

Sachgebiet Betrieblicher Brandschutz

Hinweise zum betrieblichen Brandschutz bei der Lagerung und Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus

Stand: 19.06.2020

1 Sachstand und Problemstellung

Lithium-Ionen-Akkus werden im gewerblichen Gebrauch in vielen verschiedenen Produkten und Anlagen eingesetzt. Das Spektrum reicht z. B. von Hörgeräten, Mobiltelefonen, Computern und mobilen Werkzeugen/Maschinen über Flurförderzeuge bis hin zu Lithium-Ionen-Großspeichern in Containern oder anderen baulichen Anlagen. Dazu werden je nach benötigter Größe des Akkus bzw. Speichers eine entsprechende Anzahl von zylindrischen, prismatischen oder Pouch-Zellen zusammengefasst.



In der Tagespresse und in Fachveröffentlichungen findet man vermehrt Berichte von Brandereignissen, die im Zusammenhang mit Lithium-Ionen-Akkus, z. B. aus kabellosen Ohrhörern, tragbaren Computern/Tablets, Mobiltelefonen, kabellosen Werkzeugmaschinen, E-Zigaretten, E-Fahrrädern, E-Rollern oder Elektrofahrzeugen, stehen. Fehlerhafte Lithium-Ionen-Akkus oder nicht geeignete Ladegeräte führten sogar zu Produktrückrufen. Mit dieser Fachbereich AKTUELL werden die wichtigsten Aspekte des betrieblichen Brandschutzes bei der Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus beschrieben.

2 Mögliche Brandursachen

Ein Lithium-Ionen-Akkubrand kann viele Ursachen haben und ist im kompletten Lebenszyklus eines Energiespeichers vorstellbar:

- **Herstellung, Konfektionierung**
 - Durch das Anbringen eines Kontaktes an den Lithium-Ionen-Akku mit einem thermischen Verfahren (z. B. Laserschweißen, Widerstandsschweißen) kann bei einem zu hohen Wärmeeintrag die Zellstruktur beschädigt werden und einen Brand auslösen.
 - Es werden defekte Lithium-Ionen-Akkus geliefert.
- **Entwicklung und Prüfung**
 - z. B. bei Batterie- bzw. Akkubelastungs- und Umwelttests.
- **Service und Reparatur**
 - Die unsachgemäße, ungeschützte Lagerung, z. B. im Gefahrstofflager, von defekten Lithium-Ionen-Akkus bzw. Lithium-Ionen-Akkus mit undefiniertem Zustand wie z. B. Fahrrad-Akkus, Akkus von mobilen Werkzeugen/Maschinen kann zu einem Brand führen.
- **Transport, Lagerung, Montage**
 - Bei Transport, Lagerung und Montage der Lithium-Ionen-Akkus bzw. Lithium-Ionen-Akkus mit undefiniertem Zustand können diese z. B. durch mechanische (Stöße, Herunterfallen) oder thermische (Hitze, Feuer, Kälte, direkte Sonneneinstrahlung) Beanspruchungen beschädigt werden. Dies kann zum Austritt von brennbarem Gas bzw. Elektrolyt mit anschließendem Brandereignis führen.

• **Entsorgung/Lagerung von defekten Lithium-Ionen-Akkus**

Nicht fachgerecht entsorgte Batterien und Lithium-Ionen-Akkus sind zunehmend die Brandursache in Recyclinghöfen und Abfallbehandlungsanlagen. Alt-Akkus werden von Gerätebatterie-Vertreibern und kommunalen Sammelstellen zurückgenommen. Ausgediente größere Lithium-Ionen-Akkus, beispielsweise aus E-Bikes, gelten als Industriebatterien und werden kostenfrei von den Vertreibern dieser Batterieart zurückgenommen. Möglicherweise ist das auch ein Händler, sofern er Ersatz-Akkus vertreibt. Auch ausgewählte kommunale Sammelstellen (qualifizierte Sammelstellen) nehmen neben Gerätebatterien auch Industriebatterien kostenfrei zurück. Informieren Sie sich im Vorfeld der Rückgabe, ob Ihr Wertstoffhof diese Art der Batterien kostenfrei entgegennimmt. Wiederholt konnte die unzulässige, gemischte Sammlung von Alt-Batterien und defekten Lithium-Ionen-Akkus in Betrieben beobachtet

werden. In der Praxis werden die Kontakte oft nicht, wie eigentlich gefordert, isolierend abgeklebt.

• **Aufladung von Lithium-Ionen-Akkus**

Das Laden eines zu kalten oder zu warmen Lithium-Ionen-Akkus, die Überladung eines Lithium-Ionen-Akkus sowie eine nicht ausreichende Luftzirkulation/Wärmeabfuhr um den Akku herum kann zu Bränden führen. Durch die Verwendung eines nicht geeigneten Ladegerätes kann das Batteriemanagementsystem (BMS) des Lithium-Ionen-Akkus inaktiv sein. Dies kann zu kritischen Zuständen und gegebenenfalls zu Bränden führen.

• **Gebrauch der Lithium-Ionen-Akkus in verschiedensten Anwendungen**

Tiefentladung sowie mechanische Beschädigungen und zu schnelle Entlade-Lade-Zyklen können Lithium-Ionen-Akkus in einen kritischen Zustand, wie z. B. zum Brennen bringen.

3 Brandverhalten von Lithium-Ionen-Akkus



Lithium-Ionen-Akkus und die darin befindlichen Zellen sind mittlerweile durch mehrere Sicherheitseinrichtungen geschützt und lassen sich sicher betreiben. Sollte sich eine Zelle z. B. durch Wärme, Überladung oder mechanische Beschädigung zersetzen oder thermisch durchgehen, entstehen an der Oberfläche der Zelle Temperaturen bis zu 800 °C. Die Zelle platzt und bläst ihren Inhalt unter Überdruck nach außen ab. Dabei entsteht ein meist weißer/grauer Nebel aus Elektrolyten und anderen Zellbestandteilen.

Besonders wichtig – Der Personenschutz!

Dieser „Nebel“ kann sich entzünden und damit eine Stichflamme verursachen. Das im Elektrolyt enthaltene Lithiumhexafluorophosphat (LiPF₆) ist sehr wasserempfindlich und reagiert mit der Luft-

feuchtigkeit unter Bildung von Fluorwasserstoff (HF, Flusssäure) und Phosphorsäure (H₃PO₄). Der Nebel ist daher als entzündbar, giftig und ätzend anzusehen. Er kann auf der Hautoberfläche zu Verätzungen führen.

Da bereits ab einer Temperatur von ca. 80 °C die Zersetzung einer Lithium-Ionen-Zelle beginnt, kann diese Reaktion einer Zelle die Zersetzung anderer Zellen auslösen, so dass sich nacheinander weitere Zellen eines Lithium-Ionen-Akkus bzw. -Speichers zersetzen können („thermal runaway“).

Bisher bekannt und nachgewiesen sind neben den üblichen Brandgasen z. B.:

- Graphit
- Wasserstoff
- Ethylencarbonat, (Di)methylcarbonat

- Lithiumhexafluorophosphat
- Schwermetalle, z. B. Kobalt, Nickel, Mangan
- Fluorwasserstoff
- Phosphorsäure
- Phosphorwasserstoffverbindungen, z. B. Phosphin

Personengefährdung durch freiwerdende Gefahrstoffe und wegfliegende Splitter!

Nicht nur die freiwerdenden Gefahrstoffe können bei einem Lithium-Ionen-Akkubrand die anwesenden Personen gefährden. Darüber hinaus ist z. B. auch mit Splitterwirkung durch evtl. umherfliegende Teile sowie Hitze-/Flammeneinwirkung durch Sekundärbrände und elektrischen Gefährdungen zu rechnen.

4 Maßnahmen zur Vermeidung von Bränden bei der Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus

Jeder Anwendungsbereich von Lithium-Ionen-Akkus hat seine spezifischen Anforderungen. Insbesondere bei Arbeiten an defekten Lithium-Ionen-Akkus, beim Transport, beim Aufladen sowie beim Recyceln als auch bei der Entsorgung bestehen besondere Schutzanforderungen.

Die für den jeweiligen Einzelfall passende Schutzmaßnahmen ist daher vom Unternehmen anhand der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

Der Umgang mit oder die Lagerung von Lithium-Ionen-Akkus verlangt in der Regel maßgeschneiderte Lösungen, die gezielt auf das jeweilige Anwendungsszenario abgestimmt werden müssen. Wir empfehlen Ihnen an dieser Stelle die frühzeitige Kontaktaufnahme und die Einbindung Ihres zuständigen Sachversicherers sowie bei baulichen Maßnahmen und/oder Nutzungsänderungen die frühzeitige Einbindung der örtlich zuständigen Brandschutzdienststelle.

Aus Sicht des Sachgebiets „Betrieblicher Brandschutz“ der DGUV haben sich folgende Beispiele von Maßnahmen bewährt, um Brände von Lithium-Ionen-Akkus zu verhindern bzw. das damit einhergehende Schadensausmaß zum Personen- und Sachwertschutz zu minimieren:

- Lithium-Ionen-Akkus
 - nur mit den vom Hersteller zugelassenen Ladegeräten aufladen
 - Ladegeräte von Nässe und Staub fernhalten
 - unter Aufsicht laden
 - nur auf nicht-brennbarem Untergrund und nicht in der Nähe von Brandlasten laden
 - beim Laden nicht abdecken, Luftzirkulation ermöglichen
 - nicht tiefentladen
 - nicht im kalten Zustand (z. B. unter 0 °C) laden
 - vor Ladebeginn auf Raumtemperatur erwärmen
 - vor mechanischen Stößen und Beschädigungen schützen
 - nicht kurzschließen
 - ⇒ Besteht bei der Lagerung, wie z. B. in Sammelbehältern, die Möglichkeit eines gegenseitigen Kurzschlusses, müssen die Pole isoliert werden z. B. mit Klebeband.
- Befinden sich Lithium-Ionen-Akkus in einem gestörten, unbekanntem Zustand, das heißt sind sie beispielsweise
 - heiß geworden, z. B. durch starke Sonneneinstrahlung,
 - mechanisch beschädigt z. B. durch einen Sturz oder einen Transportschaden oder
 - aufgewölbt/verformt etc.,
- sind diese an einem geeigneten Lagerort, wie z. B. ein Raum ohne Brandlasten, im Freien oder in einem eigenen Lagerabschnitt unter Berücksichtigung der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“¹ zu lagern und zeitnah über den Fachhandel oder qualifizierte Sammelstellen zu entsorgen.
- Für diesen Zweck zugelassene Lagerschränke sind noch nicht vorhanden, bzw. befinden sich in der Entwicklung.
- Sollen größere Mengen defekter Lithium-Ionen-Akkus gelagert werden, z. B. um sie zu entsorgen oder wiederzuverwerten, sind diese in einem brandschutztechnisch abgetrennten Bereich, z. B. unter Berücksichtigung der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ oder in einem separaten Raum/Bereich mit feuerbeständigem Raumabschluss und feuerhemmenden, dicht- und selbstschließenden Abschlüssen zu lagern. Die Lagerung sollte auch nicht zusammen mit Gefahrstoffen, brennbarem Material oder im Fertigteillager durchgeführt werden.

¹ <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-510.html>

- Werden in Arbeitsbereichen regelmäßig größere Mengen von Lithium-Ionen-Akkus bereitgestellt, für den Versand vorbereitet, repariert, geprüft oder ähnliches, gelten diese Bereiche als Arbeitsstätten mit erhöhter Brandgefährdung im Sinne der ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“². Das Unternehmen hat daher neben der Grundausstattung mit geeigneten Feuerlöscheinrichtungen zusätzliche betriebs- und tätigkeits-spezifische Brandschutzmaßnahmen zu ergreifen. Dies können z. B. sein
 - Ausstattung des Bereichs mit einer Brandmeldeanlage,
 - Ausstattung des Bereichs mit einer geeigneten, ortsfesten Brandbekämpfungsanlage, wie z. B. einer Sprinkleranlage,
 - Maßnahmen, die nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“³ für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nötig sind.
- Sollen Lithium-Ionen-Akkus Prüfungen und Tests unterzogen werden, z. B. im Rahmen von Forschung und Entwicklung, für Zulassungsverfahren oder der Prototypenfertigung, hat es sich bewährt, diese Prüfstände abseits von Gebäuden oder in brandschutz-technisch abgetrennten (feuerbeständigen) Bereichen unterzubringen.
- Beschäftigte, die regelmäßig mit Lithium-Ionen-Akkus umgehen, müssen dafür qualifiziert und unterwiesen sein. Wichtige Unterweisungsinhalte sind z. B. der vorschriftsgemäße Umgang mit den Lithium-Ionen-Akkus sowie die Brandgefahren und die zu ergreifenden Notfall-Maßnahmen im Falle eines Lithium-Ionen-Akku-Brandes.
- Die notwendigen organisatorischen Notfallmaßnahmen beim Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus müssen vor Aufnahme der Tätigkeit festgelegt und in der Gefährdungsbeurteilung und/oder in der betrieblichen Brandschutzordnung dokumentiert werden. Es muss eine Betriebsanweisung erstellt werden. Organisatorische Notfallmaßnahmen können z. B. sein:
 - gefahrloses Ausschleusen von Lithium-Ionen-Akkus, die sich in einem gefährlichen Zustand befinden (z.B. Rauch-/Hitzeentwicklung), unter Beachtung des erforderlichen Personenschutzes (Ausschluss der Eigengefährdung!) aus einem Arbeitsprozess bzw. einem Arbeitsbereich ins Freie bzw. in einen sicheren Bereich, Verwendung von mit wassergefüllten Gefäßen mit Gas-sperren oder Havarie-Boxen.
- Ablauf zum Verständigen von interner und externer Hilfe (Rettungskette, Feuerwehr, Rettungsdienst).
- Defekte Lithium-Ionen-Akkus dürfen nur in dafür zugelassenen Behältern mit integrierter Druckentlastungsöffnung (Gasmanagement) in geeigneten Fahrzeugen (ggf. auch auf Anhängern mit Plane und Spriegel) transportiert werden. Der Transport von Lithium-Ionen-Akkus unterliegt dem Gefahrgutrecht. Es gibt auch für defekte Lithium-Ionen-Akkus spezielle Bestimmungen für alle Transportarten, wie z. B. Straße, Schiene und Luftfahrt im Gefahrgutrecht. Für die jeweilige Transportart (Straße, Schiene, Luftfahrt) sind die sich u.a. aus dem Gefahrgutrecht ergebenden Vorgaben zu beachten, z. B. Verwendung von Behältnissen mit BAM-Zulassung.
- Sollen Lithium-Ionen-Akkus in einer Arbeitsstätte in größerem Umfang gelagert bzw. damit umgegangen werden, ist frühzeitig vor Aufnahme der Tätigkeit zu prüfen, inwieweit eine Genehmigung der zuständigen Baugenehmigungsbehörde bzw. der zuständigen Brandschutzdienststelle notwendig ist. Der zuständige Sachversicherer sollte ebenfalls kontaktiert und in Kenntnis gesetzt werden.

Vorgehensweise zur (Entstehungs-)Brandbekämpfung

- Wird eine ungewöhnliche Hitzeentwicklung oder gar Rauchbildung an einem Lithium-Ionen-Akku festgestellt, ist dieser unverzüglich in einen dafür zugelassenen Behälter (BAM) mit integrierter Druckentlastungsöffnung oder in einem ausreichend großen, mit Wasser gefüllten Behälter zu verbringen, solange diese Maßnahme **ohne Personengefährdung** möglich ist. Hierzu sind vorsorglich geeignete persönliche Schutzausrüstungen (PSA), wie z. B. Schutzhandschuhe, Gesichtsschutz bereitzustellen. Der Behälter wird außerhalb des Gebäudes und abseits weiterer Brandlasten bis zu einer fachgerechten Entsorgung gelagert.

² <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A2-2.html>

³ <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-800.html>

Hinweis zur (Entstehungs-)Brandbekämpfung mittels Feuerlöscher

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind Löschmaßnahmen mittels Feuerlöscher im Hinblick auf den Personenschutz von Beschäftigten (incl. Brandschutzhelfer) durch die bereits beschriebenen Gefährdungen als äußerst kritisch anzusehen. Dies gilt auch für den Einsatz von zurzeit umworbene Lithium-Ionen-Feuerlöschern, die aus der Sicht des Sachgebietes Betrieblicher Brandschutz zur (Entstehungs-)Brandbekämpfung nicht ohne mögliche Eigengefährdung einzusetzen sind!

Hinweis:

Weiterführende Informationen sind der Schrift „Sicherheitshinweise zum Löschen von Lithium-Ionen-Akkus“ herausgegeben vom bvfa – Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. in freundlicher Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet Betrieblicher Brandschutz der DGUV zu entnehmen (siehe Bezugsquellen unter Ziffer 6).

5 Ausblick

Das Sachgebiet „Betrieblicher Brandschutz“ der DGUV plant die Erstellung einer DGUV Information zum Thema. Des Weiteren wird durch das Sachgebiet u. a. ein von der Bundesregierung gefördertes Forschungsprojekt mit dem Thema „Risikoanalyse für lithiumionenbasierte Energiespeichersysteme im sicherheitskritischen Havariefall unter besonderer Berücksichtigung der dabei freigesetzten toxischen und explosiven Schadgase – RiskBatt“ begleitet.

Anmerkung:

Das Ziel der Industrie (wie z. B. Hersteller bzw. Produktveredler von Lithium-Ionen-Akkus) sollte bzw. muss sein, zukünftige Lithium-Ionen-Akkus so sicher zu konstruieren, dass bei deren Lagerung und Verwendung keine Personengefährdungen und keine Brände auftreten.

6 Literatur/Quelle

bvfa – Bundesverband Technischer Brandschutz e. V.

Weiterführende Informationen zur Brandbekämpfung mittels Feuerlöscher (unter Ziffer 4) können der Schrift „Sicherheitshinweise zum Löschen von Lithium-Ionen-Akkus“ herausgegeben vom bvfa – Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. in freundlicher Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet Betrieblicher Brandschutz der DGUV entnommen werden.

Bezugsquellen:

<https://www.bvfa.de/181/presse-medien/publikationen/merkblaetter-positionsapiere-informationen/>

<https://www.dguv.de/fb-fhb/sachgebiete/brandschutz/index.jsp>

<https://publikationen.dguv.de/regelwerk/fachbereich-aktuell/feuerwehren-hilfeleistungen-brandschutz/>

VdS Schadenverhütung GmbH

VdS 3103 Lithium Batterien

<https://shop.vds.de/de/produkt/vds-3103/>

VdS 3856 Sprinklerschutz von Lithium Batterien

<https://shop.vds.de/de/download/8f34a97b5882cd3805ad76e4a9739b4c/>

Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e. V. (IFS) Lithium-Ionen-Akkus

<https://www.ifs-ev.org/schadenverhuetzung/feuerschaden/lithium-akkus/>

KIT – Karlsruher Institut für Technologie

KIT 175 Untersuchung des Brandverhaltens von Lithium-Ionen und Lithium-Metall-Batterien in verschiedenen Anwendungen und Ableitung einsatztaktischer Empfehlungen

<https://www.ffb.kit.edu/392.php>

KIT 192 Studie zur Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien (Akkus) und Lithium-Metall-Batterien

<https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000076668>

Umweltbundesamt (UBA)**Umwelttipps für den Alltag, LI Batterien und Akkus**

<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/lithium-batterien-lithium-ionen-akkus#unsere-tipps>

AGBF bund im Deutschen Städtetag – Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF)

Empfehlung der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes „Risikoeinschätzung Lithium-Ionen Speichermedien“ 2018-01

<http://www.agbf.de/downloads-fachausschuss-vorbeugender-brand-und-gefahrenschutz/category/28-fa-vbg-oeffentlich-empfehlungen.html>

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Merkblätter zum Transport von Lithium-Ionen-Batterien
<https://www.zvei.org/verband/fachverbaende/fachverband-elektrowerkzeuge/neue-merkblaetter-zum-transport-von-lithium-ionen-batterien/>

Batterie-Sicherheitscampus Deutschland (BSD)

<https://www.batteriesicherheit.eu/ansatz>

BSW- Bundesverband Solarwirtschaft e.V.

Merkblatt für Einsatzkräfte „Einsatz an stationären Lithium-Solarstromspeichern“

https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/BSW_Merkbl_A5_2014-ohnePasser.pdf

Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE) Kreislauf.Wirtschaft.Zukunft.

BDE-Praxisleitfaden

Lithiumbatterien und Zellen (auch in Elektroaltgeräten)
Sammlung, Verpackung und Transport gemäß ADR
<https://www.bde.de/assets/public/Dokumente/Sonderabfall/BDE-Praxisleitfaden-Entsorgung-Lithiumbatterien.pdf>

Bundesverband Energiespeicher e.V. (BVES)

Factsheet Li-Ionen Batterie

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Betrieblicher Brandschutz

im Fachbereich Feuerwehren Hilfeleistungen Brandschutz
der DGUV