

## Fluch & Segen von Lithium-Akkus – was tun im Brandfall oder einer Havarie?

Lithium-Akkus sind in unserem Alltag unverzichtbares Medium, um hocheffizient Energie zu speichern. Jedoch erfordern bereits der Umgang sowie die Lagerung des Akkus besondere Aufmerksamkeit. Aufgrund der hohen Anfälligkeit gegenüber Beschädigungen durch Druck, Erschütterung oder Temperatureinflüsse müssen Lithium-Akkus ab einer bestimmten Größe wie z. B. E-Bike-Akkus etc. bereits in vielen öffentlichen Gebäuden „draußen bleiben“.

### Was passiert im Brandfall eines Lithium-Ionen-Akkus?

Im Falle eines Akku-Brandes führt die gespeicherte Energie in einer exotherm-oxidativ verlaufenden chemischen Reaktion zu enormer Entwicklung von Wärme, die sich nur mit sehr großen Mengen Wasser abkühlen lassen. Das Löschwasser sollte separat gesammelt werden, da es aufgrund der hohen Schadstofffracht mit Lithium, Fluorid und Schwermetallen nicht ins Abwassernetz gelangen sollte.

Im Brandgeschehen selbst werden beachtliche Mengen an Fluorwasserstoff (HF) und Fluorphosphatsalzen frei, die aus der Verwendung von Lithiumhexafluorophosphat ( $\text{LiPF}_6$ ) als Leitsalz zur Erhöhung der Leitfähigkeit des Elektrolyten wie z.B. Lithium-bis(fluorsulfonyl)imid (LiFSi) im Akku enthalten sind. Die im Akku gespeicherte thermische Energie beträgt ca. das 10-fache der elektrisch gespeicherten Energie. Vor Freigabe der Brandstelle sind deshalb Abnahmemessungen auf HF mit entsprechender persönlicher Schutzausrüstung (PSA) erforderlich.

Weitere flüchtige Brandgase sind z.B. Phosphoroxidfluorid ( $\text{POF}_3$ ), Phosphorsäure ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), Monophosphan ( $\text{PH}_3$ ) und VOC-Stoffe. Kommt es im Löschvorgang zu Kontakt des Löschwassers mit offenen Zellen, entsteht Wasserstoff und die Gefahr einer Knallgasreaktion steigt.

Ab einer Verbrennungstemperatur von 600 °C zersetzt sich das Kathodenmaterial, das je nach Akkutyp aus Lithium-Kobalt (LCO), -Mangan (LMO), -Eisen-Phosphat (LFP), -Nickel-Kobalt-Aluminiumoxid (NCA) bestehen kann. Hauptverwendung als Kathodenmaterial finden Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC). Daraus resultieren im zentralen Bereich des Brandherdes Kontaminationen mit den Metallen Kobalt, Nickel und Mangan.

Ab einer Verbrennungstemperatur von 660 °C setzt das Schmelzen der Aluminium-Kathode ein. Es kommt zur Bildung einer Legierung von flüssigem Aluminium mit Kupfer aus der Anode. Die Anode besteht in der Regel aus Graphit, das bei Freisetzung von leitfähigem Graphit -Staub im Brandgeschehen zur Kontamination des Raumes führen kann. Graphit-Staub kann sich bei dieser Temperatur selbst entzünden, aber auch in elektrischen Geräten zum Kurzschluss führen.

Brände mit Lithium-Akkus stellen daher eine besondere Gefährdung für das Löschpersonal dar und müssen deshalb entweder sehr frühzeitig vor Entstehung hoher Temperaturen gelöscht werden, oder der Brandherd wird gekühlt und somit kontrolliert „abgefackelt“.

### Mit welchen Substanzen ist nach einem Lithium-Akku-Brand von Elektrofahrzeugen zu rechnen?

Die Bewertung eines Brandschadens nach einem Lithium-Akku-Brand bedeutet eine Herausforderung für die beteiligten Sachverständigen, da bislang noch keine entsprechenden Sanierungszielwerte für diese Brandfolgeprodukte abgeleitet wurden. Untersuchungen des *Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK* aus dem Jahr 2020 belegen in Untersuchungen von Lithium-Ionen-Akku-Bränden eine hohe Belastung der Umgebung einer Brandstelle vor allem mit Nickel, Kobalt und Mangan. PCB oder Dioxine wurden nicht nachgewiesen. Die Beaufschlagung war dabei in geschlossenen Räumen um den Faktor 100 höher als in belüfteten Räumen, wobei auch in belüfteten Räumen eine Belastung deutlich über der Hintergrundbelastung festgestellt wurde. Eine erhöhte Korrosionsgefahr wurde nach dieser Untersuchung nicht festgestellt, eine konventionelle Brandreinigung ist demnach zur Dekontamination ausreichend.

Am Beispiel eines Lagerhallenbrandes in der Schweiz, bei dem sieben konventionelle Lieferwägen komplett ausgebrannt waren, ergeben sich signifikante Unterschiede für Kontaminationen mit den Schwermetallen Kobalt, Nickel, Mangan sowie Lithium und Fluor, die in einem realen Brand ohne Beteiligung von Lithium-Akkus keine Rolle spielen.

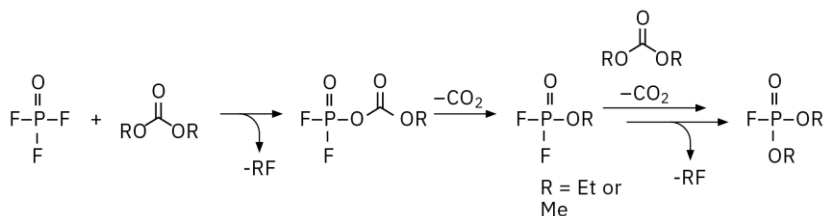
### Reinigungserfolgskontrolle nach Sanierung eines Lithium-Akku-Brandes

Wir empfehlen daher zur Reinigungserfolgskontrolle nach Sanierung eines Brandschadens mit Beteiligung von Lithium-Ionen-Akkus die Beprobung mittels Wischtuchs von mindestens 0,8 m<sup>2</sup> Fläche und flächenbezogener Bestimmung von Kobalt, Nickel, Mangan sowie Lithium und Fluor.

### Ein unerkanntes Problem: Bildung eines Nerven-Kampfstoffes durch Alterungsprozesse?

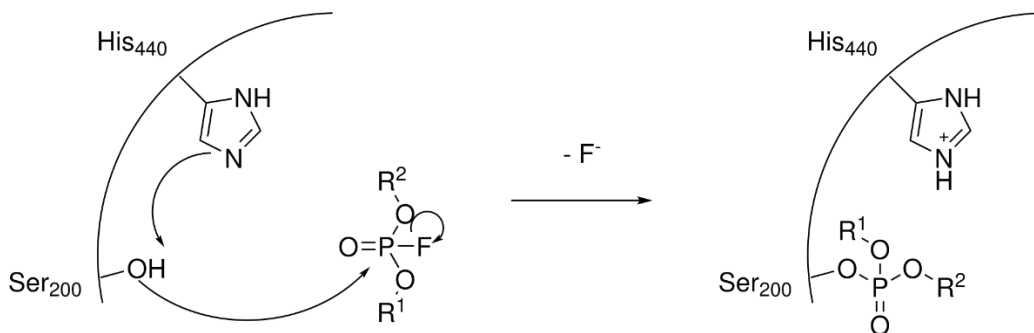
[Im Applikationslabor der Firma Shimadzu wird über Altersprozesse in Lithiumbatterien berichtet.](#)

In einem Lithium-Akku ist die fluorierte Phosphorsäure POF<sub>3</sub> vorhanden. Durch die Reaktion mit dem ebenfalls in dem Lithium-Akku enthaltenen organischen Lösemittel Dimethylcarbonat bzw. Diethylcarbonat kommt es zur Reaktion unter Bildung eines fluorierten Phosphorsäureesters:



Dieser Ester mit der F-P – Struktureinheit stellt einen wesentlichen reaktiven Teil der Nerven-Kampfstoffe aus der „Nowitschok-Gruppe“ dar. Substanzen aus der Nowitschok-Gruppe zählen zu den toxischsten Verbindungen überhaupt. Damit soll der russische Geheimdienst auch Mordanschläge ausgeführt haben.

Das Wirkprinzip besteht aus einer Reaktion über die F-P – Einheit mit Aminosäuren, wodurch eine bestimmte Enzym-Aktivität unterbunden wird:



Es ist daher bei Havarien von und mit Lithium-Akkus auch auf das mögliche Vorkommen dieser Phosphorsäure-Ester zu achten, insbesondere bei rußfreien und nicht-thermischen Explosionen und einer Ausbreitung von Aerosolen.

- 1) Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; Risikominimierung von Elektrofahrzeugbränden in unterirdischen Verkehrsinfrastrukturen; August 2020
- 2) Kunkelmann, Jürgen; Karlsruher Institut für Technologie; Forschungsstelle Brandschutztechnik; Untersuchung des Brandverhaltens von Lithium-Ionen und Lithium-Metallobatterien in verschiedenen Anwendungen und Ableitungen einsatztaktischer Empfehlungen, Forschungsbericht 175; 2015