RATGEBER BATTERIESPEICHER · 8 MIN. · 24. AUGUST 2026

Barrieren auf Zell- und Modulebene: Faserpapier, mikroporöse Laminate und Aerogel im Vergleich

Welches Barrierematerial verhindert die Propagation zwischen Zellen und Modulen am zuverlässigsten? Ein technischer Vergleich von Faserpapier, mikroporösen Laminaten und Aerogel-Kompositen für stationäre Batteriespeicher.

Warum die erste Verteidigungslinie in der Zelle beginnt

Ein thermisches Durchgehen beginnt immer in einer einzelnen Zelle. Ob daraus ein lokal begrenztes Ereignis oder ein Vollbrand des gesamten Speichercontainers wird, entscheidet sich in den ersten Sekunden und Minuten – und zwar an der Frage, ob die Nachbarzelle die eingetragene Wärme aufnehmen muss oder nicht. Genau hier setzen thermische Barrieren auf Zell- und Modulebene an: dünne Trennlagen zwischen den Zellen sowie Trennplatten zwischen Modulen, die den Wärmestrom so lange begrenzen, bis die freigesetzte Energie abgeführt oder verteilt ist.

Für Planer und Errichter stationärer Batteriespeicher ist das Thema doppelt relevant. Erstens bewerten Prüfverfahren wie UL 9540A das Propagationsverhalten von der Zelle über das Modul bis zur Einheit – eine wirksame Barriere auf Zellebene verbessert das Ergebnis auf allen darüberliegenden Ebenen. Zweitens ist der Bauraum in modernen Racks extrem knapp: Jeder Millimeter Barrierematerial konkurriert mit Energiedichte. Die Materialwahl ist deshalb immer ein Kompromiss aus thermischer Leistung, Dicke, mechanischem Verhalten und Kosten.

Hinweis: Die Anforderungsliste an eine Zellbarriere — Eine Barriere zwischen Zellen muss mehr können als dämmen: Sie muss den heißen Partikeln und Gasen eines Zellversagens kurzzeitig standhalten, elektrisch isolieren, das zyklische Atmen der Zellen (Swelling) über die Lebensdauer mechanisch mitmachen und dabei formstabil bleiben. Kein einzelnes Material erfüllt alle Punkte perfekt – daher dominieren in der Praxis Kompromisse und mehrlagige Aufbauten.

Faserpapier: der robuste Klassiker

Papiere und Matten aus Hochtemperaturfasern – klassische Aluminiumsilikatwolle oder biolösliche Erdalkalisilikatwolle – sind seit Jahrzehnten im Industrieofenbau etabliert. Ihre Stärken: sehr hohe Klassifikationstemperaturen (je nach Fasertyp typischerweise im Bereich von etwa 1.100 bis 1.400 °C), gute Verfügbarkeit, einfache Konfektionierung durch Stanzen oder Schneiden und ein moderater Preis. Als Trennlage zwischen Modulen oder als Auskleidung von Modulgehäusen leisten sie zuverlässige Dienste.

Ihre Grenzen liegen in der Wärmeleitfähigkeit und im mechanischen Verhalten. Faserpapiere dämmen deutlich

schlechter als mikroporöse Materialien oder Aerogele, benötigen für die gleiche Schutzwirkung also mehr Dicke. Unter dauerhafter Pressung verlieren sie zudem an Rückstellvermögen – für Positionen, in denen das Swelling der Zellen federnd aufgenommen werden muss, sind sie allein daher nur bedingt geeignet. Bei klassischen Aluminiumsilikatfasern ist außerdem die Einstufung als potenziell krebserzeugend zu beachten, die besondere Schutzmaßnahmen bei Verarbeitung und Rückbau nach sich zieht; biolösliche Fasern umgehen dieses Thema.

- Typischer Einsatz: Trennlagen zwischen Modulen, Auskleidung von Modul- und Rackgehäusen, Hinterlegung von Gasableitkanälen
- Stärken: hohe Temperaturbeständigkeit, einfache Verarbeitung, günstig
- Schwächen: höhere Wärmeleitfähigkeit, begrenztes Rückstellvermögen, Faserstaub-Thematik je nach Fasertyp

Mikroporöse Laminate: maximale Dämmwirkung pro Millimeter Hitzeschutz

Mikroporöse Dämmstoffe bestehen aus pyrogener Kieselsäure mit Trübungsmitteln und erreichen Porengrößen unterhalb der freien Weglänge der Luftmoleküle. Das Ergebnis ist eine Wärmeleitfähigkeit, die bei hohen Temperaturen unter der von ruhender Luft liegt – kein anderes praxisübliches Material dämmt bei Heißgaskontakt besser pro Millimeter. Klassifikationstemperaturen liegen produktabhängig meist im Bereich um 1.000 °C. Genau diese Kombination macht mikroporöse Platten und Laminate zur ersten Wahl, wenn auf engstem Raum ein steiler Temperaturgradient gehalten werden muss.

Der Preis dafür ist mechanische Empfindlichkeit: Das Material ist druckempfindlich und staubend, weshalb es praktisch immer kaschiert verarbeitet wird – eingeschweißt in Folien, mit Glasgewebe ummantelt oder als Laminat mit Deckschichten aus Glimmer oder Metallfolie. Solche Laminate kombinieren die Dämmwirkung des mikroporösen Kerns mit der Durchschlagfestigkeit und Partikelerosionsbeständigkeit der Deckschicht. Für Positionen mit zyklischer Kompression – direkt zwischen atmenden Zellen – ist der Werkstoff dagegen ungeeignet, da er unter Wechsellast kompaktieren kann und seine Struktur verliert.

Hinweis: Glimmer als Partner — Glimmerplatten (Mica) bringen das mit, was mikroporösen Kernen fehlt: hohe mechanische Steifigkeit, exzellente elektrische Isolation und Beständigkeit gegen heiße Partikelströme. In mehrlagigen Barrieren übernimmt Glimmer häufig die heiße, partikelbelastete Seite, während der mikroporöse Kern den Temperaturgradienten hält.

Aerogel-Komposite: dünn, flexibel, kompressionsstabil

Silika-Aerogele gehören zu den am schlechtesten wärmeleitenden Feststoffen überhaupt; faserverstärkte Aerogel-Komposite erreichen bei Raumtemperatur Wärmeleitfähigkeiten in der Größenordnung von 0,015 bis 0,02 W/(m·K). Für die Zellebene interessant ist aber vor allem die Kombination aus Dämmwirkung, geringer Dicke und mechanischer Nachgiebigkeit: Aerogel-Pads von wenigen Millimetern Dicke können kurzzeitig sehr hohen Flammtemperaturen standhalten und gleichzeitig das Atmen und Anschwellen der Zellen über tausende Zyklen federnd aufnehmen, ohne nennenswerten Druckverformungsrest aufzubauen.

Damit besetzen Aerogel-Komposite die Position, die Faserpapier und mikroporöse Laminate nicht abdecken: die direkte Zell-zu-Zell-Barriere in prismatischen Modulen und zwischen Pouchzellen, wo Barriere und Kompressionspad in einem Bauteil zusammenfallen. Nachteile sind der höhere Preis, die produktabhängig begrenzte Dauergebrauchstemperatur gegenüber Keramikfaser sowie mögliche Staubfreisetzung, die ebenfalls durch Kaschierungen beherrscht wird. Für großflächige Modultrennungen oder Gehäuseauskleidungen sind sie wirtschaftlich oft nicht die erste Wahl.

- Faserpapier: viel Temperaturreserve, braucht Dicke – gut für Modultrennung und Gehäuse
- Mikroporöses Laminat: beste Dämmwirkung pro Millimeter, druckempfindlich – gut für statische Barrieren mit Platznot
-

Aerogel-Komposit: dämmt sehr gut und federt Swelling ab – gut für die Zell-zu-Zell-Position

- Glimmer: mechanisch und elektrisch stark, dämmt kaum – gut als Deckschicht im Verbund

Auswahl im Projekt: vom Lastfall zum Nachweis

Die Materialauswahl beginnt nicht beim Datenblatt, sondern beim Lastfall: Welche Energiemenge setzt die Zelle frei, wie lange dauert das Venting, welche Temperaturen und Partikelströme treten an der Barriere auf, und welche Temperatur darf die kalte Seite maximal erreichen, damit die Nachbarzelle nicht in den kritischen Bereich läuft? Aus diesen Randbedingungen ergeben sich Dicke und Aufbau – häufig als mehrlagiger Verbund, der Dämmkern, Partikelschutz und elektrische Isolation kombiniert.

Der Nachweis der Wirksamkeit erfolgt letztlich im Versuch: Propagationstests auf Zell- und Modulebene, in Nordamerika standardisiert über UL 9540A, zeigen, ob die Barriere die Ausbreitung tatsächlich stoppt oder nur verzögert. Wichtig für Betreiber: Ein Materialwechsel im laufenden Produktleben – etwa aus Kosten- oder Liefergründen – kann die Gültigkeit vorhandener Testnachweise infrage stellen. Barrierematerialien gehören deshalb in die Änderungskontrolle des Sicherheitskonzepts, nicht in die freie Beschaffung.

Häufige Fragen

Reicht eine Barriere auf Zellebene aus, um auf Maßnahmen auf Container-Ebene zu verzichten?

Nein. Zellbarrieren reduzieren die Wahrscheinlichkeit einer Propagation, ersetzen aber weder die brandschutztechnische Abschottung des Containers noch Gaswarnung, Druckentlastung oder Löschtechnik. Wirksamer Schutz entsteht erst aus dem Zusammenspiel aller Ebenen – Zelle, Modul, Rack und Raum.

Warum wird nicht überall Aerogel eingesetzt, wenn es am besten dämmt?

Aerogel-Komposite sind deutlich teurer als Faserpapier und spielen ihre Vorteile vor allem dort aus, wo geringe Dicke und Kompressionsverhalten gleichzeitig gefordert sind – also direkt zwischen den Zellen. Für großflächige, statische Trennungen sind Faserprodukte oder mikroporöse Laminate häufig die wirtschaftlichere und ebenso wirksame Lösung.

Was bedeutet das Atmen der Zellen für die Barriereauswahl?

Lithium-Ionen-Zellen dehnen sich beim Laden und über die Alterung aus. Eine Barriere zwischen den Zellen muss diese Dickenänderung elastisch aufnehmen, ohne dauerhaft zu kompaktieren – sonst verliert sie Dämmwirkung und der Zellverband seine definierte Verspannung. Materialien mit geringem Druckverformungsrest sind hier klar im Vorteil.

Sprechen Sie mit uns über Ihr Projekt

Rückmeldung binnen 24 Stunden, werktags.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200

Online lesen: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/barriere-zelle-modul