

Akku-Brände vermeiden: Lithium-Ionen-Batterien sicher lagern

Europaweit hat die Zahl der Lagerhausbrände mit Lithium-Ionen-Batterien (LIB) stark zugenommen. Es ist naheliegend, dass ein Zusammenhang zwischen der zunehmenden Verwendung im Alltag, dem Umstieg auf Elektroautos und stationäre Energiespeicher und dem Bedarf an LIB besteht. So wurden im Januar 2026 erstmals mehr als zwei Millionen reine Elektrofahrzeuge zugelassen. Entsprechend nimmt auch die Anzahl der LIB-Fabriken und die damit verbundenen Brandgefahren in Produktions- und Lagerbereichen zu. Ein Konsortium führte dazu im Forschungsprojekt SUVEREN2use Ende 2025 Brandversuche in einem realistischen Szenario durch. Die Ergebnisse zeigten, welche Gefahren beim Lagern von Lithium-Ionen-Batterien vorhanden sind und welche Grundsätze beim Brandschutz zu beachten sind.

TEXT: Manuel Heinelt, Alexandra Langstrof

Lithium-Ionen-Batterien (LIB) sind heutzutage aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Ihre Verwendung findet sich in einer Vielzahl von Alltagsgegenständen wie Smartphones, Laptops, Zahnbürsten oder Staubsaugern, die mit kleinen oder wenigen Zellen ausgestattet sind. Gleichzeitig sind immer häufiger nicht fachgerecht entsorgte LIB die Brandursache in Recyclinghöfen und Abfallbehandlungsanlagen wie der Großbrand der Mülldeponie in Swisttal im Mai 2025 wieder zeigte. Aber nicht nur kleine, sondern auch größere LIB-Module werden in E-Bikes, E-Autos sowie in Heimspeicheranlagen oder in Batterie-Energiespeichersystemen (BESS) verbaut, wie sie zunehmend in der Industrie verbreitet sind. Hinzu kommen die politischen Ziele, die weltweit strengere Emissionsvorschriften fordern. Es wird erwartet, dass die Nachfrage weiter steigt



Großbrandversuche mit Lithium-Ionen-Batterien. Foto: Fogtec



Bild 1 Batteriebrand im Realmaßstab. Foto: Fogtec

und damit verbunden auch der Bedarf an einer sicheren Lagerung, wie die Ereignisse der letzten Monate zeigten.

In Polen kam es Anfang 2025 zum Beispiel zu mehreren Lagerhallenbränden, darunter ein Feuer in einem 6 000 m² großen Verpackungswerk in Bydgoszcz und ein Brand in einem Lagerhaus mit Elektrofahrrädern in Gdansk. Der kürzliche Brand im Januar 2026 in einer Logistikanlage von DB Schenker in Tarnowo Podgórze bei Posen löste auch eine Debatte über die Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien in Lagerhallen aus, da diese Vorfälle neben einem hohen Sachschaden auch intensive Löscharbeiten nach sich ziehen. Lithium-Ionen-Batterien brennen zwar nicht häufiger als andere Elektrogeräte, weisen allerdings aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften ein abweichendes Brandverhalten im Vergleich zu den bekannten Brandklassen auf.

Herausforderungen bei LIB-Bränden in Lagerhallen

Durch mechanische, thermische oder elektrische Belastung kann es zu einem Schaden einzelner Zellen kommen, die eine sich selbst verstärkende exotherme Reaktion auslösen, das sogenannte thermische Durchgehen (engl. Thermal Runaway, TR). Daraus folgt, dass sich der Brand einer einzelnen Zelle sehr schnell auf benachbarte Zellen ausweiten kann. Durch das Zersetzen des Elektrolyts bilden sich außerdem sogenannte Venting- oder OFF-Gase, die brennbar und giftig sein können. Brandversuche zeigten, dass es möglich ist, dass sich diese Venting-Gase aufgrund der hohen Temperaturen ent-

zünden und zu einem intensiven und langanhaltenden Brand führen.

Dies zeigte auch ein Brandereignis in einer 3 000 m² großen Lagerhalle in Frankreich, nördlich von Toulouse. Hier befanden sich 900 t LIB sowie Akkus, die recycelt werden sollten und durch den Brand vollständig zerstört wurden, da die in der Halle montierten Sprinkler keine Wirkung zeigten. Die Brandbekämpfung wurde mit einem massiven Löschangriff durchgeführt, der circa 12 000 m³ kontaminiertes Löschwasser zur Folge hatte, das giftige und umweltgefährdende Stoffe enthielt. Auch bei der Brandbekämpfung einer mit 83 t LIB befüllten Lagerhalle in Illinois im Juni 2021 war nicht klar, wie mit kontaminiertem Löschwasser umgegangen werden sollte, woraufhin das Löschen mit Wasser vorübergehend eingestellt wurde. Diese und weitere Ereignisse verdeutlichen die Herausforderungen, die bei Bränden mit großen Mengen an LIB entstehen. Aus diesem Grund ist ein auf die Gefahrenlage abgestimmter Brandschutz von entscheidender Bedeutung.

SUVEREN2use: Brandversuche im Realmaßstab

Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten Forschungsprojekt SUVEREN2use werden seit Ende 2022 Brandversuche im Realmaßstab durchgeführt. Sie stehen unter dem Motto „Löschsysteme und Havariekonzepte für den sicheren Umgang mit Batteriebränden über den gesamten Produktlebenszyklus“. Die ersten Versuche wurden in einem offenen Raum mit natürlichen Ventilationsbedingungen durch-

geführt, bei denen echte LIB mit einer Speicherkapazität von bis zu 112 kWh zum Einsatz kamen. (Bild 1). Die Ergebnisse wurden vom IFAB nach der Norm EN 14972 zertifiziert und vom TÜV begutachtet. Den Höhepunkt dieses Projekts stellten die Brandversuche im Oktober und Dezember 2025 dar. Zur Realisierung des Projekts wurde ein Regallager für LIB nachgebaut und voll funktionsfähige Batteriemodule auf Paletten eingelagert.

Das Konsortium bestand aus zwei wissenschaftlichen Einrichtungen, dem Lehrstuhl Chemische Sicherheit und Abwehrender Brandschutz der Bergischen Universität Wuppertal und dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) und den Firmen FOGTEC Brandschutz und Lobbe. Ergänzt wurde das Team durch einen wissenschaftlichen Beirat, der aus erfahrenen Brandschutzexperten besteht und weiteren assoziierten Partnern, unter anderem Dräger, DB Systemtechnik und BDE e. V. Im Sinne des Forschungsmottos wurde die Sicherheit von LIB nicht nur während der Anwendungsphase, sondern von der Herstellung bis hin zum Recycling oder der Entsorgung beleuchtet.

Vorschriften zur Absicherung von Lagern

Zwar gibt es verschiedene Vorschriften zur Absicherung von Lagern und Lagerhallen, welche Detektoren und Löschanlagen vorschreiben, allerdings existieren aktuell kaum öffentlich-rechtliche Vorschriften zur Lagerung von Lithium-Batterien, die die spezifischen Eigenschaften und Gefahren von LIB berücksichtigen. Daher war es wichtig, ein möglichst realistisches Szenario für die Durchführung nachzubilden und Richtlinien, Schutzmaßnahmen und Arten zur Lagerung von LIB zu analysieren.

Für die Versicherungen hat der VdS eine Publikation über LIB veröffentlicht, welche die Lagerung von funktionsfähigen Batterien behandelt. Das VdS Merkblatt 3856 regelt wiederum den Sprinklerschutz für die LIB-Lagerung. In beiden Publikationen wird das Risiko anhand der gespeicherten Energie klassifiziert. Es werden Begrenzungen für die maximale Energie der in einer Lagereinheit befindlichen LIBs gegeben, aber auch physische Barrieren aus Metall gefordert und ein Sprinklerschutz innerhalb der Regalebenen. Hier wird deutlich, dass ein generel-

ler Objektschutz bei der LIB-Lagerung nicht mehr ausreichend ist. Es wird auch darauf hingewiesen, dass diese Regelungen nicht einfach für LIB im Recyclingprozess übernommen werden können, sondern dass diese noch einmal gesondert beurteilt werden müssen.

Die Factory Mutual Insurance Company (FM) liefert zum Beispiel wichtige Informationen zum Verständnis von Risikominderungsstrategien und zur Vermeidung von Sachschäden und behandelt die Herstellung und Lagerung in einem ausführlichem Datenblatt. So wird geschrieben, dass Lagerbereiche mit Sprinkler beziehungsweise Wassernebelanlagen zur Absicherung und die OFF-Gas Detektion für eine frühzeitige Erkennung, sowie Barrieren verwendet werden sollen. Denn wird die Temperatur im betroffenen Bereich schnellstmöglich gesenkt, können die LIB-Zellen gekühlt und somit ein Vorranschreiten des thermischen Durchgehens verhindert werden.

Auch die NFPA-Guideline 755 für Batterieenergiespeichersysteme behandelt in Kapitel 14 die Lagerung von LIB und gibt Hinweise auf die Möglichkeiten der Lagerung, erklärt aber auch, dass das Deflagrationsrisiko innerhalb geschlossener Bereiche analysiert werden muss. Denn hier sind eine Vielzahl an Batterien dicht beieinander gepackt und werden nicht beaufsichtigt, anders als bei der Nutzung von Geräten oder in Energiespeichersystemen, die durch ein Batteriemanagementsystem überwacht werden. Bei der Lagerung von genutzten Batterien ist nicht nur der Ladezustand unbekannt, sondern auch der Gesundheitszustand beziehungsweise State of Health (SOH) der LIB. Somit können bereits beschädigte LIB eingelagert werden, die ein erhöhtes Potenzial tragen, im weiteren Verlauf zu einem Brandereignis zu führen.

Eine Tonne Batterien pro Palette verbrannt

Um ein realistisches Szenario zu imitieren, wurde im Rahmen der Marktanalysen der Fokus auf die Material- und Konstruktionsweise der Regale, die Zusammensetzung und Verpackung der Brandlast sowie die Anordnung gelegt und ein handelsübliches Lagerregal in Back-to-Back-Anordnung geplant. Das bedeutet, dass die Batterien – so, wie es in großflächigen Lagerstätten üblich ist – gemeinsam auf Paletten gelagert werden



Bild 2 Verpackungsmaterialien können den Brandverlauf beeinflussen. Foto: 123RF.com

sollten. Die geplante Brandlast setzte sich aus bis zu einer Tonne intakter LIB-Module pro Palette (bis zu 190 kWh) zusammen. Für Variationen in der Zellchemie und -geometrie wurden NMC- und NCA-Zellen mit einem State-of-Charge (SOC) von 100 %, sowie prismatische als auch zylindrische Zellen vorgesehen. Da auch Verpackungsmaterialien den Brandverlauf beeinflussen können, mussten diese ebenfalls für einen realistischen Ansatz berücksichtigt werden. (Bild 2). Somit waren die Eckpunkte der Versuchsserie gesetzt.

Doch diese realistische Herangehensweise stellte eine Herausforderung dar, weil ein Ort gefunden werden musste, um den Brandversuch mit LIB in dieser Dimension, mit der enormen Brandlast und dem entsprechend großen Aufbau, durchzuführen. Da ein passendes Brandlabor nicht einfach zu finden war, verzögerte sich der geplante Start. Doch Ende 2025 war es so weit. In Spanien konnte mit der Versuchsserie gestartet und der geplante Aufbau realisiert werden. Das Lagerregal wurde mit Metallplatten als physische Barrieren in Brandabschnitte unterteilt und mit einer Hochdruckwassernebel-Brandbekämpfungsanlage (HDWN-BBA) ausgerüstet.

Das definierte Schutzziel der Versuche bestand zum einen in der Begrenzung des Brandes auf einen abgetrennten Bereich

und zum anderen in der Verhinderung der Ausbreitung auf benachbarte Brandabschnitte. Aufgrund der Lagerung der Batterien auf einer Palette innerhalb eines Lagers war es naheliegend, dass im Brandfall die betroffene brennende Palette nicht vollständig gelöscht, sondern der Brand nur begrenzt werden kann. Die Auswirkung des Brandes und dessen Eindämmung wurde durch aufwändige Messtechnik analysiert, die Temperaturentwicklung beispielsweise mit Thermoelementen gemessen und Infrarotkameras eingesetzt. Durch die Kombination dieser Methoden war eine präzise Analyse des Brandverlaufs und der Temperaturentwicklung möglich. Diverse Gasmessgeräte ermittelten die Gasbestandteile, die bei einem Batteriebrand entstehen und sich in ihren Eigenschaften von denen gewöhnlicher Brandlasten unterscheiden. Zusätzlich wurden Untersuchungen der Luft und von Rückständen durch die BUW durchgeführt.

Gefahr potenziell höher als bisher angenommen

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche zeigen sehr deutlich die Brandgefahren, die sich aus der dichten Lagerung großer Mengen an Batterien in engem Raum ergeben. Kommt es zu einem Thermal Runaway ist dieser nicht ohne Weiteres zu stoppen und kann sich schnell auf weitere Module innerhalb der brennenden Palette ausweiten. Es zeigte sich eine hohe Brandintensität, die nur durch intensives Kühlen eingedämmt und so das Durchgehen verhindert werden konnte. Wie bereits vorangegangene Versuche belegten, wurde erneut bewiesen, dass sich Wasser aufgrund seiner guten Kühlwirkung als effizientes Brandbekämpfungsmittel für LIB-Brände eignet.

Versuche aus dem Schwesterprojekt SUVEREN_Storage haben gezeigt, dass Aerosol- oder Inertgas-Löschanlagen das Feuer durch die Verdrängung von Sauerstoff zwar reduzieren und auch ablöschen, allerdings nicht den Thermal Runaway stoppen können. Zu beobachten war, dass weiterhin brennbare und giftige Gase aus den Zellen ausgestoßen werden und sich sammeln können. Treffen diese auf vorhandenen Sauerstoff und eine Zündquelle, kann es zu verheerenden Folgen kommen. Dies haben vor allem vorangegangene Untersuchungen und Brandereignisse im Bereich der Energiespeicher gezeigt.



Bild 3 Heiße zylindrische LIB-Zelle, circa 30 m vom Versuchsaufbau entfernt. Foto: Fogtec

Besonders die brennenden zylindrischen Batteriezellen, die häufig in E-Bikes oder medizinischen Geräten verbaut werden, flogen bis zu dreißig Meter weit. (Bild 3). Durch den offenen Versuchsaufbau konnten diese Auswirkungen erstmals im realen Maßstab festgestellt werden, die das bisher kaum beachtete Risiko zeigten, das für flüchtende Personen und Rettungskräfte durch die damit verbundene Brandausbreitung entstehen kann. Im schlimmsten Fall können brennende Zellen weitere LIB oder andere Brandlasten entzünden, die weiter entfernt sind und Personen verletzen, die sich in der Umgebung aufhalten. Wird keine Standard-Schutzausrüstung wie Brandschutzkleidung oder Atemschutz, Handschuhe und Schutzbrille getragen, können die brennenden Zellen zu schweren Brandverletzungen führen. Dies muss auch bei der Auslegung der Brandbekämpfungsanlage (BBA) bedacht werden.

Ziel erreicht: Ausbreitung des Brandes verhindert

Betrachtet man das Ziel des Forschungsprojektes, die weitere Ausbreitung eines LIB-Brandes in Produktions- und Lagerbereichen auf das initiale Regalfach zu begrenzen, konnte die Wirksamkeit einer stationären Hochdruck-Wassernebel (HDWN)-Brandbekämpfungsanlage erneut nachgewiesen werden. Der Temperaturanstieg in den unbeschädigten Modulen konnte unterbunden werden, indem die bei den Reaktionen entstehende Wärme abgeführt und die Batterien, bei denen



Bild 4 HDWN-Brandbekämpfungsanlage wird zur Eindämmung des Brandes verwendet. Foto: Fogtec

direkt an der Oberfläche des Batteriepacks bis zu 1 000 °C gemessen wurden, effektiv gekühlt wurden. Die Oberfläche der winzigen Tröpfchen mit einem mittleren Durchmesser von 20 bis 100 µm führte zu einer hohen Wärmeaufnahme-fähigkeit (Bild 4).

Durch die mehr als 1 600-fache Volumenvergrößerung bei der Verdampfung des Wassers wurde der Luftsauerstoff direkt am Brandherd verdrängt. Gleichzeitig kam es durch dieses Verdampfen des mikrofeinen Wassernebels im direkten Umfeld des Brandes zu einer Inertisierung der Atmosphäre, das heißt, die Sauerstoffkonzentration wurde in der unmittelbaren Umgebung reduziert, sodass eine Verbrennung nicht mehr möglich war, beziehungsweise unterbrochen wurde, was den Brand aktiv auf die brennende Brandlast eindämmte. Die direkt benachbarte Brandlast wurde zwar beschädigt und einzelne Module brannten, aber ein vollständiger Übergang des Brandes auf eine zweite Brandlast konnte aktiv verhindert werden.

Die Hochdruck-Wassernebel-Technologie zeichnete sich zudem durch einen stark reduzierten Wasserverbrauch aus, wodurch weniger Wasser für die BBA vorgehalten werden muss. Zudem entstanden deutlich geringere Mengen an kontaminiertem Löschwasser als bei herkömmlichen Sprinklersystemen, was für die Umwelt von großer Bedeutung ist, wie bisherige LIB-Brandereignisse zeigten. Somit zeigte die Kombination von Abschottung in Brandabschnitte mit Metallplatten in Verbindung mit der HDWN-BBA eine

effektive Methode zur Brandbekämpfung bei der Lagerung von LIB.

Fazit

Das Forschungsprojekt SUVEREN2use zeigte, dass ein auf die Lagerung der LIB angepasstes Schutzkonzept unerlässlich ist. Der Aufbau des Lagers, die Anpassung der BBA und weitere Vorgaben für die Lagerung von LIB sind von enormer Bedeutung, um ein mögliches Brandereignis einzudämmen und einen Totalverlust sowie negative Auswirkungen für die Bevölkerung und Umwelt durch Brandgase und kontaminiertes Löschwasser zu vermeiden.

Die Ergebnisse der Brandversuche zeigen, dass

- die Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien eine nicht zu unterschätzende Gefahr ist
- beim Brand Zellen mehrere Meter weit fliegen können und dadurch zur Brandausbreitung beitragen können
- eine Hochdruck-Wassernebel-Löschanlagen die Ausbreitung des Feuers mit minimaler Wassermenge effektiv bekämpfen kann

„Hochdruck-Wassernebel vereint zwei entscheidende Wirkmechanismen in einem System: die effektive Kühlung eines Batteriebrands und die Möglichkeit der gleichzeitigen Abführung der dabei entstehenden brennbaren Gase. Das macht diese Technologie zu einem zukunftsweisenden Konzept für den Brandschutz von Batterie-Energiespeichern“, erklärt Constantin Zborowska, Produktmanager BESS und Projektleiter des Forschungsprojektes SUVEREN2use bei FOGTEC. „Die feinstverteilten Wassertröpfchen erzielen durch die hohe Oberfläche eine effektive Kühlleistung, die eine Propagation des thermischen Durchgehens wirksam verlangsamen kann. Da im Vergleich zu konventionellen Sprinkleranlagen nur ein Bruchteil der Wassermenge benötigt wird, vereinfachen sich zudem die Anforderungen an Wasserbevorratung und Löschwasserrückhaltung erheblich.“ ■ TS1133
www.fogtec-international.com

Manuel Heinelt

Leiter Forschung & Entwicklung, Fogtec Brandschutz GmbH

Alexandra Langstrof

Freie Fach-Journalistin