

Beherrschbares Risiko

Brandschutz für stationäre Lithium-Ionen-Energiespeichersysteme

Li-Ionen-Batterien bieten eine hohe Energiedichte auf kleinem Raum. Darum kommen sie insbesondere im Zuge der Energiewende auch in stationären elektrischen Speichern in immer mehr Gebäuden und Infrastrukturen zum Einsatz. Doch bringen diese positiven Eigenschaften auch charakteristische Brandrisiken mit sich. Eine wirkungsvolle Lösung bietet ein anwendungsspezifisches Brandschutzkonzept für stationäre Lithium-Ionen-Speichersysteme, wie es Siemens auf Basis von umfangreichen Versuchsreihen entwickelt hat. Dieses verfügt auch über eine VdS-Anerkennung.

Jede Lithium-Ionen-Batteriezelle besteht aus zwei Elektroden, der negativen Anode und der positiven Kathode. Sie sind durch einen Separator getrennt. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist das ionenleitende Elektrolyt. Allerdings birgt dieses ebenso erfolgreiche wie in aller Regel auch sichere Funktionsprinzip einige bauartbedingte Risiken. So enthalten die Batteriezellen große Mengen chemischer Energie auf kleinem Raum und

besitzen nur einen sehr geringen Abstand zwischen den Elektroden (Separatorschicht: typisch $\approx 30 \mu\text{m}$). Gleichzeitig sind die eingesetzten Elektrolyten in der Regel brennbar bzw. leicht entzündlich.

Ein Batteriemanagementsystem (BMS) übernimmt deshalb neben der Steuerung und Überwachung des Ladezustandes auf Zellen- und Systemebene auch das Temperaturmanagement beim Laden und Entladen. So soll sichergestellt werden, dass die Zelle im definierten sicheren Betriebsbereich gehalten wird.

away wird in der Batterie gespeicherte Energie schlagartig freigesetzt und die Temperatur steigt innerhalb von Millisekunden auf mehrere hundert Grad an. Der Elektrolyt entzündet sich bzw. das Elektrolytgas explodiert. Im Zuge der Entwicklung eines Thermal Runaways verdampft das Elektrolyt mit ansteigender Temperatur sukzessive. Dadurch baut sich der Innendruck in der Zelle immer weiter auf, bis der Elektrolytdampf entweder über ein Überdruckventil oder durch das Bersten der Hülle freigesetzt wird. Ohne Gegenmaßnahmen entsteht dabei ein explosives Gas-Luft-Gemisch. Dann genügt eine Zündquelle, um eine explosionsartige Verbrennung herbeizuführen. Zudem kann sich ein Thermal Runaway in einem Batteriesystem von Zelle zu Zelle ausbreiten und so zu einem Großbrand führen. Mögliche Ursachen für einen solchen Thermal Runaway können sowohl innerhalb als auch außerhalb der Batteriezelle liegen. Im ersten Fall kann ein interner Kurzschluss die Ursache für den gefährlichen Temperaturanstieg sein. Der Auslöser dafür wiederum ist eine extern beigeführte mechanische Beschädigung oder ein altersbedingter Ausfall des Separators durch Dendritenbildung. Im zweiten Fall können extreme äußere Einflüsse, wie z. B. ein Gebäudebrand, dazu führen, dass die Temperatur in der Batterie über den tolerierbaren Wert steigt.

Konzept zur Vermeidung eines Thermal Runaways

Wie Versuche im Brandlabor von Siemens Smart Infrastructure in Altenrhein in der Schweiz an Lithium-Ionen-Batterien unter-

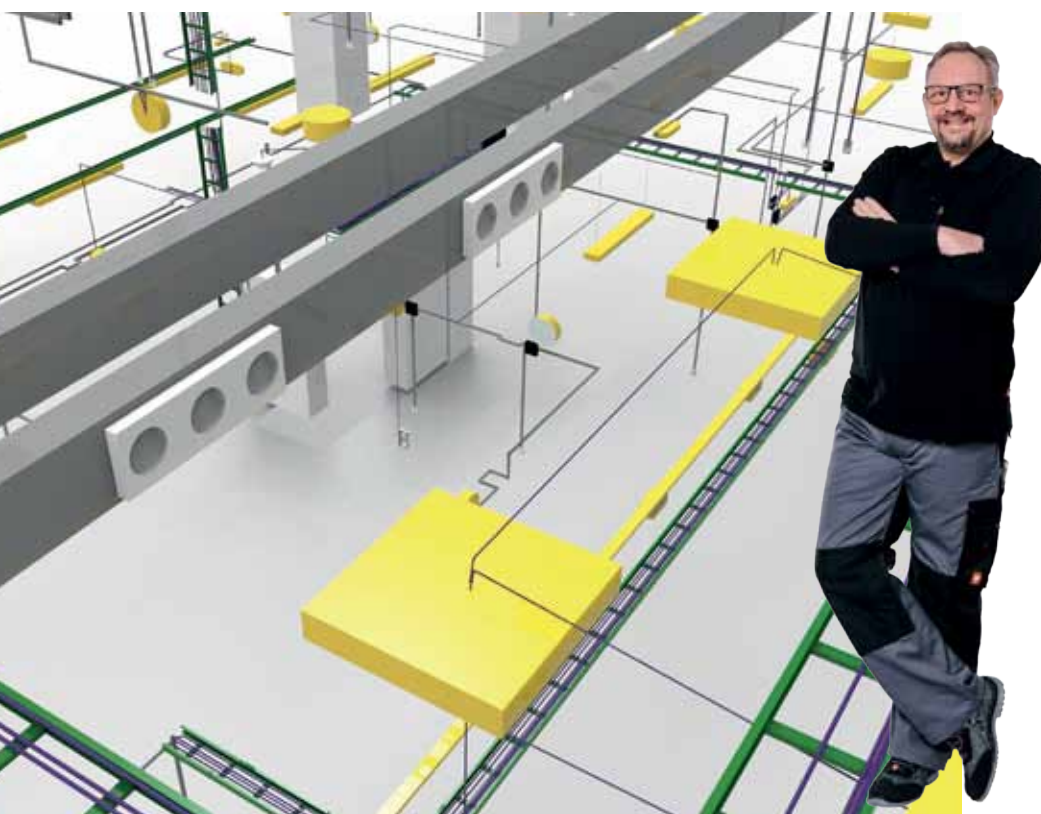
Autoren

Dipl.-Ing. Gerd Hülsen arbeitet im Bereich Global Fire Safety Applications bei der Siemens Schweiz AG, Zug.

Carsten Meißner arbeitet als Senior Consultant Safety Lifecycle Portfolio bei Siemens Smart Infrastructure, Frankfurt am Main.

Thermal Runaway als Gefahrenszenario

Wird der sichere Temperaturbereich überschritten, kann es zu einem so genannten Thermal Runaway kommen, was im deutschen Sprachbereich auch als thermisches Durchgehen bezeichnet wird. Bei einem Run-



BAU AUF BIM mit DDS-CAD

- Digital planen
- Schneller ausführen
- Umsatz steigern
- Zukunft sichern

Mehr dazu: www.dds-cad.de/BIM



DATA DESIGN SYSTEM
A NEMETSCHKE COMPANY



Quelle: Siemens

Stationäre elektrische Energiespeicher der Energiewende bringen charakteristische Brandrisiken mit sich.

schiedlichster Zellchemien (getestet wurden u. a. Lithium-Kobalt-Oxid-, Lithium-Mangan-Oxid-, Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid- und Lithium-Eisenphosphat-Zellen) gezeigt haben, kündigt sich ein Thermal Runaway schon vor dem eigentlichen thermischen Durchgehen an. Ein zuverlässiger Indikator ist das ausgasende Elektrolyt. Sobald also ein Elektrolytgas auftritt, ist mit einem Thermal Runaway zu rechnen. Es bleibt dann aber noch genügend Zeit, um automatisch geeignete Gegen- bzw. Löschmaßnahmen auszulösen. Das heißt zum einen: Löschmittel in ausreichender Konzentration in den Batterieraum einzubringen, bevor der Separator der ersten Batteriezelle ausfällt. Und zum anderen über das Batteriemanagementsystem Abschaltungen vorzunehmen, die die Entwicklung eines Runaways durch Überladung oder Überlast möglicherweise noch stoppen können.

Die schnelle Flutung des Batterieraums mit dem Löschmittel verhindert, dass große Mengen an explosivem Elektrolyt-Sauerstoff-Gemisch entstehen und dass die Ausprägung eines ersten Thermal Runaways verringert sowie das Übergreifen auf benachbarte Batteriezellen gehemmt wird. Sekundärbrände und – durch eine langanhaltende Inertisierung – auch Rückzündungen sind ausgeschlossen.



Quelle: Siemens

1 Lithium-Ionen-Batterie-Energiespeicher mit integriertem Brandschutzsystem, das eine frühestmögliche Branderkennung mit leistungsfähigen Ansaugrauchmeldern und Inertgaslöschanlagen kombiniert.

Schritt 1: Detektion durch Ansaugrauchmelder

Ein entsprechendes Schutzkonzept muss also im ersten Schritt nicht nur eine zuverlässige Branderkennung erlauben, sondern auch eine möglichst frühe Elektrolytgas-Detektion. Diese Herausforderung erfüllen Ansaugrauchmelder, die mittels der Dual-Wellentechnologie sowohl elektrische Brände als auch Elektrolytgas bzw. -dämpfe auch bei hohen Luftgeschwindigkeiten und geringen Gaskonzentrationen zuverlässig erkennen. Ansaugrauchmelder (Aspirating Smoke Detectors; ASD) entnehmen kontinuierlich Luftproben aus den zu überwachenden Bereichen und überprüfen diese auf Rauch- und Gas-

partikel. Die Luftproben werden über ein Rohrnetz mit definierten Öffnungen angesaugt und der Messkammer zugeführt. Dort erkennt eine Auswerteeinheit die Größe der Partikel und deren Konzentrationen. Dabei lassen sich auch geringe Mengen von Brand- und Elektrolytgasen detektieren.

Schritt 2: Löschung durch Inertgas

Haben die Melder einen Brand bzw. Elektrolytgas erkannt, muss umgehend eine automatische Löschung durch eine Anlage ausgelöst werden. Nicht nur, weil das Löschen mit Wasser in elektrischen Systemen zu vermeiden ist, sondern auch weil versteckte oder verdeckte Brandherde mit Wasser nicht

Feuchte Bäder bröckeln früher



ipro
ECA 100/ H

- Intelligente, zweistufige Feuchtesteuerung
- Keine Sollwertvorgabe mehr nötig
- Arbeitet in Abhängigkeit des Anstiegs der rel. Raumfeuchte
- Kein Fehlbetrieb bei wetterbedingtem Feuchteanstieg

erreicht werden können, wird das Batteriesystem über Düsen mit einem gasförmigen Löschmittel geflutet. Dieses bringt auch verdeckte oder versteckte Brandquellen zum Ersticken, indem es den für den Brand notwendigen Sauerstoff verdrängt.

Bleibt die Frage nach dem geeigneten Löschmittel. Chemisch wirkende Substanzen scheiden in diesem konkreten Fall aus, da sich zum einen gefährliche Zersetzungsprodukte bilden und zum anderen Halteflutungen notwendig werden könnten. Damit bleiben die natürlichen Löschgase Stickstoff (N₂), Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Argon (Ar) als mögliche Alternativen.

Diese unterscheiden sich im Detail. So wird das vergleichsweise teure Edelgas Argon nur für spezielle Anwendungen wie etwa Metallbrände eingesetzt. Kohlenstoffdioxid, das effektivste unter den vorgenannten Löschmitteln, ist primär für nicht begehbbare Bereiche oder Objektschutzsysteme vorgesehen, da es in der benötigten Löschkonzentration für Menschen gefährlich ist. Vor diesem Hintergrund wird reiner Stickstoff als Löschmittel verwendet, der auch für Lithium-Ionen-Batteriespeicher sehr gute Ergebnisse bringt.

Fazit

Lithium-Ionen-Batterien bergen charakteristische Brandrisiken. Ein anwendungsspezifisches Brandschutzkonzept kombiniert frühestmögliche Branderkennung mit leistungsfähigen Ansaugrauchmeldern und Inertgaslöschanlagen. Eine sehr frühe Flutung mit dem Löschmittel verhindert die Bildung großer Mengen explosiver Elektrolyt-Sauerstoff-Gemische, reduziert die Ausprägung eines ersten Thermal Runaways, hemmt das Übergreifen solcher Runaways auf andere Batterien und vermeidet Sekundärbrände sowie Rückzündungen. Mithilfe eines solchen Schutzkonzeptes, sind stationäre Lithium-Ionen-Batteriespeichersysteme ein beherrschbares Risiko. Das von Siemens entwickelte „Schutzkonzept für stationäre Lithium-Ionen-Batterie-Energiespeichersysteme“ hat im Dezember 2019 laut Unternehmen als erstes Brandschutzkonzept in diesem Bereich die VdS-Anerkennung (VdS Nr. S 619002) erhalten (Bild 1).