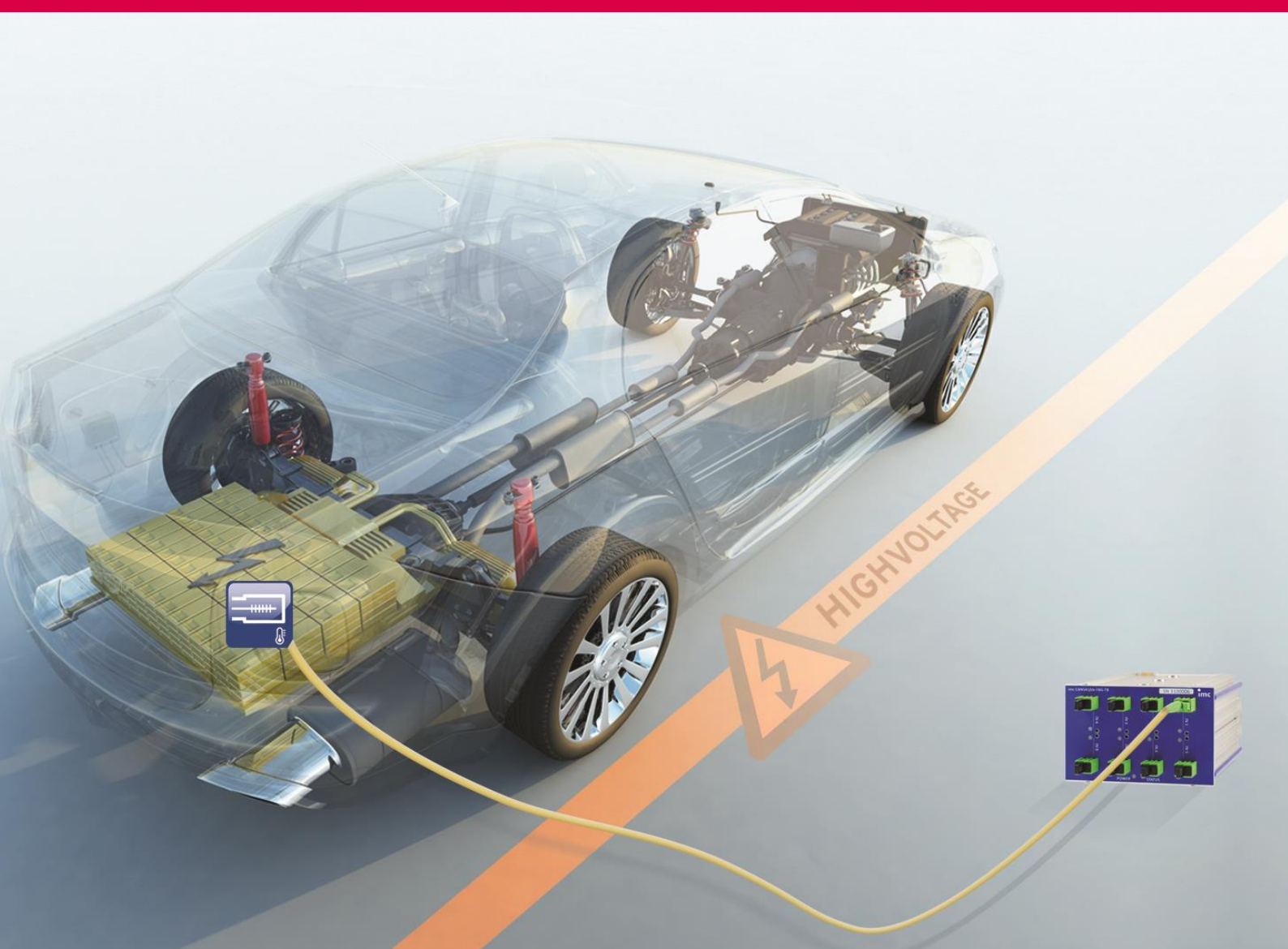


Faseroptische Temperaturmessung löst HV-Herausforderungen bei E-Mobility

Whitepaper



Messdatenerfassung im Bereich Elektromobilität

Zwischen 2017 und 2018 stiegen die Zulassungszahlen von Fahrzeugen mit Elektroantrieb im Vergleich zu den Vorjahren sprunghaft an. Steuervorteile, die Käufern seit Januar 2017 gewährt werden, schaffen in Deutschland ein günstiges Klima für einen wachsenden Markt im Bereich E-Mobility. Der Entwicklungsbedarf von Komponenten des elektromotorischen Antriebsstrangs wird dadurch ebenfalls beeinflusst. Demgegenüber steht, dass die Prüfung von Komponenten hier neue und andere Anforderungen erfüllen muss, als die herkömmlichen Tests bei der Entwicklung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Komponenten eines E-Autos – seien es verschiedene Elektromotoren, Umrichter (Inverter) oder die Batterie – stehen die Performance der einzelnen Komponenten wie auch deren Zusammenspiel im Mittelpunkt. Weiterhin geht es um die Prüfung von Sicherheitsaspekten, Kühlung und Heizung von (elektrischen) Subsystemen, Energieverbrauch und menschlichem Empfinden („User Experience“). Spezifisch für das Testumfeld E-Mobility ist zudem die Untersuchung von elektronischen Komponenten und Systemen. So werden Ladebilanzen, Wirkungsgrade, Energieflüsse, die Isolation und Personensicherheit oder die Belastung mit elektromagnetischen Störungen untersucht. Die auf dem Prüfstand als auch im Fahrversuch eingesetzte Messtechnik muss dabei insbesondere an die Prüfumgebung mit hohen elektrischen Spannungen angepasst sein.

Temperaturmessung an E-Motoren und Komponenten

Zu den neuen messtechnischen Aufgaben und Anwendungen im Bereich E-Mobility zählt die Temperaturmessung im Hochspannungsumfeld von E-Motoren. Hier wird Fragen zur Beanspruchung und Performance, des Wirkungsgrades, des Wärmemanagements oder der Überlastung nachgegangen. Denn hohe Temperaturen in Elektromotoren sorgen für eine schnellere Alterung der für die Wicklungsisolierung verwendeten Materialien und bewirken eine Einschränkung der Robustheit und Lebensdauer des Motors. So halbiert sich beispielweise die Lebensdauer der Isolierung der Kupferdrähte bereits bei einem mittleren Anstieg der Betriebstemperatur von 10 °C. Auch die Lebensdauer der Lagerschmierung wird durch hohe Temperaturen beeinträchtigt, ein weiteres Motiv für sorgfältiges Wärmemanagement.

Neben dem Motor lassen sich darüber hinaus an einem Elektrofahrzeug bis zu 400 Temperaturmessstellen an Komponenten ausmachen. Diese liegen typischerweise zwischen Ladeeinheit und externer Lade-Infrastruktur sowie an der Batterie, dem PTC-Heizgerät und dem E-Klima-Kompressor. Getestet werden unter anderem Batteriesysteme, Brennstoffzellen, Versorgungskreise, Antriebe, Leistungselektronik-Komponenten, Kabelbäume oder Stecker.

Allgemein bestehen die Herausforderungen von Temperaturmessungen im Hochspannungsumfeld darin, dass eine gesteigerte Aufmerksamkeit der Personensicherheit gelten muss. Konventionelle elektrische Messtechnik, basierend auf Thermoelementen und RTDs (PT100/1000) und NTCs trägt dem Rechnung durch galvanisch hochisolierende Messelektronik, Sensorik und speziell isolierte Kabel. imc bietet auch in dieser Technologie Messsysteme an, so beispielsweise das Messmodul imc CANSASfit HISO-T-8-2L. [Abb.1] Diese herkömmlichen Sensoren haben sich durchgesetzt und werden seit Jahrzehnten sicher beherrscht.



Abb. 1 CANSASfit HISO-T-8-2L

Bei der Verwendung elektrischer Sensorik zur Temperaturmessung im HV-Umfeld müssen jedoch einige Nachteile in Kauf genommen werden. Sowohl die Instrumentierung als auch das Handling der Versuchsträger muss durch eine Elektrofachkraft vorgenommen werden. Alle Elemente des Messsystems – vom Modul über die Kabel bis hin zu den Sensoren – müssen personensicher ausgelegt sein (CAT-Spezifikation). Die starke Isolierung der Kabel und der Durchmesser herkömmlicher Sensortypen von ungefähr 3 - 4 mm kann zudem bei der Montage die Eigenschaften des Prüflings bereits in unzulässiger Weise beeinflussen, beispielsweise durch Bohrlöcher. Die dicke Isolierung der Kabel bedingt zudem, dass Vielkanalapplikationen sich nur sehr schwer durch ein Fahrzeug verlegen lassen. Darüber hinaus muss im Fall eines defekten Sensors ein vollständiger Austausch von Kabel, Sensor und Stecker stattfinden, die stets als komplett vergossene und geprüfte Einheit vorliegen. Dies führt zu Zeitverlusten im Testablauf.

Trotz ihrer Isolierung ist die Signalqualität herkömmlicher Sensorik durch elektromagnetische Störungen (EMV), elektrostatische Entladungen (ESD) und hohe elektrische Potentiale beeinflussbar, so wie sie im Umfeld der Leistungselektronik (Umrichter) vorherrschen.

Ein neues und für das HV-Umfeld in vieler Hinsicht geeigneteres Messprinzip stellt dagegen die faseroptische Messtechnologie mit Faser-Bragg Sensoren dar, wie sie im CAN-basierten Messmodul imc CANSAS-FBG-T8 zum Einsatz kommt. [Abb. 2] Die Sensoren weisen nur sehr geringe Durchmesser auf, bieten durch das rein optische Messprinzip ein perfektes Isolationskonzept gegenüber Hochspannung und sind gänzlich immun gegen elektromagnetische Störungen.



Abb. 2 imc CANSASflex-FBG-T8

Eigenschaften von FBG-Sensoren und Messtechnologie

Faser-Bragg-Gitter (Abk. FBG) sind optische Interferenzfilter im Kern einer Glasfaser.

Im Messbetrieb wird in die Faser eingespeistes „weißes“ Licht einer breitbandigen Laserquelle an diesem Interferenzgitter selektiv reflektiert. Das vom Sensor zurückgelieferte schmale Spektrum mit der charakteristischen Bragg-Wellenlänge λ_B repräsentiert die Messgröße. λ_B ist proportional zur Dehnung und zur Temperatur der aktiven Zone, denn diese bestimmen den optischen Gitterabstand. In Temperatursensoren darf der sensitive Bereich nur auf die Temperatur-Eigenausdehnung $\alpha(T)$ sowie das Brechungsverhalten von Quarzglas als Funktion $f(T)$ reagieren. Die Faser ist daher spannungsfrei eingebettet, um den Einfluss von Fremddehnung oder mechanischer Verspannung zu vermeiden. [Abb. 3]

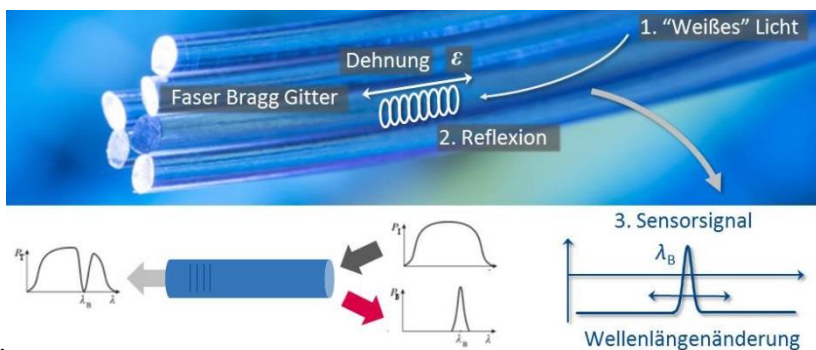


Abb. 3 FBG-Sensorik: Das Faser-Bragg Prinzip

Die von imc angebotene speziell entwickelte faseroptische Sensorik erreicht dies mit einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von nur 0.51 mm, die die Faser ummantelt. [Abb. 4] Varianten mit zusätzlicher Keramik- und Teflumhüllung sind mechanisch noch robuster und trotzdem nur auf 1.0 bzw. 1.5 mm vergrößert. Die extrem kleine Bauform und thermische Masse sichert eine entsprechend schnelle Ansprechgeschwindigkeit mit Zeitkonstanten von 100 ms. Solche extremen Dynamiken sind bei Hochlauftests an Elektromotoren relevant. Diese Prozesse lassen sich damit erstmals systematisch beobachten und optimieren. Für die Auswertung der Bragg-Wellenlänge des erfassten Spektrums nutzen Auswerteeinheiten, in der FBG-Technologie auch als „Interrogator“ bezeichnet, verschiedene Verfahren. Das FBG-Modul von imc setzt hier auf eine innovative Technologie, die eine

sehr kompakte, robuste und portable Bauweise ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist das attraktive Preisniveau und die Praktikabilität konventioneller HV-Messtechnik.

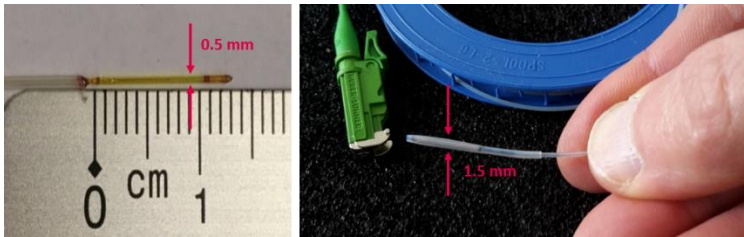


Abb. 4 Miniaturisierte, hochdynamische und metallfreie Sensorik

Das faseroptische Messmodul imc CANSAS-FBG-T8

Das 8-kanalige FBG-Modul imc CANSAS-FBG-T8 fügt sich in das Konzept der flex-Serie ein. Es handelt sich um ein von imc entwickeltes Baukastensystem, bei dem sich die Gehäuse sowohl von Mess- und Digitalisierungsmodulen (imc CANSASflex) als auch passende CAN-Bus Datenlogger (imc BUSDAQflex) zu Blöcken zusammenstecken lassen. Damit kann sich der Anwender in Sekundenschnelle sehr flexibel ein maßgeschneidertes Messsystem zusammenklicken, passend zu den aktuellen Anforderungen an die verwendeten Sensoren und Signalquellen. Das imc CANSAS-FBG-T8 ist mit einem CAN-Interface ausgerüstet und integriert sich leicht in das bestehende Testumfeld eines Prüfstands oder in einen mobilen Fahrversuch.[Abb. 5]

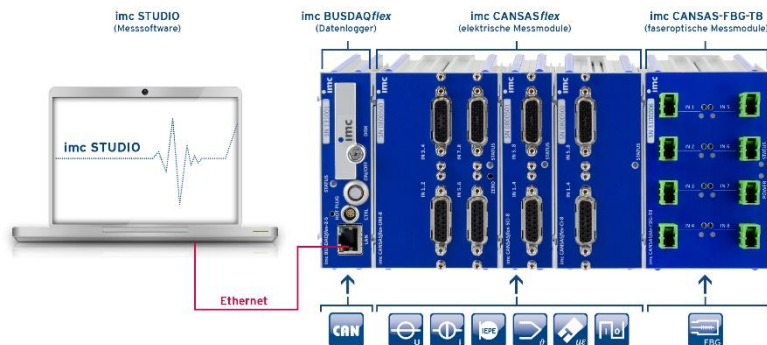


Abb. 5 Integration in universelles CAN-basiertes Messsystem für mechatronische Tests

Die Vorteile eines FBG-Messmoduls liegen damit auf der Hand: neben der sicheren und störungsfreien Messung durch die fehlende Leitfähigkeit der Glaserfaser ermöglichen die geringen Kabeldurchmesser der Sensoren ein einfaches Handling. Die Fahrzeugaufbauten werden einfacher und nehmen bei der Instrumentierung bis zu 80% weniger Platz ein. Die kleinen Sensoren verändern die Eigenschaften des Prüflings kaum, sie bieten ganz neue mechanische Möglichkeiten der Instrumentierung. So kann an Orten gemessen werden, die mit konventioneller Sensorik kaum erreichbar sind, wie beispielsweise in Steckverbindungen oder in Kabeln.

Gerade für den E-Mobility und Automotive-Bereich ist dies von Bedeutung. Die neu hinzukommenden Messstellen an HV-Komponenten mit ihren besonderen Anforderungen müssen mit einer Vielzahl von weiteren Sensoren, Messgrößen und ECU-Prozessgrößen gemeinsam aufgezeichnet und korreliert werden. Der messtechnische Ansatz von imc erlaubt es, in einer Anwendung konventionelle Messtechnik und faseroptische Messtechnologie synchron zu nutzen. Produktivität und Effizienz im Test von Elektrofahrzeugen lassen sich steigern, indem das gefährliche HV-Umfeld komplett von Bediener und Messdatenerfassung entkoppelt ist und für jede Messstelle die passende Technologie gewählt werden kann.

Autor: Dipl. Ing. Martin Riedel, imc, Leiter Produktmarketing

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0
Fax: +49 (0)30-46 31 576
E-Mail: hotline@imc-tm.de
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfü-

gung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichende und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage www.imc-tm.de genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: marketing@imc-tm.de. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.