

Einsatzhinweise für Elektrofahrzeuge



Thema: Vorgehensweise bei Unfällen oder Bränden von Fahrzeugen mit Lithium-Ionen-Akkus

Ausgabe: Oktober 2011 · Bernd Joß, Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg und

Dr. Harry Döring, Zentrum für Sonnenenergie- und
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Ulm

Urheberrechte:

© 2011 Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg, Bruchsal. Alle Rechte vorbehalten



Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

Vorwort

Die Zeichen des Klimawandels, der knapper werdenden Rohstoffe und der hohen Kraftstoffpreise, treibt die Entwicklung von Elektroautos voran. Fast jeder Autohersteller besitzt Konzept-Studien oder zeigt erste Prototypen. Europäische und asiatische Fahrzeughersteller wollen schon in den nächsten Jahren Serienfahrzeuge auf den Markt bringen. Bis zum Jahre 2020 sollen rund eine Million Elektroautos auf Deutschlands Straßen rollen. Deutschland soll weltweit die Nummer eins im Bereich Elektro-Mobilität werden.

Die zunehmende Verwendung von alternativen Kraftstoffen und alternativen Antriebssystemen im Automobilbereich wird aber auch dazu führen, dass solche Fahrzeuge immer häufiger in Unfälle verwickelt werden.

Für die Hilfskräfte ist es daher wichtig zu wissen, welche Konzepte es gibt, wie die Fahrzeuge erkannt werden können und welche taktischen Änderungen sich ergeben.

Die Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg hat bereits 2006 in Zusammenarbeit mit der DEKRA Unfallforschung einen Empfehlungskatalog zu alternativen Antrieben ausgearbeitet und veröffentlicht.

Diese Ausführungen werden im Folgenden durch Hintergrundwissen und Einsatztaktische Maßnahmen speziell für Fahrzeuge mit Elektroantrieb ergänzt.

Der Aufbau des Akkus

Die schweren Blei-Akkus wurden durch leichte und trotzdem energiestarke Lithium-Ionen-Batterien bereits abgelöst. Mit einer vollgeladenen Lithium-Ionen-Batterie schafft ein Kleinwagen einen Aktionsradius von rund 300 Kilometern.

Im Gegensatz zu den konventionellen Starterbatterien (12 Volt) sind die für den Antrieb verwendeten Hochenergieakkumulatoren allerdings deutlich schwerer und größer. Es können Spannungen bis zu 400 Volt auftreten.

Die Li-Ionen-Akkus zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte und gering Selbstentladung aus und weisen keinen Memory-Effekt auf.

Als Materialien für die für die positive Elektrode (Kathode) der Li-Ionen-Akkus werden heute vielfach lithierte Metalloxide (Metalle = Cobalt, Nickel, Mangan) und deren Mischungen und lithiertes Eisenphosphat verwendet. Für die negative Elektrode (Anode) wird Lithium meist eingelagert in Kohlenstoffmaterialien (z.B. Grafit) oder Titanoxid verwendet. Die Zellen sind mit Elektrolyt gefüllt, der zum Teil flüssig vorliegt aber hauptsächlich in den Elektroden und im Separator absorbiert ist.

In den sogenannten Polymerzellen ist der Elektrolyt vollständig in einer Matrix fixiert, so dass dort kein flüssiger Elektrolyt vorhanden ist. Der Elektrolyt beinhaltet organische brennbare Lösungsmittel und ein darin gelöstes Leitsalz z.B. LiPF_6 . Der Elektrolyt ermöglicht den ionische Stromfluss in der Zelle.

Die beiden Elektroden werden durch einen porösen Separator (meist Kunststoffmaterialien) sicher voneinander getrennt, so dass durch den Separator der ionische Stromfluss gewährleistet ist, ein elektronischer und mechanischer Kontakt der Elektroden jedoch verhindert wird.

Bei extremer thermischer Belastung kann es in den Lithium-Ionen-Akkus zu einem Schmelzen der aus Kunststoff hergestellten Separatoren und somit zu einem inneren Kurzschluss mit anschließendem Brand kommen. Abhilfe kann hier die Verwendung so genannter keramischer Separatoren schaffen (keramische Beschichtungen), wodurch die Sicherheit der Batterien erhöht wird.

Bei mechanischer Belastung der Batteriezellen, kann es zum Bruch oder Aufreißen des Separators kommen. In diesem Fall findet eine heftige Reaktion zwischen den beiden Elektroden statt, die zu einem rasanten Temperaturanstieg führt. Da die Zelle gasdicht verschlossen ist, baut sich durch die Bildung gasförmiger Reaktionsprodukte ein Druck im Zellinneren auf.

Die Heftigkeit der Reaktion hängt unter anderem vom Kathodenmaterial ab. Während die oxidischen Materialien bei einer entsprechenden Temperatur zerfallen und dabei noch zusätzlich Wärme bilden und Sauerstoff abgeben, sind Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien nach Fachmeinung noch am sichersten, da kein exothermer Zerfall des Kathodenmaterials stattfindet und auch kein Sauerstoff abgespalten wird.

Die Batterien in Elektro- und Hybridfahrzeugen sind isoliert von Karosserieteilen eingebaut.

Bei Beschädigung der Isolation (z.B. Crash) kann die Isolation durchbrochen werden und Fahrzeugteile unter Spannung stehen.

Beim Kurzschluss der Batterie bzw. der stromführenden Kabel und Bauteile kann es zur Ausbildung von Lichtbögen kommen. Der Lichtbogen durch Kurzschluss kann bis zu 10 cm Länge haben und bleibt als Gleichstrom-Kurzschlussbogen stehen, wodurch es zum Brand der Batterie oder des Fahrzeugs kommen kann.

Um diese Gefahr zu verhindern, erfolgt in den Fahrzeugen z.B. beim Crash in der Regel eine allpolige Abschaltung der Batterie und damit eine Freischaltung des Fahrzeuges und der Kabel von elektrischer Spannung.

Einsatzhinweise

Bei einem verunglückten Elektrofahrzeug weiß man nie genau, ob die Elektronik die Batterie sicher allpolig abgeschaltet hat. Deshalb könnten die Kabel und Bauteile der Leistungselektronik noch unter Spannung stehen. Die spannungsführenden Kabel sind orangefarben gekennzeichnet, jedoch ist deren genaue Verlegung im Fahrzeug nicht bekannt.

Die folgenden Hinweise beziehen sich auf die Standardsituationen. Ladungsspezifische Gefahren (z.B. Gefahrgut), die unabhängig vom Antriebssystem auftreten können, werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt, müssen aber vom zuständigen Einsatzleiter beachtet werden.

Durch die Vielzahl unterschiedlicher Systeme und Unfallszenarien können die vorliegenden Empfehlungen nur eine Hilfestellung beim Erkunden und Vorgehen darstellen.

Änderungen bei der Erkundung der Einsatzstelle sind erforderlich. Es ist wichtig, die verbauten Komponenten zu erkennen, da eine genaue und eindeutige Kennzeichnung der Fahrzeuge bisher nicht vorgeschrieben ist.

Wie lassen sich nun reine Elektroautos erkennen und was ist zu beachten?

- Wichtige Hinweise kann die Befragung von Beteiligten Personen, z.B. dem Fahrer liefern.
- Auf Werbeaufkleber („Ich bin ein Elektroauto!“) oder die Typenkennzeichnung achten.
- Da reine Elektroautos keinen Verbrennungsmotor mehr besitzen, ist auch kein Auspuff erforderlich und somit nicht vorhanden. Bei Hybridfahrzeugen ist der Auspuff vorhanden.
- Im Fahrzeug befindet sich ein entsprechend gekennzeichnete Batterietrennschalter z.B. im Armaturenbrett oder Motorraum.
- Es können mehrere E-Motoren verbaut sein, z.B. auch direkt hinter den einzelnen Rädern (Radnabenmotoren).
- Sofern im Fahrzeug Rettungskarten vorhanden sind, bieten sie weitere Informationen über die Anordnung der Komponenten in einem Fahrzeug und die möglichen Gefahren.
- Den Tankfüllstutzen ersetzt eine Ladesteckdose, die allerdings verdeckt angebracht sein kann. Zur Überprüfung z.B. den Tankdeckel öffnen, wenn dies gefahrlos möglich ist.
- Der Akkumulator befindet sich wegen seiner Größe und seinem Gewicht in der Regel im Heck- oder Unterflurbereich des Fahrzeuges. Hier lohnt ein Blick unter die Abdeckung bzw. auch unter das Fahrzeug. Auf Aufkleber mit Warnhinweisen z.B. „Gefahr durch Strom!“ achten.
- Die dick ummantelten Stromkabel sind orangefarben und führen von der HV-Batterie zu einem oder mehreren Elektromotoren. Die Kabel sind in den Schwellern oder unter dem Fahrzeug verlegt – Vorsicht deshalb beim Arbeiten mit hydraulischen Rettungsgeräten.
- Es gilt weiterhin die Vorgehensweise in der Erstphase: Sichern, Zugang schaffen und lebenserhaltende Sofortmaßnahmen einleiten.
- Die Einsatzkräfte sind auf die zusätzlichen Gefahren hinzuweisen!
- Der Brandschutz ist mit den im Folgenden beschriebenen Löschmitteln zu sichern bzw. die Brandbekämpfung damit vornehmen.

Löschen mit Wasser

Grundsätzlich wird man zunächst einem Brand mit dem klassischen Löschmittel Wasser bekämpfen.

Das Löschen mit Wasser hat den großen Vorteil, dass alle geschädigten Zellen, deren Gehäuse offen ist, endgültig durch den Kontakt mit Wasser langsam entladen werden. Da solche Brände immer mit sehr großen Mengen Wasser gelöscht werden müssen, werden Zellen deren Gehäuse nicht beschädigt ist gut gekühlt und können ggf. vor einer Schädigung/ Explosion bewahrt werden (Vermeidung der Kettenreaktion).

Li-Ionen-Akkus sind hermetisch gekapselt. Das in den Kohlenstoff eingelagerte Lithium kann mit Wasser unter Flammenbildung reagieren. Bei der Reaktion des Lithiums mit dem Elektrolyten als auch mit dem Löschwasser kann Wasserstoff entstehen. Dieser Wasserstoff kann unter Umständen mit der Umgebungsluft zündfähige Gemische bilden und schlagartig abbrennen.

Wasserstoff/Luft-Mischungen sind in einem sehr weiten Mischungsverhältnis zündfähig (4 bis 75 Vol.% H₂ in Luft), und sie benötigen eine sehr niedrige Zündenergie, so dass bereits geringe elektrostatische Entladungen als Zündquelle ausreichen. Im Mischungsbereich von 18 bis 59 Vol.% sind Wasserstoff/Luft Mischungen sehr reaktionsfreudig. Sie haben eine sehr schnelle Flammenausbreitungsgeschwindigkeit.

Abdecken mit Sand, Metallbrandpulver oder ähnlichen Substanzen

Führen Löschversuche nicht zum gewünschten Erfolg, kann alternativ auf Sand oder Metallbrandpulver zurückgegriffen werden.

Das Abdecken mit Sand oder einem Metallbrandpulverlöscher entzieht dem Brandherd den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff.

Mit dieser Methode wird allerdings kaum gekühlt, die Reaktion zwischen dem Lithium und organischen Bestandteilen der Batterie, wie z.B. dem Elektrolyten, werden nicht unterbunden.

Beim Entfernen der Abdeckung kann durch die schlagartige Sauerstoffzufuhr zum noch heißen Schmelherd eine starke Verpuffung auftreten.

Die Verwendung dieser Löschmittel ist anwendungstechnisch fragwürdig und führt selten zum Erfolg.

Löschen mit Wasser und Löschmittelzusätzen

Löschmittelzusätze erhöhen den Wärmeübergang an das Löschmittel. Solche Zusätze haben sich dahingehend bewährt, dass Lithium-Ionen-Batterien in relativ kurzer Zeit ohne zusätzliche Gefährdung gelöscht werden konnten. Hierbei ist zu beachten, dass nur Löschmittel ohne umweltschädliche Inhaltsstoffe verwendet werden dürfen.

Neuere Untersuchungen eines großen Konzerns der Elektroindustrie haben ergeben, dass Wasser-Tensid-Gemische wie beispielsweise Cold-Metal[®] oder eine 3%ige Mischung von F-500[®] in Wasser, möglichst unter hohem Druck aufgebracht, gute Löscherfolge erzielen.

Ausblick

Lithium-Ionen Akkus als Energiequelle zum Antrieb von Kraftfahrzeugen befinden sich noch in der Entwicklung. Aktualisierungen der obigen Angaben werden an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Da man bei der Konstruktion von Elektroautos Gewicht einsparen muss, werden bei dieser Art von Fahrzeugen vermehrt Leichtmetalllegierungen und Kunststoffe als Werkstoffe Verwendung finden. Das wird dazu führen, dass in Zukunft bei Fahrzeugbränden mehr Wasser mit den oben genannten Löschmittelzusätzen eingesetzt werden wird.

[®] eingetragenes Warenzeichen

Quellenangaben:

Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e.V.
SEW EURODRIVE Bruchsal
elektroauto-tipp.de
pixelio.de