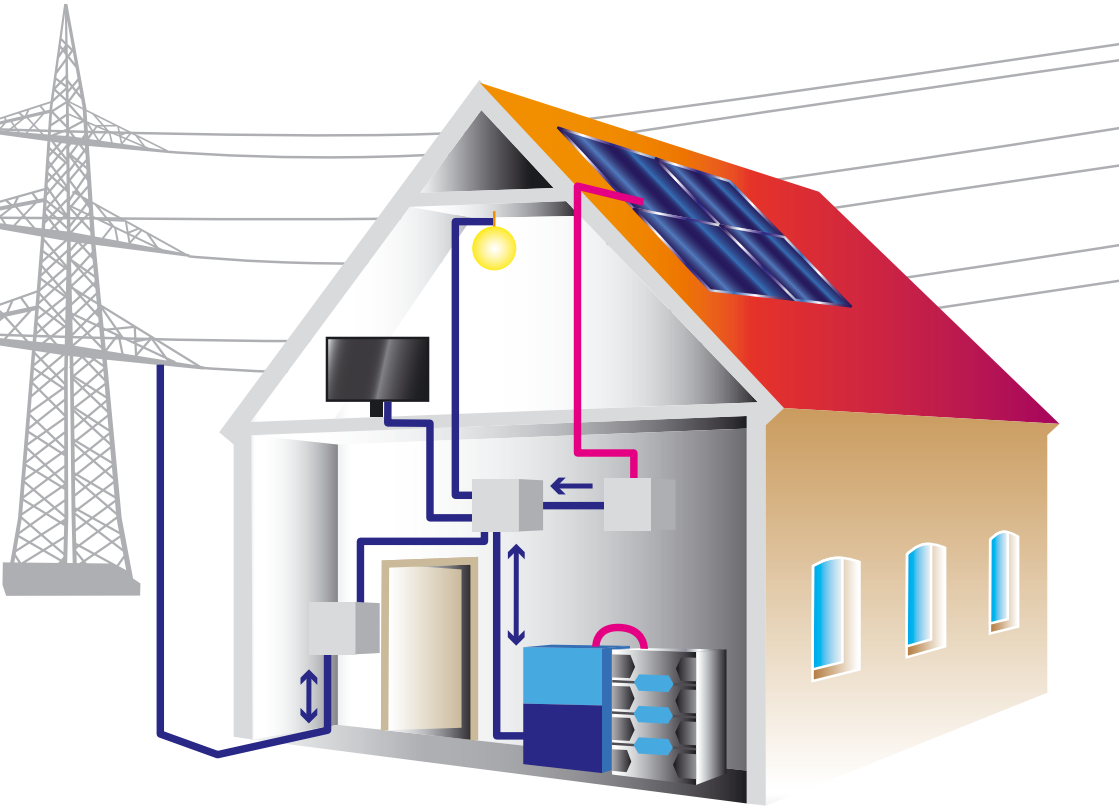
Merkblatt für Einsatzkräfte

Einsatz an stationären Lithium-Solarstromspeichern

Hinweise für die Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung



BSW Bundesverband Solarwirtschaft
BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL
DGUV
DGS
GDV DIE DEUTSCHEN VERSICHERER
vfdb
DEUTSCHER FEUERWEHR VERBAND

1. Einleitung

Diese Hinweise sollen bei Einsätzen mit Solarstromspeichern insbesondere den Feuerwehren, aber auch allen anderen an der Gefahrenabwehr Beteiligten, eine Hilfestellung bei der Gefährdungsbeurteilung und der sicheren Einsatzbewältigung vor Ort geben.

Lithium-Ionen-Batterien sind aus unserer heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Mobiltelefone, Laptops, mobile Werkzeuge, Haushaltsgeräte usw. aber auch elektrisch angetriebene Fahrräder erleichtern uns schon lange den Alltag. Längst ist auch klar, dass wir unsere bisherigen Gewohnheiten bei der Energiebereitstellung und beim -verbrauch so nicht mehr fortsetzen können. Der massive Verbrauch fossiler Energieträger wie Erdöl und Kohle hat erhebliche Auswirkungen auf unsere Umwelt.

Vor diesem Hintergrund ist es eine unumgängliche Notwendigkeit und in der Bundesrepublik Deutschland auch der erklärte politische Wille, dass immer stärker alternative Energien wie Solarstrom oder Windkraft genutzt werden.

Diese alternativen Energien sind jedoch räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterlegen. Für eine Verstetigung der Energieversorgung sind daher leistungsfähige und sichere elektrische Energie-Speicher notwendig.

Die schon heute von zahlreichen namhaften und erfahrenen Herstellern angebotenen Batterie-Speicher für Solaranlagen sind ein wichtiger Schritt zu einem verantwortungsvollen Umgang mit unseren Ressourcen und unserer Umwelt. Neben den bekannten Blei/Säure-Akkumulatoren, zu denen ausreichende Erfahrungen bzgl. Brandbekämpfung und technischer Hilfeleistung vorliegen, kommen bereits jetzt und weiter zunehmend Lithium-(Li-) Ionen-Batterien zum Einsatz. Natürlich bergen auch sie – wie jede Technologie – gewisse Risiken, insbesondere bei nicht fachgerechter Handhabung oder anderen äußeren Einflüssen. Es ist daher wichtig, die in einer Ausnahmesituation im Zusammenhang mit einem Solarstromspeicher auftretenden Gefahren zu kennen und richtig einschätzen zu können.

Die nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengetragenen Informationen stammen aus der wissenschaftlichen Literatur oder aus der Erfahrung zahlreicher Zersetzungsversuche mit Li-Ionen-Batterien, die an der Bergischen Universität Wuppertal (Fachbereich Sicherheitstechnik/Abwehrender Brandschutz) durchgeführt wurden. Dabei wurden weitere und zum Teil auch widersprüchliche Informationen abgewogen und berücksichtigt.

Haftungsausschluss

Diese Broschüre wurde 2014 von der Expertengruppe „Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung an Photovoltaik-Lithiumspeichersystemen“ mit größter Sorgfalt erstellt. Eine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit und Eignung der Hinweise im Einzelfall besteht gleichwohl nicht. Eine eigene sorgfältige Prüfung der im Falle eines konkreten Einsatzes zu beachtenden Umstände und Regelungen bleibt daher unverzichtbar.

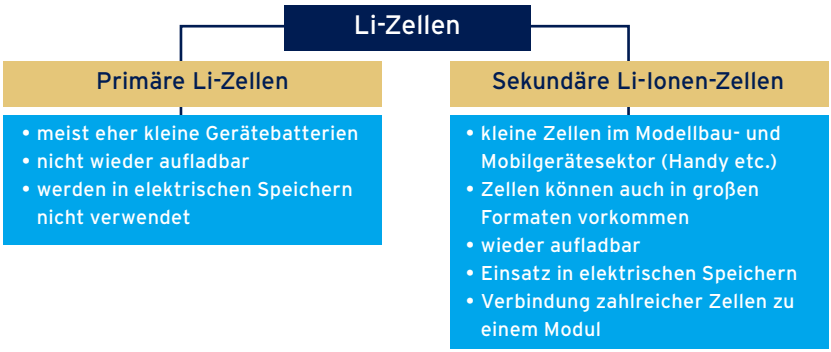
Die Vervielfältigung der Broschüre für nichtkommerzielle Zwecke ist gestattet. Die Verfasser und Herausgeber übernehmen keine Haftung für Fehler in Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder bei der Reproduktion.

2. Li-Batterien und elektrische Speicher – ein Überblick

2.1. Primäre und sekundäre Lithium-Zellen

Zunächst ist zu unterscheiden, dass es sogenannte primäre und sekundäre Li-Zellen gibt. Primäre Li-Ionen-Zellen sind nicht wieder aufladbare, sekundäre Li-Ionen-Zellen sind wieder aufladbar (→ Akku) und werden demzufolge in elektrischen Speichern für PV-Anlagen eingesetzt.

Sekundäre Li-Ionen-Zellen und Batterien kommen in zylindrischer, prismatischer Form und auch in Form von Softpacks unterschiedlichster Größe zur Anwendung.



Übersicht von Lithium-Zellen

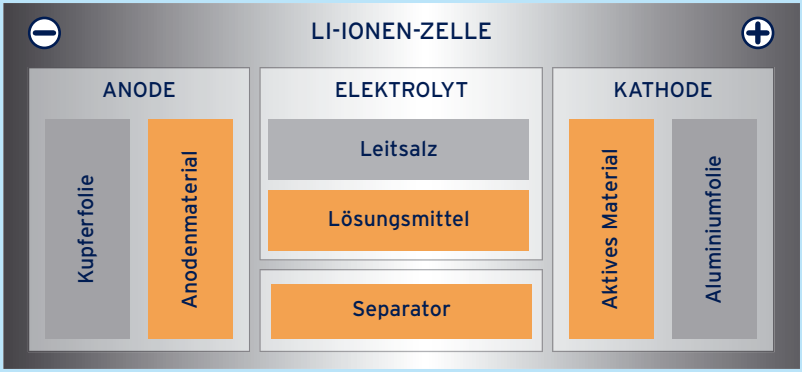
Gegenstand dieser Information sind die sekundären Li-Ionen-Zellen und die daraus konfigurierten elektrischen Speicher für Photovoltaik-(PV)-Anlagen.



Übersicht verschiedener Zelltypen nach Einsatzbereich und beispielhaftem elektrischen Energieinhalt.

2.2. Zellaufbau und Zellbestandteile

Eine Lithium-Ionen Zelle besteht aus Anode, Kathode, Elektrolyt und einem Separator. Alle diese Komponenten sind potentiell brennbar. Ihre Reaktivität ist dabei Abhängig vom Ladezustand der Zelle. Ein wesentlicher Unterschied im Brandverhalten wird durch das verwendete Anoden- und Kathodenmaterial hervorgerufen.



Prinzipieller Aufbau von Li-Ionen Zellen mit den vier grundsätzlichen Komponenten Anode, Kathode, Elektrolyt und Separator; die rot hinterlegten Komponenten können einen Brand beeinflussen.

Der **Elektrolyt** besteht aus verschiedenen organischen Lösungsmitteln bzw. Lösungsmittelgemischen, in denen ein Leitsalz gelöst ist.

Name	Techn. Abkürzung	Siede-temperatur °C	Flammpunkt °C
Ethylencarbonat	EC	248	160
Propylencarbonat	PC	242	135
Dimethylcarbonat	DMC	90	15
Diethylcarbonat	DEC	127	33
Ethylmethylcarbonat	EMC	108	23

Häufige Lösungsmittel und ihre Eigenschaften. Die Zündtemperaturen der hier aufgeführten Lösungsmittel liegen im Bereich zwischen 430 °C und 455 °C.

Als **Leitsalz** kommt in derzeit kommerziell erhältlichen Zellen nahezu ausschließlich Lithiumhexafluorophosphat ($LiPF_6$) zum Einsatz.

Der **Separator** ist eine ionendurchlässige Membran, die Anode und Kathode elektrisch voneinander trennt. Diese besteht in der Regel aus Polymeren (Kunststoff), die z. T. beschichtet sind.

Die **Anode** in der Zelle ist zumeist mit Graphit (Kohlenstoff) beschichtet. In diese Kohlenstoffschicht lagert sich beim Ladevorgang das Lithium ein, es entsteht „graphitiertes Lithium". Auch andere derzeit bekannte Anodenmaterialien, wie z. B. Titandioxid oder Lithiumtitanat, ändern das Gefahrenpotential nicht.

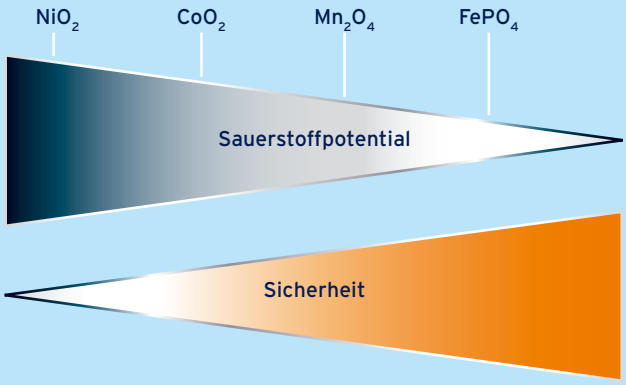
Entscheidend für das Verhalten einer Li-Ionen-Zelle bei einer mechanischen Beschädigung, einer Überhitzung oder einer Überladung ist das aktive **Kathodenmaterial**, dessen chemische Zusammensetzung sich beim Lade- und Entladevorgang verändert.

Gruppen von Kathodenmaterialien:

1. Schichtoxide aus Cobalt, Nickel, Mangan oder Aluminium
   Beispiel: $LiCoO_2$ (LCO); weitere Beispiele sind LNO, NMC und NCA.
   Beim Ladevorgang und insbesondere beim Überladen verarmt das Kathodenmaterial an Lithium, so dass das Sauerstoffpotential zunimmt. Das bedeutet, das Kathodenmaterial wird zunehmend brandfördernd.

2. Spinelle aus Mangan
   Beispiel: $LiMn_2O_4$ (LMO).
   Das mit zunehmendem Ladezustand entstehende Sauerstoffpotential ist wesentlich geringer als bei LCO-Zellen.

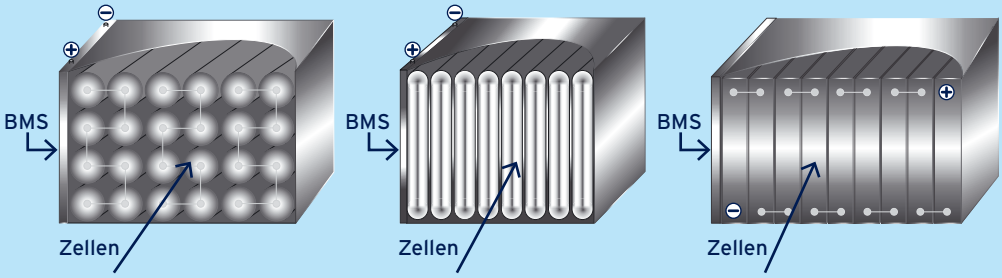
3. Phosphate aus Eisen, Cobalt, Nickel oder Mangan
   Beispiel: $LiFePO_4$ (LFP)); weitere Beispiele sind LMP und LFMP.
   Das mit zunehmendem Ladezustand entstehende Sauerstoffpotential ist sehr gering im Vergleich zu LCO- oder LMO-Zellen.



Das thermische Durchgehen ist bei allen Zellen grundsätzlich möglich, unabhängig vom Kathodenmaterial. Mit abnehmendem Sauerstoffpotential des eingesetzten Kathodenmaterials sinkt aber dessen brandfördernde Eigenschaft.

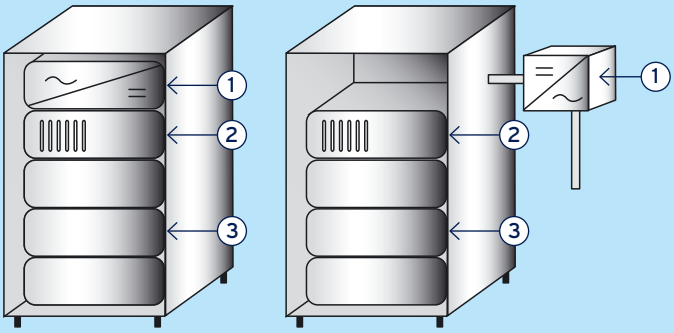
3. Aufbau und Funktion von Solarstrom-Li-Speichern

Einzelne Zellen werden elektrisch in Zellmodulen zusammengefasst und mit einem Batteriemanagementsystem (BMS) ausgestattet. Das BMS übernimmt die Überwachung der Zellzustände sowie die Lade- bzw. Entladevorgänge.



Aufbau von Zellmodulen aus zylindrischen (links), Pouch- (mitte) und prismatischen Zellen.

Aus den einzelnen Zellmodulen wiederum werden Moduleinheiten bzw. die Batterie zusammengestellt. Diese werden zusammen mit der entsprechenden Batterieelektronik (Laderegler und Leistungsmanagementsystem) in einem Gehäuse untergebracht. Die Anbindung an die Hauselektronik und die Solarstrom-Anlage erfolgt über den Wechselrichter. Hier kann grundsätzlich zwischen Solarstrom-Speichern mit integriertem und mit externem Wechselrichter unterschieden werden.



1 Wechselrichter
2 Batterieelektronik
3 Batteriepacks

Prinzipielle Typen von Solarstrom-Speichersystemen (**links:** mit integriertem Wechselrichter; **rechts:** mit externem Wechselrichter).

Durchschnittliche Solarstromspeicher haben eine Kapazität von etwa 5 kWh. In einzelnen Anwendungen beträgt die Kapazität bis zu einigen 10 kWh. Noch grö-

ßere Lithium-Speichersysteme mit mehreren hundert kWh bis MWh, wie z. B. das 5 MWh Pilotprojekt von Younicos und der Schweriner WEMAG, sind heute noch die Ausnahme und werden in separaten Gebäuden bzw. in Containern untergebracht.

<< Hinweis

Li-Ionen-Speicher arbeiten typischerweise im Niederspannungsbereich bis max. 1.000 V (AC) bzw. 1.500 V (DC) (siehe DIN VDE 0132).
Bezogen auf das Volumen, haben Li-Ionen-Akkus derzeit eine maximale elektrische Energiedichte von ca. 0,58 kWh/l. Der Heizwert beträgt in etwa dem 10-fachen der elektrischen Energiedichte; etwa 5,8 kWh/l. Das bedeutet, dass bei gleichem Volumen Benzin etwa 1,5 mal mehr Energie enthält; der Heizwert von Benzin beträgt etwa 8,6 kWh/l.

Ursprünglich wurden Solarstromspeicher ausschließlich in der Inselstromversorgung eingesetzt. Vollständig vom öffentlichen Stromnetz entkoppelte Objekte können mit Hilfe der Zwischenspeicherung fast vollständig aus erneuerbaren Energien (Sonne, Wind etc.) versorgt werden. Heutzutage werden Solarstromspeicher auch netzgekoppelt betrieben. Der selbst erzeugte Strom wird nicht vollständig ins öffentliche Stromnetz gespeist, sondern kann in Zeiten fehlender Sonneneinstrahlung (z. B. abends) genutzt werden. Bei hoher Sonneneinstrahlung und geringem Verbrauch wird der Strom aus der Photovoltaik-Anlage im Solarstromspeicher zwischengespeichert.

Wie sind Solarstromspeicher zu erkennen?

Solarstromspeicher sind nicht sofort als solche zu erkennen. Sie haben oftmals die Form von Schaltschränken oder Elektroanschlusskästen. Diese können an der Wand montiert oder als Standgeräte mit Kippsicherung aufgestellt werden. Der Installationsort von Solarstromspeichern wird in der Regel der Keller oder ein anderer geeigneter Raum innerhalb des Gebäudes sein.

<< Hinweis

In Gebäuden mit Photovoltaik-Anlagen kann zunehmend damit gerechnet werden, dass sich dort auch Speichersysteme befinden.



Modular erweiterbares Speichersystem als Standgerät (geschlossen und offen); links sind die einzelnen Moduleinheiten zu erkennen (Quelle: VARTA Storage GmbH); Akkumulatoren, Leistungs- und Steuerelektronik sowie Wechselrichter sind im Gehäuse untergebracht.

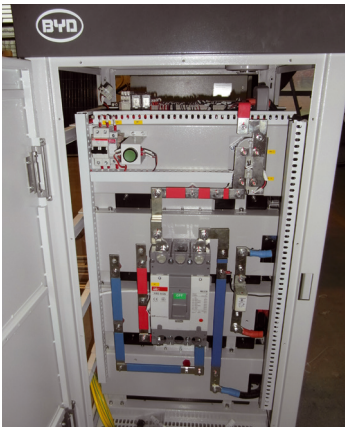
linkes Bild: Aufstellsituation im Keller – Speichersystem als Standgerät mit externem Wechselrichter (Quelle: Solarworld AG); **rechtes Bild:** Standgerät – Innenansicht (Quelle: Saft Batterien GmbH).





Lithium-Ionen-Speicher – Aufstellsituation und Innenansicht (Quelle: FENECON GmbH & Co. KG).





Kompaktgerät als Wandmontage im Keller (**linkes Bild:** DZ-4 GmbH) oder als Standgerät im Hauswirtschaftsraum (**rechtes Bild:** E3/DC GmbH); Akkumulatoren, Leistungs- und Steuerelektronik sind im Gehäuse untergebracht.



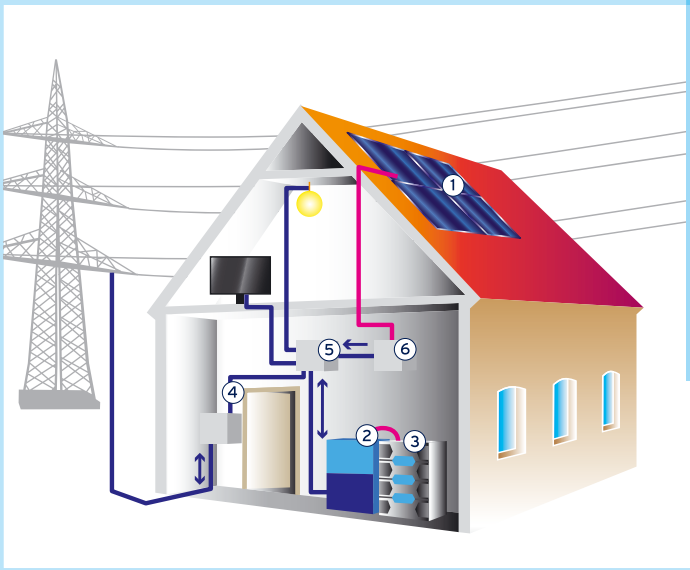


Wie sind Solarstromspeicher in das elektrische Hausnetz eingebunden?

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, Solarstromspeicher elektrisch in das Gebäude einzubinden. Bei so genannten Wechselstromsystemen (AC-Systeme) wird der Gleichstrom der PV-Anlage zunächst in Wechselstrom umgewandelt und den Verbrauchern zur Verfügung gestellt, bzw. ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Als Verbraucher zählt in diesem Sinne auch das Speichersystem. Dieses wandelt den Strom zum Laden wieder in Gleichstrom um bzw. beim Entladen in Wechselstrom; in diesem Falle als Energiequelle.

<< Hinweis

Gleichstromleitungen sind in der Regel nicht freischaltbar und sollten daher so verlegt sein, dass diese im Havariefall keine Gefährdungen durch berührbare Spannungen hervorrufen können (weitere Informationen dazu siehe VDE AR E 2510-2 – Stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz).



1. PV Module
2. Batteriewechselrichter und Laderegler
3. Li-Ion-Batterie
4. Netzanschluss/Zähler
5. Verteilerkasten
6. Wechselrichter

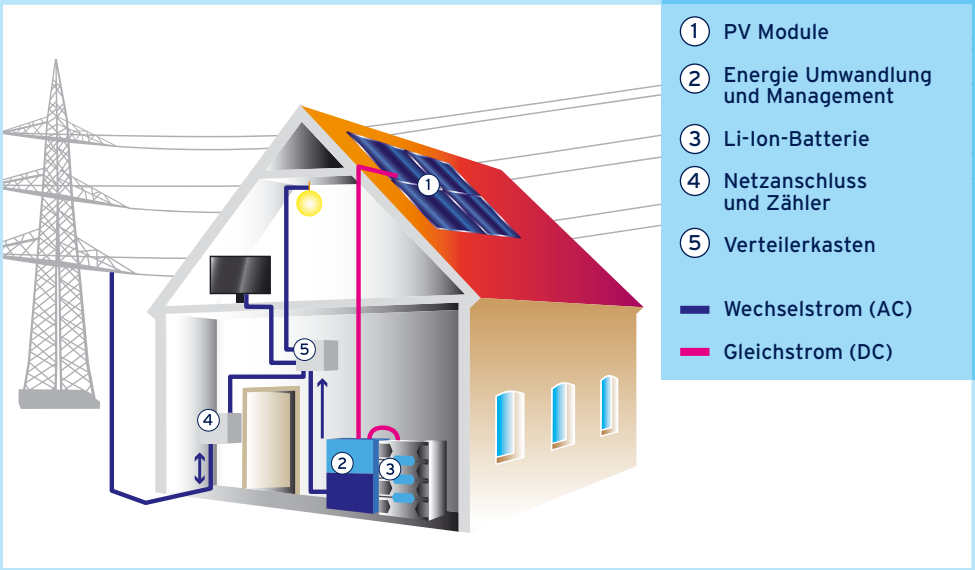
Wechselstrom (AC)

Gleichstrom (DC)

Schematische Darstellung eines wechselstromseitig eingebundenen Solarstromspeichers (AC-System); die Pfeile zeigen die verschiedenen Energieflussrichtungen an; rot dargestellte Leitungsbereiche lassen sich in der Regel nicht elektrisch freischalten.

Bei Gleichstromsystemen (DC-Systeme) wird der Gleichstrom aus der Photovoltaik-Anlage direkt zum Laden des Speichers verwendet und über den Wechselrichter des Speichersystems in das elektrische System des Gebäudes eingespeist.

Hinweis >> Einige Speichersysteme erhalten die AC-Stromversorgung im Inneren des Hauses auch bei Netzausfall/Netzfreischaltung aufrecht (Ersatzstromversorgung)!



Schematische Darstellung eines gleichstromseitig eingebundenen Speichersystems (DC-System); die Pfeile zeigen die verschiedenen Energieflussrichtungen an; rot dargestellte Leitungsbereiche lassen sich in der Regel nicht elektrisch freischalten.

4. Gefahren und Maßnahmen bei Bränden

4.1. Gefahren

	Ausbreitung	Atemgifte	Atomare Gefahren	Angst	Chemische Gefahren	Elektrizität	Explosion	Einsturz	Erkrankung
Menschen		+			+	+			
Tiere		+			+	+			
Umwelt					+				
Sachwerte	+				+				
Einsatzkräfte		+			+	+	(+)		

Die Tabelle zeigt die in der Regel auftretenden Gefahren im Sinne der FwDV 100 für den Brand von Li-Ionen-Zellen.

Speichersysteme und Zellen sind mittlerweile durch mehrere Sicherheitseinrichtungen geschützt und lassen sich sicher betreiben. Durch Gehäuse, ggf. Verpackungsmaterial und auch die enthaltenen organischen Lösungsmittel tragen die Li-Ionen-Batterien zur Brandlast bei.

Sollte sich eine Zelle durch Wärme, Überladung oder mechanische Beschädigung zersetzen oder thermisch durchgehen, entstehen auf der Oberfläche der Zelle Temperaturen bis zu 800 °C, die Zelle öffnet sich und bläst ihren Inhalt unter Überdruck nach außen ab. Dabei entsteht ein meist weißer/grauer Nebel, der den Elektrolyten und andere Zellbestandteile enthält. Dieser kann sich entzünden und damit eine Stichflamme verursachen.

Das im Elektrolyten enthaltene Lithiumhexafluorophosphat ($LiPF_6$) ist sehr wasserempfindlich und wird mit der Luftfeuchtigkeit unter Bildung von Fluorwasserstoff (HF, Flusssäure) und Phosphorsäure (H_3PO_4) reagieren.

Der entstandene weiße Nebel ist daher als giftig und ätzend anzusehen! Er kann sich auf der feuchten Hautoberfläche lösen und zu Verätzungen führen.

Da bereits ab einer Temperatur von ca. 130 °C die Zersetzung einer Li-ionen-Zelle beginnt, kann die Zersetzung einer Zelle, die Zersetzung anderer Zellen auslösen, so dass sich nacheinander Zellen eines Speichers zersetzen können.

Auch bei unmittelbarem Kontakt von Zellbestandteilen mit Löschwasser sind eine gefährliche Reaktion mit Lithium und daraus eine erhebliche Wasserstoffbildung nicht zu befürchten. Dennoch sollte der Bereich vorsorglich gut gelüftet werden.

Eine Wasserstoffentstehung kann bei längerer Einwirkung der Batteriespannung auf Wasser durch Elektrolyse vorkommen, z. B. wenn ein Solarstromspeicher ganz oder teilweise überflutet ist. Auch hier sollte der Bereich vorsorglich gut gelüftet werden.

In Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen sind Solarstromspeicher nur in begrenzten Bereichen abschaltbar. Selbst wenn der Solarstromspeicher vom Stromnetz getrennt wurde, können über die Photovoltaik-Anlage noch gefährliche Spannungen in das Stromnetz des Gebäudes eingespeist werden. Was die elektrische Gefährdung angeht, ist somit die gleiche Vorgehensweise wie bei Photovoltaik-Anlagen bzw. bei Einsätzen im Niederspannungsbereich vorzusehen.

Strahlrohr DIN 14365-CM	Niederspannung (N) Wechselspannung bis 1 kV oder Gleichspannung bis 1,5 kV (≤ AC 1 kV oder ≤ DC 1, 5 kV)	Hochspannung (H) Wechselspannung über 1 kV oder Gleichspannung über 1,5 kV (> AC 1 kV oder > DC 1, 5 kV)
Sprühstrahl	1 m	5 m
Vollstrahl	5 m	10 m

Die farblich hinterlegten Strahlrohrabstände für den Niederspannungsbereich gelten auch für Solarstromspeichersysteme.
Hinweis: Für andere Löschmittel als Wasser gelten die Abstände der jeweils gültigen Fassung der DIN VDE 0132.

4.2. Maßnahmen

Die vorgehenden Einsatzkräfte müssen zwingend umluftunabhängigen Atemschutz und die geschlossene Brandbekämpfungsbekleidung [Feuerwehrüberhose und -überjacke nach FwDV 1/UVV Feuerwehren §12 (DGUV Vorschrift 49 bisher GUV-V C 53)], inkl. einer Feuerschutzhaube, tragen! Das gilt sicherheitshalber auch für die Einsatzmaßnahmen nach „Feuer aus" und bei den Aufräumarbeiten.

Um die giftige und ätzende Flusssäure in der Luft und im Rauch zu binden, empfiehlt sich – nach Möglichkeit – das Niederschlagen der Gase mit Wasser als Sprühstrahl, bevor die Einsatzkräfte sich längere Zeit in dieser Atmosphäre aufhalten. Auf die entsprechenden Sicherheitsabstände zu spannungsführenden Teilen ist zu achten. Der Bereich sollte möglichst unmittelbar nach außen intensiv entlüftet werden! Wenn es möglich ist sollen in dem betroffenen Bereich orientierende Fluorwasserstoff-Messungen (HF-Messungen) durchgeführt werden.

Der unmittelbare Hautkontakt mit Zellbestandteilen oder auch verbrannten Zellkomponenten muss verhindert werden.

Nach Hautkontakt muss die Haut mit viel Wasser abgespült werden. Ggf. ist die Anwendung von Calciumgluconat-Gel empfehlenswert um eine Fluorwasserstoff-Intoxikation (HF-Intoxikation) entgegenzuwirken. Siehe dazu auch das jeweils entsprechende Sicherheitsdatenblatt.

4.3. Geeignete Löschmittel und Löschverfahren

Ziel: Verhinderung der Zersetzung weiterer Zellen

Zur Verhinderung der weiteren Zersetzung von Zellen müssen die Zellen unmittelbar gekühlt werden. Das ist mit gasförmigen Löschmitteln nicht ausreichend möglich. Zur Kühlung empfiehlt sich der Einsatz von Wasser. Die Kühlung der Zellen/der Batterie/des Speichers sollte noch über einen ausreichend langen Zeitraum (mehrere Stunden) fortgesetzt werden, um die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass sich noch weitere Zellen zersetzen. Die regelmäßige Benetzung mit Wasser ist dazu ausreichend. Das Modul muss nicht kontinuierlich mit Wasser beaufschlagt werden. Bei zuvor sehr hohen Temperaturen oder großen Speichern muss man ggf. auch über einen längeren Zeitraum (24 h) noch mit einer Zersetzung von Zellen rechnen und es empfiehlt sich, das System entsprechend länger zu kühlen. Eine interne Wärmefreisetzung lässt sich mit einer Wärmebildkamera nicht sicher erkennen!

Ziel: Niederschlagen der Gase und Dämpfe

Die freiwerdenden Gase und Dämpfe müssen nach Möglichkeit mit Sprühwasser niedergeschlagen werden. Bei entsprechend großer Verdünnung sind die Konzentrationen u. a. der Flusssäure im abfließenden Wasser weniger kritisch. Die Räume sind möglichst schnell und möglichst unmittelbar ins Freie zu lüften.

Anmerkung:

In geschlossenen Räumen kann auch der Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel oder eine anderweitige Reduzierung der Sauerstoffkonzentration der Umluft den (eher unwahrscheinlichen) Flammenbrand des Lösungsmittels unterdrücken. Auf diese Weise wird die Wärmefreisetzung reduziert. Je nach Zelltyp ist jedoch zu beachten, dass das brandfördernde Potential der Kathode eine Verbrennung auch ohne äußeres Sauerstoffangebot unterhalten kann.

Bezüglich des Umgangs mit der Brandstelle und den Brandrückständen s. VdS 2357.

5. Gefahren und Maßnahmen bei der mechanischen Zerstörung oder Beschädigung von Zellen

5.1. Gefahren

	Aus-breitung	Atem-gifte	Atomare Gefahren	Angst	Chemi-sche Gefahren	Elektri-zität	Explo-sion	Ein-sturz	Erkran-kung
Menschen		+			+	+			
Tiere		+			+	+			
Umwelt	+				+				
Sachwerte					+				
Einsatz-kräfte	+	+			+	+	(+)		

Die Tabelle zeigt die in der Regel auftretenden Gefahren im Sinne der FwDV 100 für die mechanische Zerstörung/ Beschädigung von Li-Ionen-Zellen.

Die mechanische Beschädigung der Zelle kann auch die thermische Zersetzung und einen Brand zur Folge haben.

Bei einer rein mechanischen Schädigung der Li-Ionen-Batterie mit Austritt von Zellbestandteilen, z. B. von Elektrolyt, stehen vor allem die chemischen Gefahren durch das Leitsalz im Vordergrund.

Einstufung vom Leitsalz Lithiumhexafluorophosphat ($LiPF_6$) nach GHS



H301: Giftig bei Verschlucken.
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H372: Schädigt die Organe (Knochen, Zähne) bei längerer oder wiederholter Exposition durch Einatmen.

Lithiumhexafluorophosphat reagiert mit Wasser unter Bildung von u. a. Fluorwasserstoff (in Wasser: Flusssäure).

Einstufung von Fluorwasserstoff



H330: Lebensgefahr bei Einatmen.
H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H300: Lebensgefahr bei Verschlucken.
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

Weiterhin ist bei austretendem Elektrolyten zu beachten, dass durch Verdunstung des Lösungsmittels – je nach Art und Flammpunkt- lokal eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Die mechanische Zerstörung einer Zelle oder eines Moduls kann dazu führen, dass Zellbestandteile freigesetzt werden. Der dann austretende Elektrolyt ist brennbar, wenn auch in der Regel nicht leichtentzündlich, und durch das Leitsalz ätzend. In Abhängigkeit vom Flammpunkt des verwendeten Lösungsmittels kann in seltenen Fällen durch die Dämpfe eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen.

5.2. Maßnahmen

- Ausgelaufenen Elektrolyten mit Chemikalienbindemittel aufnehmen.
- Ex-Messung durchführen.
- Die Räume sind möglichst schnell und möglichst unmittelbar ins Freie zu lüften.
- Sind Speicher oder Zellen durch Wärme beaufschlagt worden, sind diese zu kontrollieren, da sich ggf. eine Zersetzung auch noch zu einem späteren Zeitpunkt ereignen kann.

6. Hinweise zur Beendigung des Einsatzes

- Die Einsatzstelle darf nur im gesicherten Zustand verlassen werden.
- Bei Bedarf ist vor dem Verlassen der Einsatzstelle die Spannungsfreiheit durch eine Fachfirma herzustellen und
- die Einsatzstelle an die zuständige Person (Anlagenbetreiber, eine von ihm beauftragte Person, Hauseigentümer, ggf. Elektrizitätswerk oder Polizei) mit den nötigen Sicherheitshinweisen zu übergeben.
- Die Lagerung und Zwischenlagerung zerstörter oder beschädigter Lithium-Speicher muss von Personen mit ausreichender Qualifikation nach Herstellervorgaben erfolgen.
- Der Transport zerstörter oder beschädigter Lithium-Speicher muss entsprechend der ADR Sondervorschrift 661 erfolgen (siehe auch: Allgemeinverfügung zur Beförderung beschädigter oder defekter Lithium-Zellen des BAM – Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung).

Weiterführende Informationen

- Lithium-Batterien GDV-Merkblatt zur Schadenverhütung – VdS 3103
  http://vds.de/fileadmin/vds_publikationen/vds_3103_web.pdf
- Informationsschrift: „Einsatz an Photovoltaikanlagen" – z. B. DGUV – Information 205-018 (bisher BGI/GUV-I 8657)
  http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8657.pdf
- DGUV Information 203-052 „Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle" (bisher BGI/GUV-I 8677)
  http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8677.pdf
- Richtlinien zur Brandschadensanierung – VdS 2357
  http://vds.de/fileadmin/vds_publikationen/vds_2357_web.pdf
- Allgemeinverfügung zur Beförderung beschädigter oder defekter Lithium-Zellen:
  http://www.bam.de/de/service/amtl_mitteilungen/gefahrgutrecht/gefahrgutrecht_medien/lithiumbatterien_allgemeinverf_de.pdf
- Reiner Korthauer, Handbuch Li-Ionen-Batterien, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013
- VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2510-50:2014-11 „Stationäre Energiespeichersysteme mit Lithium-Batterien – Sicherheitsanforderungen"
- VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2510-2 „Stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz"

Erstellt von:
Bergische Universität Wuppertal – Fachgebiet Sicherheitstechnik/Abwehrender Brandschutz
Bundesverband Solarwirtschaft e.V. – BSW-Solar
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. – DGS
Deutscher Feuerwehrverband e.V. – DFV
Fachbereich „Feuerwehren, Hilfeleistungen, Brandschutz" der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. – DGUV
Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. – GDV
Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. – Referat 5 – vfdb

Gestaltung: Burga Fillery, www.milch-berlin.de

1. Auflage, Dezember 2014
Herausgeber: Bundesverband Solarwirtschaft e.V.