

Elektrofahrzeuge – Paradigmenwechsel in der Fahrzeugsicherheit?

Electric Vehicles – A Paradigm Shift in Vehicle Safety?

Hermann Steffan, Jürgen Gugler

Die Verknappung flüssiger Rohstoffe sowie das Problem der hohen CO₂-Emissionen und der damit verbundenen Klimaerwärmung können dem Elektrofahrzeug in naher Zukunft große Bedeutung zukommen lassen. Es gibt derzeit die unterschiedlichsten Ansätze, um leistbare Elektrofahrzeuge in Verbindung mit einer akzeptablen Reichweite zu entwickeln. Die Konzepte reichen hierbei von unterschiedlichen Hybrid-Varianten bis hin zum reinen Elektrofahrzeug.

Diese Konzepte stellen neue Herausforderungen an die „Elektro“- Fahrzeugsicherheit. Die Fahrzeugsicherheit im Allgemeinen hat in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. So ist es gelungen, in den industrialisierten Ländern in den letzten 30 Jahren trotz einer Verdreifachung des Verkehrs die Anzahl der Verkehrstoten um ca. 80 Prozent zu senken, einen Anstieg bei den Verletzten zu unterbinden und die Verletzungsschwere zu verringern. Eine der wesentlichen mitverantwortlichen Faktoren hierfür ist die verbesserte passive Sicherheit moderner Fahrzeuge.

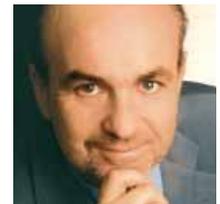
Beim Elektrofahrzeug gilt es, die Energiespeicherung und das geänderte Antriebskonzept kombiniert mit Leichtbau mit dem derzeit hohen Anspruch der passiven Sicherheit zu koppeln.

Fahrzeuge mit unterschiedlichen E-Antriebskonzepten

Es ist heute bereits üblich, konventionelle Fahrzeuge so zu konstruieren, dass sie trotz unterschiedlicher Motorvarianten und damit verbundenen unterschiedlichen Abmessungen, Gewichts

Shortage of liquid resources as well as the problem of high CO₂-emissions and global warming could herald the heyday of the electric vehicle in the near future. Currently there are various attempts to develop affordable electrical vehicles in connection with an acceptable cruising range. Concepts extend from diverse hybrid variations to a pure electrical vehicle.

These concepts are a challenge to “electric” vehicle safety. In general vehicle safety has gained great importance in the past years. In spite of the fact that traffic in the industrialised countries has tripled, the number of traffic deaths was able to be successfully be reduced by 80 percent in the past 30 years and furthermore it was achieved to prevent an increase in the number of casualties and a decrease of severity of the injuries. One of the crucial factors responsible for this is improved passive safety of modern vehicles. For the electric vehicle it is essential to link energy storage and a shift in powertrain concepts combined with light-weight construction to passive safety.



Hermann Steffan ist Leiter des Instituts für Fahrzeugsicherheit, Member of [FSI], und seit mehr als 20 Jahren auf dem Gebiet der Verkehrsunfallforschung sowie der Ableitung von Konzepten und Prüfmethoden tätig.

Hermann Steffan is head of the Institute for Vehicle Safety, member of [FSI], and for over 20 years active in the area of traffic accident research and in concepts and testing methods.

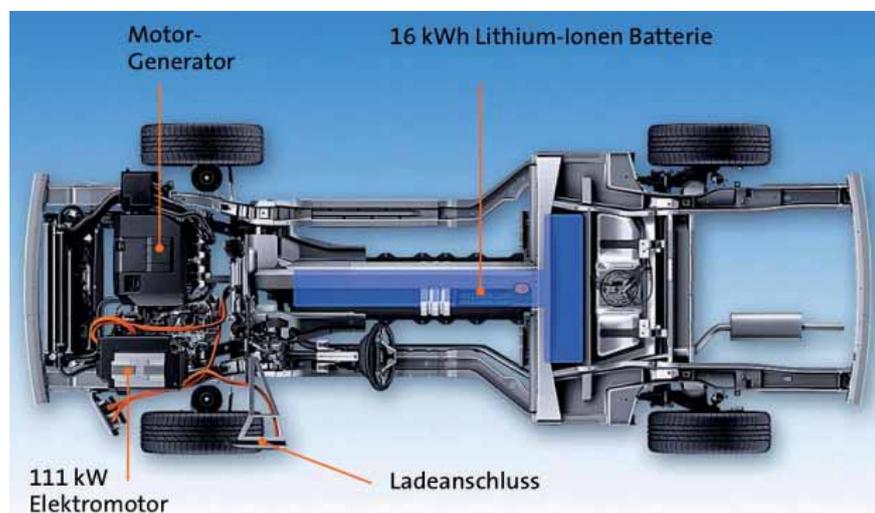


Abb.: Neue Herausforderungen ans Packaging - Opel Ampera.

Fig.: New challenges for packaging - Opel Ampera .

© GM Europe/Adam Opel GmbH: Grazer Safety Update Conference, Graz 2009, Proceedings



© GM Europe/Adam Opel GmbH: Gazer Safety Update Conference 2009, Proceedings



Jürgen Gugler ist seit mehreren Jahren in der Fahrzeugsicherheit tätig und forscht im Bereich der „Elektro“-Fahrzeugsicherheit.

Jürgen Gugler has been active for many years in vehicle safety and conducts research in the area of electric vehicle safety.

- und Steifigkeitsverteilungen alle Crashnormen und Konsumenten-Testprogramme erfüllen können. Mit der Einführung von Elektrofahrzeugen erweitert sich diese Problematik enorm. Solange es sich nur um Hybridfahrzeuge handelt, ergeben sich meistens nur insofern Veränderungen, als die zusätzliche Batteriemasse im Fahrzeug crashtsicher verbaut und eine sichere Stromführung gewährleistet werden muss. Batterien werden derzeit fast ausschließlich im Bereich der Sicherheitszelle integriert, und zwar so, dass es bei allen gängigen und über Crashtests evaluierten Unfallszenarien nicht zu Verformungen der Batterien kommt. So verbaut beispielsweise General Motors im neuen Opel Ampera das gesamte Batteriepaket in der Mitte des Fahrzeuges hinter der Feuerwand bis in den Tankbereich. Um die Batterien wird außerdem noch ein zusätzlicher Rahmen gezogen, der einen weiteren Schutz und gleichzeitig die tragende Struktur des Fahrzeuges bildet. Beim reinen Elektrofahrzeug verschärft sich diese Problematik aufgrund des fehlenden Motor-Getriebekomplexes im Frontbereich als Bestandteil des Lastpfades bei Kollisionen.

Sicherheit der Batterien

Elektrofahrzeuge verfügen meistens über eine Vielzahl von Einzelzellen, die insgesamt mehrere hundert Kilogramm wiegen können und zu Modulen und in weiterer Folge zum Batteriepaket verschaltet sind. Zur Anwendung kommen derzeit verschiedene Zellen auf Lithium Basis. Diese können aber auch nach dem Unfall hohe Ladungs-Restkapazitäten aufweisen, wobei um gute Wirkungsgrade zu erreichen, häufig auch hohe Spannungen vorliegen. Diese elektrischen Energien können hohe Verletzungsrisiken sowohl für die Insassen als auch für die Retter darstellen. Zahlreiche Batterietypen bergen außerdem das

Vehicles with different e-powertrain concepts

Today it is already common to construct conventional vehicles in such a way that, in spite of different variations of engines and thus different dimensions, weight and stiffness distribution, they fulfil all crash norms and consumers testing programmes. The introduction of electric vehicles has led to a tremendous increase in complex problems. As long as only hybrid vehicles are involved, the necessary changes to be made are confined to additional battery mass built in in a crash proof way as well as a guaranteed current feed. Presently, batteries are almost always integrated in the area of a safety cell. They are embedded in such a way that deformation is prevented, having passed all established crash tests evaluated in accident scenarios. General Motors, for example, fits the entire battery package of the new Opel Ampera into the centre of the vehicle behind the firewall as far as the tank area. An additional frame is assembled around the batteries providing extra protection and at the same time forming the supporting structure of the vehicle. The complex of problems is increased in the case of pure electric vehicles because of the missing engine gear mechanism in the front area which functions as part of load path in the case of collisions.

Safety of batteries

Electric vehicles generally have a number of separate cells which can weigh several hundred kilos in total. They are switched to modules and in turn to the battery package. At the present time various cells on a lithium basis are used. These cells can still have a high-charge capacity after an accident and, in order to achieve high efficiency, they frequently have a high voltage. These electric energies may cause injuries for the passengers and rescuers. Numerous types of batteries carry the risk of thermal instability and, in



© accident data base TU Graz/Institut für Vehicle Safety

Risiko einer thermischen Instabilität im Kurzschlussfall bzw. bei Überladung bis hin zur Selbstentzündung. Dieses Problem ist auch von Laptop- bzw. Mobiltelefon-Akkus bekannt und verursachte bereits weltweite Rückholaktionen. All diese wenig erforschten Risiken führen dazu, dass die Batterien heute fast ausschließlich in den Bereich der Sicherheitszone verlagert und geschirmt werden. Eine Positionierung der Batterien im Bereich der Verformungszonen wird derzeit kaum verfolgt.

Paradigmenwechsel

Vor allem bei Frontalkollisionen konnten große Fortschritte in der Fahrzeugsicherheit erzielt werden. Durch Abstimmung von Verformungszonen und Lastpfaden inkl. Motor und Getriebe kommt es kaum noch zu Intrusionen in die Fahrgastzelle. Bei voll elektrischen Fahrzeugen, insbesondere bei Antrieben mit Radnabenmotoren, fehlt nunmehr einer der Hauptlastpfade, da Motor und Getriebe direkt in den Rädern verbaut werden. Diese Aufgabe gilt es neu zu adressieren und zu überdenken. Eine Lösung dieser Aufgaben bildet aber die Grundvoraussetzung für einen flächendeckenden Einsatz von Elektrofahrzeugen, wobei auch eine volle crashtechnische Kompatibilität der Fahrzeuge mit konventionellen Fahrzeugen berücksichtigt werden muss. Dies wird aber an die „Elektro“-Fahrzeugsicherheit noch viele Herausforderungen stellen und zu geänderten Fahrzeugkonzepten mit einem intelligenten Aufbau und struktureller Integration des Energiespeichers führen, die bestmöglich und schnell gelöst werden müssen. Eine Reduktion der Sicherheit für die am Verkehr beteiligten Menschen ist sicher nicht akzeptabel.

the case of short circuit or when overcharged, can cause self ignition. This problem occurs with rechargeable batteries of laptops and mobile phones and has led to worldwide product recalls.

Due to a lack of research concerning these risks, almost all batteries are placed and shielded in a safety area. Positioning the batteries in the deformation zones is currently not carried out.

Paradigm shift

Great improvements in vehicle safety have been achieved especially in the area of head-on collisions. Because of adjustments of deformation zones and load paths including engine and gear box, intrusions into the passenger cabin occur very rarely. In the case of fully electric vehicles – especially those driven by a wheel hub engine – one of the main load paths is missing. The engine and the gear box are directly built into the wheels. This task is worth being targeted and reconsidered. A solution for these tasks would be part of the basic requirements for an area-wide use of electric vehicles, and would take into account a total crash technical compatibility of electric vehicles with conventional vehicles. This is a great challenge to electric vehicle safety and will lead to a shift in vehicle concepts, and will include intelligent construction and structured integration of energy storage systems, whose problems have to be solved speedily. Any reduction in traffic safety is unacceptable.

Abb. links: Batteriepaket – Opel Ampera

Abb. oben: Frontalkollision

Fig left: Battery packet - Opel Ampera

Fig. above: Head-on collision