

Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und
des Deutschen Feuerwehrverbandes

Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen

(2021-02)



12. Oktober 2021

Fachausschuss Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz
der deutschen Feuerwehren (FA VB/G)
c/o Branddirektion München
An der Hauptfeuerwache 8
80331 München

In Abstimmung mit folgenden Gremien / Verbänden:



1 Einführung

Die verschiedenen Lithium-Ionen-Batterietechnologien haben mittlerweile in unterschiedlichste Bereiche unseres täglichen Lebens Einzug erhalten und sind nicht mehr wegzudenken. Insbesondere die Speicherung elektrischer Energie in Hausspeicheranlagen sowie in Großspeichern der Netzbetreiber entwickelt sich rasant fort. Somit ist es erforderlich, die Fachempfehlung bzw. die Risikoeinschätzung zu Lithium-Ionen-Speichermedien (2018-01) im Hinblick auf die neu gewonnenen Erkenntnisse – insbesondere bezüglich Lithium-Ionen-Großspeichersystemen – durch das vorliegende Dokument fortzuschreiben.

Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Arten von Batterien und der schnell voranschreitenden Weiterentwicklung in diesem Bereich sowie den unterschiedlichsten Aufstellorten von Großspeichern, ist jedoch eine abschließende und allgemeingültige Aussage zu geeigneten Konzepten zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur begrenzt möglich.

Nachfolgend werden daher Empfehlungen ausgesprochen, welche die grundsätzliche brandschutztechnische Beurteilung sowie das mögliche Vorgehen der Einsatzkräfte widerspiegeln. Der konkrete Einzelfall ist jedoch stets detailliert zu betrachten, ggf. sind Anpassungen der hier vorliegenden Empfehlungen vonnöten.

Grundsätzlich gilt allerdings, dass bei guten Fertigungsstandards, zertifizierten Lade- und Zellenüberwachungssystemen sowie bei sachgerechter Handhabung / sachgerechtem Betrieb Lithium-Ionen-Speichersysteme als ausreichend sicher einzustufen sind.

2 Allgemeine Gefährdungseinschätzung

Gefahren resultieren unter anderem aus Defiziten in der Herstellung, in der fehlerhaften Handhabung und dem unsachgemäßen Umgang / Betrieb mit den Lithium-Ionen-Batterien. Ursachen für eine mögliche Entzündung können folgende Einwirkungen sein:

- mechanische Beschädigung
 - innere Kurzschlüsse z.B. bedingt durch Unfälle / Erschütterungen
- elektrische Belastung
 - z.B. durch Überladung, elektr. Abnutzungsschäden
- thermische Belastung
 - Temperaturerhöhung, z.B. infolge eines Brandes

In die Gefährdungsbeurteilung fließen mit ein:

- hohe Energiedichte, teils mit chemisch gebundenem Sauerstoff
- thermisches Durchgehen „thermal runaway“, das eine rasche Brandausbreitung mit hoher Energiefreisetzung und starker Rauchentwicklung zur Folge hat
- elektrischer Strom an Anlagenteilen

3 Gefährdungsbeurteilung bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen

Aufgrund der umfassenden normativen Regelungen und Vorgaben zu durchzuführenden Prüfungen im Rahmen der Zertifizierung der Batteriezellen kann davon ausgegangen werden, dass Lithium-Ionen-Batterien an sich als relativ sicher eingestuft werden können. Vielmehr gilt es, die Speicheranlagen vor einem externen Brandereignis zu schützen, um aufgrund von externer Verbrennungswärme initiierten Zellzersetzungsprozessen vorzubeugen. Eine Separierung der Lithium-Ionen-Batterien von Wechselrichtern sowie Transformatoren sollte zur weiteren Risikominimierung angestrebt werden. Bei der Errichtung der Anlagen sind die aktuell gültigen Normen sowie Anwendungs- und Errichtungsregeln zu beachten und umzusetzen. Die während des Betriebes immer wiederkehrenden vorgegebenen Prüfungen / technischen Inspektionen werden als wichtige Bausteine zur Minimierung der Brandentstehungsgefahr angesehen.

Ggf. ist bei der Verwendung von sogenannten Second-Life-Batterien aufgrund des höheren Lebensalters ein erhöhtes Risiko des Auftretens eines Zellschadens gegenüber neuen Lithium-Ionen-Batterien gegeben, welches es bei Bedarf zu berücksichtigen gilt.

4 Maßnahmen des vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Einer Brandausbreitung kann durch Maßnahmen des baulichen Brandschutzes wirksam vorgebeugt werden. Dies kann zum einen durch ausreichend große Abstände zu anderen Gebäuden bzw. baulichen Anlagen oder durch bauliche Abtrennungen mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer erreicht werden. Nach aktuellem Kenntnisstand erscheinen 5 bis 10 Meter Abstand zu anderen Objekten ausreichend, wobei diese oder andere Werte immer bezogen auf den konkreten Einzelfall festgelegt werden müssen.

4.1 Anforderungen an den Raumabschluss

Falls sich der Aufstellort des Lithium-Ionen-Großspeichers innerhalb eines Gebäudes befindet, ist in Zusammenarbeit zwischen Brandschutznachweisersteller, Bauaufsicht und Brandschutzdienststelle abzuwägen, ob es sich bei diesem Raum um einen „Raum mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr“ im Sinne des § 29 Abs. 2 Nr. 2 MBO handelt. In diesem Fall sind feuerbeständige Trennwände in Massivbauweise mit mindestens feuerhemmenden, dicht- und selbstschließenden Abschlüssen erforderlich. Falls es zu keiner Einstufung im Sinne des § 29 Abs. 2 Nr. 2 MBO kommt, sollten die Trennwände zwischen dem Aufstellort des Speichers und den übrigen Gebäudeteilen in der Regel mindestens in der Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile des Geschosses, jedoch mindestens feuerhemmend ausgeführt werden (vgl. § 29 Abs. 3 MBO). Dabei ist das Augenmerk abermals auf die Ausbildung der Trennwände in Massivbauweise zu legen. Bei sehr großen Lithium-Ionen-Speichern (z. B. 1.000 kWh) ist ggf. im Einzelfall der Sonderbautatbestand durch die Brandschutznachweisersteller/-in oder die Brandschutzdienststelle anzuregen, um weitere Anforderungen zur Abwehr von Nachteilen aus bauordnungsrechtlicher Sicht transparent begründet stellen zu können. Anzumerken dabei ist, dass die Bewertung bzw. Einstufung als Sonderbau durch die zuständige Baugenehmigungsbehörde nach fachlicher Beratung erfolgen muss und der Sonderbautatbestand nicht pauschal unterstellt werden kann.

Falls Energiespeicher in Garagen (außerhalb von Fahrzeugen) errichtet und betrieben werden sollen, sind diese in der Regel feuerbeständig vom übrigen Garagenraum abzutrennen. Das offene Verlegen von Hochspannungsleitungen (größer 1.000 V AC bzw. 1.500 V DC), welches ggf. mit der Errichtung eines stationären Lithium-Ionen-Energiespeichers in Garagen einhergeht, hat in Garagen – unter anderem aus Gründen der Einsatzkräftesicherheit – zu unterbleiben.

4.2 Druckentlastung

Solange die Anlage im Normalbetrieb (bestimmungsgemäßen Betrieb) innerhalb der Auslegungsparameter betrieben wird, ist nicht mit vorzeitigen alterungsbedingten Schäden und der Bildung und Freisetzung von Elektrolytdampf zu rechnen. Bezüglich der ggf. begrenzten Lebensdauer / Verwendungsdauer des Speichers bzw. der einzelnen Lithium-Ionen-Batterien sind die Hinweise des jeweiligen Herstellers zwingend zu beachten. Während des bestimmungsgemäßen Betriebs innerhalb der Auslegungsparameter ist nicht mit der Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen; d. h. eine Einstufung in eine Explosionsschutzzone ist im Normalbetrieb nicht erforderlich, es sei denn, dass sich aus der Risikoanalyse des Herstellers etwas anderes ergibt.

Im Fall des thermischen Durchgehens der Batteriemodule – z.B. beim Betrieb außerhalb der Auslegungsparameter – muss davon ausgegangen werden, dass zu Beginn des „Thermal Runaways“ zündfähige Gasgemische austreten, ohne dass vorerst eine dauerhafte, effektive Zündung der Gase stattfindet. In dieser Phase ist eine Ansammlung zündfähiger Gasgemische möglich, die bei einer nachfolgenden Zündung zu einer Explosion führen kann.

Um einen im Schadenfall entstehenden Druckanstieg – z.B. durch unter Druck ausgasende (und möglicherweise zündfähige) Elektrolyte oder infolge einer extremen Brandausbreitung – innerhalb des Aufstellortes gezielt ins Freie zu leiten und den Raumabschluss nicht statisch zu gefährden, sind Vorrichtungen zur Druckentlastung nach derzeitigem Kenntnisstand der Technik und Erkenntnissen aus Brandfällen erforderlich.

Diese Vorrichtungen zur Druckentlastung sind im günstigsten Fall direkt an der Außenwand vorzusehen. Falls dies aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich ist, sind diese Öffnungen gezielt z.B. über

Dach ins Freie zu führen. Dabei muss die raumabschließende Funktion der Umfassungswände mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit auch beim Druckanstieg gewährleistet bleiben.

4.3 Zugangsmöglichkeiten

Bei den Aufstellorten der Lithium-Ionen-Großspeicher handelt es sich in der Regel nicht um Aufenthaltsräume im Sinne des Baurechts. Aus brandschutztechnischer Sicht wird daher ein gesicherter Ausgang vom Aufstellort des Speichers als ausreichend angesehen, um die Menschenrettung zu ermöglichen. Um wirksame und für die Einsatzkräfte sichere Löscharbeiten gewährleisten zu können, ist eine gesicherte Zugänglichkeit erforderlich. Diese Zugangsmöglichkeit sollte nach Möglichkeit im Erdgeschoss ausgeführt sein und an der Außenwand liegen, um den Einsatzkräften ein sicheres Vortragen eines Löschangriffs aus der Deckung bzw. aus einem sicheren Bereich zu ermöglichen. Grundsätzlich sollten die Zugänglichkeiten zu den Lithium-Ionen-Batterien so ausgebildet sein, dass die Strahlrohrabstände gemäß DIN VDE 0132 eingehalten werden können.

Um den Einsatzkräften an der Zugangstüre zum Aufstellort des Lithium-Ionen-Großspeichers einen Hinweis auf das Vorhandensein von Lithium-Ionen-Batterien geben zu können, ist bei Großspeichersystemen eine Kennzeichnung in Anlehnung an die Kennzeichnung von Photovoltaik-Anlagen (Kennzeichnungsentwurf unter Punkt 7 des vorliegenden Dokuments) empfehlenswert. Diese Kennzeichnung muss an der Wand schlossseitig etwa in Augenhöhe angebracht werden und nicht etwa direkt auf der Zugangstüre. Dadurch wird sichergestellt, dass die Hinweisschilder auch bei geöffneter Zugangstüre weiterhin sichtbar bleiben.

4.4 Löschwasserversorgung

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Löschwasserversorgung werden die aktuellen Vorgaben des Arbeitsblattes DVGW W 405 in Verbindung mit der AGBF-Fachempfehlung 2018-04 "Löschwasserversorgung aus Hydranten in öffentlichen Verkehrsflächen" als ausreichend erachtet. Seitens des anlagentechnischen Brandschutzes sind zusätzliche, über die bauordnungsrechtlichen Anforderungen hinausgehende „freiwillige“ Maßnahmen denkbar. Diese Maßnahmen finden ihren Ursprung meist in Betreiberbelangen hinsichtlich der Anlagenverfügbarkeit oder ergeben sich aus Gründen des Sachversicherers und dessen Risikobewertung auch in finanzieller Hinsicht. Diesbezüglich sind exemplarisch Feinsprüh-Löschanlagen oder Gaslöschanlagen zu nennen, welche durch automatische Melder der Kenngröße Rauch ausgelöst werden.

4.5 Anlagentechnischer Brandschutz

Die Verwendung bzw. Installation von Brandmeldeanlagen (BMA) mit automatischer Information des Betreibers ist ebenfalls weitverbreitet; eine auf die alarmauslösende Stelle aufgeschaltete BMA ist aus Sicht der Feuerwehren nicht zwingend erforderlich und ist mit der örtlich zuständigen Brandschutzdienststelle abzustimmen. Der abwehrende Brandschutz kann aufgrund des charakteristischen Brandverlaufs von Lithium-Ionen-Batterien in der Regel den Totalverlust der vom Brand betroffenen Anlage nicht verhindern. Eine verwendete BMA kann nach der internen Branddetektion neben der Information des Betreibers auch für die Trennung des Großspeichers vom elektrischen Netz oder die Trennung des Speichers von z. B. einer Photovoltaik-Anlage dienen. Ziel der Maßnahmen des vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes könnte und sollte daher sein, eine Brandeinwirkung auf die Batterien zu vermeiden. Die rechtliche Umsetzbarkeit hinsichtlich der Anforderungen der landesrechtlichen Regelungen bzw. des Brandschutzkonzeptes ist dabei zu beachten.

Weitere detaillierte Hinweise zur Branddetektion und zu möglichen Löschanlagen sind im Leitfaden „Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen“ des Bundesverband Energiespeicher (BVES) im Anhang 1 zu finden.

5 Empfehlungen für die Einsatztaktik bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen

Für das Vorgehen bei Einsätzen mit Beteiligung von stationären Lithium-Ionen-Großspeichern ist die DIN VDE 0132 „Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen“ zu beachten.

5.1 Löschmittelauswahl und Löschmaßnahmen sowie erforderliche Belüftungsmaßnahmen

Das Löschmittel der Wahl für die Feuerwehr ist auch bei Großspeichern Wasser; die Zugabe von Netzmittel ist dabei möglich. Die bekannten Strahlrohrabstände nach DIN VDE 0132 sind in jedem Fall einzuhalten. Trotz der ggf. erforderlichen Kühlmaßnahmen ist vor allem innerhalb von Gebäuden darauf zu achten, dass unnötiger Wasserschaden vermieden wird. Um Gefährdungen zu minimieren, welche durch die evtl. einsetzende extreme Brandausbreitung (erhöhte Wärmefreisetzung, Splitterwirkung) hervorgerufen werden können, sollte der Löschangriff möglichst aus der Deckung vorgetragen werden. Evtl. freierwerdende Gase und Dämpfe (z. B. Elektrolyte ...), welche nicht brennend aus der Batterie austreten, können unter Umständen zur Bildung von zündfähigen Atmosphären führen. Die Aufstellräume sind deshalb möglichst zeitnah und vorzugsweise unmittelbar ins Freie zu belüften. Freierwerdende Gase und / oder Dämpfe sind nach Möglichkeit mit Sprühstrahl niederzuschlagen. Um festzustellen, ob Kühlmaßnahmen seitens der Feuerwehr notwendig sind, hat sich in der Praxis die „kritische“ Temperatur von ca. 80 Grad Celsius (vgl. DIN VDE 0132) an der Außenseite der Lithium-Ionen-Batterie (Gehäuse des Moduls) bewährt.

5.2 Schutzkleidung

Beim Vorgehen zur Brandbekämpfung ist die vollständige Schutzkleidung gemäß DGUV Information 205-014 (z. B. DIN EN 469 Schutzkleidung für die Feuerwehr – Leistungsanforderungen für Schutzkleidung für Tätigkeiten der Feuerwehr) mit umluftunabhängigem Atemschutzgerät zu tragen, da dem thermischen Risiko während der Brandbekämpfung höhere Priorität beigemessen wird als der Gefährdung durch chemische Stoffe. Nach Abschluss der Brandbekämpfung ist vor allem bei großen Mengen auslaufender Chemikalien zu erwägen, ob ein Vorgehen gemäß FwDV 500 in Analogie zur Gefährgruppe GG II C erforderlich ist.

5.3 Demontearbeiten

Falls evtl. Demontearbeiten im Zuge der Gefahrenabwehr an Anlagenbestandteilen vonnöten sind, sind diese ausschließlich durch eine Elektrofachkraft durchzuführen. Dabei ist jedoch zwingend notwendig, dass der Einsatzleiter prüft, ob diese Maßnahmen noch im Rahmen der Gefahrenabwehr notwendig sind oder aber die Einsatzstelle bereits an den Betreiber übergeben werden kann.

5.4 Flusssäure

Bezüglich der häufig diskutierten Thematik der Entstehung von Fluorwasserstoff (Flusssäure, HF) aufgrund der chemischen Bestandteile des Elektrolyten (z. B. Lithiumhexafluorophosphat LiPF₆) sei erwähnt, dass zurzeit bei stationären Großspeichern davon ausgegangen werden kann, dass entstehende Flusssäure durch Calcium-Bestandteile in Umfassungswänden (Putz etc.) und / oder in Fundamenten aus Beton chemisch „abreagiert“ bzw. „weggepuffert“ wird und so eine akute Gefährdung als unwahrscheinlich gilt. Die Entstehung von Flusssäure kann derzeit jedoch nicht abschließend bewertet werden. Orientierende HF-Messungen werden empfohlen.

5.5 Einsatzvorbereitung

Hinsichtlich einer zielführenden Einsatzvorbereitung haben sich Objektbesichtigungen als vorteilhaft erwiesen, bei denen die Einsatzkräfte in direktem Kontakt mit den Anlagenbetreibern in die örtlichen Gegebenheiten und Besonderheiten eingewiesen werden können, um für den Einsatzfall adäquat vorbereitet zu sein.

5.6 Hinweise nach Feuer aus / Übergabe der Einsatzstelle

- Die Einsatzstelle darf nach Beendigung der Gefahrenabwehrmaßnahmen nur im gesicherten Zustand verlassen werden. Mögliche Gefahrenbereiche sind abzusperren.
- Die Einsatzstelle ist nach Beendigung der Gefahrenabwehrmaßnahmen frühzeitig an die zuständige Person (Anlagenbetreiber, eine von ihm beauftragte Person, Hauseigentümer, ggf. Elektrizitätswerk oder Polizei) mit den nötigen Sicherheitshinweisen zu übergeben.
- Bei Bedarf ist vor dem Verlassen der Einsatzstelle die Spannungsfreiheit durch eine Fachfirma herzustellen und gegen Wiedereinschalten zu sichern.
Hinweis: Die Lithium-Ionen-Batterie ist auch nach Notabschaltung weiterhin spannungsführend.
- Die Aufstellräume sind nach Möglichkeit weiterhin natürlich zu belüften.

- Die bereits veröffentlichten Hinweise / Empfehlungen der DGUV Information 205-035 oder der vfdb zur Einsatzhygiene bei Bränden sowie zum Umgang mit kalten Brandstellen sind zu beachten.

Weitere Aspekte, die es zu beachten gilt, welche jedoch nicht Maßnahmen der primären Gefahrenabwehr zuzuordnen sind und somit nicht in die Zuständigkeit der Einsatzkräfte der Feuerwehr fallen:

- Die Lagerung und Zwischenlagerung zerstörter oder beschädigter Lithium-Ionen-Speicher muss gemäß Gefährdungsbeurteilung, unter Berücksichtigung der baulichen und organisatorischen Gegebenheiten sowie nach Herstellervorgaben erfolgen. Zusätzlich dazu siehe auch Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen TRGS 524 und VdS 2357 – Richtlinien zur Brandschadensanierung.
- Der Transport zerstörter oder beschädigter Lithium-Ionen-Akkumulatoren (kritisch defekte Lithium-Ionen-Akkumulatoren) muss entsprechend der ADR Sondervorschriften (z.B. ADR 2021 SV 376) sowie entsprechend der zugeordneten Verpackungsanweisung erfolgen.

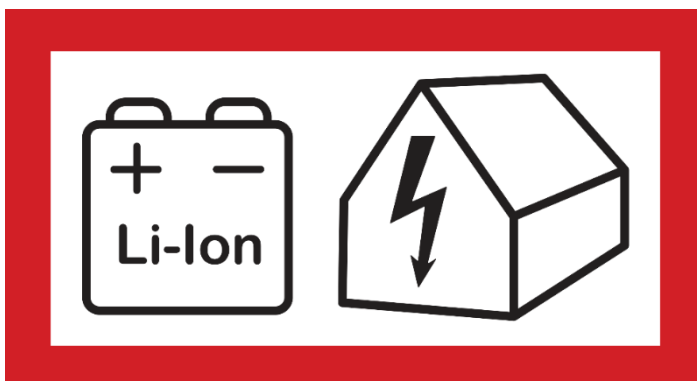
6 Mitwirkende Unternehmen und Institutionen

Die Kapitel 3, 4 und 5 des vorliegenden Dokuments finden sich inhaltsgleich im Leitfaden „Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen“ des Bundesverband Energiespeicher (BVES) wieder. Der eben genannte Leitfaden stellt den Anhang 1 des vorliegenden Dokuments dar.

Bei der Erarbeitung des Anhang 1 waren über den Bundesverband Energiespeicher (BVES) neben den auf der Titelseite abgebildeten Institutionen unter anderem nachstehende Akteure beteiligt:

- Betonbau GmbH & Co KG
- Commeo GmbH
- DMT GmbH & Co. KG
- DNV Energy Systems Germany GmbH
- Gothaer Allgemeine Versicherung AG
- IBS - Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung Gesellschaft m.b.H.
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Siemens AG
- Smart Power GmbH
- Solarwatt GmbH

7 Kennzeichnungsentwurf und Bildquellen



Bei der DKE eingereichter Vorschlag zur Kennzeichnung von Lithium-Ionen-Großspeichern

Quelle der Abbildungen auf der Titelseite sowie der obigen Abbildung: Fa. Smart Power GmbH