Brand von 200 Lithium-Ionen-Akkus

Fotos: FF Allmersbach im Tal

In zunehmendem Maße kommt es zu Bränden an Lithium-Ionen-Batterien und Akkus. Diese Brandereignisse haben bereits zu schwerwiegenden Problemen[1)] und großen Brandschäden geführt und stellen durch den Ausbau der E-Mobilität für die Feuerwehr eine neue Gefahrenquelle dar!

Am 9. Juli wurde in Allmersbach im Tal (Rems-Murr-Kreis) ein Garagenbrand gemeldet. In einer an ein Wohnhaus angebauten Doppelgarage war ein Feuer ausgebrochen. Da in der Garage ungefähr 200 mit Lithium-Ionen-Akkus ausgestattete Solowheels und Hoover Boards lagerten und vollständig in Brand geraten waren, entwickelte sich ein größerer Einsatz, der bis in die Abendstunden andauerte.

Brandgeschehen

Der vorliegende Brand war im Wesentlichen auf eine Garagenbox beschränkt. Durch den raschen Einsatz der Feuerwehr konnte eine Ausbreitung auf das dahinter befindliche Wohnhaus verhindert werden. Die Besonderheit des vorliegenden Brandgeschehens lag einerseits in der Toxizität der Verbrennungsprodukte und andererseits in der Tatsache, dass ein Metallbrand vorlag.

Giftige Schwermetalle

Es brannten Li-Ionenbatterien der Kategorie „mittel", bei denen davon ausgegangen werden musste, dass es sich um schwermetallhaltige Batterien handelt und dabei hochgiftige Stoffe wie Kobalt- und Nickelverbindungen freigesetzt wurden. Bereits eine Aufnahme geringer Mengen dieser Stoffe kann zu schweren Vergiftungserscheinungen und zur Krebsbildung führen.

Aufgrund der hohen Toxizität durfte die Einsatzstelle nach „Feuer aus" nur mit Atemschutz und Feuerwehrschutzkleidung betreten werden.

Eine Untersuchung des Brandschutts im Labor bestätigte die Annahme. Es wurden folgende Gehalte festgestellt:

- Kobalt (Co): 450 mg/kg TS
- Nickel (Ni): 1700 mg/kg TS
- Mangan (Mn): 700 mg/kg TS

(TS = Trockensubstanz)

Löschen eines Metallbrandes

Neben der beschriebenen Gefahr der Freisetzung von toxischen Schwermetallverbindungen bergen Lithiumbatterien noch weitere Gefahren bei Bränden. Eine alte Regel besagt: Alkalimetallbrände – dazu zählt Lithium – nicht mit Wasser löschen! Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass aufgrund der hohen Wärmefreisetzung bei Lithiumbatteriebränden mit dem Löschmittel Wasser gute Erfolge erzielt werden können. Beim hier beschriebenen Einsatz wurde dem Löschwasser etwas Mehrbereichsschaummittel beigemischt. Der Brand war daher relativ schnell unter Kontrolle.

Durch den Einsatz von Löschwasser kommt es allerdings zur Bildung von Wasserstoff, der in Luft zwischen 4,1 und 75 Vol.-% eine explosionsfähige Atmosphäre bildet. Die eingesetzten Feuerwehrleute berichteten von immer wieder laut wahrnehmbaren Explosionen.

Toxische Verbrennungsprodukte

Der Elektrolyt von Lithiumbatterien besteht meistens aus brennbaren organischen Lösungsmitteln, die dem Feuer

Der giftige Brandschutt nach „Feuer aus"

weitere Nahrung geben. Als Brandfolgeprodukt des im Elektrolyten gelösten Leitsalzes – überwiegend fluor- und phosphorhaltige Stoffe – entstanden weitere Gefahrstoffe wie Fluorwasserstoff, der mit Wasser die ätzende und sehr giftige Flusssäure bildet sowie ätzende Phosphorsäure und giftiges Phosphin.

Entsorgung des Brandschutts

Nachdem der Brand gelöscht war, stellte sich die Frage, wie mit den verbrannten Lithiumbatterien in der Garage zu verfahren sei. Die Hauptgefahr, die davon noch ausgehen konnte, war eine Selbstentzündung zu einem späteren Zeitpunkt. Daher fasste die Einsatzleitung den Entschluss, die verbrannten Lithiumbatterien aus der Garage zu räumen. Nach Absprache mit einer Entsorgerfirma wurden die Lithiumbatterien zusammen mit dem restlichen Brandschutt in zwei Absetzmulden unter Hinzufügen von trockenem Sand verladen. Diese Arbeiten wurden wegen der hohen Toxizität des Brandschutts unter Atemschutz durchgeführt.

Fazit

Durch die zunehmende Verbreitung von Lithiumbatterien sind die Feuerwehren vor größere Herausforderungen gestellt. Im Brandfall hat man es mit einem Gefahrguteinsatz zu tun. Lithiumbatterien sind per se als Gefahrgut (Klasse 9) eingestuft. Im Brandfall werden giftige und krebserregende Schwermetallverbindungen freigesetzt. Durch sogenannte De-novo-Synthesen entstehen aus Bestandteilen der Lithiumbatterien giftige und ätzende Flusssäure sowie andere gefährliche Stoffe. Die Problematik dieser neueren Technologie sollte in das Schulungs- und Ausbildungsprogramm der Feuerwehren aufgenommen werden.

Literatur

1) Widetschek, O.: Wenn dir warm ums Herz wird! Aktuelles zum Thema Lithium-Ionen-Batterien, BLAULICHT 9/2017.
2) Buser, M.: Lithium Batterien – Brandgefahren und Sicherheitsrisiken – Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Risk Experts Risiko Engineering GmbH, Wien (2015).
3) VdS 3103: Lithium Batterien. VdS Schadenverhütung GmbH, Köln (2016).
4) Mähliß, J.: Aufbau, Funktionsweise und Gefährdungspotential von Li-Ionen-Zellen. Battery-university.eu GmbH (2012).

Dipl.-Ing. (FH) Harald Fischer
Fachberater Chemie der Feuerwehren
Ludwigsburg und Allmersbach im Tal

Abdruck mit freundlicher Genehmigung des

Vom Bundesverband Solarwirtschaft e.V. gibt es ein Merkblatt für Einsatzkräfte.
www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/fachbereiche/fb-fhb/documents/li_solar.pdf

Artis Media-Verlags, Graz, BLAULICHT, Heft 9, 2017.

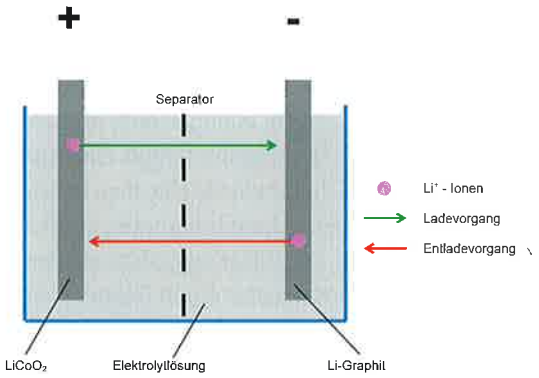
FEUERWEHR VERBAND BW

AKTUELLES VERBAND FACHGEBIETE FEUERWEHREN

Durch einen Besuch auf der Homepage des Landesfeuerwehrverbands Baden-Württemberg bleiben Sie top aktuell informiert.
www.fwvbw.de

Lithium-Batterien

Batterien sind Energiespeicher in Form von chemischer Energie. Durch elektrochemische Vorgänge wird die chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Die Lithium-Technologie ist noch relativ jung, verdrängt jedoch immer mehr die konventionellen Batteriesysteme. Lithium (Li) ist das leichteste Metall und nach Wasserstoff und Helium das drittleichteste Element. Mit einem elektrochemischen Normalpotenzial von - 3,04 V (bei 25 °C) ist es das unedelste Metall. Daraus resultieren eine hohe elektrische Kapazität und in Kombination mit verschiedenen Elektrodenmaterialien hohe Zellspannungen.[2)]



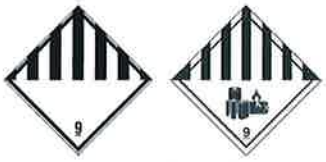
Modellvorstellung einer Li-Ionen-Zelle (Schema)

Primäre und sekundäre Lithiumzellen

Man unterscheidet zwischen primären und sekundären Li-Zellen. Primäre Li-Zellen sind nicht wieder aufladbar und somit nur für den einmaligen Gebrauch (z. B. als Li-Knopfzellen) geeignet. Bei den sekundären Li-Zellen (z. B. Li-Ionen-Akkus) ist die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie reversibel; d. h. sie sind wieder aufladbar und mehrfach zu gebrauchen.

Transport

Lithiumbatterien werden nach ADR in die Klasse 9 (verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände) eingestuft. Seit 1. Januar 2017 gibt es für Lithiumbatterien mit den UN-Nummern 3480, 3481, 3090 und 3091 einen neuen Gefahrzettel 9A zur Kennzeichnung an Versandstücken. Die Kennzeichnungspflicht beginnt am 31. Dezember 2018. Einen entsprechenden Großzettel für die Kennzeichnung von Fahrzeugen und Containern gibt es nicht. Hier muss nach wie vor der Gefahrzettel 9 verwendet werden.



Die Gefahrzettel 9 (links) und 9A (rechts)

Information beim Transport von Lithium-Ionen-Batterien

Leistungsunterteilung von Lithium-Batterien [3)]

Leistung	Li-Metallbatterie (UN 3090)	Li-Ionenbatterie (UN 3480)
gering	≤ 2 g Li je Batterie	≤ 100 Wh je Batterie
mittel	> 2 g Li je Batterie und ≤ 12 kg brutto je Batterie	> 100 Wh je Batterie und ≤ 12 kg brutto je Batterie
hoch	> 2 g Li je Batterie und > 12 kg brutto je Batterie	> 100 Wh je Batterie und/oder > 12 kg brutto je Batterie

Aufbau von Lithium-Ionen-Zellen

Wie der Name schon sagt, beinhalten Lithium-Ionen-Zellen Lithium-Ionen und nicht wie bei den Lithium-Metallbatterien elementares Lithium. Die negative Elektrode besteht aus Graphit, in dem Lithium-Ionen eingelagert sind. Die positive Elektrode besteht bei vielen Typen aus Schichten von Metalloxiden der Übergangsmetalle (Kobalt, Nickel, Mangan), in die sich Lithium-Ionen einlagern können. Als Elektrolyt werden üblicherweise organische, wasserfreie Lösungsmittel mit fluorhaltigen Leitsalzen eingesetzt. Beim Entladevorgang gibt die Li-Graphitverbindung Elektronen ab, die über den äußeren Stromkreis zur positiven Elektrode fließen. Gleichzeitig wandern Li-Ionen über den Elektrolyten ebenfalls zur positiven Elektrode. Beim Ladevorgang ist es genau umgekehrt.[4)] Obige Abbildung zeigt das Modell einer Li-Ionen-Zelle mit Li-Kobaltoxid ($LiCoO_2$) als positive und Li-Graphit als negative Elektrode. Beim Entladevorgang ist die negative Elektrode die Anode und die positive Elektrode die Kathode. Beim Ladevorgang ist die negative Elektrode die Kathode und die positive Elektrode die Anode.

Dipl.-Ing. (FH) Harald Fischer, Fachberater Chemie der Feuerwehren, Ludwigsburg und Allmersbach im Tal

Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Artis Media-Verlags, Graz, BLAULICHT, Heft 9/2017.