

Hochvolt-sichere Dehnungsmessung in HV-Batterien



HV Messung von mechanischer Belastung

Die Gehäuse von HV-Batterien sind einerseits strukturelles Element in den Karosserien von Elektro- und Hybridfahrzeugen, andererseits tragen sie wesentlich zur Sicherheit der Fahrzeuginsassen bei. Für die optimale Materialauslegung müssen die strukturellen Belastungen innerhalb und außerhalb des Batteriegehäuses gemessen werden. Im folgenden Beispiel wird erläutert, wie dies mit Dehnungsmessstreifen (DMS) und DMS-Messmodulen einfach und sicher durchgeführt wird.



Hintergrund

Hochvolt-Batterien sind als primärer Energiespeicher ein zentrales Element in elektrischen Fahrzeugen. Für einen reibungslosen Betrieb und um die Sicherheit für System und Passagiere zu gewährleisten, müssen nicht nur die elektronischen Komponenten der HV-Batterie optimiert werden, sondern auch das Batteriegehäuse und seine Strukturen.

Das Batteriegehäuse schützt die Batterie vor Umwelteinflüssen, wie Staub, Schmutz und Feuchtigkeit und gewährleistet so die ordnungsgemäße Funktion. Häufig werden Batteriegehäuse aus Stahl, Aluminium, Plastik oder einer Mischung dieser Materialien gefertigt. Um die gesamte Batterie nicht schwerer als nötig zu machen, muss das Gehäuse leicht und kompakt gestaltet sein, ohne Abstriche bei der Sicherheit zu machen. Dabei muss die Struktur des Gehäuses einigen Belastungen standhalten:

- ▶ Im Inneren der HV-Batterie dehnen sich die Batteriezellen bei Ladevorgängen und je nach Ladezustand und Alter unterschiedlich stark aus. Die entstehenden Kräfte wirken auf Strukturen des Gehäuses, wie zum Beispiel auf Streben zwischen den Batteriemodulen. Diese Streben müssen die auftretenden Kräfte aufnehmen und dem Gehäuse sowie den Bauteilen im Gehäuse weiterhin Steifigkeit und Halt verleihen.
- ▶ Von außen wirken insbesondere mechanische Kräfte, die aus Fahrdynamiken resultieren und auf

den Fahrzeugrahmen wirken. Je nach Verbau der HV-Batterie ist diese ein separates Bauteil oder ein integraler Bestandteil des Fahrzeugrahmens. Somit werden Verwindungen des Rahmens auch auf das Gehäuse der Batterie übertragen.

Die Struktur des Batteriegehäuses muss diesen Belastungen zu jeder Zeit standhalten und darf nicht brechen, da sonst Risiken für die Sicherheit der Fahrzeuginsassen auftreten können.

Für die optimale Materialauslegung und die Überprüfung der Gehäusestrukturen müssen mechanische Dehnungen und Spannungen innerhalb und außerhalb des Batteriegehäuses gemessen werden. In diesem Beispiel werden diese mit Dehnungsmessstreifen (DMS) innerhalb des Batteriegehäuses und auch an der Außenseite gemessen.

Die Messpunkte innerhalb des Gehäuses teilen sich wie folgt auf:

- ▶ 4 Einzel-DMS werden an Stegen zwischen Batteriemodulen appliziert, um Materialdehnungen zu erfassen.
- ▶ 3 DMS Rosetten (0°, 45°, 90°) werden an der Innenseite von Gehäuseboden und Seitenwänden appliziert, um hier die Materialspannung aus den Einzeldehnungen zu ermitteln.



An der Außenseite des Gehäuses werden weitere-DMS appliziert:

- ▶ 10 Einzel DMS an den Punkten des Batteriegehäuses für die Fixierung im Fahrzeugrahmen, um Dehnungen und Belastungen der Aufhängungen zu erfassen.
- ▶ 3 DMS Rosetten (0°, 45°, 90°) an neuralgischen Punkten der Gehäusekonstruktion der Batterie, um auch hier die Materialspannung zu ermitteln.



Herausforderung

Die Belastungen sollen während der Fahrt gemessen werden, wodurch die benötigte Messtechnik HV-sicher (für die Messungen innerhalb der HV-Batterie) sowie kompakt und robust (für den Verbau im Fahrzeug) ausgeführt sein muss.

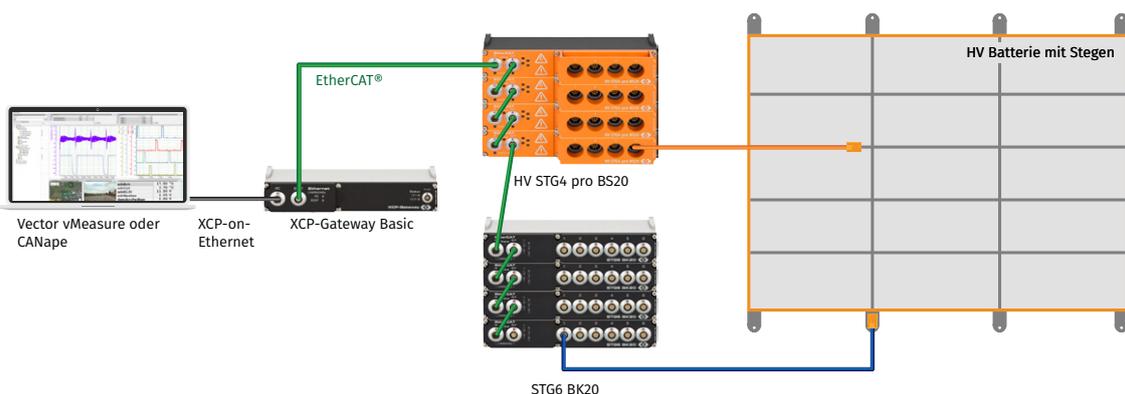
Um auch kleine mechanische Spannungen genau analysieren zu können, sollte der Messbereich den Materialeigenschaften (Alu, Stahl, Plastik) und der zu erwartenden Größe (z. B. $\pm 1.000 \mu\text{m/m}$) angepasst werden können. Der Messbereich sowie die Speisepannung sollten sich im Messmodul auch noch nach der Installation der DMS anpassen lassen, um eventuell kleinere oder höhere Dehnwerte als zunächst erwartet, erfassen zu können. Und dies ohne eine zusätzliche Kalibrierung des Dehnungswertes. Die Abtastrate ist entsprechend den Anforderungen

und der Belastungsart zu wählen (z. B. 2.000 Hz). Eine Zeitsynchronität der einzelnen Datenkanäle ist unabdingbar. Bei Bedarf ist noch ein zusätzlicher Softwarefilter zu aktivieren, in diesem Beispiel 200 Hz (Butterworth-Filter).

Das verwendete Messsystem sollte zudem die einfache Einbindung weiterer Messtechnik erlauben, um bei Bedarf Temperaturen, Beschleunigungen innerhalb der HV-Batterie sowie Daten aus den Fahrzeug-Steuergeräten zu erfassen und die Daten korrelieren zu können.



CSM Messtechniklösung



Die benötigte Messtechnik findet sich in den Bestandteilen des E-Mobility Basismesssystems (Erste Ausbaustufe des **Vector CSM E-Mobility- Messsystems**).

Innerhalb des Batteriegehäuses werden die DMS als Halb- und Vollbrücken appliziert. Die Daten

der DMS werden von HV-sicheren DMS-Messmodulen **HV STG4 pro BS20** erfasst. Mit speziellen HV-sicheren Sensorkabeln können für den Niedervoltbereich konzipierte Dehnungsmessstreifen auch im HV-Umfeld sicher eingesetzt werden. Dies erleichtert die Applikation, da auf bekannte Sensoren zurückgegriffen werden kann.

Jeweils 4 DMS-Brücken werden an ein Modul angeschlossen. Ist eine nachträgliche Änderung der Messbereiche oder der Speisespannung erforderlich, kann dies ohne weitere Kalibrierung oder

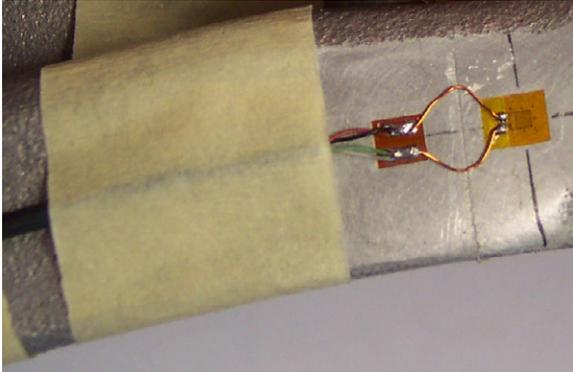


Abb. 1: DMS auf einem Batterieträger an der Außenseite des Gehäuses

Umrechnung erfolgen, da die Datenerfassung ratiometrisch erfolgt. So kann die eingestellte Messgröße im Modul bei $\mu\text{m/m}$ eingestellt bleiben, ohne dass mit einer Nachkalibrierung oder Nachberechnung korrigiert werden muss – der eingestellte Messbereich ($\mu\text{m/m}$) ergibt immer einen korrekten Dehnungswert. Die Brückenspeisung ist in 4 Stufen einstellbar und optional abschaltbar:

- ▶ 1 V, 2,5 V, 5 V, 10 V – je Kanal max. 42 mA

Da die DMS an der Außenseite des Batteriegehäuses nicht im HV-Umfeld liegen, sind hier keine besonderen Schutzvorkehrungen durch die Messtechnik zu gewährleisten. Aus diesem Grund können klassische DMS-Messmodule **STG6 BK20** verwendet werden. An der Außenseite werden die DMS als Viertel-, Halb- oder Vollbrücke aufgebaut.

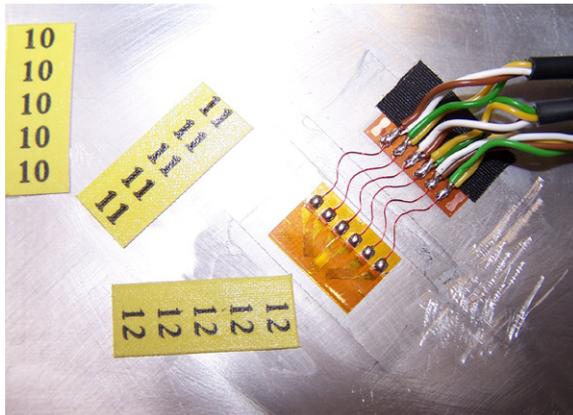


Abb. 2: DMS als Rosette auf der Außenseite des Batteriegehäuses

Alle Messmodule werden an ein XCP-Gateway angeschlossen. Das XCP-Gateway synchronisiert die ECAT (EtherCAT®) - Daten und leitet sie an die DAQ weiter.

Über das **XCP-Gateway** können auch weitere Messmodule zur Erfassung zusätzlicher Messdaten leicht angeschlossen werden. Zum Beispiel können die Temperaturen innerhalb der Batteriezellen als Referenzwert für die Ausdehnung der Batteriemodule mit dem **HV DTemp Messsystem** erfasst werden. In diesem Fall werden die Temperaturdaten über CAN an das XCP-Gateway weitergegeben, im Gateway gebündelt und gemeinsam mit den ECAT-Daten an die DAQ geleitet.

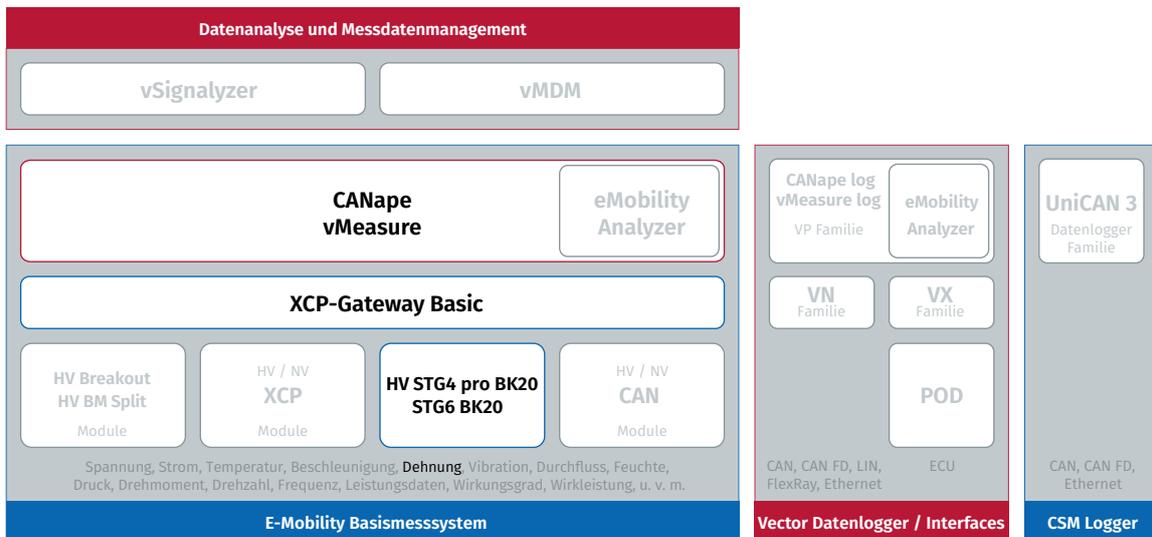


Abb. 3: Die Hochvolt-sichere Dehnungsmessung in HV-Batterien in der Systematik des Vector CSM E-Mobility-Messsystems



Vorteile

Mit der verwendeten Messtechnik können die mechanischen Spannungen innerhalb und außerhalb des Batteriegehäuses auch während der Fahrt präzise gemessen werden. Die verwendeten Messmodule sind so klein und robust, dass sie nahe an der Messstelle verbaut werden können.

Über das XCP-Gateway werden die Daten aller Messmodule hochpräzise erfasst und erlauben eine genaue Analyse der mechanischen Spannungen. Zudem können auch sehr einfach weitere Messdaten erfasst und in die Analyse einbezogen werden.



Verwendete Produkte

HV STG4 pro BS20

Das Messmodul für HV-sichere DMS-Messungen eignet sich für den dezentralen Einsatz unter anspruchsvollen Bedingungen im Hochvolt-Umfeld: Robust, extrem kompakt und mit vier zeitsynchronen DMS-Eingängen. Durch den erweiterten Eingangsspannungsbereich werden präzise Messungen von sehr kleinen bis zu sehr großen Signalspannungen ermöglicht.



STG6 BK20 (ECAT STGMM 6)

Messaufgaben mit Dehnungsmessstreifen lassen sich mit dem Messmodul STG6 BK20 leicht realisieren. Mit sechs zeitsynchronen DMS-Eingängen für Viertel-, Halb- und Vollbrücken und Messdatenraten von 1 Hz bis 20 kHz pro Kanal ist das STG6 BK20 auch für Spannungsanalysen mit vielen Messstellen geeignet. Dank EtherCAT® lassen sich auch große Messnetzwerke mit Abständen von bis zu 100 m zwischen einzelnen Messmodulen einfach einrichten.



XCP-Gateway-Serie

Die Protokollumsetzer der XCP-Gateway-Serie wurden speziell für die CSM EtherCAT®-Messmodule und für Messaufgaben mit vielen Messkanälen und hohen Messdatenraten entwickelt. Das XCP-Gateway ist in den Versionen „Basic“ und „pro“ erhältlich. Letztere verfügt über zwei CAN- Schnittstellen, über die CAN-basierte CSM Messmodule angeschlossen und in das Messdatenprotokoll XCP-on-Ethernet eingebunden werden können. Zudem können in der "pro"-Version Temperaturdaten aus den HV Breakout-Modulen direkt über EtherCAT® übertragen werden.



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.