

# BRANDSCHUTZKOMPAKT

Nr. 60 · September 2018

## FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien

### EDITORIAL

#### Den Brandschutz neu aufladen

Fast jeder nutzt und lagert Lithium-Ionen-Batterien – und weiß meist nicht, welches Risiko damit verbunden ist. Natürlich unterscheidet sich die Verwendung der wiederaufladbaren Batterien voneinander: Der eine braucht sie lediglich für sein Smartphone, der andere für seinen Akkuschrauber oder für sein E-Bike. Doch all diesen Szenarien gemein ist die Tatsache, dass jeder noch so kleine Akku eine gewisse Energiedichte aufweist und eine potenzielle Gefahr darstellt, die es präventiv abzuwenden gilt. Beim Aufkommen größerer Mengen von Lithium-Ionen-Batterien potenziert sich das Brandrisiko enorm. Wie der notwendige Brandschutz dabei auszusehen hat, wird bis heute noch nicht gesetzlich geregelt. Um hier aufzuklären, setzt sich der bvfa seit Längerem ausführlich mit der Thematik auseinander und sensibilisiert dafür, den Brandschutz auf die spezifischen Besonderheiten hin zuzuschneiden. Anfang des Jahres haben wir das Thema z. B. bei der „BRANDSCHUTZDIREKT Löschtechnik“, unserer gemeinsamen Veranstaltungsreihe mit der FeuerTRUTZ Messe Nürnberg, diskutiert. Mit dieser BrandschutzKompakt wollen wir Ihnen einen Überblick zur aktuellen Lage geben. Wir zeigen dabei Gefahren und Beispiele für bisherige Brandfälle auf, wägen mögliche Löschmaßnahmen ab und lassen Experten zu Wort kommen – damit Sie sich ein Bild davon machen können, wie man den Brandschutz für ein Mehr an Sicherheit neu aufladen kann.



Risiko damit verbunden ist. Natürlich unterscheidet sich die Verwendung der wiederaufladbaren Batterien voneinander: Der eine braucht sie lediglich für sein Smartphone, der andere für seinen Akkuschrauber oder für sein E-Bike. Doch all diesen Szenarien gemein ist die Tatsache, dass jeder noch so kleine Akku eine gewisse Energiedichte aufweist und eine potenzielle Gefahr darstellt, die es präventiv abzuwenden gilt. Beim Aufkommen größerer Mengen von Lithium-Ionen-Batterien potenziert sich das Brandrisiko enorm. Wie der notwendige Brandschutz dabei auszusehen hat, wird bis heute noch nicht gesetzlich geregelt. Um hier aufzuklären, setzt sich der bvfa seit Längerem ausführlich mit der Thematik auseinander und sensibilisiert dafür, den Brandschutz auf die spezifischen Besonderheiten hin zuzuschneiden. Anfang des Jahres haben wir das Thema z. B. bei der „BRANDSCHUTZDIREKT Löschtechnik“, unserer gemeinsamen Veranstaltungsreihe mit der FeuerTRUTZ Messe Nürnberg, diskutiert. Mit dieser BrandschutzKompakt wollen wir Ihnen einen Überblick zur aktuellen Lage geben. Wir zeigen dabei Gefahren und Beispiele für bisherige Brandfälle auf, wägen mögliche Löschmaßnahmen ab und lassen Experten zu Wort kommen – damit Sie sich ein Bild davon machen können, wie man den Brandschutz für ein Mehr an Sicherheit neu aufladen kann.

seinen Akkuschrauber oder für sein E-Bike. Doch all diesen Szenarien gemein ist die Tatsache, dass jeder noch so kleine Akku eine gewisse Energiedichte aufweist und eine potenzielle Gefahr darstellt, die es präventiv abzuwenden gilt. Beim Aufkommen größerer Mengen von Lithium-Ionen-Batterien potenziert sich das Brandrisiko enorm. Wie der notwendige Brandschutz dabei auszusehen hat, wird bis heute noch nicht gesetzlich geregelt. Um hier aufzuklären, setzt sich der bvfa seit Längerem ausführlich mit der Thematik auseinander und sensibilisiert dafür, den Brandschutz auf die spezifischen Besonderheiten hin zuzuschneiden. Anfang des Jahres haben wir das Thema z. B. bei der „BRANDSCHUTZDIREKT Löschtechnik“, unserer gemeinsamen Veranstaltungsreihe mit der FeuerTRUTZ Messe Nürnberg, diskutiert. Mit dieser BrandschutzKompakt wollen wir Ihnen einen Überblick zur aktuellen Lage geben. Wir zeigen dabei Gefahren und Beispiele für bisherige Brandfälle auf, wägen mögliche Löschmaßnahmen ab und lassen Experten zu Wort kommen – damit Sie sich ein Bild davon machen können, wie man den Brandschutz für ein Mehr an Sicherheit neu aufladen kann.

Ihr

Jürgen Teschner  
Fachgruppenleiter der bvfa-FG  
Komponenten/Produkte für Löschanlagen



## Die Gefahr in die Tasche stecken? Aufgepasst bei Lithium-Ionen-Batterien

Ein Flug nach Indien im Oktober 2017 hinterließ bei allen Beteiligten einen großen Schrecken: Eine Passagierin bemerkte plötzlich, dass ihr Handy in der Tasche unter ihrem Sitz qualmte und Feuer fing. Als dann noch die Feuerlöscher an Bord nicht funktionierten, brach Panik aus. Die Crew legte das

brennende Handy vom Typ Samsung Galaxy Note 7 schließlich in einen Wasserbehälter und verhinderte Schlimmeres. Schuld war der Lithium-Ionen-Akku im Handy – wie in vielen anderen Fällen. Lithium-Ionen-Batterien bergen generell Gefahren, diese lassen sich aber beherrschen. → Weiter auf Seite 2

**FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien**

→ Fortsetzung von Seite 1 Weil dieses Handymodell immer wieder gefährliche Situationen verursachte, wurde es letztendlich auf Flügen verboten und vom Markt genommen. Die Rückrufaktion von Samsung 2016 betraf rund 2,5 Millionen Geräte und war die natürliche Folge vieler brenzlicher Situationen, die immer wieder vom Smartphone-Modell Galaxy Note 7 ausgingen. Allein in den USA wurden über 90 Meldungen zur Überhitzung des Akkus gemacht, rund 26 Fälle zu Verbrennungen und etwa 55 Fälle zu Sachbeschädigungen mitgeteilt. Grund dafür war immer der überhitzte Akku – vermutlich hervorgerufen durch einen technischen Defekt und ein zu enges Gehäuse –, der sich selbst entzündete. Ein anderes Beispiel: In einer Maschine, die auf dem Flughafen in Louisville, Kentucky, kurz vor dem Start stand, bemerkte ein Passagier plötzlich aus seiner Tasche auf-

der hohen Gefahr, die von den Akkus ausgeht, dürfen Lithium-Ionen-Batterien seit April 2016 nicht mehr im Gepäck aufgegeben werden. Smartphones, Laptops, Kameras und dergleichen sind seitdem immer im Handgepäck mitzuführen.

Aber nicht nur bei Handy- und PC-Akkus kommt es zu Gefahren, denn Lithium-Ionen-Batterien sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken und werden vielerorts eingesetzt: Ob etwa in Smartphones, Laptops, Akkuschaubern, elektrischen Heckenscheren, Modellflugzeugen, E-Bikes oder Hybrid- und Elektroautos – die wiederaufladbaren Akkus in vielen Formen und Größen finden in verschiedenen Geräten und Fahrzeugen Verwendung und bringen diese zuverlässig zum Laufen. Die ersten Lithium-Ionen-Akkus waren in den 90er-Jahren erhältlich – und erst mal nur ganz vereinzelt. Heute nutzt und lagert sie fast jeder – aber nicht jeder weiß, dass sie zu einer Brandentstehung führen können. Im Februar 2017 explodierte in einem Fahrradgeschäft in Hannover der Akku eines E-Bikes und setzte innerhalb kürzester Zeit den ganzen Laden in Brand. Der Besitzer und ein Kunde konnten sich noch in Sicherheit bringen, doch der Laden wurde vollständig zerstört und ein daneben gelegenes Parkhaus komplett in Rauch gehüllt (siehe Abbildung Seite 5). Der Sachschaden belief sich insgesamt auf rund 500.000 Euro.

**Woher die Gefahr rührt**

Akkus einfach abschaffen? Das geht natürlich auch nicht: Denn dank ihnen können wir unterwegs stundenlang telefonieren und surfen, im abgelegenen Garten die Hecke schneiden oder von A nach B kommen. Aber warum sind sie überhaupt bedrohlich und was kann man vorbeugend tun? Die hohe Energiedichte macht die Akkus so gefährlich, denn im Brandfall setzen die Batterien aufgrund der organischen Elektrolytbestandteile eine sehr hohe thermische Energie frei. Besser gesagt kann dabei die freigesetzte thermische Energie das Sechs- bis Zehnfache der elektrisch gespeicherten Energie betragen. Dabei enthält die positive Elektrode (Kathode) gebundenen Sauerstoff und die negative Elektrode (Anode) meist eine Lithium-Interkalationsverbindung mit einem hohen eben-



Carsten Tormöhlen, Riskoingenieur bei Allianz Deutschland

„Unsere Vorgabe als Riskoingenieur ist immer eine Einzelfallbetrachtung. Wir sind noch gar nicht so weit, ein Patentrezept anzuwenden. Die Gefahr von Lithium-Ionen-Batterien sollte jedoch meiner Meinung nach grundsätzlich analog zu Aerosolen oder brennbaren Flüssigkeiten behandelt werden: Sie müssen also mit steigender Menge und Leistung ausgelagert und mit einer Löschanlage geschützt werden.“



steigenden Rauch und zog sein brennendes Handy heraus. Er warf es auf den Boden, wo sich der Brand in den Teppichboden fraß. Das Feuer konnte zwar schnell gestoppt werden, allerdings wurde das Flugzeug anschließend evakuiert und der Flug gestrichen. Alle kamen mit einem großen Schrecken davon. Aber nicht nur Samsung hatte Probleme mit Akkus: Beispielsweise musste Sony 2016 eine Austauschaktion für einen Akku in den PCs der VAIO-SVE-Serie wegen Überhitzungs- und Brandgefahr in die Wege leiten. Die Internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) hat daraus Konsequenzen gezogen: Aufgrund

**Wichtige Richtlinien und Merkblätter**

Die Vereinten Nationen stufen Lithium-Ionen-Batterien beim Transport als **Gefahrgut der Klasse 9** ein, sodass diese vom Versender ordnungsgemäß zu verpacken und zu kennzeichnen sind. Generell dürfen Lithium-Ionen-Zellen oder -Batterien nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn dafür der Nachweis der bestandenen Prüfung nach **UN 38.3** existiert. Bei diesen Tests werden Transportbedingungen wie etwa Temperatur, Druck oder Aufprall geprüft. Die auf der Transportware anzubringenden Kennzeichnungen untergliedern sich in:

- **UN 3480: Lithium-Ionen-Batterien**
- **UN 3481: Lithium-Ionen-Batterien in Ausrüstungen**
- **UN 3481: Lithium-Ionen-Batterien mit Ausrüstungen verpackt**

Darüber hinaus existieren beim Transport weitere internationale Regularien, die je nach Transportweg wie Straße (ADR), Schiene (RID), Wasser (IMDG-Code) oder Luft (IATA) zu beachten sind. Außerdem fallen einige Fahrzeuge nach UN 3166 und UN 3171 ebenfalls unter Gefahrgutklasse 9, unterliegen jedoch nicht den Transportrichtlinien für die Straße (nach ADR). Das bedeutet, dass hierbei kein Gefahrguttransport mit entsprechenden Anforderungen vorliegt wie bei nicht eingebauten Batterien. Batteriebetriebene Fahrzeuge sowie elektrische Hybrid-Fahrzeuge, die sowohl durch einen Verbrennungsmotor als auch durch Lithium-Ionen-Batterien o. Ä. angetrieben und mit diesen Batterien im eingebauten Zustand befördert werden, müssen folgenden Eintragungen zugeordnet werden:

- **UN 3166 – Fahrzeug mit Antrieb durch entzündbares Gas**
- **UN 3166 – Fahrzeug mit Antrieb durch entzündbare Flüssigkeit**
- **UN 3171 – batteriebetriebenes Fahrzeug**
- **UN 3171 – batteriebetriebenes Gerät**

**VdS 3103:2016-05** beinhaltet Richtlinien zur Schadenverhütung bei der Bereitstellung von Lithium-Batterien in Produktions- und Lagerbereichen.

Die Grundsätze der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen nach **DIN VDE 0132** sind dann strikt einzuhalten, wenn es bei der Brandbekämpfung zu elektrischen Spannungen kommt.

## FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien

falls brennbaren Grafitanteil. Technisch bedingt besteht dadurch immer die Gefahr einer Selbstentzündung und einer extrem schnellen Brandausbreitung. Thermisches Einwirken wie etwa bei einer Lagerung mit zu hohen Temperaturen oder direkter Sonneneinstrahlung sowie mechanisches Einwirken wie beispielsweise ein Aufprall, Druck oder dergleichen können ein thermisches Durchgehen („Thermal Runaway“) hervorrufen. Weil dabei die Batterie zerbricht, können die umherfliegenden brennenden Teile umliegende Brandlasten entzünden. Für Mensch und Umwelt bringt neben der schnellen Brandausbreitung gerade auch die Freiset-

zung gefährlicher Stoffe wie etwa giftiger Schwermetalle und ätzender Säuren Gefahren mit sich. Besonders die Menge und Größe der Batterien spielen eine wichtige Rolle und steigern das Gefahrenpotenzial entsprechend. Bei Elektrowerkzeugen oder -fahrzeugen kommen etwa größere Batterien als bei einem Handy zum Einsatz, da mehrere Zellmodule zusammengeschaltet werden. Während eine Lithium-Ionen-Batterie in einem Smartphone einen Energiegehalt von etwa 0,0055 kWh (5,5 Wh) aufweist, beträgt dieser bei einem Tesla Model S etwa 75 – 100 kWh (75.000 – 100.000 Wh).

Deshalb werden Lithium-Ionen-Batterien wie auch die nicht aufladbaren Lithium-Metall-Batterien von den Vereinten Nationen seit 2009 als Gefahrgut der Klasse 9, die verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände umfasst, eingestuft und unterliegen speziellen Gefahrgutvorschriften, die für den Transport gelten. Unabdingbar ist dabei eine ordnungsgemäße Verpackung sowie Kennzeichnung. Lithium-Ionen-Zellen oder -Batterien dürfen nur dann in Verkehr gebracht und somit auch nur dann gelagert oder transportiert werden, wenn sie den Nachweis der Prüfung nach UN 38.3 erbringen. Dabei handelt es sich um acht Tests, die im „Hand-

### Durch Lithium-Ionen-Batterien verursachte Brände (Auszug)

Zeitraum	Ort	Brandursache	Tote/Verletzte	Schaden
Juli 2018	Darmstadt	Explosion einer Batterie	2 Verletzte	Werkstattbrand an der Technischen Universität, ca. 5.000 Euro Sachschaden
Mai 2018	Florida, USA	Beschädigung eines Tesla-Akkus nach einem Unfall, mehrmaliges Feuerfangen	Keine	Totalschaden des Fahrzeugs durch völliges Ausbrennen
Mai 2018	Ölbronn-Dürrn, Baden-Württemberg	Defekt im Produktionsbereich	Keine	Völlige Zerstörung der Akkufabrik nach Großbrand, 5 Mio. Euro Sachschaden
Mai 2018	Kanton Tessin, Schweiz	Brand eines Tesla nach Unfall	1 Toter	Völliges Ausbrennen des Fahrzeugs
Oktober 2017	Flug Frankfurt - Indien	Feuerfangen des Akkus eines Samsung-Handys	Keine	Zerstörung des Handys, kein Flugzeug- oder Personenschaden
September 2017	Innsbruck, Österreich	Explosion eines E-Bike-Akkus	Keine	Zerstörung des E-Bikes, starke Rauchbelastung in Privatwohnung
September 2017	Obsteig, Österreich	Explosion des Akkus in einem ferngesteuerten Auto	1 Verletzter	Schaden an Fahrzeug und Privatgarage, Handverbrennungen des Hausbesitzers durch eigenes Löschen
August 2017	Flug Frankfurt - Houston	Entzünden des externen Akkus eines mobilen Ladegeräts	Keine	Brandentstehung unterhalb des Passagiersitzes, keine Flugzeugschäden dank schnellen Löschens
Mai 2017	Flug New York - San Francisco	Entzünden einer Lithium-Batterie im Laptop	Keine	Notlandung des Flugzeugs, keine Flugzeugschäden dank schnellen Löschens
Mai 2017	Brixen, Österreich	Brandausbruch eines defekten Akkurasenmähers	Keine	Erhebliche Schäden am Wohnhaus und Fahrzeug, mittlerer sechsstelliger Eurobetrag
April 2017	n. a.	Aufblähen und Platzen des Handyakkus während des Aufladens auf dem Bett	Keine	Brand des Bettes, Unbewohnbarkeit des Zimmers
März 2017	Harrisburg, Pennsylvania, USA	Überhitzung und Explosion eines Hoverboard-Akkus beim Laden	1 totes Kleinkind, mehrere Verletzte	Abbrennen eines Wohnhauses
Februar 2017	Aukrug, Kreis Rendsburg-Eckernförde	Feuerfangen eines defekten E-Bike-Akkus	2 Verletzte	Rauchgasvergiftung zweier Bewohner in Einfamilienhaus, keine Schäden am Haus
Februar 2017	Tainjin, Nordchina	Fabrikbrand bei Samsung durch defekte Akkus	Keine	Schaden in Akkufabrik, geschätzter Imageschaden durch Rückruf des Modells Galaxy Note7 rund 5 Mrd. Dollar
Februar 2017	Hannover	Explosion eines E-Bike-Akkus	Keine	Ausbrennen des Fahrradgeschäfts, Beschädigung eines Parkhauses, Sachschaden etwa 500.000 Euro
November 2016	Indianapolis, USA	Explosion eines Akkus im Tesla Model S nach Crash	2 Tote	Zerstörung des Autos, Fahrerin und Beifahrer verbrannt
Oktober 2016	Louisville, Kentucky	Feuerfangen des Akkus eines Samsung-Handys	Keine	Beschädigung einer Passagiertasche, Brandschäden am Teppichboden im Flugzeug, starke Rauchentwicklung, Evakuierung des Flugzeugs und Streichung des Fluges
September 2016	Florida, USA	Explosion des Akkus eines Samsung-Handys	1 Verletzter	Verbrennungen an Bein und Finger des Geschädigten, 15.000 Dollar Schadenersatz-Forderung
Juli 2016	Köln	Explosion eines Hoverboard-Akkus	Keine	Unbewohnbarkeit eines Einfamilienhauses
Januar 2013	Japan sowie Boston, USA	2 Akkubrände innerhalb von 10 Tagen im neuen Dreamliner von Boeing	Keine	Brand im Cockpit, Notlandung, anschließend weltweites Startverbot und Auslieferungsstopp

**STANDPUNKT**


**Ing. Mag.  
Gerald Netal,  
Geschäftsführer  
Risk Experts GmbH**

Das Brandrisiko bei Lithium-Ionen-Batterien ergibt sich aus dem Zusammenwirken zum Teil stark reaktiver, toxischer und feuergefährlicher Inhaltsstoffe und den hohen Energiedichten aufgrund der bestehenden chemischen Energie. Risikominimierung beginnt beim Risikobewusstsein der handelnden Personen und der Einhaltung der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen. So sollte man die Batterien bspw. keinen mechanischen Belastungen aussetzen, die richtige Betriebs- und Lagertemperatur gewährleisten und die Produkte ordnungsgemäß laden sowie sicher transportieren.

Insbesondere bei der Lagerung der Batterien müssen die Schutzmaßnahmen auf das jeweils vorliegende Risiko abgestimmt sein. Neben der Einhaltung von baulichen und betrieblichen Auflagen ist ein umfassendes Brandschutzkonzept zu entwickeln. Sämtliche Maßnahmen sind unter Berücksichtigung der vorliegenden Gegebenheiten aufeinander abzustimmen, denn nur im gemeinsamen Wirkverbund können sie die geforderten Schutzziele erreichen. Wesentlich ist jedoch immer die Überführung des Konzepts in gelebte Praxis.

**Gefahr von Multif Feuer**

Dabei ist es wichtig, sich auf die besonderen Eigenschaften bei Bränden von und mit Lithium-Ionen-Batterien einzustellen und geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Bereits ab Temperaturen von 70 °C erfolgen chemische Zersetzungsprozesse innerhalb der Zellen: Es kommt zum Druckanstieg, zum Aufplatzen und zur Zerstörung von Schutzeinrichtungen und in weiterer Folge zum Brand. Metallbrände sind sehr heiß und können andere brennbare Stoffe entzünden. Herumfliegende Teile, die durch das Bersten der Batterieeinheit entstehen, erhö-

hen die Brandausbreitung weiter. Austretende Gase sind hoch toxisch und ätzend und gefährden anwesende Personen und Einrichtungen. Das zeigt, dass bei solchen Brand-szenarien immer ein Potenzial für Multif-euer besteht und schnelles Handeln sowie eine räumliche Eingrenzung wichtig sind: Je kleiner der Brandabschnitt, desto größer ist die Möglichkeit, noch kontrollierend einwirken zu können.

Für schnelles Handeln ist die frühzeitige Branderkennung Voraussetzung. Bei der Lagerung der Batterien empfiehlt sich daher der Einbau von Brandmeldeanlagen, denn sie haben das Ziel, einen Brand bzw. eine auftretende Brandkenngroße rasch und eindeutig zu erkennen und die Meldung direkt an die Brandmeldezentrale weiterzugeben. Wichtig ist, die eingetroffene Brandmeldung unmittelbar weiterzuverarbeiten: also im Bereich des organisatorischen Brandschutzes das weitere Verhalten im Alarmierungsfall bereits im Vorfeld zu definieren – wie etwa die Erkundung durch Betriebspersonal und die sofortige Alarmierung der Feuerwehr. Die beste Brandmeldeanlage nützt nichts, wenn keine weiteren Maßnahmen festgelegt werden. Denn es gilt: Je zügiger gehandelt wird, desto besser die Chancen, das Szenario einzudämmen. Wir empfehlen daher sensible, rasch detektierende Systeme mit direkter Alarmweiterleitung.

**Schnell und lange kühlen**

Zur Brandbekämpfung bei den Batterien stellt die Kühlung als Löscheffekt die wirksamste Maßnahme dar. Gemäß diversen Brandversuchen bewiesen sich „größere Wassermengen“ als effizientestes Löschmittel. Sie helfen dabei, Bereiche, die noch nicht brennen, zu kühlen und zu benetzen sowie Rauchgase niederzuschlagen. Diese können anschließend eingefangen und entsorgt werden. Ein Problem ist jedoch, dass man aufgrund der jeweiligen Schutzhüllen oft nicht direkt an den Brandherd der Batterien herankommt. Bei anderen Löschmitteln wie Metallbrandpulver, Löschgasen und dergleichen fehlt grundsätzlich die Kühlungskomponente, um das weitere Aufheizen von Batterie-

zellen zu verhindern. Wesentliche Schutzmaßnahmen können u. a. sein: die Lagermenge der Batterien zu begrenzen, die gemeinsame Lagerung mit brennbaren Stoffen zu vermeiden und die Batterien in einem eigenen Unterbrandabschnitt aufzubewahren.

Neben dem Einsatz von ausreichend viel Löschwasser ist auch das anschließende Separieren von großer Bedeutung. In Brandgeratene Elemente müssen laufend gekühlt und in sichere Distanz gebracht werden. Bei manchen Schutzkonzepten werden gesamte Bereiche wie bspw. Container komplett geflutet. Das Risiko von Rückzündungen ist hoch, da in der Regel der auslösende Defekt nach wie vor besteht und bei Beendigung der Löscharbeiten der Brand wieder „entfacht“.

**Individuelle Löschkonzepte nötig**

Standardisierbare Löschkonzepte sind aufgrund der Vielfalt der Anforderungen schwierig. Derzeit wird in verschiedenste Richtungen geforscht, und im Bereich von Regallagerungen mit Sprinklersystemen gibt es bereits erste Erfolge. Um die Wirksamkeit von Löschanlagen zu gewährleisten, ist immer die Abstimmung des Löschsystems auf die Menge des Gefahrenpotenzials – also die Anzahl und Größe der Batterien sowie die Menge von brennbaren Lagerungen – und auf das verwendete Lagerkonzept – d. h. Lagergeometrie, Verpackungsart etc. – notwendig.

Es entstehen diverse Richtlinien und Empfehlungen im Zusammenwirken mit den Risikoträgern wie etwa der Genehmigungsbehörde, den Versicherungen und den Feuerwehren. Für die Industrie werden in den kommenden Monaten und Jahren entsprechende Konzepte vorliegen, die die gesetzgebenden Stellen dann vermutlich übernehmen. Für den kleingewerblichen und privaten Sektor bleibt es herausfordernd, denn immer mehr batteriebetriebene Einheiten halten in die Haushalte Einzug – bspw. Roboterheimhilfen oder Stromspeicher. Ein individueller Schutz einzelner Batterien stellt aber aus heutiger Sicht noch einen hohen finanziellen Aufwand im Vergleich zu den zu schützenden Werten dar.

**FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien**

buch Prüfungen und Kriterien" der Vereinten Nationen in Teil III erläutert werden. Diese beinhalten die Prüfung von bestimmten Transportbedingungen wie etwa Temperatur, Druck oder Aufprall, die erfolgreich abzuschließen sind.

**Lagerung der Batterien**

Gerade für Produktions- und Lagerbereiche spielt das eine große Rolle, zumal noch keine allgemeingültigen Schutzkonzepte oder gesetzlichen Bestimmungen existieren. Versicherungsunternehmen sehen insbesondere in der Lagerung großer Mengen und gemischter Ware Gefahren: „Stellen Sie sich beispielsweise die Lagerhalle eines Fahrradhändlers vor: 10.000 m<sup>2</sup>, acht Meter Lagerhöhe, jede Menge Fahrräder in Verpackung – und dazwischen die Lithium-Batterien verteilt. Das ist prinzipiell so nicht versicherbar und erfordert die gemeinsame Erstellung eines spezifischen Schutzkonzepts“, erklärt Carsten Tormöhlen, Risikoingenieur bei Allianz Deutschland und Leiter der Projektgruppe, die das Merkblatt VdS 3103:2016-05 erarbeitet hat. „Um sicherheitskonform zu sein, müssten die Lithium-Batterien in einen feu-



Bei der Explosion eines E-Bike-Akkus in Hannover wurde nicht nur das Fahrradgeschäft zerstört, sondern auch ein angrenzendes Parkhaus vollständig in Rauch gehüllt und ein Autofahrer akut gefährdet.

erbeständig abgetrennten, gesprinkelten Bereich gestellt werden. Sonst existieren wegen der besonderen Gefahren von Lithium-Batterien in jeder Ecke des Lagers mögliche Brandentstehungsquellen. Die Frage ist jedoch, wie die Löschanlage ausgelegt sein muss – und genau das ist Gegenstand der Einzelfallbetrachtung.“

**Individuelle Brandschutzkonzepte**

Ob bestehende Brandschutzkonzepte ausreichend oder wie neue aufzusetzen sind, ist abhängig von den Gegebenheiten vor Ort und kann daher nicht pauschal definiert werden. Es ist immer notwendig, eine Einzelfallbetrachtung mit dem Versicherer vorzunehmen. Dennoch gibt es mit dem Merkblatt VdS 3103:2016-05 des GdV (Gesamtverband der deutschen Versicherer e. V.) und der VdS (VdS Schadenverhütung GmbH) hilfreiche Richtlinien zur Risikominimierung bei der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien. Dabei bietet vor allem eine Tabelle mit der Kategorisierung der Lithium-Ionen-Batterien nach Lithiumgehalt, Gewicht und Leistung einen guten Überblick für die Einordnung notwendiger Si-

cherheitsvorkehrungen (siehe Auszug Tabelle links). Außerdem listet das Merkblatt konkrete Gefahren auf, die von den Batterien ausgehen, empfiehlt allgemeine sowie spezifische Sicherheitsregeln und berichtet von Erkenntnissen aus Brandversuchen. Einige Sicherheitsmaßnahmen helfen dabei, die Brandgefahr zu reduzieren – insbesondere bei der Lagerung größerer Mengen an Batterien oder bei solchen mit mittlerer und starker Leistung (> 100 Wh je Batterie). Im Merkblatt VdS 3103:2016-05 sind diese wie folgt beschrieben:

- Separierung und Mengenbegrenzung
- Lagerung in feuerbeständig abgetrennten Bereichen oder mit Einhaltung eines Sicherheitsabstands (räumliche Trennung von 5 m)
- automatische Löschanlagen.

**Wirksame Löschmittel**

Der GdV und die VdS empfehlen gegenwärtig Wasser als Löschmittel erster Wahl. Wasser ermöglicht, einen Brand mit Lithium-Ionen-Batterien unter Kontrolle zu halten, das be-

Leistung	Lithiumionenbatterie (UN 3480)
gering	<p>≤ 100 Wh je Batterie</p> <div style="border: 1px dashed red; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>CAUTION!</b> *)</p> <p>Lithium ion battery DO NOT LOAD OR TRANSPORT PACKAGE IF DAMAGED For more information, call</p> </div>
mittel	<p>&gt; 100 Wh je Batterie und ≤ 12 kg brutto je Batterie</p>
hoch	<p>&gt; 100 Wh je Batterie und/oder &gt; 12 kg brutto je Batterie</p>

Das Gefährdungspotenzial der Batterien steigt mit zunehmender Leistung (Auszug der Tabelle aus VdS 3103:2016-05)



Lithium-Ionen-Batterien gibt es in unterschiedlichsten Formen und Größen

**FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien**

stätigen auch Versuche der Versicherungswirtschaft, der Hersteller und der Feuerwehren. Denn Wasser kann durch seine Kühlwirkung einen „Thermal Runaway“ ent-



*Frank Drolsbach,  
Engineering Manager  
bei FM Global*

„Bei der Brandbekämpfung mit automatischen Löschanlagen eignet sich Wasser am besten.

Unsere Tests haben gezeigt, dass sich Feuer in Regal- und Blocklagern mit kartonierten Lithium-Ionen-Batterien mit einer Sprinkler-Löschanlage erfolgreich stoppen lassen.“



scheidend abmildern und so auch das Durchgehen weiterer Zellen verhindern, was verschiedene alternative Löschmittel nicht können. Das gilt besonders in Fahrzeugen, wo eine direkte Kühlung eingebauter Batterien kaum möglich ist. Dabei helfen vor allem große Wassermengen, ggf. Schaummittel oder Gelbildner, die den Wasserbedarf reduzieren und den Löscherfolg beschleunigen. Als anlagentechnische Maßnahme wird der Einsatz von Sprinkler- und Sprühwasserlöschanlagen empfohlen, denn gerade bei Lagerbränden stoppt das unmittelbare Kühlen in den ersten Minuten eine weitere Brandausbreitung über die benachbarte Brandlast und verhindert somit bis zum Eintreffen der Feuerwehr Schlimmeres..

Allerdings können freigesetzte verbrannte oder unverbrannte Stoffe mit dem Löschwasser weggespült werden und somit das Erdreich oder Grundwasser kontaminieren. Um diese Umweltgefahr zu minimieren, sind Schutzmaßnahmen notwendig, mit denen sich Löschmittel und Batteriebestandteile auffangen und entsorgen lassen, wie z. B. durch die räumliche oder bauliche Trennung bei der Lagerung von Batterien und durch Rückhaltevorrichtungen.

Wasser hat als Löschmittel weitere Nachteile, nämlich die elektrische Leitfähigkeit, sodass es in Verbindung mit Lithium zu Knallgas führen und bei Kontakt mit dem in Batterien

enthaltenen Leitsalz Fluorwasserstoff bilden kann. Neben Wasser werden teilweise auch Metallbrandpulver, Sand oder Löschgase empfohlen, diese sind aber umstritten. Gerade bei größeren Bränden sind sie nur bedingt geeignet, weil sie sich auf das brennende Lagergut nur schwer aufbringen lassen. Metallbrandpulver und Sand haben zudem keinen Kühleffekt und verdrängen den Sauerstoff durch Abdeckung. Beim späteren Entfernen der Abdeckung kann es aufgrund der abrupten Zufuhr von Sauerstoff dann zu Verpuffungen kommen.

Eine weitere mögliche Löschrmaßnahme bei Bränden von Lithium-Ionen-Batterien ist die Reduktion des Sauerstoffgehaltes in den zu schützenden Bereichen. Versuche am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) von Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Kunkelmann zeigten, dass sich benachbartes Brandgut von Lithium-Ionen-Batterien in normaler Luftatmosphäre entzündete, bei einer reduzierten Sauerstoffkonzentration von  $\leq 14$  Vol.-% allerdings nicht (siehe Interview Seite 7). Was bei dieser Löschmethode fehlt, ist der erforderliche Kühleffekt. „Ohne eine stationäre Sprinkleranlage wird es problematisch, für die Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien Versicherungsschutz zu finden“, betont Carsten Tormöhlen. „Es gibt Einzelfälle mit Inertisierungsanlagen, die sind aber die Ausnahmen – etwa wenn die Investition in eine Sprinkleranlage nicht wirtschaftlich darstellbar oder technisch sinnvoll ist. Im Normalfall ist nur eine Sprinkler- oder Sprühflutanlage das richtige Konzept.“ Brandversuche des Industrieversicherungsunternehmens FM Global bestätigten den Nutzen von Sprinkleranlagen

bei der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien. Ein Großversuch mit Batteriezellen zeigte etwa eine deutliche Brandentwicklung und Beteiligung der umliegenden Batterien (siehe Abbildungen oben). Insbesondere die Po-



Brandentwicklung nach 20 Sekunden



Brandentwicklung nach 60 Sekunden

lystyrolverpackung sowie Luftpolsterfolie aus Polyethylen stellten dabei eine hohe Brandlast dar. Bereits ein einziger Sprinkler konnte hierbei einen effektiven Schutz bieten. „Unsere Sprinklerschutzkonzepte beziehen sich auf die Regal- und Blocklagerung von kartonierten Lithium-Ionen-Batterien. Spezifische Hinweise und Designparameter finden sich in unseren Datenblättern 8-9 und 3-26“, erläutert Frank Drolsbach, Engineering Manager bei FM Global. „Wir haben dank der bisher durch-

**Ursachen für die Brandentstehung an Lithium-Ionen-Batterien**

- Erhöhte Betriebs- und Lagertemperaturen von über 70 °C
- Direkte Hitzeeinwirkung wie bspw. durch unmittelbare Sonneneinstrahlung
- Mechanisches Einwirken von außen wie etwa durch Druck, Stöße, Herunterfallen oder Quetschen
- Fertigungsfehler wie ein fehlerhafter Zusammenbau von Batteriekomponenten
- Überdruck innerhalb der Zelle und Ausdehnung der Elektrolytflüssigkeit
- Falsche Handhabung wie etwa Überladung oder Tiefentladung der Zellen sowie Laden mit dem falschen Ladegerät
- Innerer Kurzschluss durch Produktionsfehler wie z. B. verunreinigtes Elektrodenmaterial
- Äußerer Kurzschluss, etwa durch einen beidseitigen Polkontakt (z. B. durch einen metallischen Gegenstand)
- Versagen der Schutzschaltungen
- Defekt im Kühlkreislauf – insbesondere bei Großbatterien und Fahrzeugbatterien
- Gefälschte Lithium-Ionen-Batterien und Ladegeräte ohne Sicherheitsvorkehrungen

# Batteriebrand: Wasser derzeit das Löschmittel der Wahl

Interview mit Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Kunkelmann, Mitarbeiter der Forschungsstelle für Brandschutztechnik am KIT (Karlsruher Institut für Technologie)



Ihre Versuche haben gezeigt, dass sich beim thermischen Durchgehen einer Lithium-Ionen-Batterie vor allem benachbarte Brandlasten schnell entzünden. Sollten die Batterien dann nicht verpflichtend anders gelagert werden, etwa in Metallboxen?

Dazu gibt es derzeit noch keine Vorschriften, sondern lediglich Richtlinien. Zu erwähnen sei hier z. B. die Richtlinie VdS 3103:2016-05, in der bei der Lagerung entsprechend der Klassifizierung der Lithium-Ionen-Batterien (Seite 5 und 6) je nach Batteriekategorie spezielle Sicherheitsregeln empfohlen werden. Auf Seite 7 der Richtlinien sind Erkenntnisse aus Brandversuchen beschrieben. Meiner Meinung nach besteht da noch großer Untersuchungsbedarf.

Beim thermischen Durchgehen ist schnelles Kühlen enorm wichtig und Wasserlöschanlagen wie z. B. Sprinkleranlagen sind somit nicht wegzudenken. Können Sauerstoffreduzierungsanlagen auch unterstützen?

Wasser ist gegenwärtig das Löschmittel der Wahl. Ob Sauerstoffreduzierungs- und Sprinkleranlagen einzusetzen sind, ist sicherlich auch eine Kostenfrage, die ich nicht beantworten kann. Versuche haben jedoch gezeigt, dass bei normaler Luftatmosphäre ein Wellpappkarton oberhalb von thermisch durchgehenden Batterien Feuer fing. Ab der untersuchten Sauerstoffreduktion von 14 Vol.-% wurde sowohl bei der Inertisierung mit Stickstoff als auch mit Argon der aufgehängte Wellpappkarton nicht entzündet. Es ist also mit großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die Methode der Sauerstoffreduktion das Entzünden benachbarter Brandlast und auch das thermische Durchgehen benachbarter Batteriezellen und -module verhindert oder zumindest deutlich verringert. Hierdurch wirkt sie der Verrauchung und Kontamination der geschützten Bereiche mit to-

xischen und korrosiven Stoffen sowie Brandfolgeschäden durch Löschmittel entgegen.

Insbesondere die Tatsache, dass bereits während des Brandereignisses der Raum zu einem gewissen Grad inertisiert ist und nicht erst nach Eintreten des Ereignisses der Raum evakuiert und dann mit Inertgas geflutet wird, ergibt einen sicherheitsrelevanten zeitlichen Vorteil. Im Gegensatz zu Wasserlöschanlagen ist jedoch bei Sauerstoffreduzierungs- oder Gaslöschanlagen eine Raumdichtigkeit erforderlich. Weil die durchgeführten Versuche aber mit nur einer einzelnen Batteriezelle erfolgten, können gegenwärtig keine Aussagen zum gleichzeitigen Durchgehen mehrerer Zellen oder zur dicht gepackten Lagerung bzw. zu größeren Abständen zwischen den Batterien gemacht werden.

Was halten Sie vom Einsatz anderer Löschmittel wie z. B. Löschsäume, -pulver, Granulate oder Löschgase?

Wie gesagt ist Wasser aktuell das Löschmittel der Wahl. Denn der schnelle und zielgerichtete Einsatz von Wasser ermöglicht, einen Brand mit Lithium-Ionen-Batterien unter Kontrolle zu halten. Das bestätigen Versuche der Versicherungswirtschaft, der Hersteller und der Feuerwehren. Die Auswertung der in- und ausländischen Literatur ergab, dass sich Metallbrandpulver, Sand oder Löschgase nur bedingt zur Bekämpfung dieser Brände eignen. Bezüglich der Löschgase kann ich bisher nur eine Aussage zu den von mir in den Untersuchungen verwendeten Löschgasen Stickstoff und Argon mit der Methode der Sauerstoffreduktion machen.

Können beim Einsatz von Wasser sogenannte Additive und Netzmittel helfen, um den Wasserbedarf zu reduzieren und den Löscherefolg zu beschleunigen? Welche Auswirkungen haben sie auf Mensch und Umwelt?

Es gibt Untersuchungen unter Beteiligung der DEKRA Unfallforschung, die besagen, dass der

Einsatz geeigneter Additive helfen kann, den Wasserbedarf zu reduzieren und den Löscherefolg zu beschleunigen. Dabei ist zum einen die Wassergefährdungskategorie der Löschmittelzusätze und Netzmittel zu beachten. Zum anderen sollte man das Gefährdungspotenzial bei versagenden bzw. brennenden Lithium-Ionen-Batterien im Blick haben. Denn je nach Zusammensetzung der Batterien entstehen neben der Bildung von toxischem Fluorwasserstoff und Phosphor-pentafluorid bzw. Phosphorsäure weitere giftige und kanzerogene Stoffe wie etwa polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Außerdem erfolgt eine Freisetzung von Schwermetallen in Form von Nickel- und Cobaltoxiden. Durch das in den Batterien enthaltene Graphit besteht eine mögliche Gefährdung durch eine Entzündung sowie eine mögliche Beschädigung von Geräten durch Kurzschlüsse.

Die Wahrscheinlichkeit des Versagens der Batterien hängt stark von der Qualität ab und man sollte Batterien und batteriebetriebene Geräte sowie Fahrzeuge von Herstellern benutzen, die hohe Qualitätsstandards gewährleisten. Gibt es spezielle Gütesiegel, an denen sich der Käufer orientieren kann?

Gütesiegel gibt es meines Wissens gegenwärtig nicht. Gefälschte Akkus und Akkuladegeräte werden oft im Internet angeboten. Häufig sind die Produkte nicht mit den entsprechenden Sicherheitselementen gemäß den geltenden Qualitätsstandards der Original-Hersteller ausgerüstet. Daher kann es beim Gebrauch bzw. beim Laden zu verschiedenen Problemen kommen.

Worin liegen Ihrer Meinung nach zukünftig die größten Herausforderungen?

Das ist schwer zu sagen. Ein großes Thema ist sicher der Transport von defekten Batterien, insbesondere wenn diese in Fahrzeugen eingebaut sind und dann nicht unter die Gefahrgut-Transportvorschriften des ADR für die Straße fallen.

**FOKUS: Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien**

geführten Großbrandversuche gute Schutzmöglichkeiten für die Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien gefunden und bieten beim Brandschutz ausgereifte Konzepte an. Allerdings werden wir die Entwicklungen beispielsweise im Bereich der Automobilindustrie auch künftig im Auge behalten und gegebenenfalls weitere Brandversuche in unserem Forschungszentrum durchführen."

**Voneinander profitieren**

Es besteht also noch Forschungsbedarf. Berühmend ist, dass sich mit der richtigen Lagerung und Handhabung die Gefahr durch Lithium-Ionen-Batterien reduzieren lässt. Je-

doch sollte sich jeder über das Risiko bewusst sein, sich mit den Experten über die Gegebenheiten vor Ort beraten und ein umfassendes Brandschutzkonzept entwickeln. Zwar existieren noch keine gesetzlichen Vorgaben zum Brandschutz bei Lithium-Ionen-Batterien, aber weitergehende Informationen bietet das Merkblatt VdS 3103:2016-05. Alle anderen Punkte lassen sich in der Einzelfallbetrachtung mit dem Sicherheitsexperten klären.

Wünschenswert wäre, dass weitere Großunternehmen ihre Erfahrungen aus eigenen Versuchen teilen und dem Markt – oder zumindest der VdS als technischer Institution – zugänglich machen, damit die Versicherer in der Lage

sind, auch die Gefahrenlagen in diesen Bereichen einzuschätzen. Denn fest steht: Nur wenn jeder seine individuellen Erkenntnisse teilt, können alle voneinander profitieren. Viele durch Lithium-Ionen-Batterien verursachte Brände lassen sich vermeiden – man muss nur wissen, wie. Die richtige Vorbereitung mit ganzheitlichen Brandschutzkonzepten ist dabei alles und sollte immer in Absprache mit den Sicherheitsexperten des Versicherers erfolgen. Dann lassen sich die Gefahren der Batterien gut eingrenzen und die Vorteile der Energiespeicher nutzen. Und im Vergleich der Brandfälle zu der Anzahl der Batterien, die im Umlauf sind, lässt sich die Gefahr doch wieder etwas relativieren.

**Veranstaltungshinweis**

Seien Sie dabei auf der „BRANDSCHUTZDIREKT Löschtechnik“!

20. Februar 2019

FeuerTrutz Messe, Nürnberg




[www.bvfa.de](http://www.bvfa.de)  
[www.feuertrutz.de/brandschutzdirekt](http://www.feuertrutz.de/brandschutzdirekt)

**Checkliste für die Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien**

- ✓ Beachten der Richtlinien im GDV-Merkblatt VdS 3103:2016-05
- ✓ Überprüfung des bestehenden Brandschutzkonzeptes
- ✓ Einzelfallbetrachtung mit dem Sicherheitsingenieur des Versicherers
- ✓ Bei Bedarf Weiter- oder Neuentwicklung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes
- ✓ Installation einer automatischen Wasserlöschanlage für schnelles Kühlen und Vermeiden einer Brandausweitung
- ✓ Im Brandfall schnelle Brandbekämpfung in den ersten Minuten
- ✓ Einbau von Brandmeldeanlagen mit Weiterleitung an eine dauerbesetzte Einsatzstelle
- ✓ Berücksichtigung baulicher und organisatorischer Randbedingungen wie z. B. passgenaue Einsatzstrategien für Feuerwehren sowie bauliche oder räumliche Trennung von nicht durch Löschanlagen geschützten Bereichen
- ✓ Entfernung von beschädigten oder defekten Lithium-Ionen-Batterien
- ✓ Reduzierung der gelagerten Batterien auf das notwendige Minimum
- ✓ Nur Batterien mit Nachweis der Prüfung nach UN 38.3 lagern
- ✓ Auf Batterien von namhaften Herstellern mit entsprechenden Qualitäts- und Sicherheitsstandards zurückgreifen



**LÖSCHEN SIE IHREN WISSENSDURST**

Bitte senden Sie mir ab sofort kostenlos den bvfa-Branchenkompass BrandschutzKompakt an unten stehende Adresse.

Ich möchte regelmäßig Informationen vom bvfa erhalten.

Ich bin Journalist. Bitte nehmen Sie mich in Ihren Presseverteiler auf.

NAME · VORNAME

FIRMA · REDAKTION

STRASSE · HAUSNR.

PLZ · ORT

TEL · FAX

E-MAIL

**KOMMEN SIE AUF DEM SCHNELLSTEN WEG ZU UNS:**



Coupon einfach ausfüllen und an die Service-Line **+49 931 35292-29** faxen.  
Kontakt: bvfa e. V. · Koellikerstraße 13 · 97070 Würzburg · Tel +49 931 35292-25 · [info@bvfa.de](mailto:info@bvfa.de) · [www.bvfa.de](http://www.bvfa.de)

**IMPRESSUM**

**Herausgeber:**  
bvfa, Geschäftsstelle Würzburg

**Redaktion:**  
Angela Krause  
Koellikerstraße 13, 97070 Würzburg  
Telefon +49 931 35292-25  
Fax +49 931 35292-29  
[info@bvfa.de](mailto:info@bvfa.de), [www.bvfa.de](http://www.bvfa.de)

**Gestaltung und Produktion:**  
PSM&W Kommunikation GmbH

**Bilder:**  
• S. 1 Jürgen Teschner, JOB GmbH; Getty Images/ugurhan • S. 2 Carsten Tormöhlen  
• S. 4 Jacqueline Godany • S. 5 picture alliance/Julian Stratenschulte/dpa; Getty Images/fmajor; VdS 3103:2016-05 • S. 6 FM Global  
• S. 7 Jürgen Kunkelmann • S. 8 NürnbergMesse