

WHITEPAPER

Brand und Sicherheit in der EV-Industrie

Lösungen mit Temperaturüberwachung für die neue Elektrofahrzeugindustrie

Von Veronica Singh

Studentin im Studiengang zum BaSC, University of British Columbia, Vancouver

EINLEITUNG

Die Elektrofahrzeugindustrie (EV-Industrie) ist in den letzten Jahren exponentiell gewachsen. Aufgrund der alarmierenden Krise, die der Klimawandel ausgelöst hat, und der dringenden Notwendigkeit, eine Alternative zu aktuellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu finden, hat sie an Popularität gewonnen.

Da die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen deutlich gestiegen ist, ist auch die Produktion und Herstellung von Akkus angestiegen, und auch die damit verbundenen Probleme haben zugenommen. Dieser Anstieg bei der Produktion von Elektrofahrzeugen hat außerdem vielfach für Schlagzeilen über Brände gesorgt. Diese Zwischenfälle sind nicht auf kleine Unternehmen beschränkt, sondern sind auch bei Unternehmen wie Tata, TESLA und OLA vorgekommen. Dieses Thema ist sehr schnelllebig, und für alle diese Zwischenfälle kann es mehrere Gründe geben.

Eine der High-Tech-Lösungen, die dazu beitragen kann, Zwischenfälle durch Brände zu vermeiden, ist die

Wärmebildgebung. Dieses Dokument behandelt die vorausschauende Wartung von Elektrofahrzeugen und die dazugehörige Materialforschung. Um die Anwendung zu verstehen, müssen wir uns zunächst um einige Grundlagen kümmern. Daher werde ich diese behandeln, bevor ich über die Hauptanwendungen spreche.

GRUNDLAGEN ZU LITHIUM-IONEN- AKKUS

Zu den zahlreichen attraktiven Faktoren von Lithium-Ionen-Akkus gehört die Elektronegativität von Lithium in Verbindung mit seiner geringen Dichte. Diese Kombination ist dafür verantwortlich, dass Lithium unter den festen Elementen bezogen auf sein Gewicht die größte Menge an elektrischer Energie erzeugen kann. Ein üblicher Lithium-Ionen-Akku verfügt über eine Anode und eine Kathode. Normalerweise wird als Kathodenmaterial Lithiumoxid verwendet, und für die Anode eine Kohlenstoffverbindung. Die beständige innere Bewegung von Elektronen zwischen Kathode und Anode führt dazu,



Quelle: Times of India



Quelle: Times of India

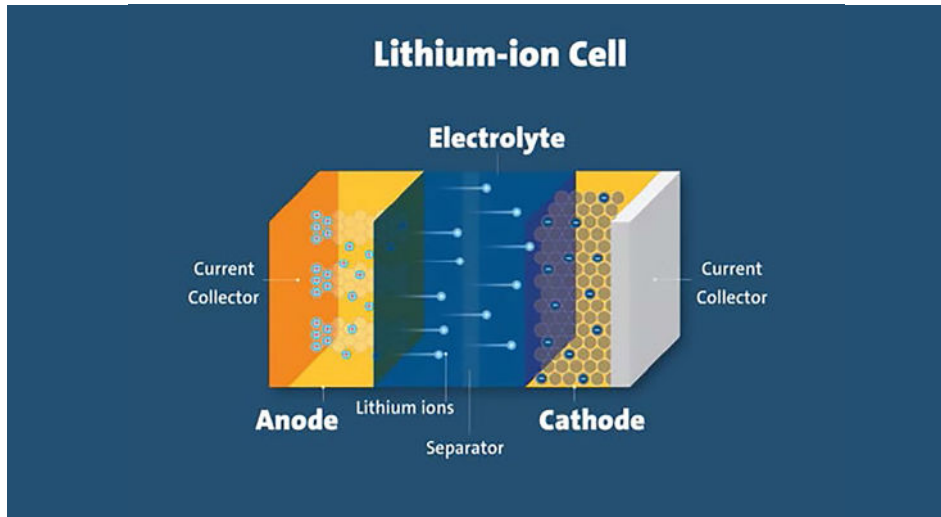


Abbildung 1. Quelle: UL-Forschungsinstitute

dass die Zelle wiederaufladbar ist. Wenn eine Lithium aufnehmende Verbindung als Kathode der chemischen Zelle verwendet wird, beginnen Lithiumionen während des Lade- und Entladezyklus in Rückwärtsrichtung zu fließen. Oxidations- und Reduktionsreaktionen in der Batterie führen dazu, dass der Akku aufgeladen bzw. entladen wird (Abb. 1.2).

FERTIGUNG

1. Sortierung: Die Zellen werden von den Herstellern normalerweise aus Indien importiert. Damit keine defekten Zellen in die Produktion gelangen, werden die Zellen von Hand sortiert. Dabei wird jede Zelle auf sichtbare Deformierung, Leckagen durch Beschädigungen sowie auf ihren Innenwiderstand geprüft. Diese Faktoren bestimmen den Zustand der Zelle und gewährleisten die Qualität des Endprodukts.
2. Herstellung von Akkus aus Zellen: Je nach den geforderten Ausgangsspezifikationen werden die Zellen in Reihe oder parallel zu Akkus verschweißt. So entsteht die Grundstruktur des Akkus.

Dabei wird der Akku von Hand auf Schweißdeformation geprüft. Innenwiderstand und Widerstand bestimmen, ob der Akku in der Produktion weiterverwendet werden kann.

3. Kombination der Akkus: Diese Akkus werden dann über Stromkreise und eine Steuerung zusammengeschlossen. In diesem Prozess entsteht ein Lithium-Ionen-Akku, der an Unternehmen vertrieben wird, die Elektrofahrzeuge herstellen.
4. Testverfahren: Das Endprodukt wird über mehrere Lade- und Entladezyklen getestet. Das Verhalten des Akkus wird während dieses Prozesses überwacht. (Abb. 3)

GRUNDLAGEN DER WÄRMEBILDGEBUNG

Die Wärmebildgebung beruht auf der von einem Objekt emittierten Infrarotstrahlung. Diese Strahlung ist für das menschliche Auge unsichtbar, kann aber mit Kameras sichtbar gemacht werden, die auf die jeweilige Wellenlänge optimiert sind (Abb. 4). Obwohl Sie mithilfe von

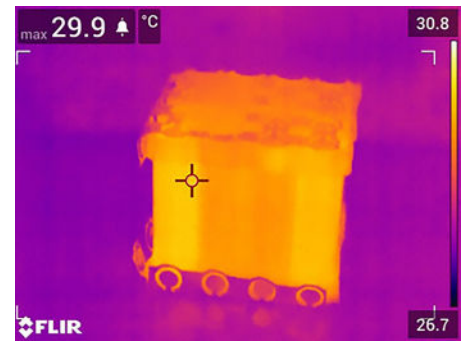


Abbildung 2. Wärmebild eines Akkus aus mehreren Li-Ionen-Zellen



Abbildung 3. Werk Nissan, Sunderland, Großbritannien
Quelle: www.greencarreports.com

Thermoelementen die Temperatur eines Punktes abschätzen können, sind so nur Daten zu einem einzelnen Punkt zu erhalten, der in engem Kontakt mit dem zu messenden Objekt stehen muss. Mithilfe von Wärmebildkameras können solche Punkte über einen weiten Bereich beobachtet und die Temperatur des Objekts kann aus sicherer Entfernung und im laufenden Betrieb berührungslos überwacht werden. Solche Wärmebildkameras können die Temperatur mit einer Genauigkeit von 0,1 °C messen. Die Wärmebildgebung wird auch in anderen Branchen häufig für den Brandschutz und zur Sicherheit eingesetzt, da es sich dabei um eine zerstörungsfreie, berührungslose Prüf- und Überwachungsmethode handelt.

Abbildung 4. Quelle: UL-Forschungsinstitute

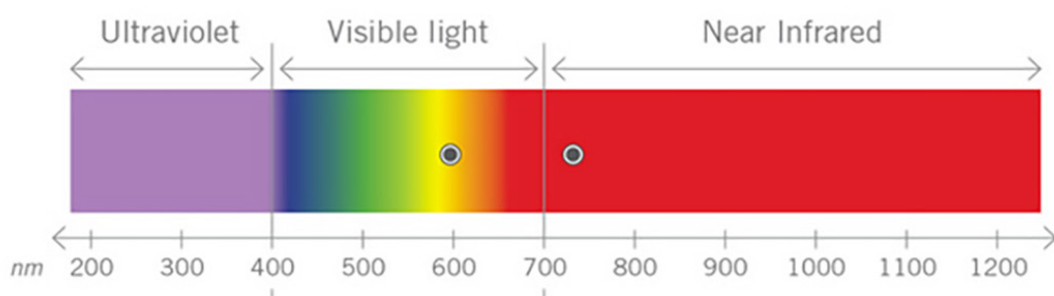




Abbildung 6. FLIR Infrarot-Inspektionsfenster

SICHTBARES IM UNTERSCHIED ZU INFRAROTLICHT

Die Wärmesignatur eines Objekts wird erst sichtbar, wenn es eine Temperatur von 1000 °C erreicht. Eine Infrarotkamera kann jedoch mit ihren Infrarotdetektoren die Wärmesignaturen von Objekten bis hinab auf -60 °C erfassen.

Die Infrarottechnologie ist auch bei Abwesenheit von sichtbarem Licht einsetzbar, unterscheidet sich jedoch deutlich von der Technik, die in Nachtsichtgeräten verwendet wird. Die Wellenlängen dieser Kameras sind unterschiedlich.

Ein Nachtsichtgerät verstärkt das geringe Restlicht. Dagegen nimmt eine Wärmebildkamera Wärmesignaturen auf, die von Objekten emittiert werden. Infrarotkameras können auch bei völliger Dunkelheit eingesetzt werden. (Abb. 5)

EINIGE MERKMALE

Diese Technologie unterliegt gewissen Einschränkungen, da eine Infrarotkamera nicht durch Glas hindurch sehen kann: Sie misst lediglich Oberflächentemperaturen.

Diese Technologie kann jedoch auch durch Nebel, dünnen Kunststoff und Infrarot-Inspektionsfenster sehen, die in Fabriken installiert werden können, um durch Oberflächen hindurchzusehen. Die Auflösung, die Größe der Objektivs und die Anzahl der Detektoren bestimmen, wie weit man mit einer Infrarotkamera sehen kann. (Abb. 6)

EINIGE ANWENDUNGEN

Wärmebildkameras werden aktiv für verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Branchen eingesetzt. Anwendungsbeispiele sind u. a.:

- elektrische Versorgungseinrichtungen für die vorausschauende Wartung
- die Öl- und Gasindustrie für vorausschauende Wartung, Visualisierung von VOCs, zur Inspektion von Öfen und zur Überwachung von Fackelanlagen
- Fertigungsunternehmen
 - vorbeugende Instandhaltung
 - Qualitätssicherung
 - F & E

ANWENDUNGEN FÜR DIE WÄRMEBILDGEBUNG IN DER EV-INDUSTRIE

SCHWEISSEN

Die einzelnen Lithiumzellen müssen zur Herstellung eines Akkus zusammengeschweißt werden. Wenn das Schweißen allerdings nicht ordnungsgemäß erfolgt, kann das Endprodukt fehlerhaft sein. Widerstand und Leistung sowie die Lebensdauer des Akkus können direkt beeinträchtigt werden. Normalerweise wird das Schweißergebnis von den Arbeitern im Werk manuell überprüft. Dies ist eine zerstörende Prüfmethode, bei der die Zelle reißen kann. Die Wärmebildgebung ist dagegen ein zerstörungsfreies und berührungsloses Verfahren zur Überprüfung der Schweißnähte. Eine schlecht geschweißte Verbindung ist leicht daran zu erkennen, dass die Schweißnaht leichte Temperaturunterschiede zeigt. Eine ungleichmäßige Schweißnaht oder eine leicht erhöhte Temperatur weist auf fehlerhaftes Schweißen hin.

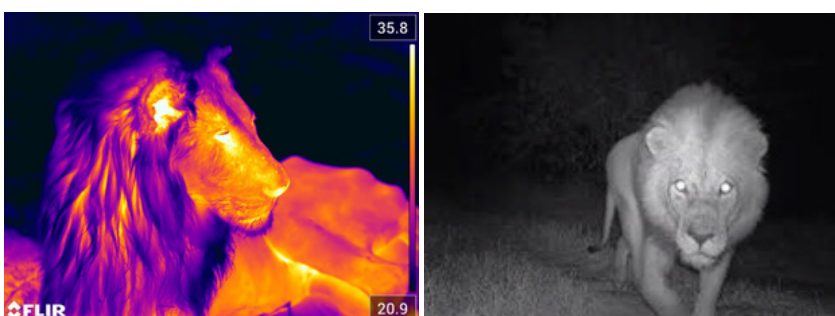


Abbildung 5. Ein Löwe im Infrarot im Unterschied zu einem Nachtsichtgerät

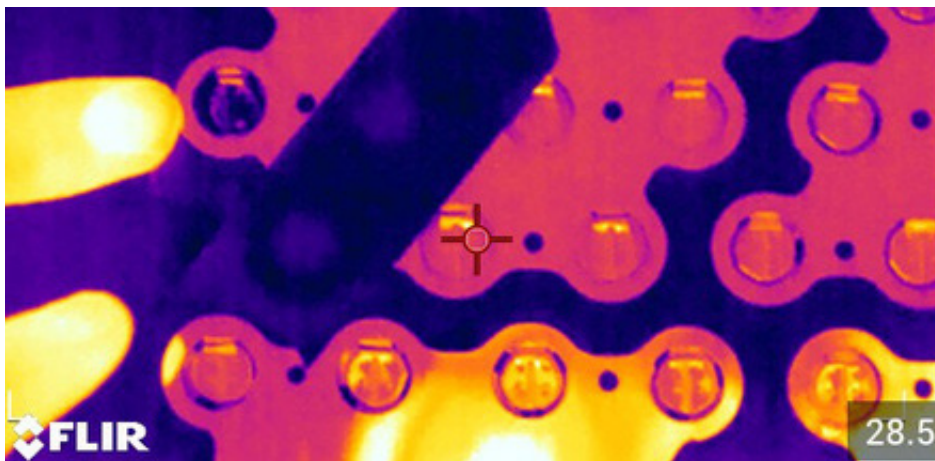


Abbildung 7. Erkennung von Lecks in Zellen mit einer Kamera der T-Serie von FLIR

Diese Prüfmethode wird in den Vereinigten Staaten bereits branchenübergreifend angewendet.

LECKS IN ZELLEN

Lecks in den Zellen sind für das bloße Auge nahezu unsichtbar. Während des Herstellungsprozesses kann es jedoch jederzeit dazu kommen, wodurch der Akku beschädigt werden kann. Ein Leck in einer Zelle kann bei Kontakt mit der Haut extrem gefährlich sein. Mit Methoden wie dem Massenspektrometer können Leckagen erkannt werden. Es gibt jedoch eine bessere Methode, um solche kleinen Leckagen zu erkennen: die Wärmebildung. Wenn die Dichtung der Zelle gerissen ist, scheidet sich außen auf der Zelle Flüssigkeit ab und eine Temperaturdifferenz wird erkannt. Eine hochauflösende Wärmebildkamera kann solche Leckagen innerhalb weniger Sekunden effizient berührungslos erkennen, wie in Abb. 7 dargestellt.

UNGLEICHMÄSSIGES AUFHEIZEN

Obwohl die Zellen in jeder Phase gründlich getestet werden, kann es trotzdem dazu kommen, dass eine fehlerhafte Zelle in die Produktion gelangt. Während der Testphase können fehlerhafte Zellen eine leichte Temperaturdifferenz aufweisen. Diese ist für das menschliche Auge zwar nicht sichtbar, kann mit einer Wärmebildkamera jedoch leicht erfasst werden. Wie in Abbildung 8 zu sehen ist, wird die leicht erhöhte Temperatur von der Kamera mit einem Temperaturmesswert

erfasst, der auf eine Dezimalstelle genau ist.

Ein weiteres Beispiel für ungleichmäßiges Aufheizen während der Herstellung ist das Testen der Akkus nach dem Zusammenbau. Während der Lade- und Entladezyklen heizen sich die Akkus tendenziell auf. Während dieser Testphase besteht jedoch ein hohes Risiko, dass der Akku Feuer fängt, wenn die Temperatur nicht überwacht wird. Dies kann mit einem Thermoelement, einer zerstörungsfreien Kontaktmethode, geschehen. Dabei kann die Temperatur jedoch nur an einem Punkt auf einmal gemessen werden. Wenn ein Lithiumakku in der Anlage Feuer fängt, ist dieser Brand nur schwer zu löschen, da Lithium sehr schnell und auch bei Kontakt mit Wasser reagiert (Abb. 8).

AUF- UND ENTLADUNG

In der letzten Testphase wird der Lithium-Ionen-Akku aufgeladen und entladen. Während dieser Phase kann die Temperatur des Akkus um 5 oder 6 °C über die Umgebungstemperatur ansteigen. Mit einer Wärmebildkamera kann die Oberflächentemperatur des Lithium-Ionen-Akkus aufgezeichnet und die Innentemperatur berührungslos geschätzt werden.

Während des Ladens sind heiße Stellen im Akku durch die Oberfläche deutlich sichtbar. So können ein potenzielles Problem und dessen Position isoliert werden (Abb. 9).

Die getesteten Akkus können rund um die Uhr überwacht werden, um einen potenziellen Brand zu vermeiden, wenn

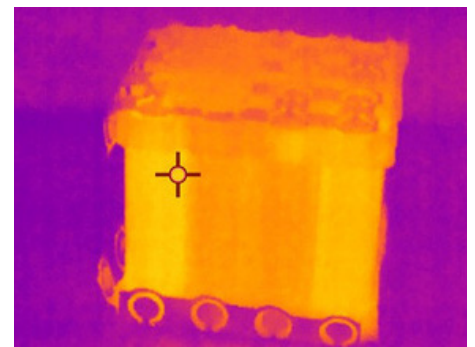
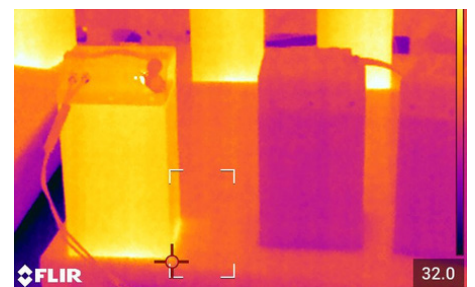


Abbildung 8. Ungleichmäßige Erwärmung bei einem Lithium-Akku



Akkus, die wiederholt aufgeladen und entladen werden

sich ein Gerät aufheizt.

ELEKTROFAHRZEUG

Das Elektrofahrzeug besteht aus 3 Hauptkomponenten: dem Akku, dem Motor und dem Wechselrichter. Sobald das Fahrzeug montiert ist, kann sein Temperaturverhalten im Betrieb mit Hilfe der Wärmebildtechnologie überwacht werden (Abb. 10).

Diese Anwendung ist angesichts des jüngsten Anstiegs von Bränden an Elektrofahrzeugen in Indien äußerst wertvoll, denn sie bietet nicht nur Lösungen für die Akkuherstellung, sondern damit können auch andere Komponenten der Maschine überwacht werden (Abb. 11).

FAZIT

Obwohl bei der Produktion von

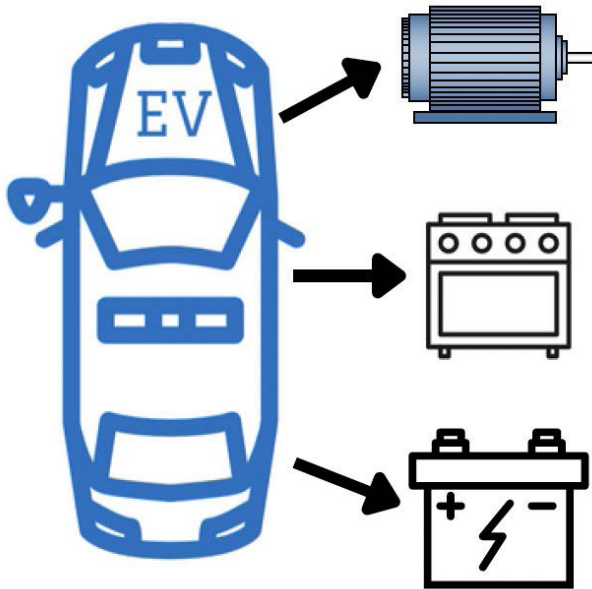


Abbildung 10.

Elektrofahrzeugen mehrere Methoden präventiv zum Einsatz kommen können, erlaubt diese Lösung eine vorausschauende Wartung sowie Brandschutz und Sicherheit für diese Branche. Die Wärmebildgebung kann an verschiedenen Stellen im Herstellungsprozess angewendet werden, um das Zielobjekt zu überwachen und auf Fehler zu überprüfen. Diese Technologie ist nicht nur nützlich, um Defekte und Fehlfunktionen zu erkennen, sondern ist auch für die Sicherheit der an der Herstellung beteiligten Arbeitskräfte sowie für den Kunden von entscheidender Bedeutung, der das Endprodukt als Elektrofahrzeug nutzt, das bei unsachgemäßer Verwendung oder unzureichender Wartung zu Bränden neigt. Die Verwendung dieser Technologie trägt zur Sicherheit bei, da sie leichte Temperaturunterschiede und eine ungleichmäßige Erwärmung rasch erkennt – Symptome dafür, dass die Maschine ggf. in Brand geraten kann.

Obwohl fehlerhafte Systeme bei einer manuellen Inspektion übersehen werden können, ist es sehr unwahrscheinlich, dass sie mit einer Wärmebildkamera nicht erfasst werden, da diese im Infrarotbereich betrieben wird und Wärmesignaturen sichtbar macht. Da in dieser Branche sowohl Nachfrage als auch Angebot zunehmen, werden auch zuverlässigere Prüfmethoden und Daten zur Prävention und Sicherheit notwendig. Dabei erweist sich die Wärmebildgebung als eine mehr als praktikable Option, um die Wahrscheinlichkeit zu senken, dass ein Elektrofahrzeug versagt.

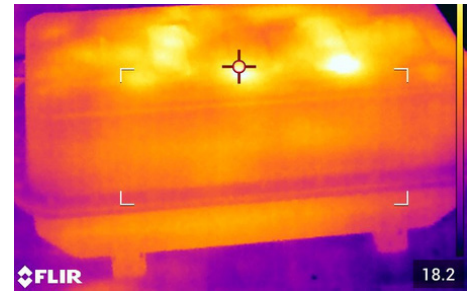


Abbildung 9. Ein Akku im Ladezyklus



Abbildung 11. Ein Bild eines Elektrofahrzeuginnenraums

Besonderer Dank gilt Halcyon Technologies, einem autorisierten FLIR-Vertriebspartner in Westindien, für dessen Hilfe und Unterstützung bei diesem Whitepaper.

Autorin: Veronica Singh, University of British Columbia, Vancouver



WEITERE INFORMATIONEN ZU WÄRMEBILDKAMERAS ODER ZU DIESER ANWENDUNG FINDEN SIE UNTER: [FLIR.COM/INSTRUMENTS/MANUFACTURING](https://www.flir.com/instruments/manufacturing)

Teledyne FLIR, LLC
27700 SW Parkway Avenue
Wilsonville, OR 97070
USA
Tel.: +1 866.477.3687

Die technischen Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

©Copyright 2024, Teledyne FLIR, LLC.

Alle anderen Marken- und Produktnamen sind eingetragene Marken ihrer jeweiligen Inhaber. Die dargestellten Bilder zeigen eventuell nicht die tatsächliche Auflösung der Kamera. Alle Bilder dienen nur zur Veranschaulichung.