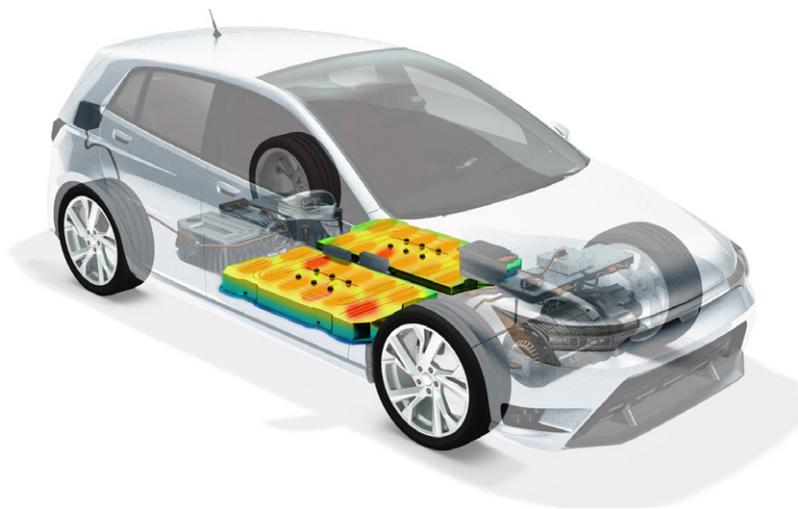


Messtechnische Untersuchung des Thermal Runaways in Fahrzeugbatterien



HV Temperaturmessung

Nicht erst seit Bildern von brennenden Elektrofahrzeugen ist die Untersuchung der Thermodynamik in Fahrzeugbatterien ein wichtiger Bestandteil der Entwicklung von Batteriesystemen. Mit dem Anspruch, Fahrzeugbatterien für höhere Leistungs- und Kapazitätsanforderungen ausulegen, hat die messtechnische Untersuchung der thermischen Propagation innerhalb von Hochvolt-Batterien einen besonderen Stellenwert gewonnen. Das neue digitale Temperatur- Messsystem HV DTemp ermöglicht die Untersuchung von Zellhotspot-Kristallisationsbereichen, die mögliche Gefahrenpotentiale für Thermal Runaways darstellen, mittels hunderter genau positionierter IC-Sensoren.



Hintergrund

Fahrzeugbatterien werden insbesondere auch auf das Gefahrenpotential eines Thermal Runaways untersucht und getestet. Tritt ein Thermal Runaway, also die nichtaufhaltbare Selbsterhitzung einer Zelle in einer Fahrzeugbatterie auf, kann dieser auf andere Zellen übergreifen und zur Thermal Propagation führen. Bei diesem unkontrollierbaren Prozess können die gesamte Fahrzeugbatterie zerstört und Insassen gefährdet werden. Deshalb werden die einzelnen Szenarien, die zu einem Thermal Runaway führen können, genau untersucht. Dazu zählen insbesondere die Temperaturwirkung auf die benachbarten

Zellen und Module sowie die Wärmeströmung und Stauung innerhalb der Batterie. Des Weiteren werden Missbrauchs-Tests durchgeführt, die einen Thermal Runaway auslösen können. Ein Beispiel hierfür ist der Nageltest, der einen Thermal Runaway provoziert (ein sogenannter erzwungener Thermal Runaway). Solche Tests werden in speziell gesicherten Temperatur-Prüfständen durchgeführt, in die das leistungsfähige digitale Temperatur-Messsystem CSM HV DTemp einfach integriert werden kann.





Herausforderung

Die genaue Vorplanung zur systematischen, messtechnischen Untersuchung in Bezug auf Design und Auslegung der Batterie ist ein wichtiger Aspekt für eine erfolgreiche Messung am realen System. Batterie- und Temperaturmodelle zeigen schon in der Design- und Simulationsphase kritische Hotspot-Bereiche innerhalb der Batterie. Positionsgenaue Messungen auf Zell-, Modul- und Packebene sind notwendig, um die Betriebssicherheit und die Wirkung der konstruktiven Batterieeigenschaften gegen den Thermal Runaway nachzuweisen und eine Zulassung vorzubereiten. Die Packdichte von Zellen und Modulen innerhalb der Batterie ist hierbei eine Herausforderung für die Positionierung der Sensoren: Für sie steht wegen der hohen Packdichte oft nur noch wenig Raum im mm-Bereich zur Verfügung. Meist kann das Einbringen der Sensorik nur noch während der Produktionsphase der Batterien vorgenommen werden.

Hinzu kommen Messungen an allen weiteren Komponenten wie Stromschienen, Hochvolt-Verbinder, Elektronik-Komponenten und Kühl- und Heizsystem, da deren Erhitzung zusätzliche Gefahrenpotenziale hervorrufen kann.

Weiterhin werden sogenannte Worst-Case-, Missbrauchs- und Defekt-Szenarien untersucht, bei denen Zellen beispielsweise überhitzt oder überladen werden. Andererseits muss auch die Gefahr durch Alterungseffekte getestet werden.

Da sich ein Thermal Runaway durch das Auftreten eines Hotspots auf Zellebene ankündigt, ist die Temperaturmessung auf Zellebene wichtig. Dabei muss verifiziert werden, wie schnell die Wärmeübertragung auf benachbarte Zellen im Modul fortschreitet und wie etwaige Kühl- und Dämmungsvorrichtungen wirken.



CSM Messtechniklösung

Das **HV DTemp Messsystem** wurde für präzise und einfach umsetzbare thermische Untersuchungen von HV-Batterien und HV-Komponenten entwickelt. Es erlaubt die positionsgenaue, digitale und dadurch störsichere Erfassung von bis zu 512 Temperaturmessstellen über eine einzige Kabelverbindung zur HV DTemp-P Zentraleinheit außerhalb der Batterie.

Die verschiedenen Varianten der **HV DTemp IC-Sensorik** sind für unterschiedliche Positionen des Verbaus innerhalb der HV-Batterie optimiert. Die Größe und Form der Sensorbaugruppen und die Länge der Sensorkabel richtet sich nach den in den Simulationen errechneten Messstellen.

Einsatz der IC-Sensorik bei unterschiedlichen Anwendungen innerhalb der Hochvolt-Batterie

IC-Einzelsensoren werden eingesetzt, um kleine separate Komponenten auf Erwärmung zu prüfen wie beispielsweise Stecker, Elektronikmodule, Ausund Eintritt von Kühlmittel oder spezielle Gehäusepunkte und Crashstrukturen.

IC-Sensorbaugruppen in Reihenschaltung eignen sich, um Stromschienen, Hochvolt-Verbindungsleitungen oder Kühlmittelleitungen auszumessen.

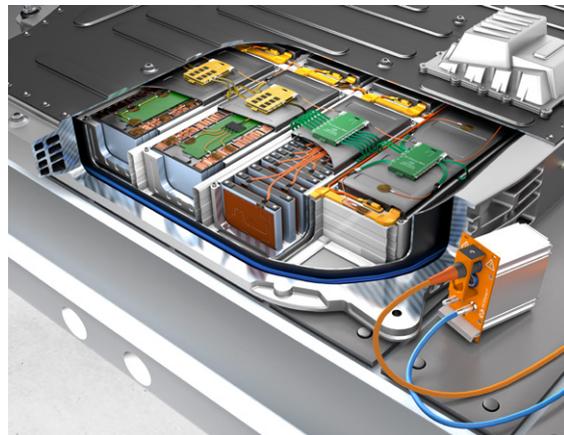


Abb. 1: HV DTemp Messsystem in einer HV-Batterie verbaut.



Abb. 2: Einzelsensor auf einer Stromschiene.

IC-Sensorbaugruppen mit einer Verteilerplatine finden Verwendung, wenn Temperaturflüsse an Modul- und Packoberflächen sowie Luftspalten untersucht werden sollen.

IC-Sensorik auf Flexprint-Trägerfolien werden für die Temperaturmessung zwischen Zellen eingesetzt, um an kritischen Zellzonen oder Kristallisationspunkten für Hotspots zu messen. Zwischen den einzelnen Zellen wird mit ihnen auch die Wirkung von Spacern (Dämmmaterialien) geprüft.

Großflächige Flexprint-Trägerfolien mit IC-Sensorik können zudem verwendet werden, um Wärmewirkungen auszumessen, beispielsweise an der Unterseite zwischen Kühlplatten und Modulpack. Hier sind auch perforierte Trägerfolien einsetzbar.

Über **HV DTemp-Mx Controller** werden die Daten der IC-Sensoren gebündelt und an die **HV DTemp-P Zentraleinheit** weitergegeben. Dafür werden bis zu acht Controller einfach kaskadiert, sodass nur ein Verbindungskabel durch das Batteriegehäuse geführt werden muss.

Forced Thermal Runaway

Soll ein Test durchgeführt werden, der einen Thermal Runaway provoziert indem eine Zelle platzt und Elektrolytgas ausströmt, müssen Messungen bei sehr hohen Temperaturen durchgeführt werden. Dazu muss der von der Simulation vorhergesagte Bereich mit entsprechender zusätzlicher Sensorik ausgerüstet werden. Dazu eignen sich **HV TH8 evo** Prüfstandsmessmodule, mit denen der Hotspot-Bereich mit zusätzlichen Temperatursensoren ausgerüstet wird. Die verwendeten Temperatursensoren sind an ihrer Spitze ebenfalls sehr dünn und werden mit einem Kapton-Folienstreifen entsprechend dem Test positioniert.



Abb. 3: Die Sensorik lässt sich auch leicht zwischen anderen Batteriezelltypen verbauen.



Abb. 4: Einzelsensor einer IC-Sensorbaugruppe auf einem Modulgehäuse für die Erfassung des Temperaturverlaufs.

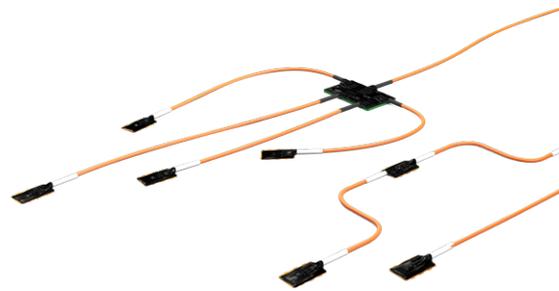


Abb. 5: HV DTemp IC-Sensorik Varianten: Sensorgruppen über Verteilerplatine verbunden und in Reihenschaltung sowie Einzelsensor (von oben nach unten).

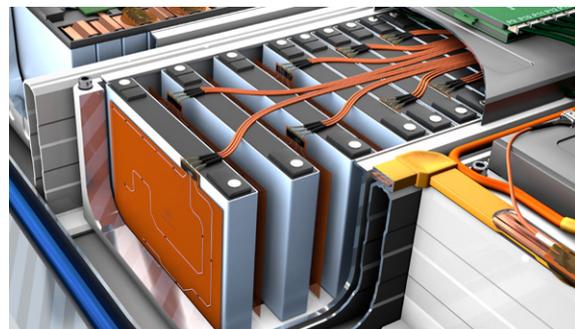


Abb. 6: IC-Sensoren auf Flexprint-Trägerfolien eignen sich für positionsgenaue Temperaturmessung zwischen den Batteriezellen.

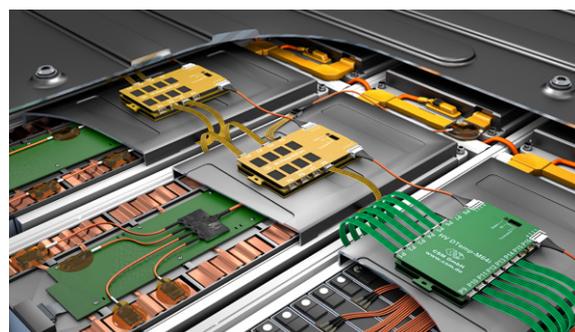


Abb. 7: HV DTemp-Mx Controller auf Batterie-Modulen

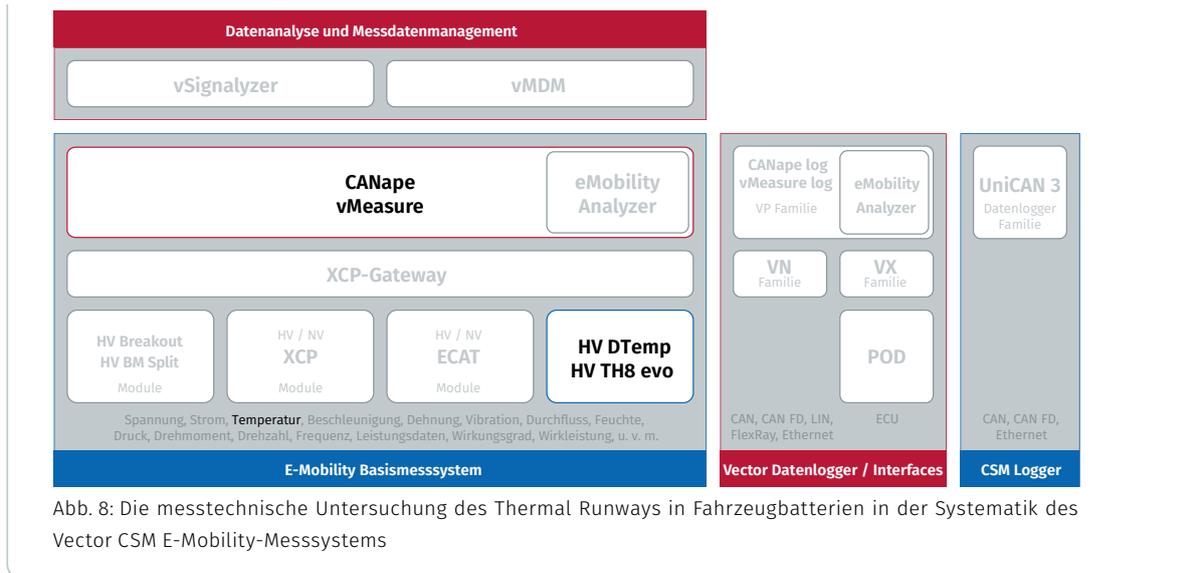


Abb. 8: Die messtechnische Untersuchung des Thermal Runways in Fahrzeugbatterien in der Systematik des Vector CSM E-Mobility-Messsystems



Vorteile

Die Instrumentierung und Temperaturmessung an Hochvolt-Batterien mit dem CSM HV DTemp Messsystem verkürzt die Testdurchführung beträchtlich. Das Ausstatten kann in die Fertigung der zu messenden Batterie eingeplant werden. Testzyklen für Optimierungsschritte werden durch positionsgenaue Wiederholbarkeit vereinfacht.

Hunderte von IC-Temperatursensoren können mit anwendungsspezifischen Baugruppen in einer Messbatterie positionsgenau eingesetzt werden.

Das Design der IC-Sensorbaugruppen kann genau auf die zu vermessende Batterie und deren Komponenten ausgelegt werden. Die Baugruppen auf großen Flexprint-Trägerfolien können während der Batterie-Produktion entsprechend von Vorgaben präzise mit verbaut werden.

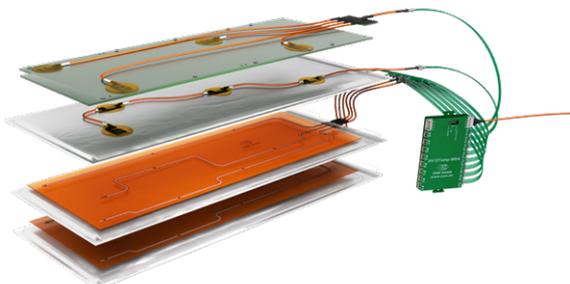


Abb. 9: Während der Batterieproduktion kann die IC-Sensorik auf Flexprint-Trägerfolie einfach zwischen die Batteriezellen mit verpresst werden. Dadurch können Temperaturen später präzise gemessen und die einzelnen Sensoren über ihre individuelle ID genau zugeordnet werden.

Jede Messstelle ist eindeutig über eine eigene CAN-ID identifizierbar und zugeordnet. Dadurch ist eine Messstellenplanung vereinfacht und

Verkabelungsfehler sind ausgeschlossen. Mit einer eindeutigen Zuordnung bleibt auch der Überblick bei einem Messaufbau mit hunderten Sensoren erhalten.

Nur ein Hochvolt-sicheres Verbindungskabel ist für die Anbindung an die HV DTemp-P Zentraleinheit außerhalb der Hochvolt-Batterie notwendig. Dadurch werden präzisere Messergebnisse aufgrund einer geringen strukturellen Beeinflussung des Batteriegehäuses erzielt. Zudem bleibt auch während der Messung die Gas-Dichtigkeit der Batterie gewährleistet. Bei vielen Sensorkabeln, die zu Messmodulen außerhalb des Batteriegehäuses geführt werden müssen, wäre dies nicht gegeben.

Mit der Positionierung der IC-Sensoren auf Flexprint-Trägerfolien zwischen einzelnen Zellen ist die Nachprüfbarkeit gewährleistet. Würden einzelne Temperatur-Sensoren zwischen Zellen eingesetzt, wären Einbaufehler oder ungenaue Positionierung sowie das Vergessen von Positionierungen eine wahrscheinliche Fehlerquelle.

Das Messsystem ist einfach erweiterbar, um parallel zusätzliche Messgrößen, wie Feuchtigkeit, Vibrationen oder Verwindungen aufzunehmen. Dafür kann das HV DTemp Messsystem über CAN-Bus einfach an weitere Messmodule aus dem Vector CSM E-Mobility-Messsystem angeschlossen werden.

Vielfach wird eine Testbatterie in unterschiedlichen Fahrzeugen geprüft. Der Batterie-Umbau in einen anderen Erprobungsträger ist mit einem eingebauten HV DTemp Messsystem sehr einfach und zeitsparend umsetzbar.



Verwendete Produkte

HV DTemp

Das CSM HV DTemp Messsystem wurde für die positionsgenaue, digitale und damit störsichere Erfassung von bis zu 512 Temperaturmessstellen über eine einzige Kabelverbindung zur HV DTemp-P Zentraleinheit entwickelt. Mit der flexiblen und reproduzierbaren Anordnung der HV DTemp-4 Sensor-Baugruppen lassen sich Temperaturverläufe präzise zwischen den Batteriezellen erfassen.



HV TH8 evo

Das Thermo-Messmodul HV TH8 evo erlaubt sichere Temperaturmessungen mit Thermoelementen an Hochvolt-Komponenten. Mit seinem 19-Zoll-Einschub-Gehäuse und der verstärkten Isolierung bis 1.000 V RMS eignet es sich besonders für den Einsatz in Prüfständen.



Komplettlösungen aus einer Hand:

CSM stellt Ihnen umfangreiche Komplettpakete aus Messmodulen, Sensoren, Verbindungskabeln und Software zur Verfügung - zugeschnitten auf Ihre individuellen Bedürfnisse.

Weitere Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie auf www.csm.de oder per E-Mail unter sales@csm.de.



CSM GmbH Zentrale (Deutschland)

Raiffeisenstraße 36 • 70794 Filderstadt
☎ +49 711-77 96 40 ✉ sales@csm.de

CSM Büro Südeuropa (Frankreich, Italien)

Site d'Archamps
178, rue des Frères Lumière • Immeuble Alliance – Entrée A
74160 Archamps France
☎ +33 450-95 86 44 ✉ info@csm-produits.fr

CSM Products, Inc. USA (USA, Kanada, Mexiko)

1920 Opdyke Court, Suite 200 • Auburn Hills, MI 48326
☎ +1 248 836-4995 ✉ sales@csmproductsinc.com

CSM (RoW)

Vector Informatik (China, Japan, Korea, Indien, Großbritannien)
ECM AB (Schweden)
DATRON-TECHNOLOGY (Slowakei, Tschechien)
Unsere Partner garantieren Ihnen eine weltweite
Verfügbarkeit. Sprechen Sie uns einfach an.

Unser Unternehmen ist zertifiziert.



Alle erwähnten Marken- und Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.
Irrtum und Änderungen jederzeit ohne Ankündigung vorbehalten.
CANopen® und CiA® sind eingetragene Warenzeichen der Gemeinschaft CAN in Automation e.V.
EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie, lizenziert durch die
Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.