

Gefahren durch



Axel Opp ist von Beruf Elektroingenieur sowie öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für elektrische und elektronische Systeme. Zudem ist er Inhaber der IGO Ingenieurgesellschaft Opp (GmbH) und CEO der IGS Ingenieurgesellschaft für Schadenanalyse (AG).

Durch Lithium-Ionen-Akkus verursachte Brändschäden nehmen zu

In der täglichen Schadenanalyse begegnen uns immer häufiger Brändschäden, die durch Lithium-Ionen-Akkumulatoren verursacht wurden. Da der Autor sich in der Regel mit den regressrelevanten Fragestellungen der Schadenereignisse beschäftigt, ist eine tiefgreifende Ursachenanalyse und rechtliche sowie technische Bewertung erforderlich. Dabei stellt er immer wieder fest, dass nicht nur die Anwender, sondern auch die Hersteller sich der Gefahren, die von derartigen Akkus ausgehen, nicht ausreichend bewusst sind.

Lithiumbasierte Akkumulatoren sind wieder-aufladbare Energiespeicher auf elektrochemischer Basis. Als Elektrodenmaterial wird das Metall Lithium verwendet, welches von allen Metallen das größte elektrochemische Potenzial aufweist. Beim Aufladen wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt. Wird ein Verbraucher angeschlossen, wird die chemische Energie wieder in elektrische Energie gewandelt. Die Vorteile der Lithiumtechnik sind im Wesentlichen die hohe Zellenspannung von 3,7 Volt und die um ein Vielfaches höhere Energiedichte gegenüber früheren Akkutechnologien. Das bedeutet lange Nutzungsdauer bei niedrigem Gewicht.

Die von einem Lithium-Akku erzeugte gesamte thermische Energie ist ca. 10-mal größer als die gespeicherte elektrische Energie. Darin steckt auch ein großes Gefahrenpotenzial. Wer sich davon ein Bild machen will, dem empfehlen wir, die entsprechenden Videos bei YouTube anzuschauen. Hier ist für die Suche zum Beispiel „Lipo-Explosion durch absichtliches Überladen“ einzugeben. Die bei YouTube-Videos gezeigten Explosionen wurden durchgängig provoziert, sie verdeutlichen aber, was

in etwa bei den üblichen Schäden passiert, die von solchen Akkus ausgehen können.



Abb. 1: Quelle youtube.com

Betrachtet man die hohen Verkaufszahlen von Mobiltelefonen, Notebooks, Tablet-PCs, Digital-kameras, akkubetriebenen Werkzeugen sowie Spielzeugen, dann gewinnt man einen Eindruck, in welchem hohem Maße auf Lithium basierende Akkutechnologie unser Leben durchdrungen hat.

Gleichzeitig zeigen zahlreiche Rückrufaktionen der letzten Jahre aber, dass es immer wieder auch Probleme gegeben hat. Bei den Schäden waren überwiegend Geräte mit Akkus des unteren bis mittleren Leistungsbereichs betroffen.

In den letzten 2-3 Jahren hat sich ein starker Trend hin zur Elektromobilität entwickelt. Insbesondere bei E-Bikes steigen die Verkaufszahlen in Deutschland stetig an und werden absehbar die Grenze von 500.000 Einheiten pro Jahr überschreiten. Bei den Elektroautos hat sich die Bundesregierung das hohe Ziel gesetzt, bis 2020 etwa 1 Million Elektroautos auf unsere Straßen zu bringen.

Ein weiterer Faktor, der die Verbreitung von Lithium-Akkus vorantreiben wird, ist das drastische Absenken der Einspeisevergütungen von Photovoltaik-Anlagen. Es hat zur Folge, dass der selbsterzeugte Strom einen höheren Ertrag bringt, wenn er mittels großer lithiumbasierter Akkus beim Endverbraucher zur weiteren Verwendung zwischengespeichert wird. Mit stetig steigenden Produktionszahlen werden die Preise für solche Höchstenergiebatterien massiv fallen. Man muss also davon ausgehen, dass auch Hochenergiebatterien auf Lithiumbasis mit immensem Speichervermögen sowie einem entsprechend hohem Gefahrenpotenzial schon bald zu unserem Alltag gehören werden.

Lithium-Akkus

Beispielhafte Schadenfälle

Die folgenden Beispiele von Bränden die durch Lithium-Ionen-Akkus hervorgerufen wurden, zeigen das Gefährdungspotenzial, die typischen Schadenmechanismen und die häufig konstruktionsbedingten Probleme auf.

1. Brand durch E-Zigarette

Beim Ladevorgang einer E-Zigarette kam es zur Explosion des Akkus und zum Brand in einer Wohnung. Der Lithium-Ionen-Akku bestand aus einer handelsüblichen ICR18650 Zelle. Dieser Akku wurde über ein dem Gerät beiliegendes Ladegerät „Charger“ (siehe Abb. 3) geladen. Als Eingangsspannung wurde ein üblicher USB-Netzadapter mit 5,2 Volt Ausgangsspannung verwendet. Entsprechend dem Aufdruck erzeugt das Ladegerät „Charger“ daraus 4,2 Volt als Ausgangsspannung für den Ladevorgang, was die übliche Ladeendspannung von Lithium-Ionen-Akkus ist. Beim Öffnen des Ladegerätes wurde festgestellt, dass dieses nur eine Leuchtdiode samt Vorwiderstand zum Anzeigen des Betriebszustands parallel zur Eingangsspannung hatte und jegliche Ladeelektronik fehlte. Somit werden bei diesen Geräten die Lithium-Ionen-Akkus stets mit einer 25% zu hohen Ladeendspannung, hier den 5,2 Volt des USB-Netzteils, geladen. Dies führt absehbar zu Brand und Explosion. Ein aufgedrucktes CE-Kennzeichen signalisiert fälschlicherweise die Einhaltung aller relevanten Sicherheitsnormen. Für die Endverbraucher als elektronische Laien ist das hohe Brandrisiko nicht ersichtlich. Seitens des Herstellers werden hier Brandschäden billigend in Kauf genommen.

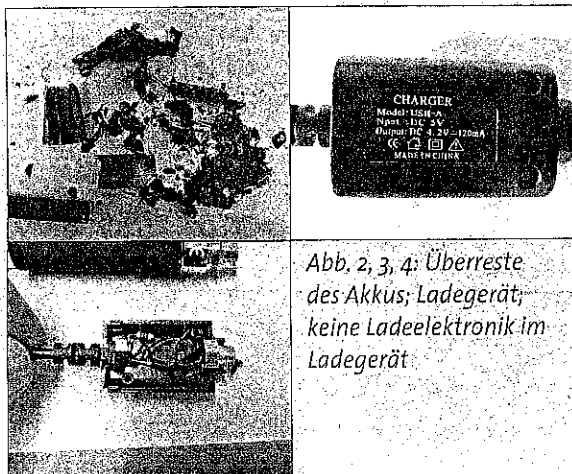


Abb. 2, 3, 4: Überreste des Akkus; Ladegerät; keine Ladeelektronik im Ladegerät

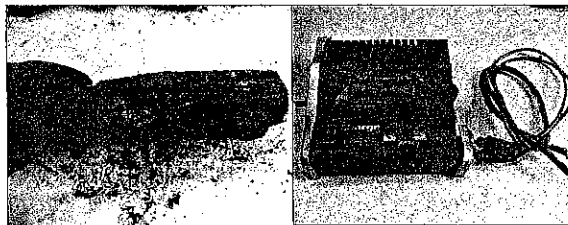


Abb. 5, 6: Überreste des Modellbauakkus; Ladegerät

2. Brand durch Modellbauakku

Die Abbildung 5 zeigt einen der sehr häufig brandverursachenden Modellbauakkus, so wie diese vielfach auch in Kinderzimmern vorzufinden sind. Nach mehreren Jahren intensiver Nutzung war dieser Akku verschlissen und fing an zu brennen. Das dazugehörige Ladegerät (siehe Abb. 6) eines deutschen Markenherstellers lädt solche Akkus ohne die notwendige Zellen- oder Temperaturüberwachung auf. Der Hersteller macht die Vorgabe, dass der Anwender den Ladevorgang vollständig überwachen muss, um im Schadenfall entsprechend einzuschreiten. Betrachtet man die energiereichen Explosionen, die von solchen Akkus ausgehen, dann sieht man, dass der Anwender einen solchen Prozess gar nicht abbrechen kann. Bei Annäherung an einen sich aufblähenden und explodierenden Akku oder gar beim Aufnehmen besteht höchste Gefahr. Die Hersteller solcher Ladegeräte verweisen stets auf die Akkus als schadenverursachend, aber unserer Ansicht nach sind solche Schäden vielmehr die Folge unzureichend konstruierter Ladesysteme. Bedenklich ist auch, dass die Hersteller derartiger Ladegeräte ein wichtiges Zubehör, nämlich spezielle explosions- und brandfeste Ladetaschen, in der Regel nur gegen Aufpreis anbieten, obwohl diese entsprechend der DIN 31000 „Allgemeine Leitsätze für die sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse“ prinzipiell dem Gerät beizulegen wären.

3. Brand durch E-Bike

Vielfach erreichen uns Brandschäden verursacht durch Akkus von E-Bikes. Betroffen sind üblicherweise die kostengünstigeren Räder. Sie sind ausgestattet mit Lithium-Ionen-Akkus im mittleren Leistungsbereich. Ursache der Schäden ist meist die Kombination von minderwertigen Akkuzellen mit fehlender Temperatur- und Ladeüberwachung. Beim Ladevorgang werden defekte Akkuzellen nicht erkannt, was zur unzulässigen Überhitzung und Explosion führen kann. Nach dem Entzünden und

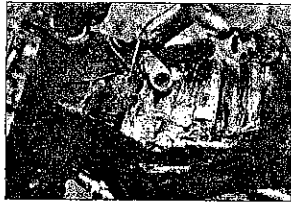


Abb. 7: Ausgebrannter Akku an einem E-Bike

Explodieren der ersten Zelle werden durch die hohen Temperaturen in der Regel die umliegenden Zellen ebenfalls gezündet.

4. Brand durch Kompaktkamera

Die Abbildung 8 zeigt eine Kompaktkamera, die selten genutzt wurde und nach mehrmonatigem Lagern im entladenen Zustand im Anschluss an einen abgeschlossenen Ladevorgang durch Entzündung des Akkus einen Brand verursachte. Sowohl das Ladegerät als auch die innere elektronische Schutzbeschaltung des Akkus zeigten keine schadenverursachenden Mängel. Der Anwender hatte den Akku der Kamera zum Schutze vor einem angeblichen Memory-Effekt, wie er ihn von Ni-Cadmium-Akkus kannte, bewusst entladen. Die dann folgende längere Lagerzeit führte zwangsläufig zur Tiefentladung des Akkus. Dabei können sich bei Li-Ionen-Akkus metallische Brücken in der Zelle ausbilden, die dann nach dem nächsten Ladevorgang einen Kurzschluss in der Zelle verursachen. In den Handbüchern solcher Kleingeräte finden sich in der Regel keine Hinweise auf diese Gefahr, sodass dieser Effekt den Anwendern in der Regel unbekannt ist. Elektronisch ist das Problem nur schwer zu lösen. Daher lassen sich solche Gefahren nur durch entsprechende mechanische Festigkeiten der Geräte kontrollieren. Der hier vorliegende Kunststoffdeckel des Akkufachs hatte keine ausreichende Festigkeit. Der durchgehende Akku konnte diesen öffnen, was zum Austritt des Brandes führte. Dies stellt nach der oben angesprochenen DIN 31000 einen gravierenden Konstruktionsfehler dar. Diese Schwachstelle weisen aber die meisten mit Li-Ionen-Akkus betriebenen Kleingeräte auf. Das hier vorliegende Gefahrenpotenzial ist den Herstellern augenscheinlich nicht bewusst, wäre aber kostengünstig mittels einer stabileren Ausführung der Gehäusedeckel zu kontrollieren.

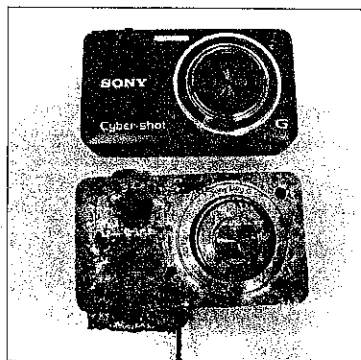


Abb. 8: Bei dieser Kamera hat der Akku gebrannt

5. Brand durch Elektrowerkzeug

Dass Lithium-Ionen-Akkus kapitale Schäden verursachen können, zeigte sich erneut dieser Tage bei einem Brand in einem Dachgeschoss. Es war unbewohnt, weil es gerade renoviert wurde. Alle elektrischen Betriebsmittel waren abgeschaltet, als einzige Zündquelle kam nur ein viele Jahre alter, gerade aufgeladener und wahrscheinlich durch Tiefentladung vorgeschädigter Akku eines Elektrowerkzeugs in Frage. Die daraus resultierende Brandgefahr ist für die Anwender nicht ersichtlich. Hier müssten die Hersteller Vorsorge treffen. Sie sollten für eine elektronische Anzeige des Tiefentladezustands samt der daraus resultierenden Brückenbildung und das eventuelle vollständige Außerbetriebnehmen solcher Akkus über die inneren Schutzbeschaltungen sorgen.

Fazit

Unsere Erfahrungen in der Analyse von Schäden, die durch Lithium-Ionen-Akkus entstanden sind, zeigen deutlich: Auch bei vermeintlich korrekter Handhabung stellen tiefentladene oder altersbedingt verschlissene Lithium-Ionen-Akkus eine enorme Brandgefahr dar! Dies ist den Anwendern und zum Teil auch den Herstellern nicht ausreichend bekannt.

Versuche der Hersteller über entsprechende Hinweise in den Anleitungen, hier insbesondere durch Forderung nach beständiger Beaufsichtigung beim Ladevorgang und nach-Einschreiten beim Durchgehen eines Akkus, die Verantwortung dem Anwender zuzuschreiben, muss man äußerst kritisch sehen. Wer schaut schon einem Akku beim mehrstündigen Ladevorgang zu und nimmt womöglich noch den vor der Explosion stehenden Akku in die Hand? Die Hersteller sollten besser für geeignete Sicherheitsmittel sorgen, wie diese von der DIN 31000 gefordert werden.

Die bisher von uns analysierten Schadenereignisse im Zusammenhang mit Lithium-Ionen-Akkus resultieren durchweg aus gravierenden Sicherheitsmängeln. Daher besteht für die Sachversicherer ein hohes Regresspotenzial. Möglicherweise lernen viele Hersteller erst über die Regressnahme, die Produkte normkonform und ausreichend sicher zu gestalten.