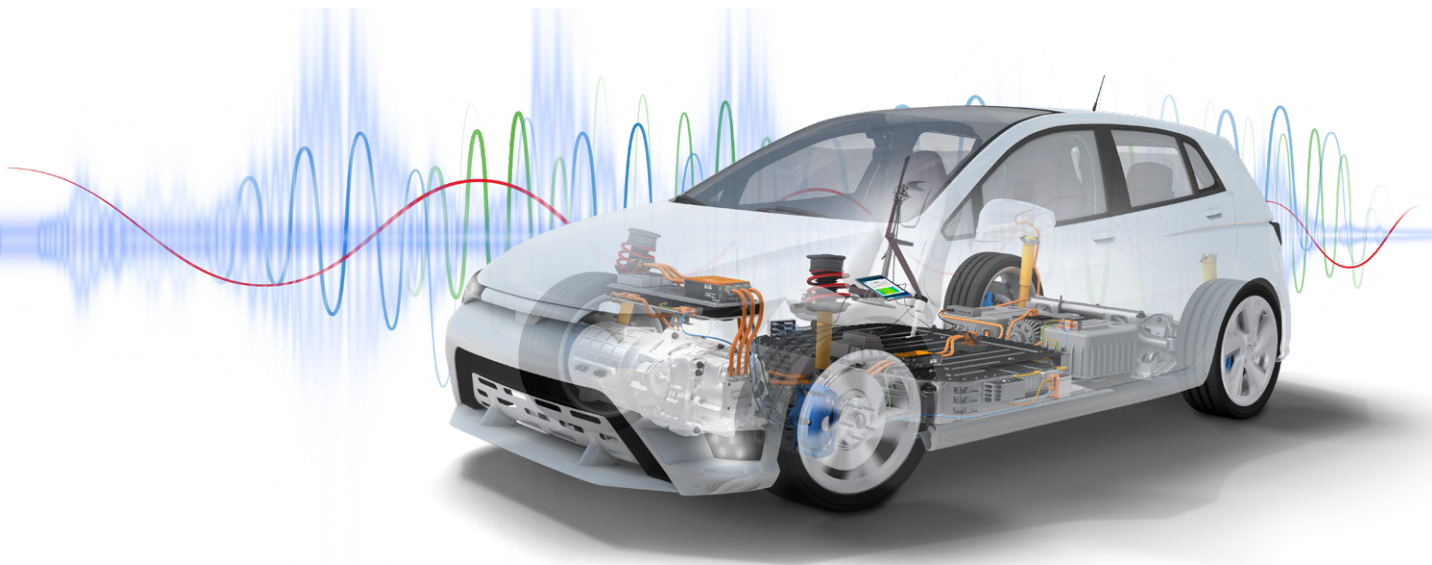


# Hochvolt-Messtechnik und NVH im mobilen Einsatz



NVH-Messungen

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Fahrzeugen beinhaltet große Herausforderungen beim Zusammenspiel der einzelnen Komponenten. Einflussgebend sind dabei unter anderem das Hochvolt-Bordnetz und seine angeschlossenen Aggregate, neue Werkstoffe und der Wegfall von maskierenden Geräuschquellen. Mit einer synchronen Erfassung von NVH- und Leistungsdaten am Antriebsstrang können ganzheitliche Betrachtungen von entwicklungs-technischen Fragestellungen vorgenommen und effizient Zielkonflikte zwischen Akustik und Performance adressiert werden.



## Hintergrund

Der Wandel hin zur Elektromobilität verändert die Anforderungen an das Engineering und das Testing des Antriebsstrangs. Neue Werkstoffe und Technologien sowie eine Vielzahl von Hochvolt-Komponenten führen zu neuen akustischen und schwingungstechnischen Fragestellungen.

Die Entwicklung neuer, performanterer Elektrofahrzeuge erfordert ein innovatives, ganzheitliches Engineering und Testing. Für die Entwicklung wird ein Messsystem benötigt, das sowohl E-Mobilitätsanalysen als auch NVH-Analysen bereitstellt.



## Herausforderung

Testing- und Engineering-Aufgaben müssen schnell und effizient gelöst werden. Dafür stehen hochspezialisierte Systeme für die unterschiedlichsten Aufgaben zur Verfügung, deren Datenströme bisher nicht synchron erfasst werden und dadurch ein aufwendiges, manuelles Nachbereiten der Daten erfordern.

Häufig werden einzelne Aufgaben nacheinander bearbeitet. Damit werden Prüfstandskapazitäten und personelle Ressourcen länger blockiert.

Heutige Elektrofahrzeuge, ihr Hochvoltbordnetz und ihre Komponenten sind komplex und kompakt verbaut. Das Messen von Strömen und Spannungen muss in geschirmten Hochvolt-Leitungen und beengten Bauräumen HV-sicher erfolgen. Gleichzeitig müssen die Daten von Beschleunigungssensoren, Mikrofonen und/oder anderen Sensoren miterfasst werden.

Das bedeutet eine erhöhte Anzahl an Messstellen und eine signifikant höhere Menge an Rohdaten, die zu verarbeiten ist.



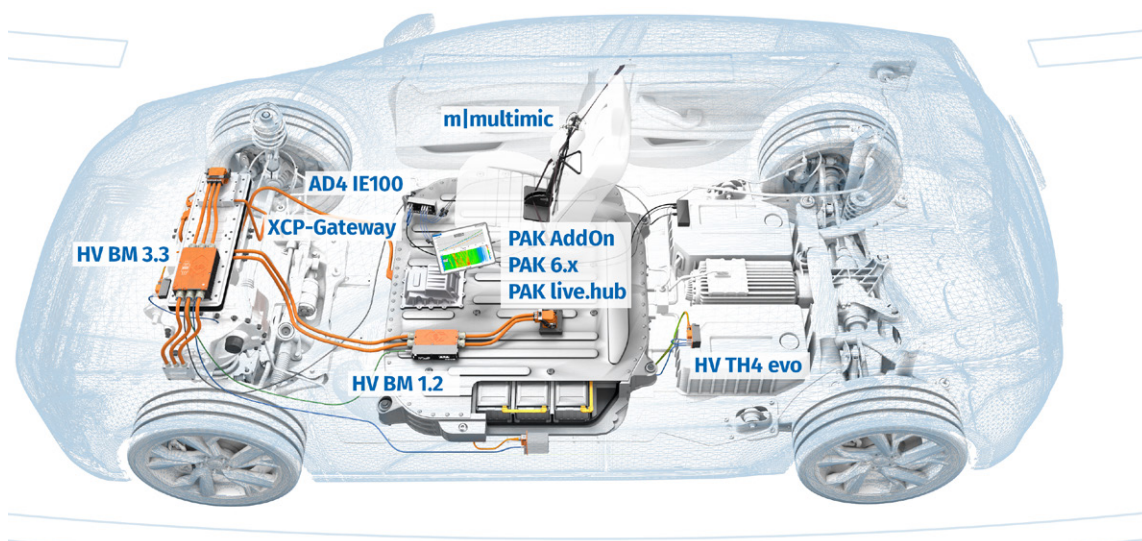
## CSM Messtechniklösung

Um eine hochpräzise Erfassung dynamischer Daten bei hohen Betriebsspannungen und Strömen zur ermöglichen, ist eine zukunftsorientierte Systemlösung erforderlich. Mit CSM als neuem Partner des PAK live-Ökosystems der Müller-BBM VibroAkustik Systeme (MBBM-VAS) wird die Datenerfassungsseite um einen Spezialisten für mobile, robuste Messdatenerfassung im Niedervolt- und Hochvolt-Bereich erweitert.

Mit dieser HV-Messtechnik lassen sich reale Ströme und Spannungen synchron mit weiteren dynamischen Daten in Echtzeit im Betrieb erfassen und auswerten.

Dazu wird die CSM-Messtechnik direkt im Hochvolt-Bordnetz von Elektro- und Hybridfahrzeugen an den einzelnen Quellen und Verbrauchern, die messtechnisch beurteilt werden müssen, platziert. Jedes Messmodul ist dabei kompakt, robust und störsicher für HV- und NV-Umgebungen ausgestattet.

Die für vibroakustische Analysen eingesetzten Sensoren und Mikrofone werden direkt an **CSM ECAT-MiniModule** angeschlossen.



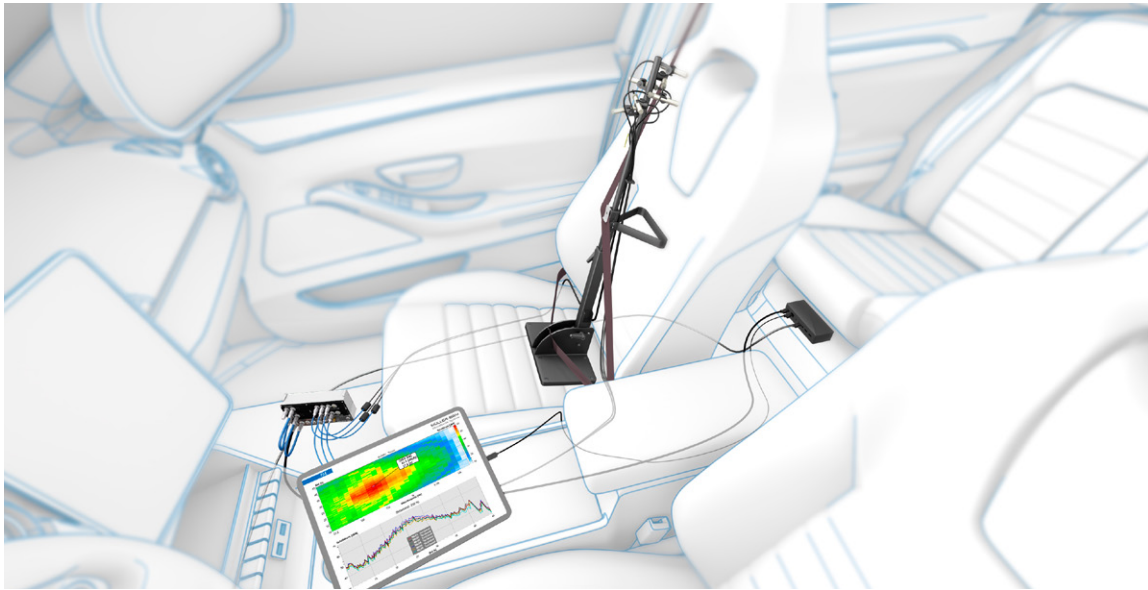


Abb. 1: Die Sensoren und Mikrofone des multimic werden direkt an CSM ECAT-MiniModule angeschlossen. So erfolgt eine einfache Einbindung in die gesamte Messkette.

Die im Hochvolt-Bordnetz eingesetzten **HV Breakout-Module** erfassen in den HV-Leitungen gleichzeitig Ströme, Spannungen und Leistungen.

Alle eingesetzten Module sind über EtherCAT® vernetzt und damit besser als 1µs synchronisiert. Konfiguriert werden die CSM-Messmodule mit der CSM-eigenen Konfigurationssoftware CSMconfig. Diese interagiert mit dem **CSM PAK AddOn Manager**, der im **CSM PAK AddOn** enthalten ist.

Das CSM PAK AddOn erlaubt die einfache Integration der CSM Messmodule in den MBBM-VAS Messaufbau.

Mit dem PAK AddOn Manager können über eine grafische Benutzeroberfläche Projekte verwaltet werden, während die integrierte Datenaufbereitung für eine reibungslose Einbindung in das PAK live-Ökosystem sorgt.

Die Messkette ist über ein **XCP-Gateway** oder **Messmodule** mit direkter XCP-on-Ethernet-Ausgabe eingebunden. Über den **CSM PAK AddOn Server** werden die Messdaten an den **PAK live.hub** von MBBM-VAS übertragen. Alle CSM-Module senden kontinuierlich den Datenstrom an den PAK live.hub, der als Daten-Hub den Datenstrom dynamisch weiterverteilt.



Abb. 2: HV Breakout-Modul 1.2 für die einphasige Strom- und Spannungsmessung in den HV-Leitungen zwischen HV-Batterie und Inverter

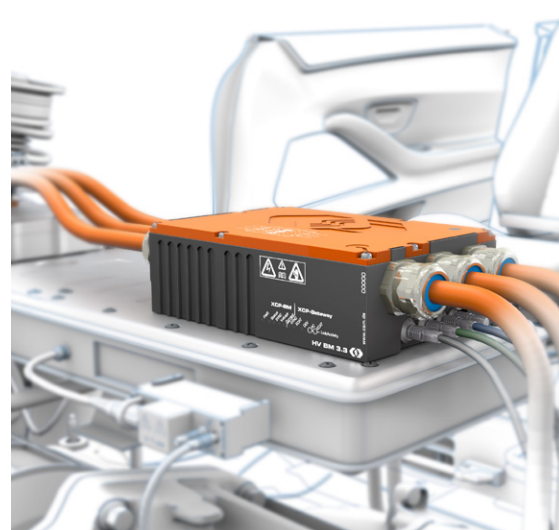


Abb. 3: Das HV Breakout-Modul 3.3 misst die Ströme und Spannungen direkt in den HV-Leitungen zwischen Inverter und Elektromotor.

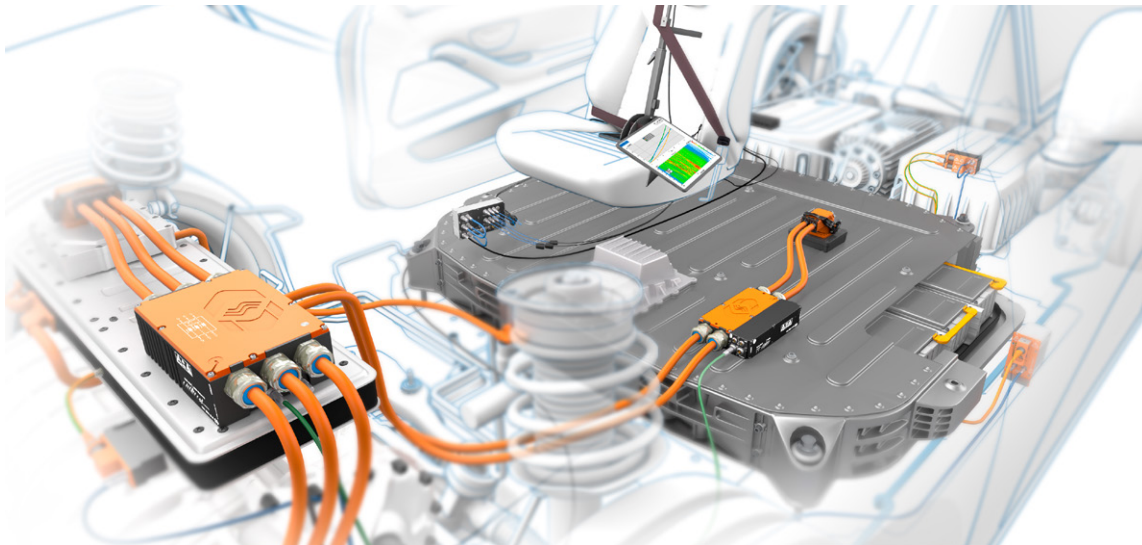


Abb. 4: Mit einem schlanken Messaufbau können die akustischen Analysen mit Leistungswerten der Komponenten im elektrischen Antriebsstrang einfach korreliert werden.

Der PAK live.hub stellt den PTP-synchronen Datenstrom in Echtzeit der PAK NVH-Software-Suite bereit. Mit PAK können die erfassten Daten in Echtzeit ausgewertet werden – egal ob ECU-, Leistungs- oder NVH-Daten.

- ▶ Drehmoment-Ripple
- ▶ Rotor-Positionen aus Resolver-/Encoder-Daten
- ▶ Frequenz-/Ordnungsanalyse für PWM-Fächer
- ▶ Sound Design und psychoakustische Parameter
- ▶ elektrische und mechanische Leistung
- ▶ elektrisches Arbeitsspiel

Neben den E-NVH/E-Power-Analysen, wie

- ▶ d/q-Transformation
- ▶ Modulationsanalyse

können mit PAK umfassende Analysen im Bereich Struktur, Rotation und Sound Quality vorgenommen werden.

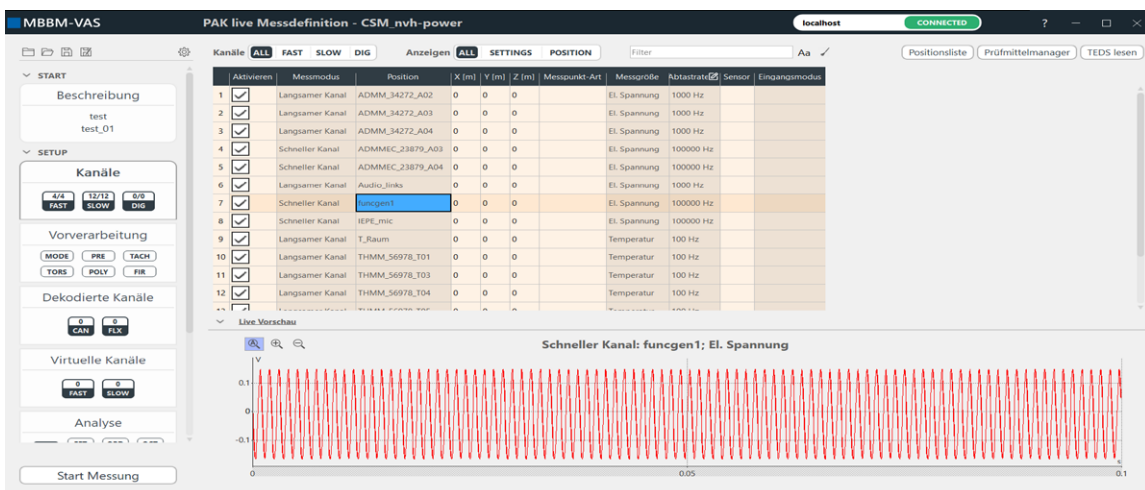


Abb. 5: Messvorbereitung in PAK 6.x (Müller-BBM VibroAkustik Systeme).

Durch die intelligente Vernetzung der Datenströme lassen sich verschiedene Aufgaben mit nur einem Messaufbau lösen und damit Testing-Prozesse nachhaltig beschleunigen. Interdisziplinäres Arbeiten und kontextbezogene Aussagen zu Ursache und Wirkung sind dabei implizit.

Die skalierbare Systemlösung vereint leistungsfähige Messtechnik mit passgenauen Applikationen in einem offenen Ökosystem.

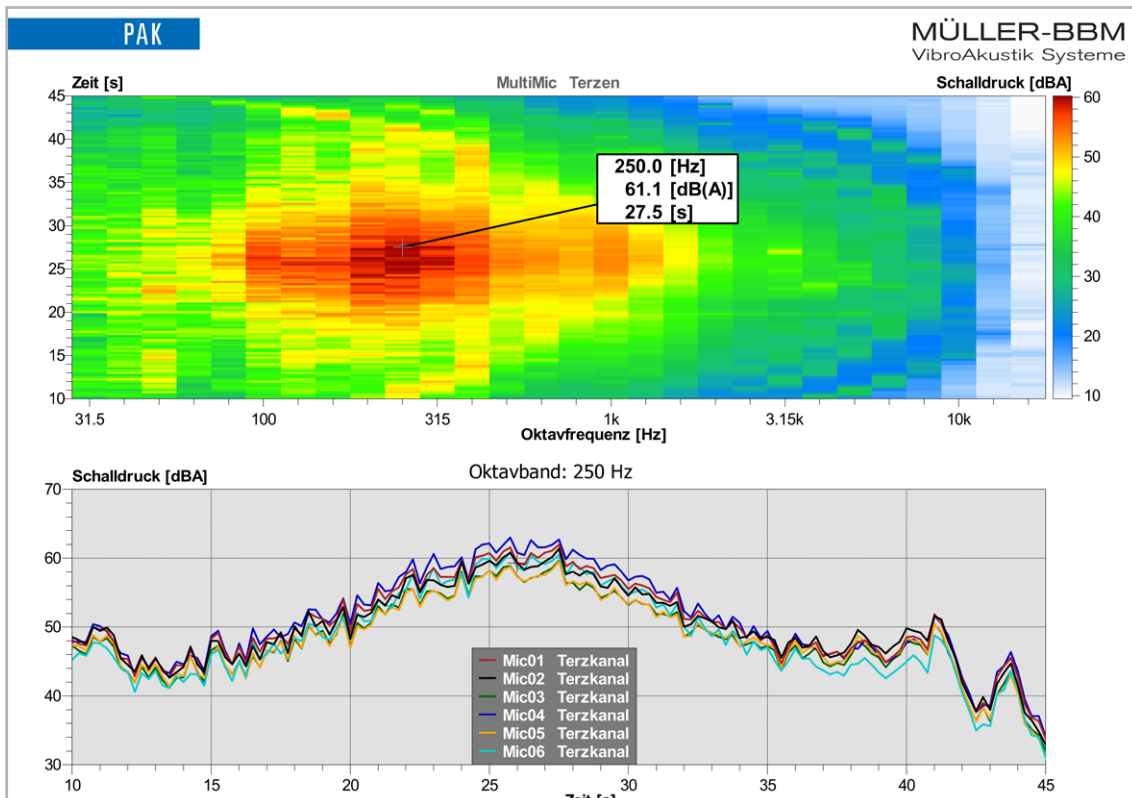


Abb. 7: Räumlich gemittelter Schalldruckpegel im Fahrzeuginnenraum (Müller-BBM VibroAkustik Systeme).

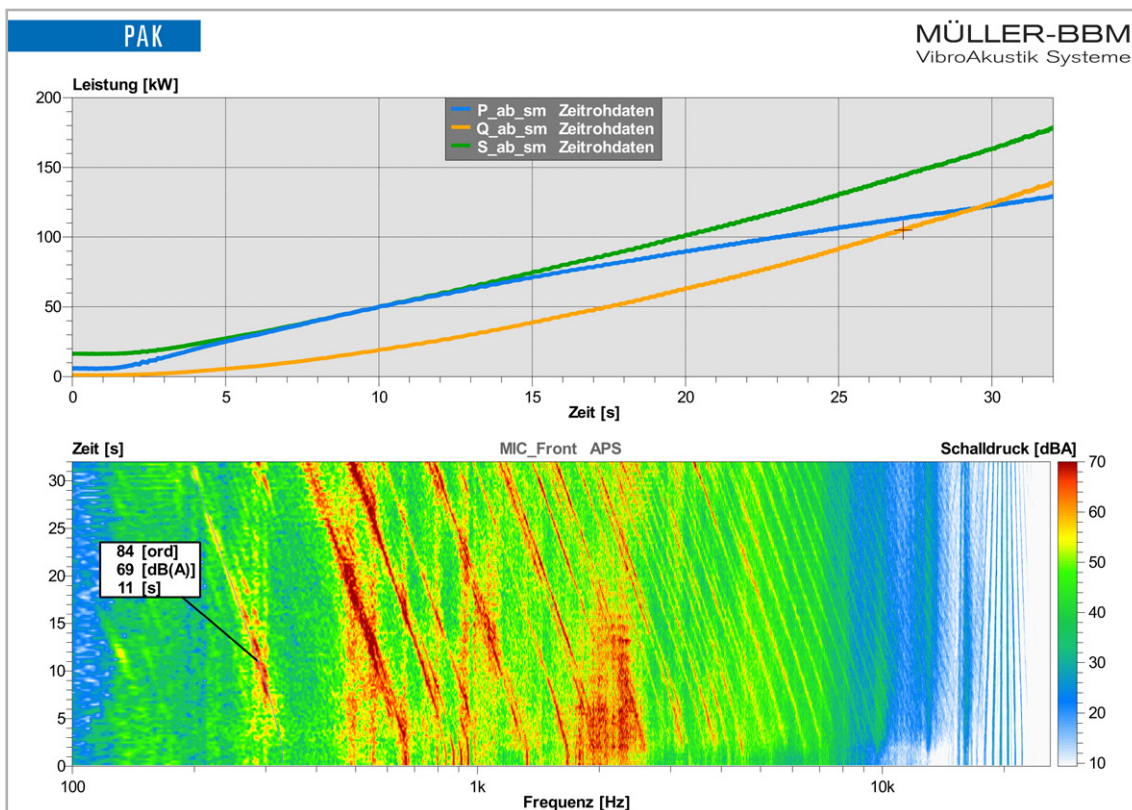


Abb. 6: Performance- und NVH-Testing – Komfortmessung des Antriebs (Müller-BBM VibroAkustik Systeme).



## Vorteile

---

- ▶ Schnelles, mobiles Messen mit robuster Messtechnik zur Validierung von akustischen und leistungstechnischen Phänomenen
- ▶ Hochvolt-sichere, PTP-synchrone Datenerfassung von analogen und digitalen Messgrößen mit bis zu 1MHz Abtastrate direkt an den relevanten Quellen
- ▶ Dezentraler, kompakter Messaufbau für eine sichere Datenerfassung insbesondere in beengten Bauräumen und rauen Umgebungen
- ▶ Direktes Messen von Strom, Schirmstrom, Spannung und Leistung in Hochvolt-Leitungen
- ▶ Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung im elektrischen Antriebsstrang mit synchronisierter NVH-Analyse zur Korrelation von akustischen und elektrischen Phänomenen
- ▶ Echtzeit-Analyse des Messdatenstroms
- ▶ Leistungsstarkes Grafik-Reporting online & offline
- ▶ Erhöhte Wertschöpfung rund um Messdaten durch kontextbezogenes Engineering
- ▶ Integriertes Messdatenmanagement auf Basis von Cloud-Technologien

## Verwendete Produkte

### HV Breakout-Modul – Typ 3.3

Das HV Breakout-Modul (BM) 3.3 wurde speziell für die sichere und präzise dreiphasige Messung in HV-Spannung führenden Kabeln konzipiert. Die Innenleiterströme und Außenleiter-Spannungen werden direkt erfasst und 100 % synchron und phasengenau über XCP-on-Ethernet ausgegeben.

Der Anschluss erfolgt entweder über Kabelverschraubungen, durch die die HV-Leitungen in das Modul geführt werden (HV BM 3.3) oder über ein PL300 Stecksystem (HV BM 3.3C).



### HV Breakout-Modul – Typ 1.2

Das HV Breakout-Modul (BM) Typ 1.2 wurde für einphasige Messungen von Strom, Spannung und Leistung konzipiert. Es ist ideal geeignet für die Messung an großen Verbrauchern wie Elektromotoren, die mit separaten Kabeln für HV+ und HV- ausgestattet sind.

Das HV Breakout-Modul 1.2 ist in zwei Versionen zum Anschluss über Kabelverschraubungen oder PL500 Stecksystem (HV BM 1.2C) verfügbar.



### HV TH4 evo

Das Thermo-Messmodul HV TH4 evo erlaubt sichere Temperaturmessungen mit Thermoelementen an Hochvolt-Komponenten. Durch seine kompakte Bauform und verstärkte Isolierung bis 1.000V RMS eignet es sich besonders für den dezentralen Einsatz im Fahrversuch.



### AD4 ECAT MM-Serie – Typ IE 100

Das Messmodul AD4 IE100 ist optimal für genaueste Analysen von hochfrequenten Signalen mit Messdatenraten von bis zu 100 kHz pro Kanal geeignet. Es bietet eine hochgenaue, unipolare und kanalweise einstellbare Sensorversorgung von 5 bis 24 V DC für eine Vielzahl an Sensoren.



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](http://www.csm.de) oder per E-Mail unter [sales@csm.de](mailto: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.