecke das Tempo auf den gewünschten Wert ein und koppelt rechtzeitig vor der Kollision aus. In der einen Richtung der Strecke prallen die Testwagen planmäßig gegen eine 1000 Tonnen schwere Barriere, die auf einer sensiblen Kraftmessplatte ruht. In der anderen Richtung geht es zu Überschlagversuchen. Gezielte Zusammenstöße mit anderen Fahrzeugen werden aber weiterhin auf einem Freigelände ausgeführt.

Von der starren Barriere zum modernen Offset-Crash

Ein Ziel der Unfallversuche von Mercedes-Benz ist es von Anfang an, möglichst realistische Ergebnisse zu erhalten. So löst der versetzte Aufprall zunehmend die volle Frontalkollision gegen eine starre Schrott- oder Betonbarriere ab. Die Forschungen am versetzten Zusammenstoß beginnen 1975.

Ein solcher Offset-Frontalaufprall wird bei Mercedes-Benz 1992 zum ersten Mal gegen eine deformierbare Barriere durchgeführt, um die Ergebnisse noch besser mit dem Verhalten des Fahrzeugs bei einem realen Unfall vergleichen zu können. Für europäische Autotests wird später eine deformierbare Barriere entwickelt, die von den Versuchsergebnissen aus dem Sindelfinger Sicherheitszentrum beeinflusst wird. Nach der Einführung des Stufenbarrientests ist dieses neue europäische Prüfverfahren ein weiterer großer Schritt in Richtung realitätsnaher Unfallprüfung. 1993 wird der Offset-Crash gegen eine verformbare Barriere aus Metallwaben mit 50 Prozent Überdeckung und 60 km/h zum neuen Mercedes-Benz Standard.

Als 1998 das Mercedes-Benz Technologie-Center (MTC) gebaut wird (Grundsteinlegung ist 1995), wird die Crash-Anlage in Sindelfingen auf den aktuellen Stand der Technik gebracht. Die Beschleunigungsstrecke wächst nun auf 95 Meter an, damit sind sämtliche Crashtest-Varianten in der Halle möglich. Das betrifft insbesondere den Offset-Crash, der in der Realität deutlich häufiger vorkommt als die frontale Kollision eines Fahrzeugs. Aber auch Frontalversuche mit zwei Fahrzeugen sind nun im Trockenen möglich, weil zudem der Linearmotor durch eine Seilzuganlage ersetzt wird. Die Aufzeichnung der Versuche erfolgt nicht mehr durch eine Hochgeschwindigkeits-Filmkamera, sondern nun speichert Videotechnik den Verlauf des Unfalls. Die sehr hohe Frequenz der Bildfolge ist gleichgeblieben, so lassen sich die Unfallversuche detailliert in extremer Zeitlupe auswerten. Beim Umbau ist die Erweiterung der Anlage auch überdacht worden, nun können Versuche mit Personenwagen sowie mit Nutzfahrzeugen komplett vom Wetter unabhängig stattfinden.

Angesichts des umfangreichen Forschungs- und Testprogramms von Mercedes-Benz fällt schon bald nach dem Jahr 2000 die Entscheidung, das MTC in Sindelfingen erneut auszubauen. Zur Erweiterung gehört unter anderem die Einrichtung neuer Großprüfstände wie Fahrsimulator (Eröffnung: 2010) und Aeroakustik-Windkanal (2013).

2009 stellt Mercedes-Benz zur 21. ESV-Konferenz den neuartigen PRE-SAFE®-Simulator vor. Dieser Simulator beschleunigt die Fahrzeugkabine innerhalb von vier Metern auf bis zu 16 km/h, bevor das schnelle Abbremsen und damit das Erleben von PRE-SAFE® erfolgen. Verschiedene Beschleunigungsprofile können demonstriert werden. Die Probanden erleben am eigenen Körper die Wirkung von PRE-SAFE®-Funktionen wie Gurtvorspannung und aufblasbare Seitenwangen der Sitze.

Crashtests als Bestandteil der ganzheitlichen Sicherheitsforschung

Crashtests sind in der Geschichte der Sicherheits- und Unfallforschung von Daimler-Benz nicht als einzelnes Werkzeug zu sehen. Denn die Ergebnisse anderer Disziplinen wie der systematischen Unfallforschung, die von den Stuttgartern 1969 aufgenommen wird, beeinflussen auch die Crashtests immer wieder. So zeigt eben die Auswertung tatsächlicher Unfallszenarien, dass der volle Frontalaufprall relativ selten ist, sondern vielmehr der versetzte Frontalaufprall die meisten Unfälle ausmacht. Entsprechend wird das Szenario der Crashtests verändert.

Die Unfallspezialisten betreiben einen hohen Aufwand, um möglichst direkte und objektive Analysen des Unfallgeschehens im Straßenverkehr zu liefern: Nach einem Pilotversuch im Jahr 1967 startet 1969 die kontinuierliche Unfallforschung bei Mercedes-Benz, in deren Rahmen die Ingenieure Kollisionen mit Fahrzeugen der Marke im Großraum Stuttgart zeitnah auswerten. Auf diese Weise geben die Ermittlungen der Unfallforscher immer wieder wichtige Hinweise auf Bauteile, die unter dem Gesichtspunkt der passiven Sicherheit gezielt weiter verbessert werden können. Die Erprobung der Ergebnisse geschieht dann wieder durch Unfallsimulationen und Crashtests.

Mit steigender Leistungsfähigkeit der Computertechnik werden aber die Crashversuche auch durch rechnerische Mehrkörper-Systeme ergänzt. Erste Crashberechnungen an digitalen Modellen ganzer Fahrzeuge gibt es schon für die Mittlere Baureihe W 124, die 1984 debütiert. Auf klassische Crashtests können die Mercedes-Benz Entwickler aber auch heute nicht verzichten.

Die wichtigsten Fachbegriffe

Aktive Sicherheit: Der (fahr-)technische Ausrüstungsstand eines Fahrzeugs für das Vermeiden von Unfällen, im Unterschied zur → Passiven Sicherheit.

Car2Car-Crashes: Crashtest-Konfigurationen mit zwei Fahrzeugen anstelle der häufigeren Konstellation Fahrzeug gegen Barriere oder Barriere gegen Fahrzeug. Im Sinne der Sicherheitsphilosophie „Real Life Safety“ untersucht Mercedes-Benz seit vielen Jahren bei derartigen Car2Car-Crashtests die → Kompatibilität unterschiedlicher Unfallgegner.

Crashtest: Test, mit dem die Unfallsicherheit von Fahrzeugen bei verschiedenen Kollisionsarten wie Frontal-, Seiten- und Heckaufprall sowie Überschlagversuchen untersucht wird.

Dachfall-Test: Mercedes-Benz interner Crashtest, der die Dachsteifigkeit überprüft, die z.B. bei einem Überschlagunfall wichtig ist. Dabei fällt die Karosserie aus 50 Zentimeter Höhe in leichter Schräglage auf die Dachstruktur, sodass anfangs nur eine der beiden A-Säulen belastet wird. Die Testvorschrift erlaubt in diesem Lastfall nur eine definierte plastische Verformung, um den Schutzraum sicher zu stellen.

Dummy: lebensgroße Puppe mit Messtechnik, mit der bei Crashtests Messwerte aufgenommen werden. Aufgrund der Messwerte kann auf die Verletzungsrisiken eines Menschen geschlossen werden.

Erdbeschleunigung (g): die Beschleunigung, die ein an der Erdoberfläche befindlicher Körper im freien Fall erfährt. $1\text{ g} = 9,81\text{ m/s}^2$

Euro NCAP (European New Car Assessment Program): ein Konsortium, das seit 1997 Crashtests durchführt. Aktuell beteiligen sich zwölf Institutionen (Verkehrsministerien, Automobilclubs, Versicherungsverbände und Forschungsinstitute) aus acht europäischen Staaten an diesem Programm. Anhand eines Sterne-Schemas werden neue Fahrzeuge bewertet. Die Testkriterien werden regelmäßig weiterentwickelt.

Kompatibilität: Verträglichkeit unterschiedlicher Unfallpartner bei Car2Car-Crashes. Kleine und leichte Fahrzeuge sind wegen des ungleichen Massenverhältnisses physikalisch im Nachteil. Kommt es beispielsweise zu einem Unfall mit einem schwereren Gegner, kann dies zu höheren Verzögerungen führen. Mercedes-Benz legt generell die Karosseriestruktur großer Fahrzeuge so aus, dass sie die Belastung auch für kleine und leichtere Unfallgegner reduzieren kann, ohne dabei den eigenen Insassenschutz zu mindern.

Offset-Crash: Crashtest-Konfiguration, bei der das Fahrzeug nur mit einem Teil der Front gegen ein Hindernis (Fahrzeug oder Barriere) fährt. Auf Basis der Erkenntnisse der Unfallforschung hat Mercedes-Benz 1979 den Offset-Crash als realitätsnahe Prüfmethode intern eingeführt. Heute ist er weltweit als gesetzliche Anforderung etabliert. Unterschieden wird der prozentuale Grad der Überdeckung: Bei einem 50-Prozent-Offset-Crash beispielsweise trifft die Hälfte des Fahrzeugs auf den Unfallgegner (→ Small-Overlap-Test).

Passive Sicherheit: der bautechnische Ausrüstungsstand eines Fahrzeugs für die Abmilderung von Unfallfolgen, im Gegensatz zur → Aktiven Sicherheit. Ebenfalls verwendet werden die Begriffe Crashesicherheit, Unfallsicherheit und Insassenschutz.

Pfahlaufpralltest: besondere Crashtest-Konfiguration beim Seitenaufprall. Das Testfahrzeug wird auf einem Schlitten seitlich gegen einen Stahlpfahl gestoßen. Der Stoß erfolgt im Kopfschwerpunkt eines Erwachsenen-Dummys auf dem Fahrersitz. Dabei werden die Belastungen z.B. an Kopf, Brustkorb, im Bauchbereich, im Brustbereich und am Becken gemessen und bewertet.

„Real Life Safety“-Philosophie: Mercedes-Benz orientiert sich auf dem Weg zum unfallfreien Fahren immer am realen Unfallgeschehen zum Schutz aller Verkehrsteilnehmer.

Rollover-Test: Crashtest-Konfiguration, bei der sich das Fahrzeug überschlägt. Gesetzlich vorgeschrieben ist der Rollover nach FMVSS208. Dabei steht das Fahrzeug in einem Winkel von 23° zur Y-Achse auf einem Schlitten, der aus 48,3 km/h abgebremst wird. Das Fahrzeug wird vom Schlitten abgeworfen und überschlägt sich. Darüber hinaus setzt Mercedes-Benz für die Durchführung von Rollover-Tests Böschungsrampen und eine spezielle Rampe für einen Schraubenüberschlag ein.

Schlittenversuch: Bei dieser Crashesimulation wird ein Prüfschlitten hydraulisch oder elektrisch beschleunigt und abgebremst. Auf dem Schlitten ist ein Versuchsträger (Rohkarosserie oder Prüfgestell) befestigt, der so den Belastungen eines realen Fahrzeugcrashs ausgesetzt wird. Mit den Schlittenversuchen lassen sich einzelne Komponenten oder Systeme testen, ohne ein Fahrzeug zu zerstören.

Small-Overlap-Test: Crashtest mit sehr geringer Überdeckung (engl.: overlap) (z.B. 25 %), bei dem ein Pkw beispielsweise frontal nur auf der Breite eines Scheinwerfers gegen ein Objekt fährt.

US NCAP (US New Car Assessment Program): herstellerunabhängiges Crashtest-Programm in den USA. Im Vergleich zum Euro NCAP finden die Crashes bei anderen Geschwindigkeiten, mit anderen Barrieren und unter anderen Winkeln statt. Außerdem unterscheidet sich das Programm im Umfang. Die meisten Crashtests nach dem US NCAP-Verfahren werden von der US-amerikanischen Regierungsbehörde National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) durchgeführt. Mit C NCAP (China New Car Assessment Program) existiert ein an Euro NCAP angelehntes Crashtest-Programm auch in China.