

# Einsatzhinweise für Elektrofahrzeuge



Thema: Vorgehensweise bei Unfällen oder Bränden von Fahrzeugen mit Lithium-Ionen-Akkus  
Ausgabe: Januar 2011 · Bernd Joß

Urheberrechte:

© 2010 Landesfeuerwehrschule 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 wichtigste Faktor für Alltagstauglichkeit der Elektroautos ist der Akkumulator. Dieser muss leicht und platzsparend sowie langlebig sein. Dazu soll er schnell und überall aufzuladen sein. Außerdem muss das Fahrzeug eine große Reichweite bei ansprechender Geschwindigkeit erreichen.

## **Der Aufbau des Akkus**

Die schweren Blei-Akkus haben 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 300 Volt auftreten.

Die Li-Ionen-Akkus zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte aus. Sie sind thermisch stabil und liefern über den Entladezeitraum eine konstante Spannung. Sie haben keinen Memory-Effekt und zeichnen sich durch eine geringe Selbstentladung aus.

Als Materialien für die Li-Ionen-Akkus wird heute vielfach  $\text{LiCoO}_2$  (Lithiumcobaltdioxid) für die negative Elektrode (Kathode) und Grafit für das positive Gegenstück (Anode) verwendet. Lithium ist ein hochreaktives Metall. Die Komponenten eines Li-Ionen-Akkus – auch die Elektrolytflüssigkeit (gelartig, pastös) – sind brennbar.

Dazu kommen Elektrolyte, die den Fluss der Lithium-Ionen durch den Stromspeicher ermöglichen. Die Li-Ionen-Akkus enthalten außerdem Separatoren, die Anode und Kathode im Akku zu trennen. Sie wirken als Isolatoren.

Bei thermischer Belastung oder Überladung kann es in den Lithium-Ionen-Akkus zu einem Schmelzen der bisher aus Kunststoff hergestellten Separatoren und somit zu einem Kurzschluss mit anschließendem Brand kommen.

Bei mechanischer oder thermischer Belastung der Batteriezellen, kann es zum Aufbrechen der Deckschicht kommen. In diesem Fall findet eine Reaktion zwischen dem Lithium und dem Elektrolyten statt. Da die Zelle druckdicht verschlossen ist, baut sich durch die Bildung gasförmiger Reaktionsprodukte ein Innendruck im Zellinneren auf. Des Weiteren ist die Deckschichtbildung eine exotherme Reaktion, d.h. Wärme wird abgegeben, die zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Reaktion führt.

Bei den Li-Ionen-Batterien gibt es unterschiedliche Isolatoren zwischen den einzelnen Plattenelementen, die auch für die Reaktionsfähigkeit der Batterien mit verantwortlich sind.

Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien sind nach Fachmeinung noch am unempfindlichsten. Es gibt aber auch Batterien mit speziellen Keramikfolien als Isolatoren, die im Erwärmungsfall Sauerstoff abgeben und so zum Brand beitragen können.

Neuartige keramische und temperaturbeständigere Separatoren gewähren allerdings eine erhöhte Sicherheit.

In Fahrzeugen werden Lithium-Ionen Akkus eingebaut, die einen allpolig abschaltenden Crashesensor haben. Dann kann es nicht mehr zu einem Kurzschluss der Batterie durch ein Stromkabel kommen.

Es gibt aber auch die einpolige Trennung, die kritischer zu sehen ist.

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.

## **Einsatzhinweise**

Bei einem verunglückten Elektrofahrzeug weiß man nie genau, wo die Elektronik ausgeschaltet wird oder wo welche Kabel verlaufen. Deren Betriebssicherheit ist in vielen internationalen Regelungen festgeschrieben. Nach einer entsprechenden US-Norm muss bei einem Unfall die Bordnetzspannung innerhalb von fünf Sekunden auf nicht mehr gefährliche 60 Volt sinken. Eine solche europäische Vorschrift gibt es noch nicht. Es wird derzeit versucht, etwas Vergleichbares zu entwickeln.

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 Elektroautos keinen Verbrennungsmotor mehr besitzen, ist auch kein Auspuff erforderlich und somit nicht 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.
- 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 diese gefahrlos möglich ist.
- Der Akkumulator befindet sich wegen seiner Größe und seinem Gewicht in der Regel im Heckbereich 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 führen vom Akku 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 abbrennen. Da solche Brände immer mit sehr großen Mengen Wasser gelöscht werden müssen, werden Zellen deren Gehäuse nicht beschädigt ist gut gekühlt und vor einer Schädigung/Explosion bewahrt.

Li-Ionen-Akkus sind hermetisch gekapselt. Das Lithium-Metall reagiert aber heftig mit Wasser, insbesondere in defekten Zellen im elektrisch geladenen Zustand. Sowohl bei der Reaktion des Lithiums mit dem Elektrolyten als auch mit dem Löschwasser entsteht Wasserstoff. Dieser Wasserstoff kann unter Umständen mit der Umgebungsluft zündfähige Gemische bilden und schlagartig abbrennen, wobei zu beachten ist, dass man die Wasserstoffflamme nicht sieht.

Wasserstoff/Luft-Mischungen sind in einem sehr weiten Mischungsverhältnis zündfähig (4 bis 75 Vol.% H<sub>2</sub> 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 alternative 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 Fire“<sup>®</sup> und 3%ige Mischung von „F 500“<sup>®</sup> in Wasser 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.

<sup>®</sup> eingetragenes Warenzeichen

## **Quellenangaben:**

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