

Zum Glück nur ein Versuch: Ein Nissan Leaf prallt mit 75 km/h seitlich in einen Kandelaber. Die Fahrzeugstruktur wird arg strapaziert und die im Fahrzeugboden untergebrachte Hochvoltbatterie mechanisch arg beschädigt. Foto: Dekra



Sicherheit von E-Fahrzeugen

Gefahrenpotenzial Unfall

Batterieelektrische Fahrzeuge BEV, Plug-in-Hybride und Hybridfahrzeuge sind nicht gefährlicher als Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb: Viele Garagisten depanieren diese Fahrzeuge oder transportieren diese nach einem Unfall. Wie gefährlich sind die Lithium-Ionen-Akkus und was gilt es zu beachten? **Andreas Senger**

Hollywood lässt grüssen: In jedem Action-Film beginnt ein Fahrzeug nach einem Unfall sofort zu brennen oder dank Pyrotechnik sind sogar Explosionen inszeniert. Im richtigen Leben kommt es höchst selten vor, dass ein Fahrzeug mit konventionellem Antrieb Feuer fängt. Brände bei Diesel- oder Benzinfahrzeugen resultieren durch Undichtigkeiten in der Treibstoffversorgung. Eine Explosion ist

noch unwahrscheinlicher. Doch wie gefährlich sind alternative Antriebssysteme? Geht von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) oder Plug-in-Hybrid-/Hybridfahrzeugen eine grössere Gefahr aus? Hier darf getrost Entwarnung gegeben werden. Bei Hybridfahrzeugen kann sich aufgrund von Undichtigkeiten in der Treibstoffanlage der Treibstoff ebenfalls an heissen Bauteilen (Abgaskrümmer) entzün-

den und im ungünstigsten Fall ein Brand entstehen. Auf der elektrotechnischen Seite sind bei den Hochvoltsystemen ab Werk diverse Sicherheitsmassnahmen verbaut, damit bei einem Unfall Kurzschlüsse verhindert werden. Wichtigste Massnahme: Die Hochvoltfahrzeuge sind in den meisten Fällen eigensicher (ausser Prototypen oder Kleinstserien). Beim Einschalten der Zündung prüft das System sich selber (Pilotlinie intakt, Isolationsprüfung der Leitungen und Komponenten), bevor die Schütze in der Hochvoltbatterie geschlossen werden, um Fahren zu können.

Ausserdem schaltet sich die Hochspannung beim Auslösen der Airbags und damit bei einem Unfall selbstständig wieder aus. Eine Gefahr für Insassen und Retter ist technisch ausgeschlossen. Nach einem Aufprall mit erhöhter Verzögerung checkt das System zudem wiederum automatisiert, ob die Leitungen und Komponenten noch isoliert vom Fahrzeug sind, und schaltet erst nach erfolgter Prüfung wieder ein. Grundsätzlich gilt aber: Eine HV-Komponente gilt so lange nicht als spannungsfrei bis dies fachmännisch geprüft ist.



Nach dem Crashversuch zeigt sich die massive Deformation des Hochvoltgehäuses. Die Quetschung der Batteriezellen und die Indrudierung (Eindringung) von metallischen Gegenständen könnte zum Kurzschluss führen. Foto: Dekra

1 Sicherheitsfahrkastzelle: Moderne Fahrzeuge verfügen über verschiedene, hochfeste Stähle, um die Fahrkastzelle steif auszuführen. Die im Fahrzeugboden eingelassene Hochvoltbatterie wird zusätzlich von unten geschützt und sitzt ihrerseits in einem Gehäuse. Bei einem Unfall kann durch Eindringen von Material in die Batterie ein gefährlicher Kurzschluss von Plus- und Minusplatten auftreten. Tritt dieser auf, wird es wegen dem «Thermal Runway» gefährlich. Foto: Mercedes

2 Durch Ziehen des Service- oder Notsteckers wird die Batterie bei intakter Anlage selbst nach einem heftigen Unfall spannungsfrei geschaltet. Der Einbauort ist in den Rettungskarten vermerkt. Foto: Baloise

3 Die Rettung von Unfallopfer darf erst erfolgen, wenn keine Gefahr von der Hochvoltanlage zu erwarten ist. In der Praxis gilt es aber meist, rasch zu handeln. Foto: Baloise



Bei starken Beschädigungen der Karosserie hilft der Einbauort der Hochvoltbatterie: Bei BEV werden die Batterien zwischen den Achsen und somit im Bereich der Sicherheitsfahrkastzelle platziert. Die vordere und hintere Knautschzone kann bei einem Aufprall bereits viel kinetische Energie in Wärmeenergie (durch Deformation) umwandeln. Seitliche Aufprallsituationen sind heikler, da die Knautschzone geringer ist. Die Hersteller verstärken entsprechend die Batteriegehäuse, um seitliche Kräfteinwirkungen durch Verstärkungen aufzunehmen und eine möglichst intakte Gehäusestruktur zu gewährleisten. Eine weitere, heikle Situation ist die Beschädigung von unten. Durch Auffahren auf spitze Gegenstände kann das Batteriegehäuse eingedrückt oder sogar aufgeschlitzt werden und damit die Batteriemodule/-zellen beschädigt werden. Bei einem Fahrzeugbrand oder starker Beschädigung der Batterie besteht immer die Gefahr der Erhitzung der Zellen. Die Plus- und Minusplatten sind zwar durch einen Separator getrennt. Tritt insbesondere ein metallischer Gegenstand in diese Zone, besteht Kurzschlussgefahr. Die Zelle erhitzt sich in der Folge und der Druck durch die Wärmeausdehnung steigt. Dadurch können giftigen und ätzenden Gase wie Flusssäure durch Ausgasen (Überdruckventil der Batterie öffnet) austreten. Die bei Unfällen beobachtete Flüssigkeit, welche bei HV-Batterien austritt, ist meist die Kühlflüssigkeit und nicht der Elektrolyt.

Bei einem SOC (State of Charge, Ladezustand) von unter 30% kommt es meist nur zum Ausgasen und nicht zum Brand. Zum Kühlen der Batterie wird von der Feuerwehr Löschwasser eingesetzt. Die Kontrolle der Temperatur im



kritischen Zustand sollte regelmässig mittels Wärmebildkamera durchgeführt werden. Die Temperatur sollte dabei rund 60 °C nicht übersteigen. Ab 60 °C sollte wiederum mit Wasser gekühlt werden. Ist das Gehäuse der Batterie beschädigt, muss das Fahrzeug an einen sicheren Beobachtungsplatz im Freien gestellt werden. Bei Fahrzeugbrand ist die HV-Batterie gut geschützt (Gehäuse). Der Temperaturanstieg sorgt aber ebenfalls für Ausgasung (stechender Geruch). Durch die Druckentlastung ist ein Bersten des Gehäuses nahezu ausgeschlossen. Die Batterie kann sich aber immer wieder entzünden. Entsprechend ist mit viel Löschwasser (> 100l/min) eine Abkühlung zu erreichen, um ein Wiederaufflammen zu verhindern. Dieser «Thermal Runway» kann auch immer mit Zeitverzögerung wieder einsetzen. Deshalb gilt die Regel: Wenn ein E-Fahrzeug innerhalb einer Beobachtungsstunde sich ruhig verhält, kann es mittels Spezialfahrzeugs transportiert werden.



Das Transportieren von BEV, Hybrid- und Plug-in-Hybridfahrzeugen sollte einzig durch Aufladen und nicht durch Ziehen/Abschleppen erfolgen. Einzig das Verschieben in Schrittgeschwindigkeit ist erlaubt, um das Fahrzeug aus einer Gefahrensituation zu bringen. Wird die angetriebene Achse ohne Antrieb bewegt, kann durch die Induktion Hochspannung auf dem System entstehen. Ist das Fahrzeug durch die Getriebeblockstellung P blockiert, muss durch Anschliessen einer externen Spannungsquelle versucht werden, die Getriebeblockstellung auf N zu bringen. Bei einigen Herstellern lässt sich dieser Vorgang auch manuell vornehmen. Als Garagist und Pannendienst, der ein E-Fahrzeug auflädt, ist wichtig zu wissen, dass die Vereinigung Auto-Strassenhilfe-Schweiz ASS einen Leitfaden entwickelt hat, bei dem klar geregelt wird

Fortsetzung Seite 70

(Internetlink), wie beim Bergen, Transportieren, Verahren und Entsorgen von Fahrzeugen mit Elektroantrieb vorgegangen werden sollte (Empfehlungen).

Dabei werden die Verantwortlichkeiten auf Platz geregelt wie auch die Kennzeichnung von Hochvoltfahrzeugen (Pylon auf das Fahrzeugdach, Kennzeichnung mit Warnsymbol auf Scheiben). Dazu wurde auch ein Übergabeprotokoll entwickelt, dass aufgrund seiner Festhaltung der Verantwortlichkeiten zwingend bei Unfällen mit E-Fahrzeugen oder Autos mit anderen, alternativen Antrieben eingesetzt werden sollte. Dabei werden die durchgeführten Manipulationen am Fahrzeug festgehalten und die Verantwortlichen eingeschrieben, um die Nachvollziehbarkeit sicherzustellen.

Eine im Leitfaden eingefügte Checkliste hilft, das Vorgehen standardisiert anzugehen. Zudem wurde in Stufen festgelegt, wann ein E-Fahrzeug ohne Brandschutzsystem (einfaches Abschleppen, Transport) oder mit aufwendigem Brandschutzsystem wegtransportiert werden sollte. Von der Stufe 1-3 gilt es als ungefährlich und darf von jedem Depanneur transportiert werden. Dazu zählen ein Pannenfahrzeug (Stufe 1), ein Unfallfahrzeug ohne Auslösung der Airbags (Stufe 2, Hochvoltsystem intakt, bspw. Radaufhängung beschädigt) bis zum Unfallfahrzeug mit Auslö-



Ein brennendes E-Fahrzeug stellt aufgrund der Hochvoltbatterie keine grössere Herausforderung für die Rettungskräfte dar als ein Fahrzeug mit fossilem Antrieb. Insbesondere gilt es nach der Löschung des Brandes, die Hochvoltbatterie zu beobachten, ob die Temperatur wieder ansteigt. Foto: Baloise

sung der Airbags nach einem Frontunfall oder einer leichten, seitlichen Deformation (Stufe 3, manuelles Freischalten erforderlich),

In diesen drei Fällen geht vom E-Fahrzeug keinerlei Gefährdung vom Hochvoltsystem aus und es ist auch kein kritischer Zustand der Batterie zu erwarten. Entsprechend können Garagisten diese Fahrzeuge mit konventionellen

Abschleppern aufladen und wegtransportieren. Ab Stufe 4 bis Stufe 8 dürfen nur speziell ausgebildete Mitarbeitende mit der entsprechenden, persönlichen Sicherheitsausrüstung eine Abschleppung vornehmen. Zudem sind die spezialisierten Mitglieder des ASS oder auch des BtV (bergetechnische Vereinigung) auch punkto eingesetzten Transportmitteln (HV-Brandschutzsystem) ausgerüstet, um gefahrlos das Fahrzeug bis zum Quarantäneplatz zu bringen. Hierzu wird das Übergabeprotokoll auch dem Garagisten übergeben, der das Fahrzeug danach auf einem gesicherten Aussenplatz abstellt und die Ortsfeuerwehr über den Aufenthalt informiert. Der Transport von HV-Batterien untersteht zudem der SDR/ADR Gefahrguttransportverordnung. Entsprechend ist es für Garagisten wichtig, den unter dem QR-Code verlinkten Leitfaden aufmerksam zu lesen und die Mitarbeitenden im Betrieb darauf hinzuweisen. <

Der Garagist kann ein Fahrzeug der Stufe 1-3 ohne Probleme transportieren. Ab Stufe 4 sollte ein Übergabeprotokoll (links) ausgefüllt sein. Fotos: ass

Internetlink Broschüre

