

MVBÖ-004-2023-01

Brandschutzmaßnahmen im Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

Inhaltsübersicht

- 1 Einleitung
 - 1.1 Begriffsbestimmungen
 - 1.2 Problemstellung
 - 1.3 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen
- 2 Verkauf
- 3 Stationäre Energiespeicher
- 4 Laden
 - 4.1 Laden von mobilen Lithium-Ionen-Akkus
 - 4.2 Laden von E-Kfz
- 5 Lagern
 - 5.1 Lagern von intakten Lithium-Ionen-Geräteakkus oder Geräten mit eingebauten Lithium-Ionen-Akkus
 - 5.2 Lagern von kritischen Lithium-Ionen-Geräteakkus
 - 5.3 Lagern von intakten Kfz-Antriebsbatterien
 - 5.4 Lagern von kritischen eingebauten und nicht eingebauten Kfz-Antriebsbatterien
- 6 Produktion
- 7 Wartung und Reparatur von Lithium-Ionen-Akkus
 - 7.1 Arbeiten an gebrauchten Elektrogeräten mit intakten Lithium-Ionen-Akkus
 - 7.2 Arbeiten an gebrauchten Elektrogeräten mit kritischen Lithium-Ionen-Akkus
- 8 Transport
- 9 Entsorgung
- 10 Quellenverzeichnis

DIE ÖSTERREICHISCHEN BRANDVERHÜTUNGSSTELLEN

Redaktionelle Betreuung durch:

BVS – Brandverhütungsstelle für Oberösterreich reg. Genossenschaft m.b.H

Petzoldstraße 45 / 4020 Linz / Austria

T +43 732 7617-0 / Fax +43 732 7617-119 / office@bvs-ooe.at / www.bvs-ooe.at

1 Einleitung

Dieses Merkblatt wird aufgrund vermehrter Anfragen von Seiten der Behörden, Planer, Objektbetreiber und Brandschutzbeauftragten betreffend notwendige Brandschutzmaßnahmen bei der Verwendung, der Lagerung, dem Verkauf und der Reparatur von derzeit gängigen Lithium-Ionen-Akkus erstellt. Das Merkblatt soll im Rahmen von Genehmigungsverfahren herangezogen werden sowie als Leitfaden zur Verbesserung des Brandschutzes in Gebäuden, in denen Lithium-Ionen-Akkus eingesetzt werden, dienen.

Diese Publikation enthält Maßnahmen zur Verbesserung des baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzes im Hinblick auf Brandgefahren durch Lithium-Ionen-Akkus. Das Merkblatt ist nach verschiedenen Anwendungsbereichen strukturiert. Nach der Einführung grundlegender Begriffe und der Erläuterung allgemeiner Sicherheitsmaßnahmen wird auf spezifische Anwendungsbereiche im Detail eingegangen. Die in diesem Merkblatt definierten Maßnahmen sind als Ergänzung zu den bereits bestehenden Anforderungen gedacht. Die angeführten Empfehlungen basieren auf den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Erfahrungen von Feuerwehren und Brandschutzexperten.

Im Haushalt übliche Anwendungen von Elektrogeräten mit Lithium-Ionen-Akkus, wie zum Beispiel Mobiltelefon, Unterhaltungselektronik, Power-Tools und dergleichen, sind nicht der Fokus dieses Merkblattes. Die im Abschnitt 1.4 angeführten allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen können für solche Anwendungsfälle sinngemäß herangezogen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Notwendigkeit von Löschwasserrückhaltemaßnahmen sowie notwendige Maßnahmen betreffend entstehende Emissionen im Brandfall hinsichtlich Luft und Wasser nicht Gegenstand dieses Merkblattes sind. Explosionsschutzmaßnahmen werden ebenfalls nicht behandelt, sondern sind gesondert zu betrachten.

Es wird keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit und Eignung der Hinweise im Einzelfall übernommen. Gesetzliche Vorschriften und behördliche Auflagen - zum Beispiel von Baubehörden, Gewerbebehörden sowie einzelvertragliche Regelungen mit dem Versicherer - bleiben von diesem Merkblatt unberührt. Die Anwendung des Merkblattes entbindet nicht von der Beachtung der einschlägigen Normen und sonstiger technischer Regeln wie zum Beispiel elektrotechnische Regelwerke und Maßnahmen zum Explosionsschutz.

1.1 Begriffsbestimmungen

Batterie-Management-System (BMS): Hat die Aufgabe das Laden und Entladen von Akkumulatoren zu überwachen und zu regeln. Zu den zu überwachenden Batteriekennwerten gehören u. a. die Zellspannung, die Temperatur sowie der Lade- und Entladestrom. Hinzu kommen Funktionen zur Ermittlung der Batteriekapazität, des Ladezustandes, der Restbetriebszeit und des Lebenszyklus.

Batterieraum: Raum mit erhöhter Brandgefährdung gemäß OIB-Richtlinie 2: 2019, dessen Wände und Decken in der Klassifikation (R)EI90 hergestellt und raumseitig in A2 bekleidet sind und dessen Türen, Tore und sonstigen Verschlüsse in EI₂ 30-C ausgeführt sein müssen. Bei Außenbauteilen gelten diese Anforderungen nur, wenn die Gefahr einer Brandübertragung auf andere Gebäudeteile besteht.

In Abhängigkeit der Leistung von den Akkus können zur Sicherstellung einer frühzeitigen Alarmierung der Einsatzkräfte sowie einer internen Alarmierung von Personen Maßnahmen zur Brandfrüherkennung erforderlich werden.

Batterieräume für stationäre Batterieanlagen müssen in Abhängigkeit der eingesetzten Batterie-Technologie eine wirksame Lüftung ins Freie aufweisen (eine Positionierung des Batterieraumes an einer Außenwand kann von Vorteil sein).

Brandfrüherkennung: Unter Brandfrüherkennung versteht man Einrichtungen, die dazu geeignet sind, Brände automatisch frühzeitig zu detektieren und zu melden, wie zum Beispiel Rauchwarnmelder, Gefahrenmeldeanlage oder Brandmeldeanlage.

Elektrolyt: Ionenleitende Flüssigkeit zwischen den Elektroden, welche als Vermittler der Vorgänge in der Zelle wirkt und in der ein dissoziiertes Lithium-Leitsalz enthalten ist.

Energieinhalt: In der Einheit Wattstunde [Wh] gemessene Energie eines Akkus. Wird errechnet aus Nennkapazität [Ah] mal Nennspannung [V].

Geräteakku: Umfasst alle Lithium-Ionen-Akkus, die in Geräten eingebaut sind, sowie stationäre Energiespeicher, allerdings nicht Antriebsbatterien von Kfz.

Havarieplatz: Definierter Abstellplatz für E-Kfz mit kritischen Lithium-Ionen-Akkus, an dem diese sicher gelagert und gegebenenfalls ausbrennen bzw. gelöscht werden können.

Kritischer Akku: Lithium-Ionen-Akku, der mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt: Aufblähen der Außenhülle, Anzeichen eines Elektrolytaustritts, Anzeichen einer Entgasung, mechanische Beschädigung oder abnormale Gehäusetemperatur.

Mittel der Ersten Löschhilfe: Tragbarer Feuerlöscher, wobei die Bemessung entsprechend der TRVB 124 F zu erfolgen hat.

Intakter Akku: Ein intakter Akku ist beispielsweise ein Lithium-Ionen-Akku, der konform mit dem getesteten Typ nach den geltenden Normen ist. Auch ein **defekter** Lithium-Ionen-Akku, der nicht mehr alle Funktionen hinsichtlich Kapazität und Ladeverhalten erfüllt und

entweder einer Reparatur bedarf oder entsorgt werden soll, wird in diesem Merkblatt als intakt definiert, solange keine Kriterien eines kritischen Akkus zutreffen.

Stationäre Energiespeicher: Als stationäre Energiespeicher gelten feststehende Lithium-Ionen-Akku-Speicher, die nicht dazu bestimmt sind von Ort zu Ort bewegt zu werden. Sie sind dauerhaft sowohl mit dem Verbraucher als auch mit der Gleichstrom-versorgungsanlage verbunden und in stationäre Geräte eingebaut oder in Batterieräumen untergebracht, z.B. zur Versorgung von Telekom-Anlagen, unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen (USV), Schaltanlagen, Sicherheitsstromversorgungen oder ähnlichen Anwendungen.

Thermisches Durchgehen: Exotherme Reaktion in einer Lithium-Ionen-Zelle, welche durch einen Temperaturanstieg von zumindest 10 °C/min definiert ist.

Zelle: Eine Zelle besteht aus zwei unterschiedlichen Elektroden, einer negativen Elektrode (Anode) und einer positiven Elektrode (Kathode), dem Separator und einem Elektrolyten und ist die kleinste Einheit des Energiespeichers.

1.2 Problemstellung

Bei Lithium-Ionen-Akkus handelt es sich um chemische Energiespeicher, welche meist über brennbare Elektrolyte verfügen. Die Erfahrung zeigt, dass es zu Brandereignissen kommen kann. Die Ursachen von Lithium-Ionen-Akkubränden können - so wie ihr Einsatzbereich - vielseitig sein. Je nach Anwendungsbereich von Lithium-Ionen-Akkus müssen spezifische Anforderungen betreffend erforderlicher Brandschutzmaßnahmen erfüllt werden. Dies gilt insbesondere bei Arbeiten an defekten Lithium-Ionen-Zellen. Aber auch bei der Lagerung und beim Aufladen funktionstüchtiger Lithium-Ionen-Akkus sowie beim Transport und der Entsorgung bestehen besondere Schutzanforderungen.

Aus der Erfahrung der Brand- und Explosionsursachenermittlung lassen sich Brände im Zusammenhang mit Lithium-Ionen-Akkus in aller Regel mit einer oder mehreren der folgenden Ausgangssituationen abbilden:

- Mechanische Beschädigung des Lithium-Ionen-Akkus zum Beispiel durch Aufprall auf hartem Untergrund oder Quetschbeanspruchung;
- Tiefentladung: Es können einzelne oder mehrere Zellen eines Akkupacks instabil werden, wenn diese zu lange bei kalter Witterung gelagert werden. Beim nächsten Ladevorgang kann es zu internen Kurzschlüssen und zu starkem Temperaturanstieg innerhalb einer oder mehrerer Lithium-Ionen-Zellen kommen.
- Thermische Beanspruchung: Durch eine externe Wärmequelle - zum Beispiel Sonneneinstrahlung oder in der Nähe einer Feuerstätte - können einzelne oder mehrere Zellen eines Akkupacks instabil werden.
- Elektrische Überlastung beim Laden und Entladen; insbesondere durch ein ungeeignetes Ladegerät;
- Produktionsbedingter Fertigungsfehler: Zellen sind fehlerhaft aufgrund von Verunreinigungen während der Produktion.

Die Zellen antworten auf Einwirkungen wie Kurzschluss, Überladung, Tiefentladung und Erwärmung mit einer exothermen Reaktion. Bei Zelltemperaturen zwischen 80 °C und 150 °C kann sich die exotherme Reaktion in der Zelle verstärken. Ab einer Erwärmungsrate von > 10 °C/min spricht man vom thermischen Durchgehen einer Zelle. Dabei schmilzt der Kunststoffisolator zwischen Anode und Kathode und es kommt zu einem internen Kurzschluss, der in vielen Fällen von Entgasungen, Rauchentwicklung, Elektrolytaustritt, Bersten der Zelle und Feuer begleitet wird. Dadurch können auch benachbarte Zellen des Akkus beschädigt werden und eine Kettenreaktion auslösen.

Lithium-Ionen-Akkus können im Brandfall für den Menschen aufgrund von herumfliegenden Teilen, Stichflammen, toxischer Gase und teilweise hoher elektrischer Spannung ein Gefährdungspotential aufweisen.

Der weitere Verlauf des Brandes hängt im Wesentlichen von den weiteren Umgebungsbedingungen ab, wie zum Beispiel

- Lagerort und Lagerumgebung; befinden sich leicht entzündliche Materialien um den brennenden Akku?
- Branderkennung; wie schnell wird der Akkubrand von Personen oder technischen Brandmeldeeinrichtungen erkannt?
- Brandbekämpfung; stehen geeignete Mittel der Ersten Löschhilfe bereit, sind Personen in der Lage einen Entstehungsbrand zu bekämpfen, ist eine Löschanlage vorhanden?

1.3 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

Gemäß den spezifischen landesgesetzlichen Bestimmungen ist jedermann verpflichtet, alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen zur Verhinderung des Entstehens oder Weitergreifens von Bränden zu treffen. Jede Person, die an Lithium-Ionen-Akkus hantiert oder Elektrogeräte mit Lithium-Ionen-Akkus verwendet, sollte die folgenden allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen kennen und umsetzen:

Handhabung

- Bei der Verwendung von Elektrogeräten mit Lithium-Ionen-Akkus sowie bei Ladestationen sind die jeweiligen Herstellerangaben in der Betriebsanleitung zu beachten.
- Lithium-Ionen-Akkus sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen.
- Lithium-Ionen-Akkus mit augenscheinlichen Schäden (zum Beispiel Verformung, Aufblähung, Defekt, heißer Oberflächentemperatur, Korrosion) dürfen nicht mehr verwendet werden. Diese sind umgehend abzusondern und bis zur Entsorgung (z.B. kontrollierte Abgabe in einem Alt-/Wertstoffsammelzentrum) entweder in einem Abstand von mindestens 4 m zu Gebäuden und brennbaren Materialien zwischenzulagern. Alternativ können solche Akkus auch in geeigneten metallischen Behältern (z.B. Metallfass oder Stahlbehälter mit geeigneter Druckentlastung) unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von mindestens 2 m zu brennbaren Materialien zwischengelagert werden.

- Ohne fachliche Qualifikation ist das Tauschen von Komponenten eines Lithium-Ionen-Akkupacks zu unterlassen.
- Die Pole von Lithium-Ionen-Akkus dürfen niemals kurzgeschlossen werden.
- Für ein gefahrloses Ausschleusen von Lithium-Ionen-Akkus aus einem Arbeitsprozess bzw. einem Arbeitsbereich ins Freie ist ein passendes Metallfass oder ein Stahlbehälter mit geeigneter Druckentlastung oder ein ausreichend großer mit Wasser gefüllter Behälter bereit zu halten.
- Bei Arbeiten an Lithium-Ionen-Akkus ist geeignete persönliche Schutzausrüstung, wie z.B. Schutzhandschuhe und Gesichtsschutz zu verwenden.

Laden

Zum Laden eines Lithium-Ionen-Akkus sind nur die vom Hersteller freigegebenen Ladegeräte zu verwenden. Die Herstellerangaben der Betriebsanleitung sind dabei zu beachten.

- Die Lithium-Ionen-Akkus sind auf nicht brennbaren Unterlagen zu laden.
- Die Lithium-Ionen-Akkus dürfen während des Ladevorgangs nicht abgedeckt werden. Eine Luftzirkulation muss ermöglicht werden, um einen Wärmestau zu verhindern.
- Nach Möglichkeit sind Lithium-Ionen-Akkus unter Aufsicht zu laden. Um frühzeitig auf ein eventuelles Schadensereignis aufmerksam gemacht zu werden, empfiehlt es sich oberhalb des Ladebereichs einen Rauchwarnmelder zu montieren.
- Lithium-Ionen-Akkus sollten nach Möglichkeit in regelmäßigen Abständen auf mechanische Beschädigungen, wie etwa Gehäusebeschädigungen (zum Beispiel Risse, Dellen, Sengspuren) oder abnormale Oberflächentemperatur überprüft werden.
- Ein Tiefentladen sowie ein Laden im kalten Zustand (unter 0°C) von Lithium-Ionen-Akkus muss vermieden werden.

Lagerung

- Lithium-Ionen-Akkus sollten am besten bei Raumtemperatur gelagert und vor ungünstigen Temperatureinwirkungen (zum Beispiel Wärmequellen, offene Flammen bei Heißenarbeiten, Sonneneinstrahlung, Frost) geschützt werden.
- Besteht bei der Lagerung von Lithium-Ionen-Akkus die Gefahr von Kurzschlüssen, müssen offene Pole mit geeigneten Mitteln gegen Kurzschlüsse geschützt werden.
- Lithium-Ionen-Akkus sind in nichtbrennbaren Regalen oder in Metallboxen zu lagern.
- Lithium-Ionen-Akkus dürfen nicht in Bereichen gelagert werden, in welchen explosionsfähige Atmosphären auftreten können oder brennbare Flüssigkeiten vorrätig sind.
- Es wird empfohlen, oberhalb der Lagerungen Rauchwarnmeldern zu montieren und eine Möglichkeit zur Druckentlastung (z.B. Fenster ins Freie, Überdruckklappe etc.) zu schaffen.

Kennzeichnung

- Batterieräume sowie stationäre Speicheranlagen sind vor Ort und bei Vorhandensein eines Brandschutzplans mit dem Warnhinweis „Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung“ in Kombination mit dem Vermerk „Lithium-Ionen-Akkus“ zu kennzeichnen. Weiters muss bei stationären Energiespeichern und bei E-Kfz mit Vehicle to Grid (V2G) Funktion ein Warnhinweis im E-Hauptverteiler gemäß ÖVE E 8101 montiert werden, der deutlich auf das Vorhandensein eines Energiespeichers im Gebäude hinweist.
- Lagerungen von Lithium-Ionen-Akkus mit einem gesamten Energieinhalt von mehr als 3 m³ Verpackungsvolumen und Lagerungen von kritischen Lithium-Ionen-Akkus in Sicherheitsbehältern/-schränken sind vor Ort und bei Vorhandensein eines Brandschutzplans mit dem Warnhinweis „Warnung vor Gefahren durch Batterien“ in Kombination mit dem Vermerk „Lithium-Ionen-Akkus“ zu kennzeichnen.
- Verpackungen von Lithium-Ionen-Akkus sind gemäß ADR Transportvorschriften mit der Verpackungskennzeichnung für Lithium-Batterien zu kennzeichnen.



2 Verkauf

In diesem Kapitel werden Bereiche, in denen akkubetriebene Elektrogeräte bzw. einzelne Zellen oder Module zum Verkauf angeboten werden als auch zur Ansicht ausgestellt sind, behandelt.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass in Verkaufsstätten in der Regel neue bzw. neuwertige akkubetriebene Geräte bzw. Zellen verkauft werden. Folglich besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit eines potenziellen Schadenereignisses, sofern die Handhabung der jeweiligen Verkaufsware (Geräte, Komponenten) sorgsam und entsprechend den Herstellerangaben erfolgt.

Gebraucht- und Retourwaren sowie Secondhand-Waren sind bei der Entgegennahme bzw. beim Ankauf einer augenscheinlichen Kontrolle zu unterziehen.

Maßnahmen

Im Verkaufsbereich sind die Produkte, welche für den Verkauf bestimmt sind, in ihrer Anzahl unter Berücksichtigung der Größe der Verkaufsfläche und der Fluchtmöglichkeiten zu begrenzen und örtlich zu definieren.

Hinsichtlich möglicher Gefahren und empfohlener Maßnahmen sind die im Kapitel „Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen“ genannten Empfehlungen und Hinweise zu berücksichtigen bzw. anzuwenden.

Befinden sich in der Verkaufsstätte stationäre Energiespeicher, Ladestationen, Lager oder Reparaturshops, so sind zusätzlich die im Merkblatt dargestellten Brandschutzmaßnahmen der weiterführenden Kapitel anzuwenden. Grundsätzlich sollen stationäre Energiespeicher, Ladestationen oder Reparaturbereiche nicht innerhalb von Verkaufsf lächen (Kundenbereichen) situiert werden.

3 Stationäre Energiespeicher

Werden stationäre Energiespeicher im Gebäude aufgestellt, so gelten die Anforderungen der OIB-Richtlinie 2: 2019 an Batterieräume. Außerdem wird empfohlen den Batterieraum an einer Außenwand zu situieren und eine Lüftungsmöglichkeit vorzusehen, welche bei Ausgasung der Akkus gleichzeitig die Aufgabe einer Druckentlastungsöffnung ausüben kann.

Stationäre Speicheranlagen, die in Containern im Freien angeordnet sind, sind als Räume mit erhöhter Brandgefahr gemäß OIB-Richtlinie 2: 2019 zu behandeln.

Für stationäre Speicheranlagen mit einer Speicherkapazität von mehr als 1 MWh sind zusätzliche Brandschutzmaßnahmen erforderlich. Insbesondere sind dabei vorkehrende Maßnahmen für einen Feuerwehreinsatz, wie z.B. Einbringöffnungen für Löschwasser, Ableitöffnungen für Rauch, Notfallplan für das Öffnen und Betreten havariierter Anlagen, zu beachten. Dahingehend wird auf die Empfehlungen des AGBF bund und DFV im Dokument „Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen“ verwiesen.

Bei Insellösungen - zum Beispiel in Schutzhütten - wird die jährliche Wartung des Batterie-Management-Systems empfohlen.

4 Laden

4.1 Laden von mobilen Lithium-Ionen-Akkus

Generell sind die „Allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen“ einzuhalten. Im Gegensatz zu stationären Speichern wirken auf mobile Lithium-Ionen-Akkus andere Umwelteinflüsse, wie zum Beispiel Vibration, Feuchtigkeit oder Temperaturschwankung, ein. Daher ist bei gleichzeitigem Laden von mehreren Akkus bzw. akkubetriebenen Geräten, wie zum Beispiel E-Scooter, E-Bikes, E-Rollstuhl etc., mit einem Gesamtenergieinhalt **> 5 kWh** je Raum der Ladevorgang in einem Batterieraum (gemäß Begriffsbestimmungen) durchzuführen. Es wird darauf hingewiesen, dass an Stelle eines Batterieraums auch geprüfte, für das Laden geeignete, EI90 klassifizierte Sicherheitsschränke zum Einsatz kommen können.

Fahrradabstellräume in Mehrparteienwohnhäusern, in denen Ladestationen in Verwendung sind, sind gegenüber Treppenhäusern auch im Bestand brandbeständig abzutrennen.

Für mit Lithium-Ionen-Akku betriebene Flurförderzeuge gelten weiterhin die Anforderungen des MVB-008-2018-02 „Brandschutz bei Batterieladeanlagen für Flurförderzeuge“ ausgenommen die Explosionsschutzmaßnahmen.

Die Erste Löschhilfe ist entsprechend der TRVB 124 F zumindest für die mittlere Brandgefährdungskategorie bereit zu stellen.

4.2 Laden von E-Kfz

Bei Ladestationen ohne integriertem Batteriespeicher in der Ladestation sind keine spezifischen, außer den vom Hersteller angegebenen Maßnahmen, erforderlich.

Es wird jedoch empfohlen, die Batteriespeicher von Ladestationen vor dem Anfahren durch Pkw zu schützen. Aus feuerwehrtaktischen Gründen wird empfohlen die Ladeplätze im Ein- bzw. Ausfahrtsgeschoß der Garage oder des Parkdecks anzuordnen.

Für die maximal zulässige Ladeleistung von Ladestationen und für die Installation von Notabschaltvorrichtungen werden neue Regelungen in der nächsten Version der OIB-Richtlinie 2.2. diskutiert. Ab Veröffentlichung der neuen OIB-Richtlinien 2023 sind diese anzuwenden.

Grundsätzlich ist in den Herstellerangaben von Ladestationen mit integriertem Batteriespeicher vorgegeben, ob die Aufstellung im Freien oder innerhalb eines Gebäudes zulässig ist. Wenn das Aufstellen in Gebäuden zulässig ist, gelten die Anforderungen an stationäre Batterieanlagen.

Bei Ladestationen mit Batteriespeichern, deren Energieinhalt in Summe 20 kWh je Brandabschnitt nicht überschreitet, sind gemäß OIB-Richtlinie 2: 2019 in Garagen oder bei überdachten Stellplätzen $\leq 50 \text{ m}^2$ keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich.

Für Ladestationen mit Batteriespeichern in Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks > 50 m² oder einem gesamten Energieinhalt > 20 kWh je Brandabschnitt gelten analog zur OIB-Richtlinie 2: 2019 die Anforderung der Aufstellung der Speicher in einem Batterieraum.

Bei Ladestationen im Freien ohne stationären Batteriespeichern sind keine zusätzlichen Anforderungen erforderlich. Für Ladestationen mit stationären Batteriespeichern im Freien werden die Maßnahmen gemäß der nachfolgenden Tabelle A empfohlen:

Tabelle A: Ladestationen mit stationären Batteriespeichern im Freien

Maßnahme	Ladestationen/Schnellladestationen mit stationären Batteriespeichern im Freien
baulich	<ul style="list-style-type: none"> • Es wird empfohlen, einen Sicherheitsabstand von 2,5 m zu brennbaren Fassaden(teilen), Gebäudeöffnungen und brennbaren Schutzdächern einzuhalten oder einen Sicherheitsabstand von 1 m in Kombination mit abschirmenden Bauteilen in EI30 und A2 sicherzustellen • Es wird empfohlen, den Energiespeicher der Ladestation mit einem Anfahrerschutz zu versehen.

5 Lagern

In diesem Kapitel werden Brandschutzmaßnahmen bei der Lagerung von Lithium-Ionen-Akkus thematisiert. Es erfolgt eine Einteilung in *intakte* und *kritische* Akkus sowie weitere Unterteilungen nach dem Volumen der Lagerung sowie nach der Brandabschnittsgröße.

Es wird nicht unterschieden, ob ausschließlich Lithium-Ionen-Akkus gelagert werden oder ob die Akkus bereits in Geräte eingebaut sind und ob die Akkus verpackt oder unverpackt gelagert werden, da derzeit keine Erkenntnisse oder Erfahrungswerte vorliegen, wie dadurch das Brandrisiko beeinflusst wird.

Bei sperrigen Geräten mit eingebauten Lithium-Ionen-Akkus, wie zum Beispiel E-Bikes, kann in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde von den nachfolgend genannten Volumenvorgaben abgewichen werden.

Eine etwaige Löschanlage muss speziell auf die Lagerungen von Lithium-Ionen-Akkus unter Berücksichtigung der jeweiligen Verpackung ausgelegt sein (z.B. Dimensionierung gemäß VdS 3856 (2019)). Es ist ratsam, Versicherer, Brandschutzkonzeptersteller, Löschanlagenexperten und die Sachverständigen der zuständigen Behörde bei der Projektierung der Sprinkleranlage frühzeitig miteinzubeziehen.

Brandabschnitte müssen mit mindestens einer Wandseite an einer Außenwand liegen und von dort für die Feuerwehr mit Einsatzfahrzeugen über ein Tor zugänglich sein. Wenn sich Lagerhallen im dicht verbauten Gebiet befinden oder für einen Löscheinsatz schwer zugänglich sind, so ist mit der örtlichen Feuerwehr das Einvernehmen über zusätzliche Maßnahmen für den Löscheinsatz herzustellen. Dies können z.B. eine die Brandbekämpfung ermöglichende Einrichtung, ein Erhöhen der Brandwiderstandsdauern der

brandabschnittsbildenden Bauteile oder das Schaffen zusätzlicher Angriffswege an mehreren Seiten der Lagerhalle sein.

Türen und Tore in brandabschnittsbildenden Bauteilen von Lithium-Ionen-Akku Lagern müssen die Klassifikation EI290-C aufweisen. Diese Anforderungen gelten nicht für Lithium-Ionen-Akku Lager, die durch eine Löschanlage gemäß VdS 3856: 2019-06 (01) geschützt sind.

Die nachfolgend dargestellten Brandschutzmaßnahmen gehen von einem Ladestatus der gelagerten Batterien von zirka 50 % aus. Bei höheren Ladezuständen können gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden.

Generell sind Lagerungen von (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus vor mechanischen Einwirkungen, zum Beispiel durch Staplerverkehr zu schützen und es gelten die „Allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen“ und die Anforderungen gemäß Tabelle B.

Weitere Anforderungen an die Lagerung von Geräteakkus (inklusive stationären Speichern) werden in den Kapiteln 5.1 und 5.2 definiert. Die Anforderungen für die Lagerung von Antriebsbatterien für Kfz werden in den Kapiteln 5.3 und 5.4 beschrieben.

5.1 Lagern von intakten Lithium-Ionen-Geräteakkus oder Geräten mit eingebauten Lithium-Ionen-Akkus

Lagern in Brandabschnitten bis zu 600 m²

Für die Lagerungen von (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus in Räumen mit einer maximalen Brandabschnittsfläche von $\leq 600 \text{ m}^2$ und einer Lagerguthöhe von maximal 9 m müssen außer den „Allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen“ keine besonderen Brandschutzmaßnahmen getroffen werden.

Lagern in Brandabschnitten von mehr als 600 m²

- Es gelten die Anforderungen gemäß Tabelle B.
- Lagerungen von (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus mit einem gesamten Verpackungsvolumen von $\leq 3 \text{ m}^3$ je Brandabschnitt, die $\leq 3 \text{ m}$ hoch gelagert werden, sind ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen zulässig.
- Für die Lagerung von (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus mit einem Verpackungsvolumen zwischen $> 3 \text{ m}^3$ und 7 m^3 und einer Lagerguthöhe $\leq 3 \text{ m}$ muss ein Sicherheitsabstand von 4 m in alle Raumrichtungen zu anderen brennbaren Lagergütern eingehalten werden. Alternativ kann der Sicherheitsabstand auf 1 m verringert werden, wenn abschirmende Schutzwände bzw. -decken in der Klassifikation EI30 und A2 errichtet werden, die die Lagerung allseitig 1 m überragen.
- Ab einem gesamten Volumen von $> 7 \text{ m}^3$ (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus je Brandabschnitt sind in Abhängigkeit der Lagerguthöhe und der Brandabschnittsfläche technische Brandschutzmaßnahmen gemäß Tabelle B erforderlich.

Tabelle B: Lagerung von intakten (Geräten mit eingebauten) Lithium-Ionen-Akkus

Brandabschnittsfläche	Lagerguthöhe	Lagervolumen (Geräte mit eingebauten) Akkus	Brandschutzmaßnahmen
≤ 600 m ²	max. 9 m	unbegrenzt	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen
> 600 m ² und ≤ 1.200 m ²	max. 3 m	≤ 3 m ³	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen
	max. 3 m	> 3 bis 7 m ³	Sicherheitsabstand 4 m in alle Raumrichtungen bzw. abschirmende Maßnahmen
	0 – 7,5 m	> 7 m ³	Rauchableitungsanlage gem. Anhang 7 der TRVB 125 S mit 2 % der Grundfläche des Raumes als geometrisch freie Abzugsfläche
	7,5 – 9 m		Rauchableitungsanlage gem. Anhang 7 der TRVB 125 S mit 2 % der Grundfläche des Raumes als geometrisch freie Abzugsfläche Automatische Brandmeldeanlage gem. TRVB 123 S mit Alarmweiterleitung
> 1.200 m ² und ≤ 6.000 m ²	0 – 9 m	> 7 m ³	Rauchableitungsanlage gem. Anhang 7 der TRVB 125 S mit 2 % der Grundfläche des Raumes als geometrisch freie Abzugsfläche Automatische Sprinkleranlage ausgelegt für die Lagerung von Lithium-Ionen Akkus (z.B. gem. VdS 3856: 2019-06 (01)*) mit Alarmweiterleitung

* Gemäß VdS 3856: 2019-06 (01) ist die Lagerung von Akkus auf 50 kWh pro Palette beschränkt.

5.2 Lagern von kritischen Lithium-Ionen-Geräteakkus

Wird ein Lithium-Ionen-Akku gemäß den Begriffsbestimmungen als *kritisch* eingestuft, so werden die Brandschutzmaßnahmen gemäß Tabelle C empfohlen:

Werden größere Mengen kritischer Lithium-Ionen-Akkus gelagert, welche ein gesamtes Volumen von mehr als 1 m³ einnehmen, so sind diese wie in Kapitel 5.4 beschrieben zu lagern.

Tabelle C: Lagerung kritischer Lithium-Ionen-Akkus

Maßnahme	Lagerung kritischer Lithium-Ionen-Akkus
baulich	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerung in einer nicht brennbaren, mit Vermiculit gefüllten Sicherheitstonne bzw. in einem vergleichbaren Sicherheitsbehältnis mit verschließbarem Deckel und Druckentlastungsöffnung, geschützt vor Umwelteinflüssen, mit 0,5 m Abstand zu brennbaren Gegenständen, frei von Zündquellen im Umkreis von 1 m um den Aufstellort <ul style="list-style-type: none"> ○ im Freien ○ in einem eigenen Brandabschnitt mit 0,5 m² Entlüftung ins Freie • oder Lagerung in einem Sicherheitsschrank (EI90) mit Be- und Entlüftungsöffnung direkt ins Freie oder Lagerung in einem ausschließlich für kritische Akkus vorgesehenem Batterieraum mit Be- und Entlüftung direkt ins Freie • Bei ungeschützter Lagerung im Freien: 4 m Abstand zur Grundgrenze, zu brennbaren Lagerungen und zu Gebäuden auf demselben Grundstück oder brandabschnittsbildende Wand in (R)EI90 und A2 an der Grundgrenze
organisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung des Behälters mit dem Akku-Piktogramm • Fachgerechte Entsorgung (bei größeren Mengen vorherige Anmeldung im örtlichen Altstoffsammelzentrum notwendig) • Bemessung der Mittel der Ersten Löschhilfe gem. TRVB 124 F Brandgefährdungskategorie „hoch“ (Wasser)

5.3 Lagern von intakten Kfz-Antriebsbatterien

Intakte Antriebsbatterien von Kfz dürfen bis zu einer Lagerguthöhe von maximal 4 m auf einer Brandabschnittsfläche $\leq 1.200 \text{ m}^2$ gelagert werden. Der Lagerraum ist mit einer Rauchableitungsanlage gem. Anhang 7 der TRVB 125 S mit 2 % der Grundfläche des Raumes als geometrisch freie Abzugsfläche auszustatten. Außerdem ist der Lagerraum mit einer automatischen Brandmeldeanlage gemäß TRVB 123 S mit Alarmweiterleitung auszustatten.

Zurzeit stehen noch keine Sprinkleranlagenkonzepte für die Sprinklerung von E-Kfz Batterien mit Energieinhalten $> 50 \text{ kWh}$ zur Verfügung. Sobald nachgewiesen wurde, dass Sprinkleranlagen Brände von Kfz Batterielagern wirksam beherrschen können, sind Brandabschnittsfläche gemäß Tabelle 1 bzw. Tabelle 3 (Lagerkategorie IV) der OIB-Richtlinie 2.1 zulässig. In allen Fällen sind Sprinkleranlagen mit Pumpenredundanzen gemäß den einschlägigen Richtlinien zu verwenden.

Bei größeren Brandabschnitten oder höheren Lagerguthöhen ist ein entsprechendes Brandschutzkonzept mit Schutzmaßnahmen (wie z.B. Betriebsfeuerwehr, Notfallplan, spezifische Verpackungen (z.B. Einzelkisten)...) vorzulegen.

5.4 Lagern von kritischen eingebauten und nicht eingebauten Kfz-Antriebsbatterien

E-Kfz und Hybridfahrzeuge mit kritischen Lithium-Ionen-Akkus oder aus dem Kfz ausgebaute, eventuell havarierte, kritische Lithium-Ionen-Akkus sowie verunfallte Kfz, die in einem unbekanntem Zustand sind, müssen grundsätzlich im Freien auf einem Lagerplatz für verunfallte Kraftfahrzeuge – Quarantäneplatz – abgestellt und bis zur Entsorgung zwischengelagert werden. Hierbei sind auch die Herstellerangaben zu berücksichtigen.

Auf einem Quarantäneplatz dürfen zusammenhängende Flächen bis zu maximal 100 m² mit kritischen Lithium-Ionen-Akkus bzw. verunfallten Kfz belagert werden. Bei Einhaltung eines Schutzstreifens von 4 m kann erneut eine Fläche von 100 m² belagert werden und so weiter.

Die Ausgestaltung des Quarantäneplatzes soll gemäß Tabelle D erfolgen:

Tabelle D: Quarantäneplatz für kritische E-Kfz Akkus oder kritische E-Kfz

Maßnahme	Quarantäneplatz für kritische E-Kfz-Akkus oder für E-Kfz mit kritischen Akkus
baulich	<p>Ausführung einer durchgängigen Beton- oder Asphaltfläche, bevorzugt mit Vertiefung für eine wassersparende Flutung des Akkus bzw. Kfz durch die Feuerwehr oder Bereitstellung eines flüssigkeitsdichten nicht brennbaren Behälters</p> <p>Ausführungsvarianten des Quarantäneplatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variante 1: 6 m Abstand zur Grundgrenze (ausgenommen von einer Bebauung ausgeschlossene Nachbargrundstücke), 6 m Abstand zu anderen Gebäuden und brennbaren Lagerungen am selben Grundstück. Es sind auch überdachte, freistehende Gebäude/Stellplätze zulässig, die nicht brennbar in A2 ausgeführt sind und ausschließlich als Quarantäneplatz dienen • Variante 2: 2 m Abstand zur Grundgrenze, 4 m Abstand zu anderen Gebäuden und brennbaren Lagerungen am selben Grundstück, wenn das Kfz von einer Trennwand in A2, mindestens 1 m überragt wird (z.B. Stahlcontainer). Mögliche Brandüberschläge sind zu berücksichtigen. • Variante 3: Brandabschnittsbildende Wände in der Klassifikation (R)EI90 und A2, welche 15 cm über das angrenzende Gebäude bzw. angrenzende brennbare Lagerungen hochgezogen werden. Dies gilt ebenso an der Grundgrenze. • Variante 4: Brandabschnitt, in der Größenordnung zum Abstellen von maximal 1 kritischen E-Kfz, an einer Außenwand liegend und über diese zugänglich, in der Klassifikation (R)EI90 und A2 gemäß OIB-RL 2 unter Berücksichtigung von Be- und Entlüftung gemäß Vorgaben der VEXAT
organisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgerechte Entsorgung (Rücknahme durch den Hersteller) • Bemessung der Mittel der Ersten Löschhilfe gem. TRVB 124 F Brandgefährdungskategorie „hoch“ (Wasser) • Bezüglich der Zutrittsmöglichkeit zum Quarantäneplatz sowie der Bereitstellung von Löschwasser ist das Einvernehmen mit den örtlichen Einsatzkräften der Feuerwehr herzustellen • Maßnahmen für eine Löschwasserrückhaltung

6 Produktion

Für Unternehmen, die Batterien aus Einzelzellen zusammenbauen oder Unternehmen, die Lithium-Ionen-Akkus in ihre Geräte einbauen, ist es sinnvoll, einen Notfallprozess im Rahmen eines Qualitäts- oder Sicherheitsmanagements zu entwickeln. Dieser Notfallprozess sollte zumindest die folgenden Punkte enthalten:

- Begrenzung der Anzahl der Lithium-Ionen Akkus im Gebäude auf das notwendige Minimum – Tagesbedarf.
- Risikoeinstufung der im Betrieb verwendeten Akkus, zum Beispiel in „intakt“ und „kritisch“ entsprechend den für den Betrieb individuell definierten Kriterien. Dies könnte zum Beispiel bereits bei der Wareneingangskontrolle mittels Checkliste erfolgen.
- Definition von Sicherheitsmaßnahmen betreffend den Umgang mit den definierten Risikogruppen, zum Beispiel Vorgaben zum betriebsinternen Transport von „intakten/kritischen“ Akkus, Definition eines Havarieplatzes bzw. von Sicherheitsbehältern zur Aufbewahrung „kritischer“ Akkus.
- Unterweisung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zu den Gefährdungen durch Lithium-Ionen-Akkus und zu den definierten Maßnahmen durch den Brandschutzbeauftragten.
- Dokumentation und Aufnahme der Sicherheitsmaßnahmen in die Brandschutzordnung.
- Geeignete Feuerlöscheinrichtungen (tragbare Feuerlöscher gemäß TRVB 124 F – hohe Brandgefährdungskategorie oder Wandhydranten gemäß TRVB 128 S Ausführung 2b ab 600 m² Brandabschnittsfläche) sind zu berücksichtigen.

7 Wartung und Reparatur von Lithium-Ionen-Akkus

Die nachfolgenden Vorgaben sind für Fachbetriebe (Elektrofachhandel, E-Bike-Shops, Handywerkstätten und dgl.) gedacht, welche Lithium-Ionen-Akkus oder Geräte mit eingebauten Lithium-Ionen-Akkus für Reparaturen entgegennehmen oder selbst reparieren.

Es gelten grundsätzlich die „Allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen“, wie in der Einleitung beschrieben.

Bei der Entgegennahme von gebrauchten Elektrogeräten mit Lithium-Ionen-Akkus (zum Beispiel E-Bike Akku, Unterhaltungselektronik, Powertools, Gartengeräte,...) bzw. bei Retourwaren sollte das Elektrogerät einer augenscheinlichen Kontrolle auf den allgemeinen Zustand (mechanische Beschädigungen am Gehäuse, Verformungen, erhöhte Oberflächentemperatur des Akkus, Fehlerart des Elektrogerätes / des Lithium-Ionen-Akkus) unterzogen werden bzw. eine Risikoabschätzung bzgl. möglicher Brandgefahren erfolgen. Je nach Risikoeinschätzung wird der Lithium-Ionen-Akku in drei Kategorien (intakt, defekt oder kritisch) eingeteilt.

Beschäftigte, die regelmäßig mit Lithium-Ionen-Akkus umgehen, müssen zu den möglichen Brandgefährdungen und den „Allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen“ nachweislich unterwiesen sein.

7.1 Arbeiten an gebrauchten Elektrogeräten mit intakten Lithium-Ionen-Akkus

Sofern es möglich ist, sollte bei dem Elektrogerät der Lithium-Ionen-Akku entnommen und darauf geachtet werden, dass es zu keinem Kurzschluss an den Polen kommen kann. Offene Pole sind mit geeigneten Mitteln gegen Kurzschlüsse zu schützen und der Lithium-Ionen-Akku sollte in einem trockenen Raum bei Raumtemperatur, aber nicht in der Nähe von Wärmequellen oder leicht brennbaren Materialien gelagert werden.

Sind Arbeiten an einzelnen Elektrogeräten mit fix eingebauten Lithium-Ionen-Akkus notwendig bzw. an Lithium-Ionen-Akkus selbst (Austausch des gesamten Lithium-Ionen-Akkus), werden neben den Herstellerangaben die Maßnahmen der Tabelle E empfohlen:

Tabelle E: Arbeiten an intakten Lithium-Ionen-Akkus.

Maßnahme	Arbeiten an intakten Lithium-Ionen-Akkus
baulich	<ul style="list-style-type: none"> Auf nicht brennbarer Unterlage arbeiten bzw. laden Im Abstand von 2,5 m in alle Raumrichtungen um den Arbeitsplatz keine brennbaren Lagerungen oder alternativ 1 m Abstand in Kombination mit abschirmender baulicher Konstruktion in EI30 und A2
anlagentechnisch	<ul style="list-style-type: none"> Es wird empfohlen, zumindest einen Rauchwarnmelder über dem Arbeitsplatz zu montieren.
organisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> Mitarbeiterschulung in der Ersten Löschhilfe

7.2 Arbeiten an gebrauchten Elektrogeräten mit kritischen Lithium-Ionen-Akkus

Erfüllt der gebrauchte Lithium-Ionen-Akku mindestens eines der folgenden Kriterien, ist der Akku als **kritisch** einzustufen:

- Verformungen oder Aufblähung der Akku-Außenhülle,
- augenscheinliche Beschädigungen einzelner oder mehrerer Zellen,
- (abnormal) erhöhte Oberflächentemperatur am Akku/Außenhülle,
- Anzeichen eines Elektrolytaustritts,
- Anzeichen einer Entgasung.

Erhöhte Gehäusetemperaturen können zum Beispiel mittels Wärmestreifen (verfärbt sich entsprechend dem Temperaturanstieg an der Oberfläche des Akkus), Wärmebildkamera oder Infrarotthermometer¹ gemessen werden. Überschreitet die Oberflächentemperatur des Lithium-Ionen-Akkus die in der Betriebsanleitung genannte Temperatur (ca. 60 °C), ist der Lithium-Ionen-Akku unverzüglich an einem geeigneten Lagerort zu verbringen,

¹ Geeignet für einen Temperaturbereich zumindest zwischen 0 °C und 200 °C.

sofern dies gefahrlos möglich ist. Die Ausgestaltung dieses Lagerortes ist im Kapitel 5.2 beschrieben.

Das Ausschleusen von Lithium-Ionen-Akkus, die sich in einem kritischen Zustand befinden, aus dem Gebäude darf nur unter Berücksichtigung des erforderlichen Personenschutzes (PSA – Schutzbrille, chemikalienresistente Handschuhe ...) erfolgen. Personen, die mit kritischen Akkus in Kontakt kommen, müssen zu den Gefährdungen und dem korrekten Umgang nachweislich geschult werden.

8 Transport

Lithium-Ionen-Akkus sind im internationalen Transportrecht als Gefahrgut eingestuft und es sind daher Vorschriften zur Gefahrgut-Beförderung zu beachten. Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. hat das Merkblatt Nr. 36 „Versand von Lithium-Ionen-Batterien und Lithium-Ionen-Batterien in/mit Geräten: Umsetzung der Gefahrgut-Vorschriften“ zur Ermittlung der richtigen Verpackungsanweisung für den Transport von Lithium-Ionen-Akkus auf Straßen, Schienen, als Seefracht und im Luftverkehr erstellt, welches für eine Beurteilung herangezogen werden kann.

9 Entsorgung

Batterien stellen sicherheitstechnisch relevante Stoffe bzw. Bestandteile in der Anlieferung von Abfall dar. Durch die Zerkleinerung von Abfällen kann es dadurch zu Entstehungsbränden kommen, die in Verbindung mit brennbaren Abfällen zu einer raschen Brandausbreitung führen können.

In der Verordnung über Abfallbehandlungspflichten (AbfallBPV) von 2017 werden Anforderungen an die Sammlung, Lagerung und Behandlung von Batterien, darunter auch Lithium-Ionen-Akkus definiert. Für eine detaillierte Beschreibung der notwendigen Brandschutzmaßnahmen wird daher auf diese Verordnung verwiesen.

Lagergebinde sollen die spezifischen Anforderungen des ADR für den Transport defekter oder beschädigter Lithium-Batterien erfüllen.

Die „Leitlinie Brandschutz für Abfall- und Ressourcenwirtschaftsbetriebe“ des Verbands der Versicherungsunternehmen Österreichs und des Verbands Österreichischer Entsorgungsbetriebe definiert weiterführende Brandschutzmaßnahmen für die Lagerung von Altbatterien in Form einer Risikomatrix.

Antriebsbatterien von E-Kfz oder Hybridfahrzeugen sowie Akkus von typengenehmigten E-Rollern und E-Mopeds werden in den Altstoffsammelzentren nicht angenommen, sondern müssen vom Fahrzeughändler zurückgenommen werden.

10 Quellenverzeichnis

- Brandschutz bei Batterieladeanlagen für Flurförderfahrzeuge, MVB-008-2018-02, BVS - Brandverhütungsstelle für Oö. registrierte Genossenschaft m.b.H., Linz; 2018
- Erste und Erweiterte Löschhilfe, TRVB 124 F, Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband und die österreichischen Brandverhütungsstellen; 2017
- Leitlinie - Brandschutz für Abfall- und Ressourcenwirtschaftsbetriebe, Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe und Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs, Wien; 2019
- Maßnahmenmatrix - Brandschutz für Abfall- und Ressourcenwirtschaftsbetriebe, Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe und Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs, Wien; 2019
- OIB-Richtlinie 2, Brandschutz, Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien; 2019
- OVE E 8101: Elektrische Niederspannungsanlagen. Ausgabe 2019-01-01
- Risikoeinstufung von Abfällen - Brandschutz für Abfall- und Ressourcenwirtschaftsbetriebe, Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe und Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs, Wien; 2019
- TRVB 123 S, Brandmeldeanlagen, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband und die österreichischen Brandverhütungsstellen: 2019
- TRVB 125 S, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Rauchableitungsanlagen, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband und die österreichischen Brandverhütungsstellen: 2015
- TRVB 128 S, Ortsfeste Löschwasseranlagen nass und trocken, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband und die österreichischen Brandverhütungsstellen: 2012
- VdS 3856:2019-06 (01), Sprinklerschutz von Lithium-Batterien, VdS Schadenverhütung GmbH, Köln; 2019
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Abfallbehandlungspflichten (AbfallBPV) StF: BGBl. II Nr. 102/2017
- Versand von Lithium-Ionen-Batterien und Lithium-Ionen-Batterien in/mit Geräten: Umsetzung der Gefahrgut-Vorschriften. ZVEI Merkblatt Nr. 36, Ausgabe Dezember 2020, Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V., Fachverband Batterien
- Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen. Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes; 2021-02