



Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des établissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio

BRANDSCHUTZMERKBLATT

Lithium-Ionen-Batterien

© Copyright 2021 Berne by VKF / AEAI / AICAA

Hinweise:

Die aktuelle Ausgabe dieses Brandschutzmerkblattes finden Sie im Internet unter <https://www.bsvonline.ch/de/vorschriften/>

Zu beziehen bei:
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Bundesgasse 20
Postfach
CH - 3001 Bern
Tel 031 320 22 22
Fax 031 320 22 99
E-mail mail@vkg.ch
Internet www.vkf.ch

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Geltungsbereich | 4 |
| 1.1 | Ausgangslage | 4 |
| 1.2 | Anwendungsbereich | 4 |
| 1.3 | Abgrenzung | 4 |
| 1.4 | Ziel und Vorgehen | 4 |
| 2 | Begriffe und Abkürzungen | 5 |
| 2.1 | Batteriemanagementsystem | 5 |
| 2.2 | Energiedichte | 5 |
| 2.3 | Energieinhalt | 5 |
| 2.4 | Fachkundige Person | 5 |
| 2.5 | Flurförderzeuge | 5 |
| 2.6 | Hausspeicher | 5 |
| 2.7 | Hochregallager | 5 |
| 2.8 | Kapazität | 6 |
| 2.9 | Lithium-Batterien | 6 |
| 2.10 | Lithium-Ionen-Batterien | 6 |
| 2.11 | Netzpufferspeicher | 6 |
| 2.12 | Selbstentladung | 6 |
| 2.13 | Thermal Runaway / Thermisches Durchgehen | 6 |
| 2.14 | Versandpackung | 6 |
| 2.15 | Abkürzungen | 7 |
| 3 | Grundlagen | 7 |
| 3.1 | Gefahren | 7 |
| 3.2 | Einstufung der Risiken in Hazard Level | 8 |
| 4 | Massnahmen zur Schadenbegrenzung | 8 |
| 4.1 | Gewerbliche Lager und Logistikbetriebe (HL II, HL III) | 8 |
| 4.2 | Altbatterie-Sammelbehälter (HL I) | 10 |
| 4.3 | Entsorgungs-Sammelstellen für Elektrogeräte mit Lithium-Ionen-Batterien (HL I, HL II) | 10 |
| 4.4 | Kleine stationäre Speichersysteme (HL I) | 11 |
| 4.5 | Mittlere stationäre Speichersysteme (HL II) | 11 |
| 4.6 | Grosse stationäre Speichersysteme (HL III) | 12 |
| 4.7 | Gemeinschafts-Ladestationen in öffentlichen Gebäuden für Mobiltelefone, Laptops, Tablets (HL I) | 12 |
| 4.8 | Ladestationen für elektrobetriebene Kleinstfahrzeuge (HL I) | 13 |
| 4.9 | Gewerbliche Ladestationen (Mehrfachladestationen ab 10 Stück) (HL I, HL II) | 13 |
| 4.10 | Parkieren und Laden von Elektrofahrzeugen (HL II, HL III) | 14 |
| 4.11 | Ladestationen von Flurförderzeugen (HL I) | 14 |
| 4.12 | Abstellen von verunfallten Elektrofahrzeugen (HL II, HL III) | 15 |
| 5 | Gültigkeit | 15 |

1 Geltungsbereich

1.1 Ausgangslage

1 Lithium-Ionen-Batterien (LIB) kommen als elektrische Energielieferanten in zahlreichen Geräten und Fahrzeugen zur Anwendung. Verwendung und Verbreitung sind zurzeit stark zunehmend. Die Energieinhalte sind im Vergleich zu konventionellen Batterietechnologien um ein Vielfaches grösser, wodurch sich das Schadensausmass im Brandfall deutlich erhöhen kann.

2 Spezifische Gefahren in der LIB-Technologie sind etwa die Selbstentzündung und heftige Brandverläufe in Verbindung mit einer sehr schnellen Brandausbreitung. Die damit einhergehenden Risiken stellen besondere Anforderungen an den Brandschutz dar.

1.2 Anwendungsbereich

1 Das vorliegende Merkblatt beschränkt sich auf Lithium-Ionen-Batterien (inkl. Lithium-Polymer-Batterien), da diese bei den bekannten Brandversuchen verwendet wurden und derzeit am häufigsten Anwendung finden. Bei der Beurteilung weiterer Batterietypen (z.B. Lithium-Metall-Batterien) sind allenfalls andere Massnahmen erforderlich.

2 Folgende Bereiche werden im vorliegenden Merkblatt behandelt:

- a Gewerbliche Lager und Logistikbetriebe
- b Hochregallager
- c Stationäre Speichersysteme
- d Sammelstellen für Altbatterien
- e Zwischenlager von Elektrogeräten mit Lithium-Batterien in Recyclingbetrieben
- f Stationäre Ladestationen für mobile Geräte oder Fahrzeuge
- g Abstellen von verunfallten Elektrofahrzeugen

1.3 Abgrenzung

1 Folgende Bereiche werden im vorliegenden Merkblatt nicht behandelt:

- a Herstellungsprozess
- b Transport im öffentlichen Raum
- c Verkaufsgeschäfte mit Elektrogeräten
- d Lagerung in Kompaktlagern
- e Umgang mit mobilen Geräten (Mobiltelefonen)
- f Modellbau

Für die vorgenannten Anwendungsbereiche sind ggf. anderweitige Vorschriften und Empfehlungen zu beachten (z.B. ADR, BfB).

2 Lithium-Metall-Batterien und Batterien mit anderen elektrochemischen Wirkmechanismen (z.B. Nickelmetallhydrid, Nickelcadmium, Blei) sind nicht Gegenstand dieses Merkblattes.

1.4 Ziel und Vorgehen

1 Mit der Publikation dieses Brandschutzmerkblattes werden für die bekannten Risiken die zu erreichenden Schutzziele aufgezeigt. Mit dem Einhalten der Schutzziele durch geeignete Lösungsansätze soll ein angemessener Schutz von Personen und Sachwerten erreicht werden.

2 Dieses Merkblatt enthält Hinweise baulicher, technischer und organisatorischer Art zur Vermeidung und Begrenzung von LIB-Bränden und deren Auswirkungen. Bei den empfohlenen Lösungsansätzen handelt es sich um Vorschläge, die einzeln oder in Kombination angewendet werden können. Diese sind nicht als abschliessend zu verstehen und sind nötigenfalls durch objektbezogene Sonderlösungen zu ergänzen. Bestehende gesetzliche Vorschriften und behördliche Auflagen bleiben von diesen Hinweisen unberührt. Die Anwendung dieses Merkblatts befreit nicht von der Beachtung einschlägiger Normen und technischer Regeln. Das Merkblatt erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3 Dieses Merkblatt richtet sich an die Brandschutzplaner, die genehmigenden Behörden, sowie Eigentümer und Nutzer von Bauten und Anlagen.

2 Begriffe und Abkürzungen

2.1 Batteriemanagementsystem

Das Batteriemanagementsystem (BMS) ist ein System zur Überwachung und Regelung sowie zum Schutz des Speichersystems. Fester Bestandteil des Speichersystems.

2.2 Energiedichte

Die Energiedichte wird in Wattstunden pro Kilogramm angegeben (Wh/kg). Sie beschreibt, wie viel Energie in einem Kilogramm LIB enthalten ist.

2.3 Energieinhalt

Der Energieinhalt beschreibt, wieviel Energie (kWh) in einem Energiespeicher maximal enthalten sein kann. Typische Energieinhalte (ungefähre Werte):

- Elektrowerkzeug 0.2 kWh
- Elektrobike 0.5 – 1 kWh
- Elektroauto 20 – 200 kWh
- Hausspeicher 5 – 15 kWh
- Netzpufferspeicher > 1000 kWh

2.4 Fachkundige Person

Personen, die nach der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV) ihre Fachkundigkeit im Installationsbereich erlangten.

2.5 Flurförderzeuge

Fördermittel für horizontalen Transport von Gütern, die zu ebener Erde eingesetzt werden (z.B. Gabelstapler, Handgabelhubwagen).

2.6 Hausspeicher

Ein Hausspeicher speichert überschüssigen Strom zur späteren Nutzung (z.B. Fotovoltaik-Stromspeicher für Kleinerzeuger).

2.7 Hochregallager

Räume zur Lagerung von Gütern in Regalen, welche in Regalgassen angeordnet sind und mit einer Lagerhöhe über 7.5 m, gemessen ab Fussboden bis Oberkante Lagergut.

2.8 Kapazität

Im Speichersystem speicherbare Energiemenge in kWh. Es ist zu unterscheiden zwischen Nennkapazität (gesamthaft gespeicherte Energiemenge) und nutzbarer Kapazität (maximale Energieaufnahme/-abgabe des Speichersystems unter Berücksichtigung der maximalen Entladetiefe).

2.9 Lithium-Batterien

Oberbegriff von Batterien mit lithiumhaltigen Stoffen. Grundsätzlich sind Lithium-Metall- und Lithium-Ionen-Batterien zu unterscheiden. Lithium-Metall-Batterien enthalten reines Lithium in geringen Grammmengen. Lithium-Ionen-Batterien enthalten meist in anderen Substanzen gelöstes Lithium.

2.10 Lithium-Ionen-Batterien

Batterien mit Lithium-Ionen, in welcher elektrische Energie durch einen chemischen Prozess mit Stoffänderung gespeichert wird.

2.11 Netzpufferspeicher

Gross-Batteriespeichersystem zum Auffangen von Schwankungen im Verteilnetz und zur Sicherstellung der Netzstabilität. Der Energieinhalt beträgt typischerweise 1000 kWh oder mehr.

2.12 Selbstentladung

Durch chemische Prozesse entladen sich LIB auch bei Nichtgebrauch kontinuierlich.

2.13 Thermal Runaway / Thermisches Durchgehen

Durchbrennen einer Batterie mit exponentieller Brandentwicklung. Das heisst, die enthaltene elektrische und chemische Energie wird in kürzester Zeit freigesetzt. Das Thermische Durchgehen kann zum Beispiel durch Beschädigung, Überhitzung, Überladung oder Tiefentladung ausgelöst werden.

2.14 Versandpackung

ADR-konforme Verpackung, in der LIB im Strassentransport versendet werden dürfen.

2.15 Abkürzungen

| | |
|-----|--|
| ADR | Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse) |
| BfB | Beratungsstelle für Brandverhütung |
| HL | Hazard Level (Gefahrenstufe) |
| kWh | Kilowattstunde (Masseinheit der elektrischen Leistung pro Stunde) |
| LIB | Lithium-Ionen-Batterie |
| RWA | Rauch- und Wärmeabzugsanlage |
| SES | Verband Schweizerischer Errichter von Sicherheitsanlagen |
| SPA | Sprinkleranlage |
| USV | Unterbruchfreie Stromversorgung |
| V | Volt (Masseinheit der elektrischen Spannung) |
| VdS | Verband der Sachversicherer (D) |
| W | Watt (Masseinheit der elektrischen Leistung) |
| Wh | Wattstunde (Masseinheit der elektrischen Leistung pro Stunde) |

3 Grundlagen

3.1 Gefahren

Lithium-Ionen-Batterien (LIB) haben ein Brandverhalten, welches zu konventionellen Zündquellen und Brennstoffen markante Differenzen aufweist. Die drei Faktoren des bekannten Feuerdreiecks (Brennstoff, Zündquelle, Sauerstoff) sind bei LIB bis zu einem gewissen Grad in der Batterie vollständig vorhanden. Die LIB weist eine sehr hohe chemische und elektrische Energiedichte auf, kann durch äussere und innere Einwirkung selbständig zünden und enthält in der Regel chemisch gebundenen Sauerstoff.

In diesem Zusammenhang seien die folgenden wesentlichsten Gefahren genannt:

- a LIB können sich durch Einwirkungen wie Überladung, Tiefentladung, äussere Erwärmung oder mechanische Beschädigung selbständig entzünden;
- b LIB können sich zeitversetzt zur äusseren Einwirkung entzünden (Sekunden bis Tage später);
- c LIB mit hoher Energiedichte neigen zu einem Abbrennen mit sehr rascher, exponentieller Brandentwicklung (Thermisches Durchgehen);
- d Durch die rasche und starke Energiefreisetzung und Rauchentwicklung bei Bränden von grösseren Mengen LIB kommt es im Brandraum zu einem Überdruck, welcher zu einer Schädigung der Gebäudestruktur führen kann, falls er nicht ausreichend rasch abgeführt wird;
- e Gewisse Anwendungen von LIB weisen elektrische Spannungen von mehreren hundert Volt auf, welche für Einsatzkräfte gefährlich sein können;
- f LIB enthalten gewisse Mengen chemisch gebundenen Sauerstoff, was inertisierende Löschmittel, wie z.B. CO₂ oder Sauerstoffreduktionsanlagen in ihrer Wirkung einschränkt;
- g LIB beinhalten in der Regel Stoffe wie Fluor und Schwermetalle, welche im Brandfall hoch toxische und ätzende Brandgase und feste Rückstände erzeugen.

3.2 Einstufung der Risiken in Hazard Level

Die Energiedichte einer Lithium-Ionen-Batterie hat einen starken Einfluss auf das Brandverhalten. Es ist deshalb sinnvoll, die Schutzmassnahmen bei der sicherheitstechnischen Betrachtung, insbesondere von Lagern, in Abhängigkeit zum Energieinhalt zu setzen. Da das Gewicht der Batterien je nach Gehäusetypp stark variieren kann, ist eine Einteilung nach Energieinhalt zweckmässiger.

| Risiko | Lager (Kap. 4.1) | Speichersysteme (Kap. 4.4-4.6) | Fahrzeuge (Kap. 4.8-4.12) | Hazard Level (HL) |
|--------|---|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Gering | < 1 kWh pro 1 m ³ Lagereinheit | < 15 kWh pro Brandabschnitt | < 1 kWh pro Fahrzeug | I |
| Mittel | 1 – 50 kWh pro 1 m ³ Lagereinheit | 15 – 100 kWh pro Brandabschnitt | 1 – 50 kWh pro Fahrzeug | II |
| Hoch | > 50 kWh pro 1 m ³ Lagereinheit | > 100 kWh pro Brandabschnitt | > 50 kWh pro Fahrzeug | III |

4 Massnahmen zur Schadenbegrenzung

Die nachfolgenden Gefährdungsbetrachtungen und die daraus abgeleiteten Lösungsansätze sind als allgemeine Hilfestellungen zu verstehen. Diese können von Brandschutzplanern und genehmigenden Behörden sowie Eigentümern und Nutzern von Bauten und Anlagen für die individuelle Situation unter Abwägung der übrigen objektspezifischen Einflussfaktoren für ein Schutzkonzept beigezogen werden. Bei gewerblichen Lagern und Logistikbetrieben mit HL I sind keine weitergehenden Massnahmen notwendig, es gelten die Massnahmen gemäss dem Standardkonzept (VKF Brandschutznorm Artikel 10).

4.1 Gewerbliche Lager und Logistikbetriebe (HL II, HL III)

1 Mögliche Gefahren

- a Eine allfällige SPA ist für konventionelle Brandverläufe ausgelegt und weist bei der Auslösung der Sprinklerköpfe im Brandfall eine gewisse Trägheit auf. Die äusserst schnelle Brandentwicklung bei einem Lithium-Ionen-Batterienbrand kann dazu führen, dass sich das Feuer bis zur Einsetzung der Löschwirkung zu stark entwickelt und die zulässige Wirkfläche der Anlage überschritten wird. Dies hat zur Folge, dass zu viele Sprinklerköpfe ausgelöst werden und dadurch der Netzdruck zusammenfällt. Die Wirkung der SPA wird stark beeinträchtigt und der Brand kann sich unkontrolliert ausbreiten;
- b Regale haben in der Regel keinen Feuerwiderstand. Dies kann aufgrund der hohen Temperaturen im Brandraum zum Einsturz von Regalen und damit zum Versagen der SPA führen;
- c Nach einem Brand muss damit gerechnet werden, dass sich die abgelöschten Batterien spontan wieder selber entzünden. Die Verwendung von Aufzügen zum Abtransport des Brandgutes ist deshalb nicht ohne weitere Massnahmen möglich;
- d Nach einem Brand in einem Hochregallager kann die Funktionsfähigkeit der automatischen Förderanlagen nicht mehr gewährleistet sein. Die gelöschten Paletten mit LIB müssen durch entsprechend geschützte und ausgerüstete Personen manuell aus dem Regal geborgen werden. Dabei kann es zur Wiederentzündung der LIB kommen;

Weitere mögliche Gefahren für HL III

- e Aufgrund der sehr hohen Energiedichte muss bei einem Brand mit weitaus höheren Temperatureinwirkungen auf die Bauteile des Lagerraumes gerechnet werden, als dies bei konventionellen Bränden der Fall ist. Im Weiteren ist zu beachten, dass durch die rasche und starke Energiefreisetzung im Brandraum ein Überdruck entstehen kann. Trotz der Ausführung einer baulichen Brandabschnittbildung gemäss den Standardvorgaben der VKF-Brandschutzvorschriften kann ein Versagen von Brandabschnitten und Tragwerken nicht ausgeschlossen werden;
- f Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Brandtemperaturen muss davon ausgegangen werden, dass der Brandraum von den Einsatzkräften der Feuerwehr nicht betreten werden kann.

2 Schutzziele

- a Ausbreitung eines möglichen Brandes begrenzen;
- b Sicherstellung der Funktionalität von brandabschnittbildenden oder tragenden Bauteilen;
- c Wirksamkeit der allfälligen Sprinkleranlage sicherstellen;
- d Sichere Einsatzbedingungen für Feuerwehreinsatzkräfte schaffen.

3 Lösungsansätze für HL II und HL III

- a Brandabschnittsbildung der Lagerräume mit mindestens Feuerwiderstand EI 60. Alternativer Lösungsansatz ist ein Lager in einer eingeschossigen, keinen anderen Zwecken dienenden Baute aus Baustoffen der RF1, die zu benachbarten Bauten und Anlagen einen ausreichenden Schutzabstand aufweist;
- b Übersteigt der Gesamtenergieinhalt aller LIB 500 kWh pro Brandabschnitt kann das Risiko z.B. durch folgende Massnahmen reduziert werden:
 - Separate Lagerung der LIB in kleinem Brandabschnitt (maximal 600 m²)
 - Wirksame Sprinkleranlage nach anerkanntem Standard zur Lagerung von LIB (z.B. nach VdS CEA 4001 ergänzt mit VdS 3856)¹
- c Installation einer brandfallgesteuerten RWA;
- d Installation von Wasserlöschposten;
- e Ausräumöffnungen direkt ins Freie oder Ausräumkonzept mit Transport der brandgeschädigten Lagereinheiten in gefülltem Wasserbehälter;
- f LIB vorzugsweise in der Versandpackung, mindestens aber in der Originalverpackung lagern;
- g Lagern von Paletten mit LIB ausschliesslich in den unteren zwei Palettenlagen bzw. Oberkante Lagergut max. 2 m über dem Boden. Dies ermöglicht eine kontrollierte und sichere Bergung der gelöschten LIB;
- h Erstellen von Feuerwehrplänen;
- i Erstellen eines Quarantäne-Konzeptes für allfällige beschädigte Batterien (undefinierter Zustand).

Weitere Lösungsansätze für HL III

- j Keine Lagerung in Hochregallager;
- k Blitzschutzsystem;

¹ Hinweis: Die anerkannten Standards können Einschränkungen (wie Lagerart, Lagerhöhen, Lagergut, Lagermengen) aufweisen. Die Machbarkeit der Sprinklerlösung sollte bereits in der SIA-Phase 3 geprüft werden.

- l Druckentlastungsöffnungen;
- m Nachweisverfahren mit heisser Bemessung².

4.2 Altbatterie-Sammelbehälter (HL I)

1 Mögliche Gefahren

- a Aufgrund ungenügender Entladung, unsachgemässer Einlagerung oder mechanischen Defekten von gesammelten Batterien kann es im Sammelbehälter zu Kurzschlüssen kommen. Die Sammelbehälter stellen damit eine Zündquelle dar.

2 Schutzziele

- a Sammelbehälter und umliegende Brandlasten sollen nicht entzündet werden;
- b Ausbreitung eines möglichen Brandes begrenzen.

3 Lösungsansätze

- a Verwendung von Sammelbehältern aus Baustoffen RF1 (z.B. Blech) mit selbstschliessendem Deckel und Druckentlastung mit Flammenschutzgitter;
- b Bei Sammelstellen mit Abwurfschächten und Auffangbehältern im darunterliegenden Geschoss (z.B. in Einkaufszentren), Ausführung der Abwurfschächte und Auffangraum mit mindestens Feuerwiderstand EI 30.

4.3 Entsorgungs-Sammelstellen für Elektrogeräte mit Lithium-Ionen-Batterien (HL I, HL II)

1 Mögliche Gefahren

- a Bei einer mechanischen Beschädigung der Batterie kann es zu einer spontanen oder zeitversetzten Zündung mit erheblicher Energiefreisetzung kommen, was zu einem Brand führen kann.

2 Schutzziele

- a Batterien in Elektrogeräten dürfen nicht beschädigt werden;
- b Ausbreitung eines möglichen Brandes begrenzen.

3 Lösungsansätze

- a Schonende, geordnete Sammlung der Elektrogeräte ohne LIB-Ausbau, z.B. in Rahmenpaletten oder separaten Containern. Keine geschüttete Zwischenlagerung auf Haufen;
- b Abstand 2,5 m der Sammlung mit Elektrogeräten zu brennbaren Materialien;
- c Im Weiteren sind folgende Regelungen zu beachten:
 - Merkblatt «Sammeln und Befördern von LIB-haltigen EAG», Swico und Sens, www.erecycling.ch, INOBAT

² Aufgrund des aussergewöhnlichen Brandverhaltens von LIB-Bränden sind anstelle von nominellen Temperaturzeitkurven spezifisch mit LIB ermittelte, experimentelle Brandleistungskurven für die Berechnung beizuziehen.

4.4 Kleine stationäre Speichersysteme (HL I)

Maximal 15 kWh/Brandabschnitt (z.B. Hausspeicher, USV)

- 1 Mögliche Gefahren
 - a Bei der Verwendung von ausgedienten Fahrzeugbatterien als Second-Life-Anwendung für kleine Speichersysteme (z.B. Hausspeicher) muss mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Brandes der gealterten Batterie gerechnet werden.
- 2 Schutzziele
 - a Beschränkung eines möglichen Brandes auf den Aufstellungsraum.
- 3 Lösungsansätze
 - a Unterbringen der Speichersysteme in geeigneten Räumen. Dazu zählen typischerweise Elektroräume, Keller, Einstellräume für Motorfahrzeuge oder Dachböden, sofern diese über mindestens Feuerwiderstand EI 30 verfügen. Auch bei Einfamilienhäusern und Gebäuden geringer Abmessung ist ein geeigneter, brandabschnittsbildender Raum empfohlen;
 - b Keine Aufstellung von Speichersystemen in Fluchtwegen, Lüftungszentralen sowie in feuer- und explosionsgefährdeten Räumen;
 - c Ausreichenden Abstand von mindestens 2.5 m zu brennbaren Materialien vorsehen;
 - d Im Weiteren sind folgende Regelungen zu beachten:
 - Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN), Electrosuisse
 - SNR 460712 «Stationäre elektrische Speichersysteme», Electrosuisse
 - SIA 2061 «Batteriespeichersysteme in Gebäuden»

4.5 Mittlere stationäre Speichersysteme (HL II)

Maximal 100 kWh/Brandabschnitt (z.B. Hausspeicher, Backupsystem, USV)

- 1 Mögliche Gefahren
 - a Aufgrund der hohen Energiedichte von mittleren Speichersystemen muss bei einem Brand mit weitaus höheren Temperatureinwirkungen auf die Bauteile des Aufstellraumes gerechnet werden, als dies bei konventionellen Bränden der Fall ist;
 - b Nach einem Brand muss damit gerechnet werden, dass sich die abgelöschten Batterien spontan wieder selber entzünden. Die Verwendung von Aufzügen zum Abtransport des Brandgutes ist deshalb nicht ohne weitere Massnahmen möglich.
- 2 Schutzziele
 - a Sicherstellung der Funktionalität von brandabschnittbildenden oder tragenden Bauteilen.
- 3 Lösungsansätze
 - a Aufstellen des Speichers in einem separaten Brandabschnitt mit mindestens Feuerwiderstand EI 60 oder im Freien oder in einer eingeschossigen, keinen anderen Zwecken dienenden Baute aus Baustoffen der RF1, die zu benachbarten Bauten und Anlagen einen ausreichenden Schutzabstand aufweist;
 - b Im Weiteren sind folgende Regelungen zu beachten:
 - Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN), Electrosuisse
 - SNR 460712 «Stationäre elektrische Speichersysteme», Electrosuisse
 - SIA 2061 «Batteriespeichersysteme in Gebäuden»

4.6 Grosse stationäre Speichersysteme (HL III)

Ab 100 kWh/Brandabschnitt (z.B. Netzpufferspeicher, Backupsystem)

1 Mögliche Gefahren

- a Aufgrund der sehr hohen Energiedichte von grossen Speichersystemen muss bei einem Brand mit weitaus höheren Temperatureinwirkungen auf die Bauteile des Aufstellraumes gerechnet werden, als dies bei konventionellen Bränden der Fall ist. Im Weiteren ist zu beachten, dass durch die rasche und starke Energiefreisetzung im Brandraum ein Überdruck entstehen kann. Trotz der Ausführung einer baulichen Brandabschnittbildung gemäss den Standardvorgaben der VKF-Brandschutzvorschriften kann ein Versagen von Brandabschnitten und Tragwerken nicht ausgeschlossen werden;
- b Aufgrund der hohen zu erwartenden Brandtemperaturen muss davon ausgegangen werden, dass der Brandraum von den Einsatzkräften der Feuerwehr nicht betreten werden kann;
- c Nach einem Brand muss damit gerechnet werden, dass sich die abgelöschten Batterien spontan wieder selber entzünden. Die Verwendung von Aufzügen zum Abtransport des Brandgutes ist deshalb nicht ohne weitere Massnahmen möglich.

2 Schutzziele

- a Sicherstellung der Funktionalität von brandabschnittbildenden oder tragenden Bauteilen.

3 Lösungsansätze

- a Aufstellen des Speichers im Freien oder in einer eingeschossigen, keinen anderen Zwecken dienenden Baute aus Baustoffen der RF1, die zu benachbarten Bauten und Anlagen einen ausreichenden Schutzabstand aufweist;
- b Alternativ zu Ziffer a beim Aufstellen innerhalb von Gebäuden: Nachweisverfahren mit heisser Bemessung, ggf. mit der Annahme eines vollständigen Ab Brennens der Brandlast ohne Feuerwehrintervention³ ;
- c Blitzschutzsystem;
- d Druckentlastungsöffnungen;
- e Beim Aufstellen innerhalb von Gebäuden: Ausräumöffnung direkt ins Freie oder Ausräumkonzept mit Transport der brandgeschädigten Batterien in gefülltem Wasserbehälter, sowie Installation von Sprinkler und brandfallgesteuerter RWA;
- f Erstellen von Feuerwehrplänen;
- g Im Weiteren sind folgende Regelungen zu beachten:
 - Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN), Electrosuisse
 - SNR 460712 «Stationäre elektrische Speichersysteme», Electrosuisse
 - SIA 2061 «Batteriespeichersysteme in Gebäuden»

4.7 Gemeinschafts-Ladestationen in öffentlichen Gebäuden für Mobiltelefone, Laptops, Tablets (HL I)

1 Mögliche Gefahren

- a Die Ladestationen werden häufig im Flucht- und Rettungsweg angeordnet, meist in abschliessbaren Garderobenschränken oder Schliessfächern, in denen noch

³ Aufgrund des aussergewöhnlichen Brandverhaltens von LIB-Bränden sind anstelle von nominellen Temperaturzeitkurven spezifisch mit LIB ermittelte, experimentelle Brandleistungskurven für die Berechnung beizuziehen.

zusätzliche Brandlasten gelagert werden (z.B. persönliches Material wie Rucksack, Bücher). Durch die hohe Stückzahl der Geräte besteht eine erhöhte Eintrittswahrscheinlichkeit eines Brandes und die Gefahr der Beeinträchtigung des Flucht- und Rettungsweges.

2 Schutzziele

- a Keine Beeinträchtigung von Flucht- und Rettungswegen sowie schützenswerten Räumen.

3 Lösungsansätze

- a Keine Anordnung von Ladestationen in Flucht- und Rettungswegen, Lüftungsräumen, Heizungsräumen oder in feuergefährdeten Räumen. Alternativ können diese in öffnungslosen Einzelboxen bzw. speziellen Sicherheitsschränken mit mindestens Feuerwiderstand EI 30-RF1 installiert werden;
- b Anordnung der Ladestationen in separaten Brandabschnitten;
- c Anordnung der Ladestationen innerhalb von Nutzungseinheiten (z.B. Schulzimmer).

4.8 Ladestationen für elektrobetriebene Kleinstfahrzeuge (HL I)

z.B. für e-Scooter, e-Bike

1 Mögliche Gefahren

- a Selbstentzündung beim Ladevorgang, z.B. durch beschädigte Batterie nach Sturz mit dem Kleinstfahrzeug, defektes oder ungeeignetes Ladegerät, Kurzschluss durch Dritteinwirkung.

2 Schutzziele

- a Keine Beeinträchtigung von Flucht- und Rettungswegen sowie schützenswerten Räumen.

3 Lösungsansätze

- a Ladestation nicht in Flucht- und Rettungswegen, sondern in separaten Brandabschnitten vorsehen (z.B. Veloraum);
- b Ausreichenden Abstand von mindestens 2.5 m zu brennbaren Materialien vorsehen;
- c Verwendung von Originalbatterien, -ladekabeln und -ladegeräten. Beachten von Hinweisen in der Bedienungsanleitung und den Herstellervorschriften.

4.9 Gewerbliche Ladestationen (Mehrfachladestationen ab 10 Stück) (HL I, HL II)

z.B. für E-Scooter, Golf-Trolleys

1 Mögliche Gefahren

- a Erhöhte Eintrittswahrscheinlichkeit einer Entzündung beim Laden wegen grosser Stückzahl sowie teilweise mechanisch stark beanspruchten LIB.

2 Schutzziele

- a Beschränkung des Brandes auf den Aufstellungsraum.

3 Lösungsansätze

- a Installation der Ladeeinrichtungen in feuerwiderstandsfähigen Ladeschränken oder einem separaten Brandabschnitt mit mindestens Feuerwiderstand EI 30;
- b Keine Installation von gewerblichen Ladestationen in Flucht- und Rettungswegen, Lüftungsräumen, Heizungsräumen, Räumen mit grosser Personenbelegung und feuergefährdeten Räumen;

- c Der Einbau von Elektroinstallationen und Ladestationen ist durch eine fachkundige Person auszuführen;
- d Die bauseitige Ladeinfrastruktur (Ladestation, Kabel, Stecker) muss für die zu erwartende maximale Bezugsleistung der Fahrzeuge ausreichend dimensioniert sein und gemäss Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN) ausgeführt werden;
- e Ausreichenden Abstand von mindestens 2.5 m zu brennbaren Materialien vorsehen;
- f Erstellen eines Quarantäne-Konzeptes für allfällige beschädigte Batterien (undefinierter Zustand).

4.10 Parkieren und Laden von Elektrofahrzeugen (HL II, HL III)

Für reines Parkieren von Elektrofahrzeugen gelten dieselben Brandschutzvorschriften wie für konventionelle Fahrzeuge (Benzin, Diesel). Für das Laden von Elektrofahrzeugen ist Folgendes zu beachten:

1 Mögliche Gefahren

- a Unsachgemäss installierte Ladeeinrichtungen können zu Bränden führen;
- b Ungenügend dimensionierte Ladekabel und -stecker können zu Bränden führen.

2 Schutzziele

- a Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Brandes soll durch Einhaltung geltender Regelungen auf dem akzeptierten Niveau gehalten werden.

3 Lösungsansätze

- a Die Ladestationen müssen den geltenden Normen entsprechen;
- b Der Einbau von Elektroinstallationen und Ladestationen ist durch eine fachkundige Person auszuführen;
- c Die Einbau- und Bedienungsanleitungen der Ladestationen sind zu beachten;
- d Die bauseitige Ladeinfrastruktur (Ladestation, Kabel, Stecker) muss für die zu erwartende maximale Bezugsleistung der Fahrzeuge ausreichend dimensioniert sein und gemäss Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN) ausgeführt werden;
- e Im Weiteren sind folgende Regelungen zu beachten:
 - Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN), Electrosuisse
 - SIA 2060 «Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden»
 - Electrosuisse – Broschüre «Anschluss finden – Elektromobilität und Infrastruktur»

4.11 Ladestationen von Flurförderzeugen (HL I)

Die für das Aufladen von Flurförderzeugen mit Bleibatterien erforderlichen Explosionsschutzmassnahmen entfallen, da beim Aufladen von LIB keine Ausgasung von Wasserstoff erfolgt.

1 Mögliche Gefahren

- a Unsachgemäss installierte Ladeeinrichtungen können zu Bränden führen;
- b Ungenügend dimensionierte Ladekabel und -stecker können zu Bränden führen;
- c Das Verwenden von nicht systemkompatiblen Fahrzeugkomponenten kann zu Bränden führen.

2 Schutzziele

- a Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass eines Brandes soll durch Einhaltung geltender Regelungen auf dem akzeptierten Niveau gehalten werden.

3 Lösungsansätze

- a Der Einbau von Elektroinstallationen und Ladestationen ist durch eine fachkundige Person auszuführen;
- b Die Einbau- und Bedienungsanweisungen der Ladestationen sind zu beachten;
- c Die bauseitige Ladeinfrastruktur (Ladestation, Kabel, Stecker) muss für die zu erwartende maximale Bezugsleistung der Fahrzeuge ausreichend dimensioniert sein und gemäss Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN) ausgeführt werden;
- d Es sind ausschliesslich vom Hersteller zugelassene Komponenten (z.B. Ersatzbatterien) zu verwenden;
- e Kein Aufladen der Fahrzeuge in feuergefährdeten Räumen und in Flucht- und Rettungswegen;
- f Keine Lagerung von brennbaren Materialien im Umkreis von 2.5 Meter um das Flurförderzeug während des Ladevorganges.

4.12 Abstellen von verunfallten Elektrofahrzeugen (HL II, HL III)

1 Mögliche Gefahren

- a Durch die mechanische Belastung beim erfolgten Unfall kann die Batterie beschädigt sein, was zu einer um Tage verzögerten Selbstentzündung führen kann.

2 Schutzziele

- a Eine allfällige Selbstentzündung der Batterie mit einem daraus folgenden Fahrzeugbrand darf nicht zu einer Schädigung von Gebäuden führen.

3 Lösungsansätze

- a Abstellen des verunfallten Fahrzeuges im Freien mit einem ausreichenden Schutzabstand zu Gebäuden;
- b Abstellen des verunfallten Fahrzeuges in einem mit Wasser gefüllten Becken bis mindestens Oberkante Fahrzeug;
- c Abstellen des verunfallten Fahrzeuges im Freien in einem geschlossenen Quarantänecontainer.

5 Gültigkeit

Dieses Brandschutzmerkblatt gilt ab 1. Juni 2021.

Genehmigt durch die Technische Kommission VKF am 3. März 2021.