

# Graphitfolien als Lösung des Thermal Runaway Problems von Batteriezellen

## Case Study

Im Bereich der Mobilität wird der Antrieb nicht nur bei Autos, LKWs und Bussen, sondern auch bei Schiffen zunehmend elektrifiziert und damit decarbonisiert.

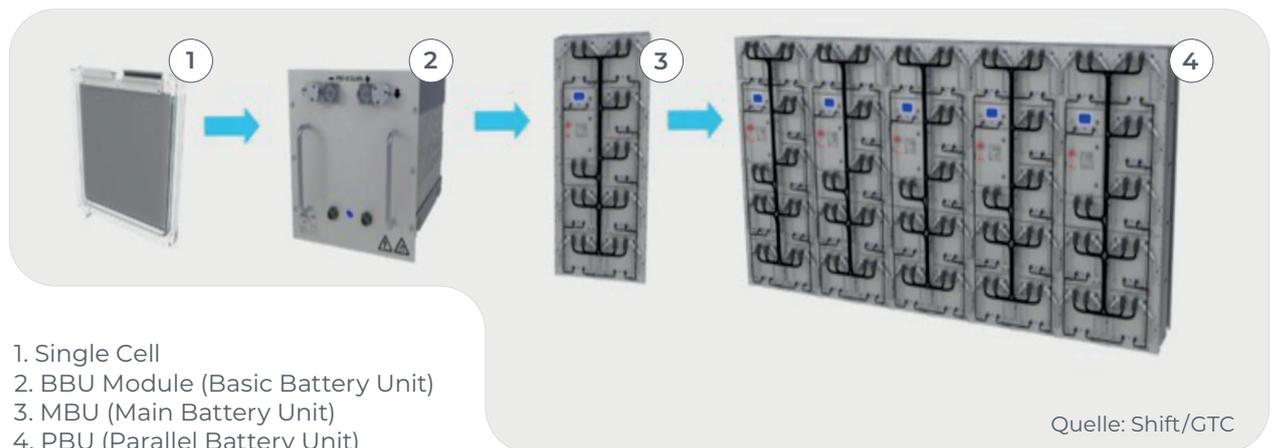
Die Technologie an sich zwischen den Mobilitätsformen gleicht sich, bedeutet aber viele Problem- und Fragestellungen bleiben.



Wie kann ein effizienter Betrieb von Batteriezellen erreicht werden, auch in Bezug auf deren Langlebigkeit und Zyklen-Beständigkeit? Was passiert im Falle eines Kurzschlusses oder einer mechanischen Beschädigung einer Zelle? Fragen, bei denen die Umsetzung eines geeigneten Thermal Management System einen wichtigen Baustein darstellt.

## Aufbau modularer Aufbau einer Batterie-Einheit

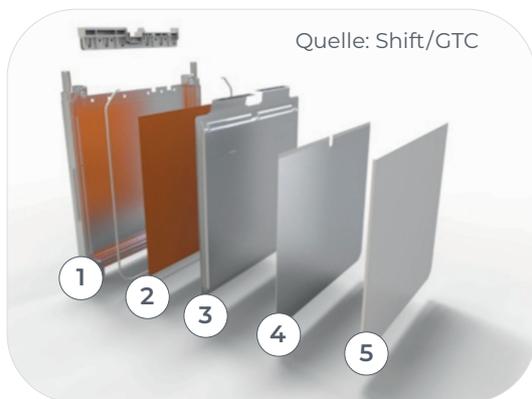
Die Dimension einer Schiffsbatterie im Vergleich zu einer Autobatterie sind sehr unterschiedlich, geht es bei Autos um die Kapazität im KWh-Bereich, sind es bei Schiffen mehrere MWh. Um die hierfür benötigte Energie zur Verfügung zu stellen, werden viele Batteriezellen zu einem Batteriemodul und dieses wiederum entsprechend modular zu einer Art Container Lösung verbunden.



Für einen effizienten und sicheren Betrieb der Zellen und Module, gilt es das Thema Thermal Management zu beachten. Neben der Kühlung der Batteriezellen im normalen Betrieb oder beim Ladevorgang, soll auch für den Fall des „Thermal Runaway“, also dem thermischen Durchgehen, ein Weg gefunden werden, um den Übertrag der Energie auf weitere Zellen zu verhindern oder zu verlangsamen. Um die in diesem Fall plötzlich auftretende Wärme abzuleiten, werden hochwärmeleitende Materialien wie z.B. Graphitfolien benötigt.

Im folgenden Beispiel handelt es sich um Batteriemodule mit leistungsstarken Pouch-Zellen für den Einsatz in einer Elektrofähre. Die Systemgesamtleistung der Batteriemodule beträgt hier ca. 1 MWh. Die verwendeten Zellen basieren auf Nickel-Mangan-Kobalt, können extreme Leistungsparameter abrufen und wurden für den 24/7/365-Einsatz in der Industrie entwickelt. Durch die hohen Lade- und Entladeraten sind sie stetiger Belastung ausgesetzt, wodurch es zu einer hohen Wärmeentwicklung kommen kann. Der Ladevorgang dauert trotz der großen Kapazität der Module nur wenige Minuten, dies verdeutlicht die enormen Energieströme. Ab Temperaturen  $>150^{\circ}\text{C}$  (dies liegt weit über den normalen Betriebstemperaturen der Batteriezellen) besteht die Gefahr des Thermischen Durchgehens (Thermal Runaway) und in dieser Folge sogar eines Brandes.

## Aufbau und Funktion einer Zelleinheit



1. Zellträger Alu-Druckguss mit eingegossenem Edelstahlrohr für die Flüssigkühlung
2. Isolationsfolie
3. Batterie Zelle (Pouch)
4. Heat Spreader S500K Graphit-Folie (100% aus natürlichem Graphit, Dichte =  $1,5\text{g/cm}^3$ , einseitig Kleberbeschichtet)
5. Schaumstoffplatte zum Ausgleich von Bauteiltoleranzen

Das Zellträgersystem ist so gestaltet, dass der Heat-Spreader, die **KERAFOL®-Graphit-Folie S500K**, die Wärme gleichmäßig verteilt und abführt. Die Folie S500K verfügt in der Ebene (x/y Richtung) über eine

äußerst hohe Wärmeleitfähigkeit von mehreren  $100\text{ W/mK}$ , ein Spitzenwert im Bereich Thermal Management. Dadurch, dass die S500K aus natürlichem Graphit besteht und die Dichte der Folie an die mechanischen Anforderungen angepasst wurde, ist sie für im Vergleich zu anderen Graphitfolien äußerst flexibel. Die einseitig aufgebraute spezielle Kleberbeschichtung ermöglicht eine stabile Positionierung der Zelle, auch bei mechanischen Belastungen wie z.B. Vibrationen oder natürlichen Bewegungen der Zelle, bedingt durch Lade- und Entladevorgänge.

## Zusammenbau einer Zelleinheit



Quelle: Shift/GTC

Zellträger mit Isolationsfolie kaschiert



Quelle: Shift/GTC

Assembly mit Lithium-Ionen-Zelle



Quelle: Shift/GTC

Auflegen des Graphit-Heat-Spreaders S500K

Die von der Graphitfolie aufgenommene und übertragene Wärme wird über die Kühlflüssigkeit in Edelstahlrohre aufgenommen und abgeführt. Die durchschnittliche Systemtemperatur liegt bei ca.  $25^{\circ}\text{C}$ , das Kühlsystem ist aber für größere Energiemengen konzipiert. In einem einzelnen Batteriemodul wird das beschriebene Zellträgersystem 24-fach verbaut, das Ganze kann dann entsprechend modular erweitert werden, wodurch sich in diesem Anwendungsfall eine Systemgesamtleistung von ca. 1 MWh ergibt.

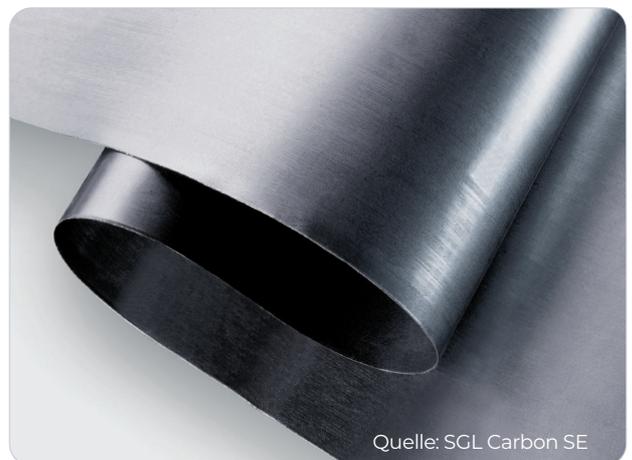
## Zusammenfassung – USP Graphit Folien KERAFOL®

Gerade beim Thema Thermal Runaway von Batteriezellen gibt es verschiedene Konzepte, ein Ansatz ist dabei der Einsatz von hochwärmeleitend und hoch temperaturbeständigen Graphitfolien. Warum Graphitfolien von KERAFOL®? Hier die Antwort:

- 100 % natürliches Graphit
- Niedrige Energiekosten in der Herstellung, da kein Graphitieren erforderlich ist
- Sehr hohe mechanische Stabilität bei gleichzeitig geringer Kompressibilität
- Hohe Korrosions- und Chemikalienbeständigkeit
- Hoher Nachhaltigkeitsaspekt, da das Material wieder zu Pulver aufbereitet werden kann
- Große Variantenvielfalt durch unterschiedliche Dicken, Dichten und Formate, wie z.B. Stanzlinge, Platten, Material auf Rolle
- Zusätzliche Klebebeschichtung auf einer oder beiden Seiten möglich
- 100% Made in Germany

Neben den Graphitfolien werden für die Anbindung von Batteriezellen an den entsprechenden Kühlkörper (Gehäuse) auch weitere Thermal Interface Materials eingesetzt, gerade die Gap Filler Liquids und Gap Pad Serie der KERATHERM® Produktreihe eignet sich hierfür besonders gut, um Toleranzen auszugleichen, Wärme zu leiten und gleichzeitig für eine elektrische Isolation zu sorgen. Für die Kapselung kompletter Baugruppen können auch Produkte der KERAMOLD® Serie zum Einsatz kommen, ein wärmeleitfähiges Spritzgussmaterial auf TPE-Basis in verschiedenen Härtebereichen.

Neben passenden Lösungen im Bereich der Wärmeleitmaterialien bietet KERAFOL® auch verschiedene Dienstleistungen an, welche gerade in Bezug auf das Applizieren und Verarbeiten dieser Materialien hilfreich sind.



### Service

- Dispensing
- Spritzguss
- Siebdruck
- Vereinzelung

### Produkte

Thermal Management - Keratherm  
Spritzguss- KERAMOLD®