

BGHW-Spezialwissen: Umgang mit Lithium-Eisenphosphat-Akkumulatoren und Ladestationen für Flurförderzeuge

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	2
2	Anwendungsbereich.....	2
3	Allgemeine Hinweise.....	2
4	Thermisches Durchgehen.....	3
5	Thermische Propagation.....	4
6	Bauliche Einrichtungen.....	4
6.1	Anordnung von Batterieladestationen.....	4
6.2	Konzeption und Umweltbedingungen.....	6
6.3	Ladevorgang.....	7
6.4	Umgang und Brandschutz.....	8
7	Wartung und Instandhaltung.....	13
8	Literaturverzeichnis.....	15
9	Autorenschaft.....	15

1 Vorwort

Beim Umgang mit Akkumulatoren kann es zu einer Vielzahl an Gefährdungen kommen. Das kann durch die Auswertung von untersuchten Unfällen belegt werden. Bei Störungen von Anlagen, Maschinen, von Arbeits- oder Betriebsmitteln sowie bei nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch oder unsachgemäßer Lagerung können hohe Kurzschlussstromstärken und Spannungsspitzen auftreten. Diese können Gefahren für Personen, aber auch eine große Brandgefahr bedeuten.

Lithium-Akkus stellen eine Kombination von energiegehaltsreichen Materialien und hochentzündlichen Elektrolyten dar. Bei Beschädigung der inneren Struktur kann es zu einer unkontrollierten und sich selbst verstärkenden Hitzeentwicklung, dem sogenannten thermischen Durchgehen genannt, kommen. Die Folgen sind oftmals Brand und Explosion des Akkus in Verbindung mit einer schnellen Rauchentwicklung. Brandrauch und Rückstände sind giftig. Um Unfälle und Explosionen beim Umgang mit Lithium-Akkus zu vermeiden, sind gut geschultes Personal und korrekt ausgestattete Ladeeinrichtungen unerlässlich.

Hinweise:

Weiterführende Hinweise für die Herstellung und den Umgang mit Lithium-Hochvoltspeichern bieten die Fachbereich AKTUELL FBHM-123 „Herstellung von Hochvoltspeichern“ [\[1\]](#) und FBHM-124 „Umgang mit Hochvoltspeichern“ [\[2\]](#).

Ansprechpersonen zum Thema Brandschutz finden sich Sachgebiet Betrieblicher Brandschutz im Fachbereich Feuerwehren, Hilfeleistungen, Brandschutz der DGUV.

2 Anwendungsbereich

Dieses BGHW-Spezialwissen dient dem Schutz von Personen vor Gefahren beim Umgang mit Lithium-Akkus und den dazugehörigen Ladestationen von Flurförderzeugen. Dazu zählen hauptsächlich Gefahren durch gefährliche Arbeitsstoffe, wie freigesetzte krebserzeugender Rauch/Dampf. Darüber hinaus zählen dazu auch Gefahren durch elektrischen Strom, konkret durch Körperdurchströmung und Lichtbogenbildung. Diese Schrift enthält grundsätzliche Maßnahmen und Hinweise für die Errichtung von Batterieladestationen sowie Mindestanforderungen für das Betreiben und Instandhalten. Auch wenn vorrangig die Lithium-Eisenphosphat Zellchemie von Traktionsbatterien betrachtet wird, gelten die meisten Hinweise für alle Lithium-Zell-Chemien. Es werden nach VdS 3103 „Lithium-Batterien“ [\[3\]](#) Lithium-Sekundärbatterien der hohen Leistungsklasse (> 100 Wh Energiegehalt und > 12 kg Batteriegewicht) betrachtet. Grundsätzlich kann diese Schrift auch auf Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) angewandt werden.

3 Allgemeine Hinweise

Lithium-Akkus sind Batteriesysteme, die aus mehreren Komponenten bestehen, die miteinander in Beziehung stehen. Sie bestehen in der Regel aus einem Batteriemanagementsystem (kurz „BMS“), den Zellen, der Ladetechnik sowie dem Gehäuse inklusive

Anschlüssen und Typenschild. Das BMS überwacht verschiedene Zustände des Batteriesystems (Temperatur, Spannung, Ladestromstärke etc.). Durch eine Vielzahl an Funktionen (Ladekontrolle, Lastmanagement, Temperaturüberwachung und vieles mehr) schützt das BMS das Batteriesystem hauptsächlich davor, in einen unsicheren Zustand überzugehen.

Die Zellen enthalten die Zellchemie. Gängige Inhaltstoffe von Lithium-Akkus können sein:

- Nickel, Mangan, Cobalt (kurz „NMC“),
- Lithium-Eisenphosphat (kurz „LFP“),
- Lithium-Titand (kurz „LTO“),
- Nickel,
- Aluminium (kurz „NCA“),
- Graphit,
- Elektrolyte und
- diverse Kunststoffe.

Lithium-Akkus unterscheiden sich in der Energiedichte, Kapazität, Lebensdauer, Spannung, möglichen Bauformen und weiteren Merkmalen. Die Zellchemie kann bei den Herstellern nachgefragt werden.

4 Thermisches Durchgehen

Unter bestimmten Umständen kann es zum sogenannten thermischen Durchgehen (Englisch „Thermal Runaway“) kommen. Dies beschreibt eine sich selbst verstärkende, exotherme Reaktion, bei der die chemisch gespeicherte Energie in kurzer Zeit in thermische Energie umgewandelt wird. Dabei kommt es zu einer großen Hitzeentwicklung und nicht selten zur Freisetzung von krebserregenden (kanzerogenen) Stoffen. Indikatoren für ein thermisches Durchgehen können sein:

- Rauchentwicklung der Batterie,
- Geräuschentwicklung beispielsweise durch Zwischen, Pfeifen oder Knattern und
- Temperaturerhöhung des Batteriegehäuses über einen längeren Zeitraum.

Die Phasen des thermischen Durchgehens sind in folgender Abbildung dargestellt:

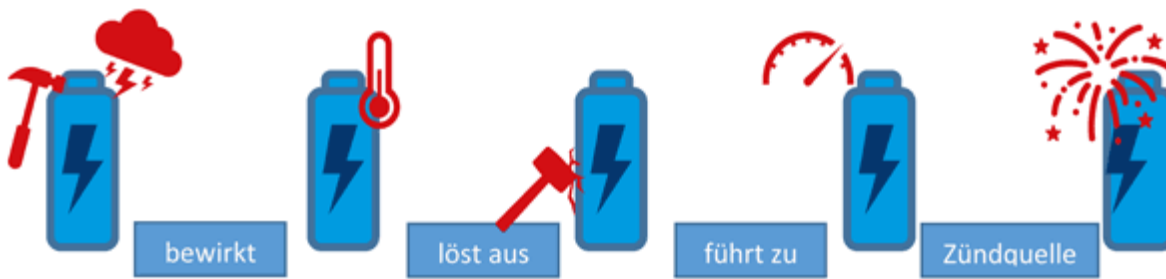


Abbildung 1: Phasen des thermischen Durchgehens (Abbildung gestaltet durch BGHW/Mark Hruszczak in Anlehnung an: Fachbereich AKTUELL FBHM-124 „Umgang mit Hochvoltspeichern“ [\[2\]](#))

Durch unsachgemäße Verwendung, Beschädigungen oder Umwelteinflüsse kommt es zum unkontrollierten Temperaturanstieg. Im gleichen Zuge wird dabei unsichtbares Elektrolytgas emittiert. Anschließend wird sichtbarer Elektrolytdampf freigegeben. In der nächsten Phase kommt es zur Beschädigung des Separators und folglich zum internen Kurzschluss. Damit verbunden ist ein weiterer Temperaturanstieg, der letztlich zum Thermischen Durchgehen führt. Hier tritt der Havariefall ein.

Thermisches Durchgehen kann in den meisten Fällen auf die folgenden Ursachen zurückgeführt werden:

- Extreme Umweltbedingungen, beispielsweise hohe Temperaturen, Hitze durch direkte Sonneneinstrahlung, mechanische Verformung und so weiter
- Interne (innere) und externe (äußere) Kurzschlüsse
- Tiefentladung und Überladung
- Mechanische Beschädigungen

5 Thermische Propagation

Beim thermischen Durchgehen kommt es zu einem unkontrollierten Temperaturanstieg einer Zelle, die in Verbindung mit einer Zündquelle zum Zellbrand führt. Da innerhalb kürzester Zeit eine erhebliche Menge an thermischer Energie freigesetzt wird, kann dies zu Einwirkungen auf die umliegenden Zellen führen. Die thermische Propagation (Synonym für Ausbreitung) beschreibt den Umstand eines Zellbrandes, der auf die benachbarten Zellen überspringt und diese ebenfalls in kritische Zustände versetzt.

6 Bauliche Einrichtungen

6.1 Anordnung von Batterieladestationen

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die einzuhaltenden Mindestabstände von Batterieladestationen zueinander sowie zu brennbaren Gegenständen und feuergefährdeten Bereichen.

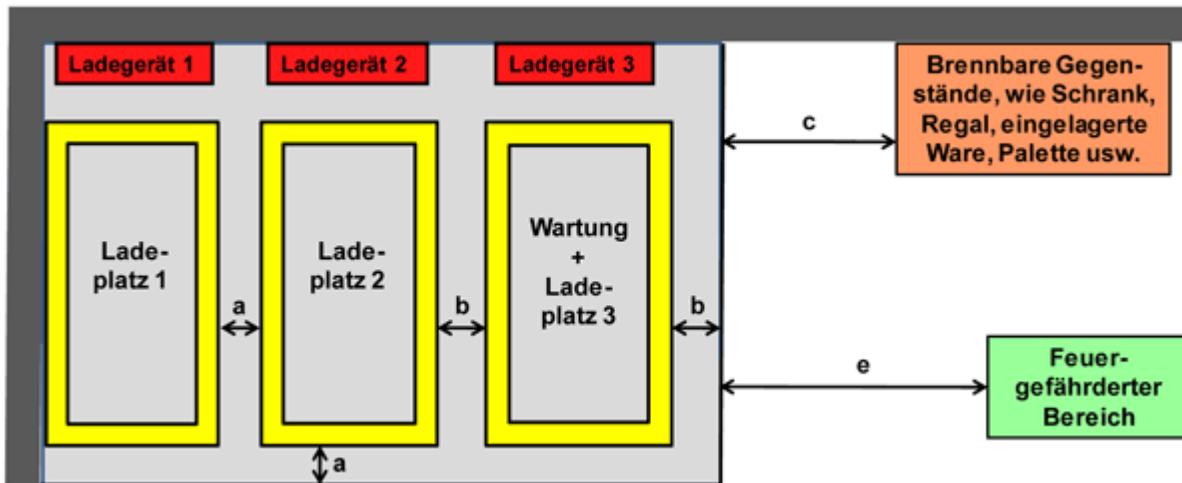


Abbildung 2: Mindestabstände für Batterieladestationen (Quelle: BGHW/Mark Hruszczak)

Die Mindestabstände zwischen den einzelnen Stellplätzen müssen eingehalten werden.

Parameter	Beschreibung/Begründung	Quelle	Mindestabstand
a	Bedienungsgangbreite an mindestens einer der Zellenreihen der Batterie	ASR A1.8 [4]	0,60 m
	Raum-/Ganghöhe	ASR A1.8 [4]	2,10 m (2,00 m)
b	Zum Laden oder für die Wartung der Batterie auf der Zugangsseite	DIN EN 62485-3 [5]	0,80 m
c	Abstand zu brennbaren oder gelagerten Materialien	VdS 2259:2010-12 (02) [6]	2,50 m
d	Abstand zu feuergefährdeten Bereichen	VdS 2259:2010-12 (02) [6]	5,00 m

Tabelle 1: Einzuhaltende Mindestabstände (Angaben zusammengestellt durch BGHW/Mark Hruszczak)

Flächen von Ladeplätzen müssen durch geeignete, dauerhafte optische Markierungen von anderen Betriebsbereichen abgegrenzt sein (vergleiche gelbe Markierung in Abbildung 2). Zwischen den einzelnen Ladeplätzen wird ein Mindestabstand von 0,60 m (Parameter a) zueinander gefordert. Beim Betreiben mehrerer Ladeplätze kann bei der ersten Ladefläche auf den seitlichen Mindestabstand zur Wandseite hin verzichtet werden, weil das Flurförderzeug weiterhin auf der gegenüberliegenden Seite durch den Bediengang zugänglich ist. Darüber hinaus darf bei Ladeplätzen, die zusätzlich zur Wartung dienen, der Mindestabstand von 0,80 m (Parameter b) nicht unterschritten werden.

Die Raum-/Ganghöhe sollte 2,10 m betragen. Die Raumhöhe muss größer als 2,00 m sein. Bei der Auslegung ist auch die Höhe der Hubeinrichtung des Flurförderzeugs zu beachten. Auf und über Ladeflächen darf nicht gelagert werden. Kassettendecken und breite Querträger oder Deckenbalken können die ausreichende Verdünnung von Gasen verhindern. Daher ist die Gestaltung von Decken und Deckenauslassöffnungen sehr wichtig. Hier hilft lüftungsunterstützend eine glatte, gegebenenfalls zur Abluftöffnung hin aufsteigende Deckenkonstruktion. Eine Hilfestellung zur Arbeitsplatzbelüftung bietet die DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ [\[7\]](#).

Der Abstand von Batterieladeanlagen zu brennbaren Bauteilen und anderen brennbaren Materialien wie Lagergut muss horizontal mindestens 2,50 m betragen (Parameter c). Der Sicherheitsabstand von 2,50 m kann in Ausnahmefällen auf 1,00 m reduziert werden, wenn eine brandhemmende oder nicht brennbare Trennwand (lichtbogenresistent und feuerwiderstandsfähige Abtrennung) dazwischen errichtet wird. Dabei müssen Wände die brandtechnischen Anforderungen F90 und Türen T30 RS erfüllen. Anforderungen und Prüfbestimmungen für das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen enthalten die Normen der Reihe DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ [\[8\]](#). Ein Beispiel hierfür ist eine feuerwiderstandsfähige Abtrennung zwischen Ladegerät und brennbarem Material. Die Verkehrsfläche der Flurförderzeuge ist abhängig vom Wendekreis der Fahrzeuge beim Ein- und Ausfahren (siehe VDI 2198 „Typenblätter für Flurförderzeuge“ [\[9\]](#) und VDI 2199 „Empfehlungen für bauliche Planungen beim Einsatz von Flurförderzeugen“ [\[10\]](#)). Zusätzlich ist der Mindestabstand von 5,00 m (Parameter d) zu feuergefährdeten Bereichen nicht zu unterschreiten. Feuergefährdete Bereiche sind nach VdS 2259 Bereiche [\[6\]](#), in denen sich leicht entzündliche Stoffe auf den elektrischen Betriebsmitteln ablagern oder sich so nähern können, dass eine Brandgefahr besteht.

6.2 Konzeption und Umweltbedingungen

Ladeflächen sind in trockenen Bereichen zu errichten. Die Bereichstemperatur beim Ladevorgang sollte vorzugsweise zwischen +10 Grad Celsius und maximal +25 Grad Celsius liegen. Anzustreben ist eine Temperatur von ungefähr +20 Grad Celsius. Die zulässigen Temperaturbereiche zum Laden können der Betriebsanleitung entnommen werden. Beim Einsatz von Flurförderzeugen in frostigen Bereichen ist zwingend der Akku- oder Flurförderzeug-Hersteller zu Rate zu ziehen. Darüber hinaus sind auch staubbelastete Bereiche oder Bereiche mit direkter Sonneneinstrahlung zu vermeiden.

Der Standort sollte ebenfalls gegen Stöße gesichert werden. Das Ladegerät ist kippsicher auf nicht-brennbaren Materialien aufzustellen. Zusätzlich muss die Aufstellung oder Anbringung derart erfolgen, dass das Ladegerät durch Fahrzeugbewegungen nicht beschädigt werden kann. Dies kann beispielsweise durch erhöhte Befestigung an der Wand, Aufstellen auf einem Podest, Sicherung durch Schutzplanken oder Schutzgitter realisiert werden. Ein Ablegen von metallischen Gegenständen in der Nähe von Ladeflächen ist zu unterlassen, da diese das Risiko für das Zustandekommen eines Kurzschlusses erhöhen.

Ladegeräte müssen vom versorgenden Netz getrennt werden können, damit die Beschäftigten und Einsatzkräfte nicht in Kontakt mit unter Spannung stehenden Bauteilen kommen. Die Lüftungsöffnungen der Ladegeräte dürfen nicht blockiert werden, da es hierdurch zu einer Überhitzung kommen kann.

Tipps:

- Ladestationen sollten in Randbereichen, in der Nähe von Löscheinrichtungen und frei zugänglich für die Feuerwehren errichtet werden.
- Es empfiehlt sich das Aufstellen von Ladestationen in der Nähe von Rolltoren, die in den Außenbereich führen.

6.3 Ladevorgang

Lithium-Akkus dürfen ausschließlich mit den darauf abgestimmten Ladegeräten geladen werden. Das Flurförderzeug muss sich zum Laden im Stillstand befinden. Die Handhabung muss nach vorliegender Gerätebeschreibung erfolgen. Ebenfalls sind die für den Ladevorgang notwendigen Betriebsanweisungen auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und für das Personal gut sicht- und erreichbar auszuhängen. Sie muss auch Lösch- und Verhaltensanweisungen im Brandfall berücksichtigen.

Darüber hinaus ist das Bedienungspersonal im Umgang mit den Flurförderzeugen und den Batterieladeeinrichtungen zu unterweisen. Die Unterweisung muss verstanden sein, damit ein sicherer Umgang mit den Lithium-Akkus erfolgen kann.

Tipp:

Verschiedene Flurförderzeug- oder Batterieladestation-Hersteller bieten kostenlose Schulungen im Umgang mit Lithium-Akkus an.

Lithium-Akkus sollten – wenn nicht vom Hersteller anders vorgegeben – mindestens wöchentlich vollständig geladen werden, um aktiv eine Tiefentladung der Zellen zu vermeiden. Tiefentladung beschreibt einen Vorgang, bei der sich der Elektrolyt gasförmig zersetzt. Die Zersetzung hat zur Folge, dass sich das Batteriegehäuse aufbläht. Wird anschließend der tiefentladene Akku geladen, kann die Ladeenergie nicht mehr vollständig in

Form von chemischer Energie gespeichert werden. Die überschüssige Energie wird direkt in Wärmeenergie umgesetzt und kann zum Brand führen.

Hinweis:

Die Batteriehersteller begrenzen die maximal mögliche Ladung einer Lithium-Batterie in der Regel auf 85-95 Prozent der möglichen Kapazität. Eine vollständige Ladung umfasst demnach circa 90 Prozent der technisch möglichen Kapazität.

Lithium-Akkus dürfen auch nicht überladen werden. Beim Überladen bricht die Schichtstruktur im Inneren der Batterie zusammen. Anschließend kommt es zur Verdampfung des Elektrolyts. Wie bei der Tiefentladung kann es dabei zum Aufblähen des Batteriegehäuses kommen. Der verdampfte Elektrolyt kann bei Erreichen des Flammpunkts zum Zellbrand führen. Es sind ausschließlich die originalen oder die vom Hersteller empfohlenen Ladegeräte zu verwenden, die eine Überladung verhindern.

Darüber hinaus sind die Netzteile, wenn möglich, nach dem erfolgten Ladevorgang vom versorgenden Netz zu trennen. Zusätzlich sind die Ladevorgänge zu beaufsichtigen – unbeaufsichtigte Ladevorgänge über Nacht dürfen nicht durchgeführt werden.

6.4 Umgang und Brandschutz

Lesen Sie die mit dem Lithium-Akku beziehungsweise dem Flurförderzeug gelieferten Dokumente sorgfältig durch. Diese enthalten sicherheitsrelevante Hinweise. Fahrpersonal von Flurförderzeugen muss im Umgang mit Lithium-Akku betriebenen Flurförderzeugen unterwiesen werden. Dabei ist auf ein umsichtiges Manövrieren hinzuweisen, um die Gefahr von mechanischen Beschädigungen der Batterie zu verringern. Eine Betriebsanweisung für das Flurförderzeug muss erstellt werden, gut sichtbar für die Beschäftigten angebracht werden und Anweisungen zum Verhalten im Havariefall beinhalten.

Kommt es zur Kollision mit baulichen Einrichtungen oder bewegten Objekten, ist die Batterie einer Sichtprüfung auf mechanische Beschädigungen zu unterziehen. In einem unkritischen Zustand befinden sich Akkus, wenn eine Sichtprüfung einen mängelfreien Befund ergibt und keinerlei Auffälligkeiten gegeben sind. In einem sicherheitskritischen Zustand befinden sich Lithium-Akkus, wenn auf dem Diagnosedisplay Warnmeldungen erscheinen, die auch nach erfolgtem Zurücksetzen bestehen bleiben. Bei fest verbauten Batterien sind die Statusanzeigen in den Flurförderzeugen zu beachten. Meldet das Batteriemanagementsystem einen Fehlercode und dauert die Anzeige auch nach dem Zurücksetzen (Englisch. „Reset“) an, so ist die Batterie als defekt anzusehen und darf weder geladen noch benutzt werden, vergleiche §§ 11, 16 Abs. 2 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ [\[11\]](#). Zu den sicherheitskritischen Zuständen zählen ebenfalls mechanische Beschädigungen (beschädigtes Gehäuse) oder austretende Flüssigkeiten. Befindet sich ein Akku in einem sicherheitskritischen Zustand, sollten der Akku oder das Flurförderzeug auf einer gesicherten Ruhefläche (Quarantänefläche) im Außenbereich abgestellt werden und durch eine fachkundige Person begutachtet werden. In einem akut sicherheitskritischen

Zustand befinden sich Lithium-Akkus, wenn beispielsweise dem Gehäuse Rauch/Dampf entweicht oder Flammenbildung zu erkennen ist. In diesem Falle ist unverzüglich die Feuerwehr zu alarmieren. Weiterführende Hinweise sind der Schrift Fachbereich AKTUELL FBHM-124 „Umgang mit Hochvoltspeichern“ [\[2\]](#) zu entnehmen.

Hinweis:

Kann der Zustand des Akkus keiner Kategorie zugeordnet werden, sollte er für mindestens sieben Tage auf eine Quarantänefläche platziert werden und durch eine fachkundige Person erneut geprüft werden. Hilfreich hierbei ist das Überwachen der Temperatur mittels Wärmebildkamera.

Die Lithium-Akkus müssen von Wärmequellen ferngehalten werden, denn die Hitze begünstigt das Zustandekommen des thermischen Durchgehens. Werden beim Betrieb ein ungewöhnlicher Geruch (gasähnlich oder verbrannter Kunststoff) oder das Austreten von Dampf/Gas bemerkt, ist anzunehmen, dass sich die Batterie bereits im Zustand des thermischen Durchgehens befindet. Befindet sich das Fahrzeug im Außenbereich, muss unverzüglich vom unterwiesenen Personal mit geeigneter Schutzausrüstung eine Sicherheitszone mit einem Radius von mindestens 5,0 m um die Batterie beziehungsweise das Fahrzeug errichtet werden. Dabei müssen alle Beschäftigten oder Einsatzkräfte, die sich in unmittelbarer Nähe zur Sicherheitszone und Brand aufhalten, selbstversorgende Atemschutzmasken tragen. Nach dem Erlöschen des Brandes müssen zumindest Atemschutzmasken, die der Schutzklasse FFP3 entsprechen, getragen werden. In beiden Szenarien verhindert das Tragen der Masken ein Inhalieren von krebserregenden Stoffen und es muss mit dem Hersteller Rücksprache gehalten werden, welcher Atemschutz eingesetzt werden darf. Kommt es zur Havarie im Innenbereich, so muss der betroffene Bereich unverzüglich evakuiert und die Feuerwehr hinzugezogen werden.

Tipps:

- Das regelmäßige Üben von Verhaltensweisen im Havariefall steigert die Effizienz bei der Durchführung von Sicherungsmaßnahmen und der Bewältigung des Notfalls.
- Wenn möglich sollte eine größere Sicherheitszone eingerichtet werden, um Verletzungsrisiken durch umherfliegende Teile, wie beispielsweise Druckfedern oder gebrochenen Gehäusekomponenten zu reduzieren.
- Ladeplätze von Flurförderzeugen sollten in Hallen stets in der Nähe zu Ausgängen platziert werden, damit entweichende Rauche/Gase ins Freie geleitet werden können. Dabei darf es sich nicht um Notausgänge handeln.

In einigen Fällen sind die Lithium-Akkus fest verbaut oder es besteht für die Einsatzkräfte der Feuerwehr keine Möglichkeit zur Entfernung des Akkumulators im Havariefall ohne sich einem nicht vertretbaren Risiko für Leben und Gesundheit auszusetzen. Auch deshalb ist es empfehlenswert, einen Stellplatz für havarierte Fahrzeuge außerhalb von Gebäuden zu errichten und das Fahrzeug im zu erwartenden Havariefall auf diese gesicherte Ruhefläche zu stellen. Das Flurförderzeug ist jedoch nur auf die Ruhefläche zu bewegen, wenn der Zustand der Batterie mit großen Unsicherheiten verbunden ist oder sich in einem sicherheitskritischen (nicht akut sicherheitskritischen) Zustand befindet und keine unmittelbare Gefahr für das Fahrpersonal besteht. Beim Aufbau eines solchen Stellplatzes ist die Aufnahme von kontaminiertem Löschmitteln zu ermöglichen.

Befindet sich das Fahrzeug in einem nicht bewegungsfähigen Zustand, so können spezielle Lithium-Brandschutzbegrenzungsdecken vom unterwiesenen Personal vorbeugend zur Verhinderung einer potenziellen Brandausbreitung eingesetzt werden. Hierdurch kann auch im Innenbereich bis zum Eintreffen der Feuerwehr die Chance auf eine Ausbreitung des Brandes reduziert werden.

Hinweise:

- Lithium-Brandschutzbegrenzungsdecken dürfen im Havariefall (akut sicherheitskritischer Zustand) nicht von den Beschäftigten zur Isolation des Flurförderzeug-Brandes verwendet werden, da der Einsatz mit einer erheblichen Eigengefährdung einhergeht.
- Beim Einsatz von Brandschutzbegrenzungsdecken muss ausreichend Freiraum für das Bedecken des Fahrzeugs gegeben sein, das heißt es sollte nicht nur der Seitenabstand, sondern auch die Raumhöhe und die Höhe der Hubeinrichtung beachtet werden.
- Das Personal muss im Umgang mit den Brandschutzbegrenzungsdecken unterwiesen sein und der Einsatz muss regelmäßig geübt werden. Die Unterweisung sollte ebenso das korrekte Auspacken, Entfalten und Zusammenlegen der Decke beinhalten.
- In der Regel sind die Brandschutzbegrenzungsdecken für den Einmalgebrauch bestimmt und dürfen nach Verwendung nicht erneut zum Einsatz kommen. Dies sollte im Rahmen der Beschaffung beachtet werden.
- Die Brandschutzbegrenzungsdecken sind je nach Größe überwiegend für den Einsatz von zwei oder mehr Personen ausgelegt.
- Löschdecken nach der Norm [DIN EN 1869:2019-10](#) „Löschdecken“ sind nicht zur Isolation von Lithium-Batteriebränden geeignet. Es ist auf eine Eignung für Lithium-Brände und die speziell für den Einsatz für Flurförderzeuge zu achten.
- Nach dem Einsatz muss die Löschdecke durch die Einsatzkräfte entfernt werden.
- Manche Löschdecken sind nicht schnittfest. Beim Bedecken der Flurförderzeuge muss daher auf scharfe Kanten geachtet werden.

Tipps:

- Es bietet sich an, die Löschdecken an Ladestationen oder Regal-Enden in Tragetaschen zu lagern.
- Einige Hersteller bieten Schulungen im Umgang mit den Löschdecken an.

Flurförderzeuge mit durchgehenden Batterien und deren Bereiche müssen umgehend und ohne schuldhaftes Verzögern evakuiert werden. Sollte sich der Verdacht auf thermisches Durchgehen erhärten, so ist unverzüglich die Feuerwehr in das weitere Handeln einzubeziehen.

Folgende Informationen für die Feuerwehr können essenziell für einen erfolgreichen Löschvorgang sein:

- Informationen zum Flurförderzeug:
 - Identifizierung von eingesetzter Energiespeicherart (Labels)
 - Identifizierung vom Einbauort des Energiespeichers (Labels)
 - Spannungshöhe (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Kapazität (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Hinweise zum gefahrlosen Trennen vom Ladenetz (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Hinweise zur Deaktivierung des Flurförderzeugs (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Vorgang zum Lösen der Bremse (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Möglichkeit zum manuellen Verschieben des Flurförderzeugs (Datenblatt mit Hinweisen)
 - Mögliche Entnahmemöglichkeit der Batterie (Datenblatt mit Hinweisen)
- Informationen zur Batterieladestation:
 - Lage und Inhalt in den Feuerwehrplänen
 - Lage der Notabschaltung der Ladestation in den Feuerwehrplänen
 - Anzahl und Standorte der Ladestationen in den Feuerwehrplänen
 - Anzahl der Energiespeicher in den Ladestationen in den Feuerwehrplänen
- Allgemeine Informationen zum Betriebsgelände:
 - Hinweise zur Löschwasserrückhaltung (in den Feuerwehrplänen)
 - Hinweise zur Löschwasserversorgung (in den Feuerwehrplänen)

Die Informationen sollten im Feuerwehrplan zusammengefasst werden und den Einsatzkräften vor Ort übergeben werden. Vorzugsweise sollten diese Informationen bei einer größeren Anzahl von Lithium-Akkus vorab der Feuerwehr mitgeteilt werden.

Hinweis:

Feuerwehrpläne verschaffen den Feuerwehr-Einsatzkräften einen Überblick über alle objektbezogenen Informationen, die ein effizientes Eingreifen ermöglichen. Grundlage für die Erstellung eines Feuerwehrplans ist die Norm DIN 14095:2024-02 „Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen“ [\[12\]](#). Ein Feuerwehrplan wird in der Regel beim Bau von Gebäuden erstellt und muss bei einer geänderten Situation durch den Einsatz von Lithium-Batterie-betriebenen Flurförderzeugen angepasst werden.

Tipp:

Das Erstellen eines Verzeichnisses über sämtliche gelagerte und im Einsatz befindliche Lithium-Akkus kann die Feuerwehr beim Eingriff unterstützen. Es sollten die eingesetzte Speicherart, die Spannungshöhe, Kapazität, Gewicht, Hinweise zum gefahrlosen Treffen und eine mögliche Entnahmemöglichkeit der Batterie berücksichtigt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Akkus eindeutig identifiziert werden können. Das Verzeichnis sollte an Stichtagen oder bei groben Veränderungen aktualisiert werden.

Ist ein brennendes Flurförderzeug mit dem Ladegerät verbunden, muss diese Verbindung im Rahmen der Brandbekämpfung, soweit noch möglich, getrennt oder stromlos geschaltet werden.

Tipp:

Die Stromversorgung des Ladegerätes kann automatisiert bei Auslösen der Brandmeldeeinrichtung gekappt werden.

Auch nach erfolgtem Löschvorgang muss die Batterie aufgrund der Rückzündungsgefahr weiterhin gekühlt werden. Die in der DIN VDE 0132:2018-07 „Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen“ [\[13\]](#) definierten Schutzabstände zu unter Spannung stehenden Brandstellen sind einzuhalten. Versuche haben gezeigt, dass ein rechtzeitiger Einsatz von einer großen Menge an Wasser als Lösch- und Kühlmittel zum größtmöglichen Löscherfolg führt.

Die benötigte Wassermenge ist abhängig vom Ladezustand, der Zellchemie und weiteren Parametern. Zu finden ist diese im Havariekonzept der Hersteller.

Hinweis:

Eine zu geringe Menge an Kühlwasser kann zur thermischen Propagation führen. Dabei kann das bereits erhitzte Wasser die umliegenden Zellen ebenfalls zum thermischen Durchgehen bringen.

Konventionelle Sprinkleranlagen sind meist nicht in der Lage, die Menge der erforderlichen Wasserbeaufschlagung zu erreichen, deshalb kann der Einsatz von Nieder- oder Hochdrucknebelanlagen geprüft werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind Löschmaßnahmen mittels Feuerlöcher im Hinblick auf den Personenschutz von Beschäftigten als äußerst kritisch anzusehen. Dies gilt auch für die derzeit umworbenen Lithium-Ionen Feuerlöcher, da diese nicht ohne mögliche Eigengefährdung einzusetzen sind.

Alle Gefährdungen beim Umgang mit Lithium-Akkus sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. In dieser ist weiterhin zu beachten, dass sich temporär Flurförderzeuge in Ladebereichen befinden. Dabei sind nicht nur die Flurförderzeuge zu bewerten, sondern auch die Ladestationen. Zudem muss unterschieden werden, ob es sich um fest verbaute Batterien oder um Wechselbatterien handelt. Auf Grundlage der sich ergebenden Gefahren müssen spezifische Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Das sich daraus ergebende Konzept muss auch die organisatorischen Notfallmaßnahmen beinhalten. Die Beschäftigten müssen davon in Kenntnis gesetzt werden. Darin müssen auch externe Hilfsmaßnahmen, wie die Alarmierung der Feuerwehr oder des Rettungsdienstes enthalten sein. Bei der Konzeption der Brandschutzmaßnahmen sind der Sachversicherer und die Feuerwehr miteinzubeziehen.

Zusätzlich kann auch der Unfallversicherer zur Beratung herangezogen werden. Bezüglich des Brandschutzkonzepts gibt es gegenwärtig lediglich Einzelfallbetrachtungen.

7 **Wartung und Instandhaltung**

Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung von Batterieanlagen dürfen nur von einer Elektrofachkraft (EF) oder elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP) unter der Leitung und Aufsicht beziehungsweise Verantwortung einer EF durchgeführt werden. Es wird empfohlen, dass die oder der Brandschutzbeauftragte regelmäßig den Zustand der Batterieladeeinrichtung prüft. Weiterführende Hinweise liefert die [DGUV Information 209-093](#) „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“.

Vor dem Beginn der Arbeiten sind leitfähige Uhren und Schmuckgegenstände, wie Ringe, Ketten, Arm- und Halsbänder, Piercings oder ähnliches abzulegen, um ein unbeabsichtigtes Überbrücken der Batteriepole und einen damit verbundenen Kurzschluss zu verhindern.

Wenn die elektrotechnischen Arbeiten aus zwingenden oder technischen Gründen, zum Beispiel Arbeiten an Akkumulatoren/Batterien, nicht im spannungsfreien Zustand unter Einhaltung des [§ 6 DGUV Vorschrift 3](#) „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ durchgeführt werden können, ist die [DGUV Regel 103-011](#) „Arbeiten unter Spannung an

elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ zu beachten. Weiterführende Hinweise sind der DGUV Vorschrift 3 und DGUV Regel 103-011 zu entnehmen.

Batterien dürfen nur bei stillstehenden Flurförderzeugen gewechselt werden. Folgende Hinweise gelten für die Reinigung von Batterien:

- Hinweise im [ZVEI Merkblatt „Reinigen von Batterien“](#).
- Die Batterie muss aus dem FFZ ausgebaut werden. Sie darf nicht auf feuchtem Boden abgestellt werden. Außerdem ist die ausgebaute Batterie gegen mechanische Beschädigungen, wie beispielsweise durch das Lastaufnahmemittel des Flurförderzeugs, zu sichern.
- Die Batterie darf nicht geöffnet werden.
- Nach der Reinigung müssen sie durch geeignete Mittel getrocknet werden. Hierbei bietet sich der Einsatz von Druckluft oder antistatischen Putztüchern an.

Nach erfolgter Wartung sollten die Kapazität, Spannung und Anzahl der Ladezyklen dokumentiert werden, um eine Verschlechterung des Batteriezustands frühzeitig zu erkennen. Das Auslesen der Zustände kann bei modernen Batteriesystemen auch über ein verbautes Diagnosedisplay erfolgen. Auch ist der Zustand der Verbinder-Kontakte regelmäßig zu prüfen.

Hinweise:

Meldet das Batteriemanagementsystem einen Fehlercode und dauert die Anzeige auch nach einem Reset an, so ist die Batterie als defekt anzusehen und darf weder geladen noch benutzt werden, vgl. §§ 11, 16 Abs. 2 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ [\[11\]](#).

Für die Wartung und Instandhaltung von Hochvoltspeichern bietet die Fachbereich AKTUELLE FBHM-124 „Umgang mit Hochvoltspeichern“ weiterführende Hinweise [\[2\]](#).

8 Literaturverzeichnis

- [1] [Fachbereich AKTUELL FBHM-123](#): Herstellung von Hochvoltspeichern
- [2] [Fachbereich AKTUELL FBHM-124](#): Umgang mit Hochvoltspeichern
- [3] [VdS 3103:2019-06 \(03\)](#): Lithium-Batterien
- [4] [Arbeitsstättenregel \(ASR\) A1.8](#): Verkehrswege
- [5] [DIN EN 62485-3 VDE 0510-47:2015-09](#): Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge
- [6] [VdS 2259:2023-05 \(03\)](#): Batterieladeeinrichtungen elektrisch angetriebener Flurförderzeuge und mobiler Arbeitsmaschinen
- [7] [DGUV Regel 109-002](#): Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
- [8] [DIN 4102](#): Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Reihe)
- [9] [VDI 2198](#): Typenblätter für Flurförderzeuge
- [10] [VDI 2199](#): Empfehlungen für bauliche Planungen beim Einsatz von Flurförderzeugen
- [11] [DGUV Vorschrift 1](#): Grundsätze der Prävention
- [12] [DIN 14095:2024-02](#): Feuerwehrpläne für bauliche Einrichtungen
- [13] [DIN VDE 0132:2018-07](#): Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen

9 Autorenschaft

Mark Hruszczak (Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik)