



# Hochvolt- und NVH-Messungen in Elektrofahrzeugen

CSM Web-Seminare

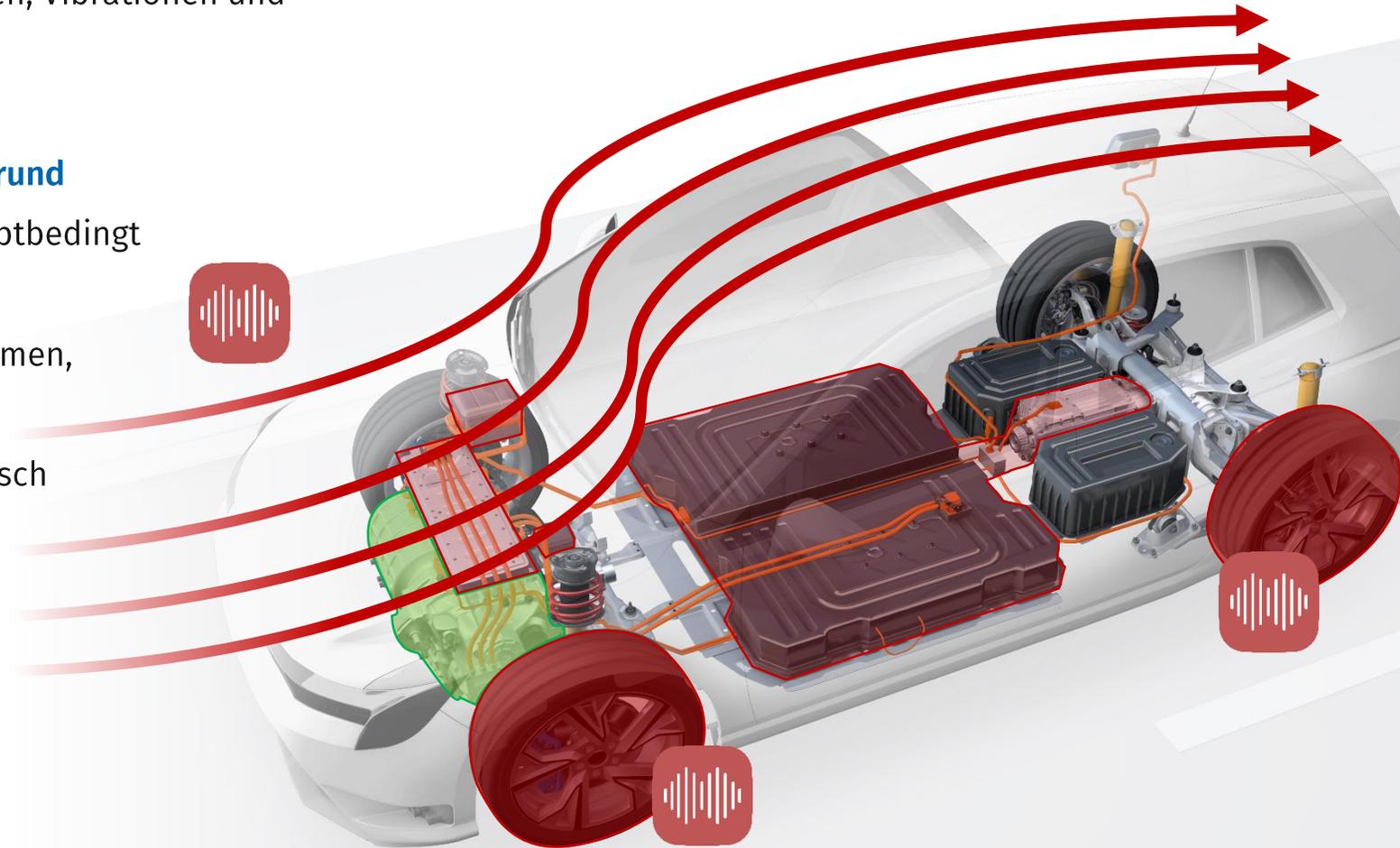
**CSM** **Xplained**  
measurement technology



Innovative Mess- und Datentechnik

# Herausforderungen bei der Fahrzeugakustik von Elektrofahrzeugen

- ▶ Ein Elektromotor verursacht kaum Schwingungen, Vibrationen und mechanische Geräusche
- ▶ **Andere Geräuschquellen treten in den Vordergrund**
  - ▶ Elektrische Antriebsstränge erzeugen konzeptbedingt tonale Geräusche mit höherer Frequenz
  - ▶ Geräusche von Getriebe, Pumpen, Kühlsystemen, Hydraulik und Leistungselektronik
  - ▶ Die Aeroakustik ebenso wie das Abrollgeräusch der Reifen werden dominanter



# Herausforderungen bei der Fahrzeugakustik von Elektrofahrzeugen

- ▶ Störgeräusche, die nicht zur Fahrsituation passen, will man nicht hören
- ▶ Die Akustik hat einen direkten Einfluss auf das Wohlbefinden und den Komfort der Passagiere
- ▶ **Deshalb ist sie ein entscheidender Faktor für die wahrgenommene Qualität eines Fahrzeugs**



## Müller-BBM VibroAkustik Systeme

Know-how-Träger im Bereich Testing für die Interpretation dynamischer und physikalischer Daten mit Fokus auf NVH, Festigkeit und Komfort



Smarte Lösungen für Testing & Datenmanagement

- ▶ Teil der international operierenden Müller-BBM Gruppe
- ▶ Spin-off der Müller-BBM in 1997 in Planegg, Deutschland
- ▶ VAS Umsatz: 24.5 Mio EUR, Mitarbeiter: 100+
- ▶ Weltweites Netzwerk von Niederlassungen und Distributoren
- ▶ Mitgliedschaften: ASAM ODS, openMDM®, EtherCAT  
- ▶ Leistungsstarke Werkzeuge zum Messen und Analysieren PAK family

## Unsere Produkte & Lösungen

Ganzheitliche Lösung zur Erfassung, Analyse und Verwaltung von physikalischen Daten.

### VERNETZUNG

Smarte Datennetzwerke  
Interdisziplinäre  
Workflows

### DATENERFASSUNG

Hardware  
PAK-Software

### DATENMANAGEMENT

PAK cloud  
Cloud-Services

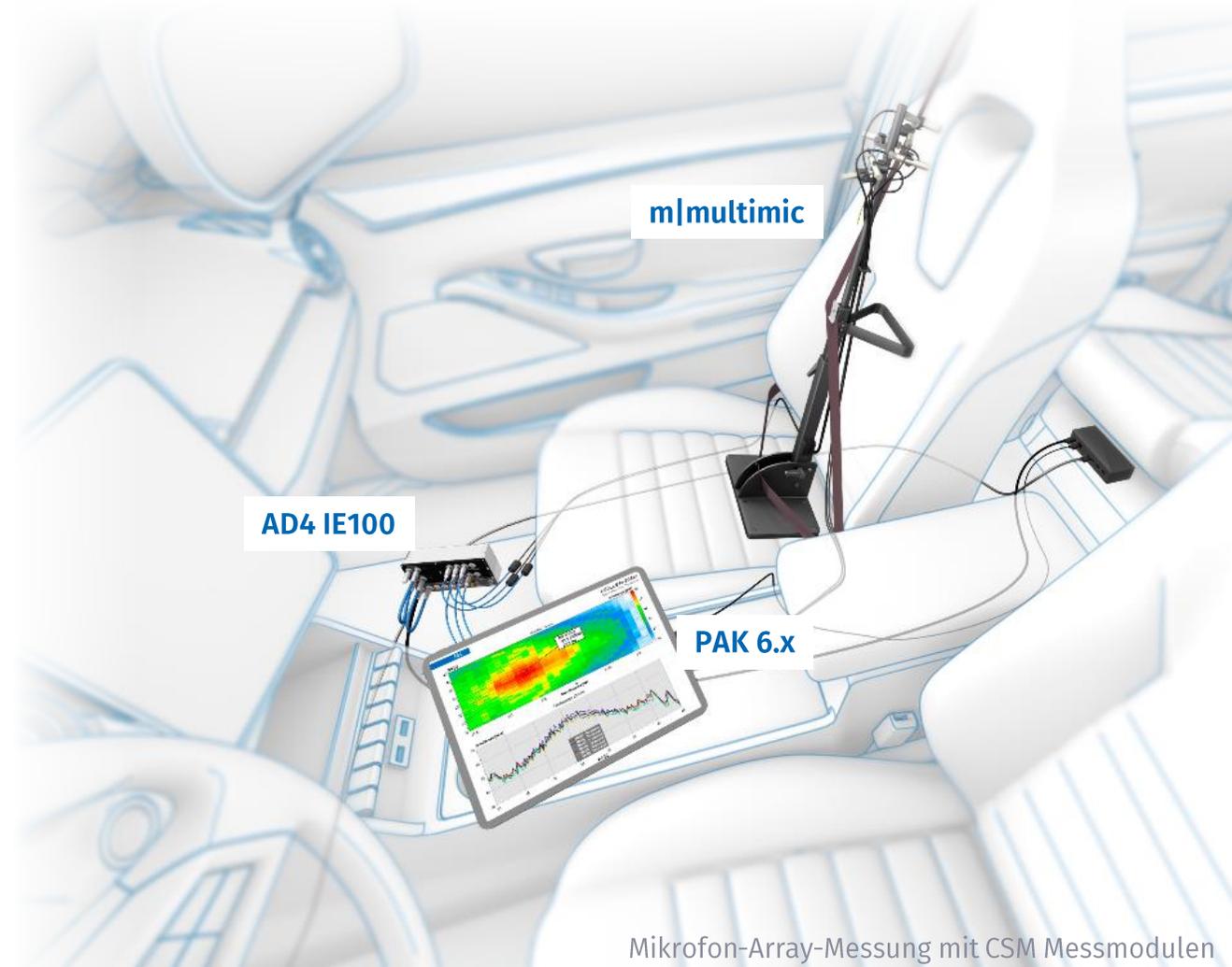
# Partnerschaft CSM und Müller-BBM Vibro Akustik Systeme

- ▶ Neue und steigende Anforderungen für die Akustik bei Elektrofahrzeugen
- ▶ Hochvolt-sichere, kompakte Messtechnik für e-NVH-Analysen
- ▶ PAK-live Technologie zur Erfassung, Analyse, Bewertung und Verwaltung dynamischer Daten
- ▶ Ein Messaufbau für NVH-Prüfstände und im mobilen Einsatz in Testfahrzeugen



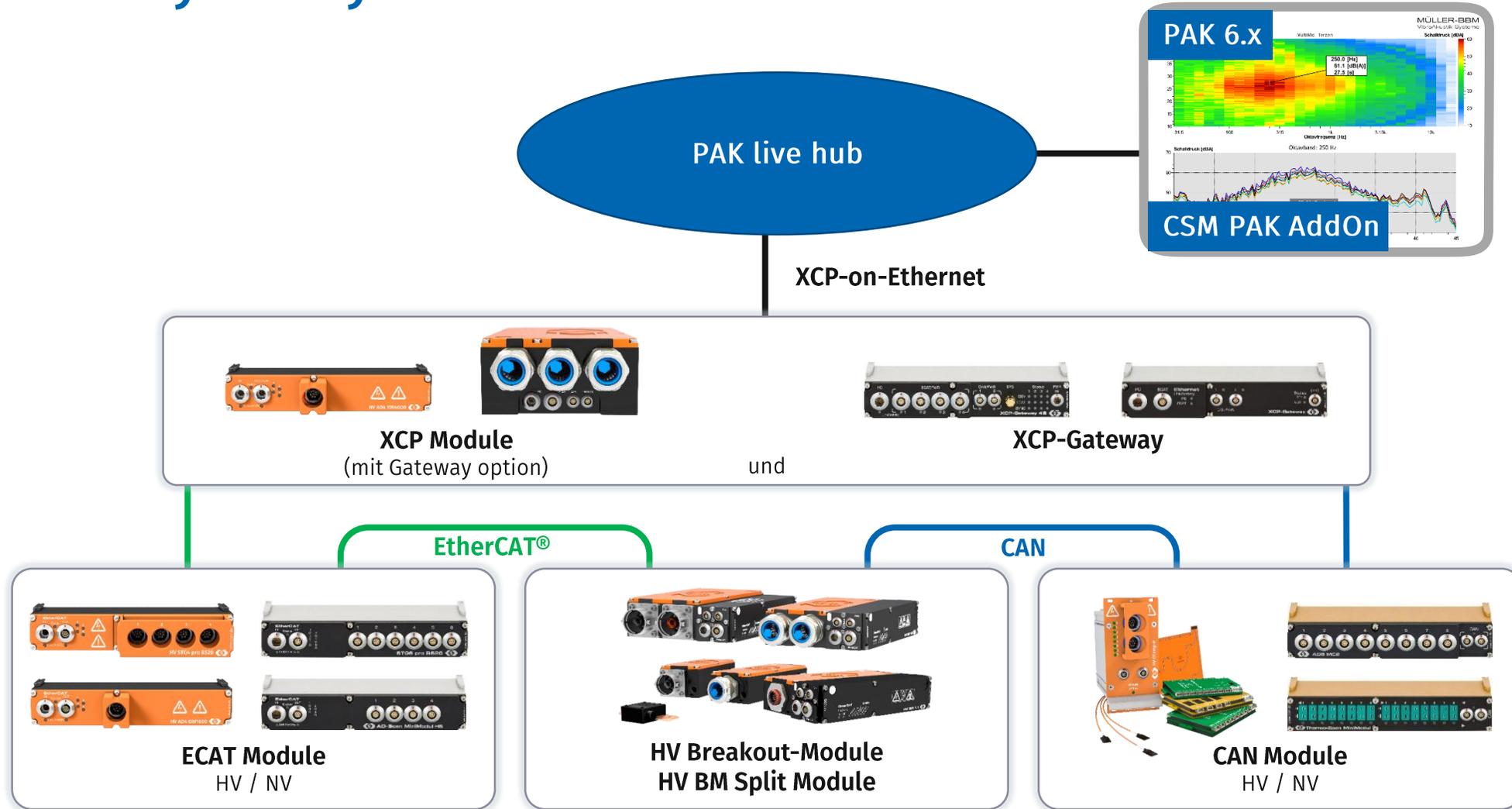
# PAK live-Ökosystem mit maßgeschneiderten Analysen

- ▶ Basisanalysen: Zeitrohdaten, Spektrale Analysen
- ▶ Schallleistung- und Intensität
- ▶ Schallquellenortung
- ▶ Außen- und Innengeräusche
- ▶ Sound Qualität
- ▶ Analysen an rotierenden Systemen
- ▶ Dreh- und Torsionsschwingungen
- ▶ Analyse von PWM-Signalen
- ▶ Ordnungsanalysen
- ▶ u.v.m.



Mikrofon-Array-Messung mit CSM Messmodulen

# CSM Messsystem synchronisiert mit PAK 6.x



# Messinterface in PAK 6.x

MBBM-VAS PAK live Messdefinition - CSM\_nvh-power localhost CONNECTED

Kanäle **ALL** FAST SLOW DIG Anzeigen **ALL** SETTINGS POSITION Filter Aa

START

Beschreibung

test  
test\_01

SETUP

Kanäle

4/4 FAST 12/12 SLOW 0/0 DIG

Vorverarbeitung

MODE PRE TACH  
TORS POLY FIR

Dekodierte Kanäle

0 CAN 0 FLX

Virtuelle Kanäle

0 FAST 0 SLOW

Analyse

Start Messung

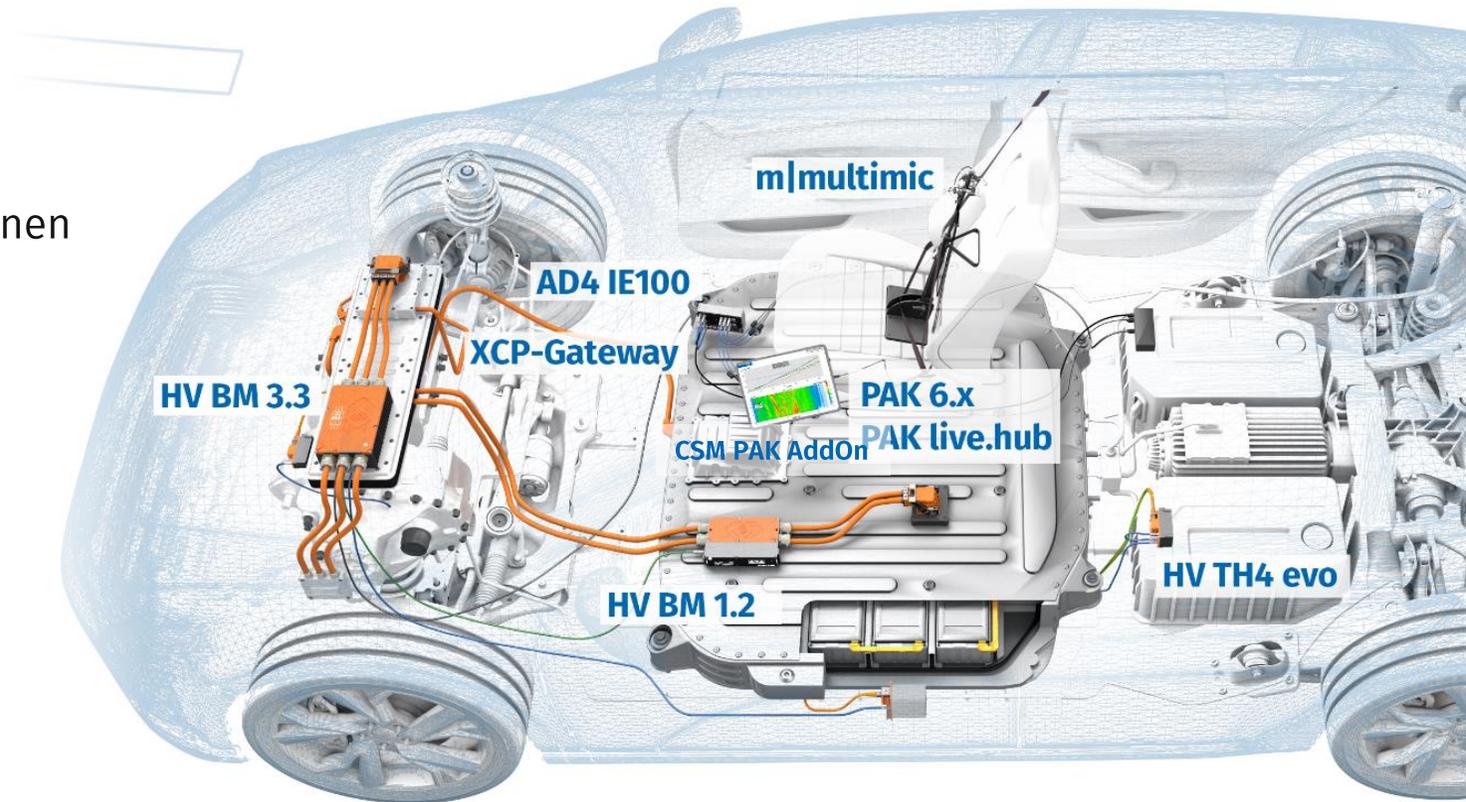
	Aktivieren	Messmodus	Position	X [m]	Y [m]	Z [m]	Messpunkt-Art	Messgröße	Abtastrate	Sensor	Eingangsmodus
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	ADMM_34272_A02	0	0	0		El. Spannung	1000 Hz		
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	ADMM_34272_A03	0	0	0		El. Spannung	1000 Hz		
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	ADMM_34272_A04	0	0	0		El. Spannung	1000 Hz		
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Schneller Kanal	ADMMEC_23879_A03	0	0	0		El. Spannung	100000 Hz		
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Schneller Kanal	ADMMEC_23879_A04	0	0	0		El. Spannung	100000 Hz		
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	Audio_links	0	0	0		El. Spannung	1000 Hz		
7	<input checked="" type="checkbox"/>	Schneller Kanal	funcgen1	0	0	0		El. Spannung	100000 Hz		
8	<input checked="" type="checkbox"/>	Schneller Kanal	IEPE_mic	0	0	0		El. Spannung	100000 Hz		
9	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	T_Raum	0	0	0		Temperatur	100 Hz		
10	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	THMM_56978_T01	0	0	0		Temperatur	100 Hz		
11	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	THMM_56978_T03	0	0	0		Temperatur	100 Hz		
12	<input checked="" type="checkbox"/>	Langsamer Kanal	THMM_56978_T04	0	0	0		Temperatur	100 Hz		

Live Vorschau

Schneller Kanal: funcgen1; El. Spannung

# Ein Messaufbau für mobile Messungen oder fest verbaut im Prüfstand

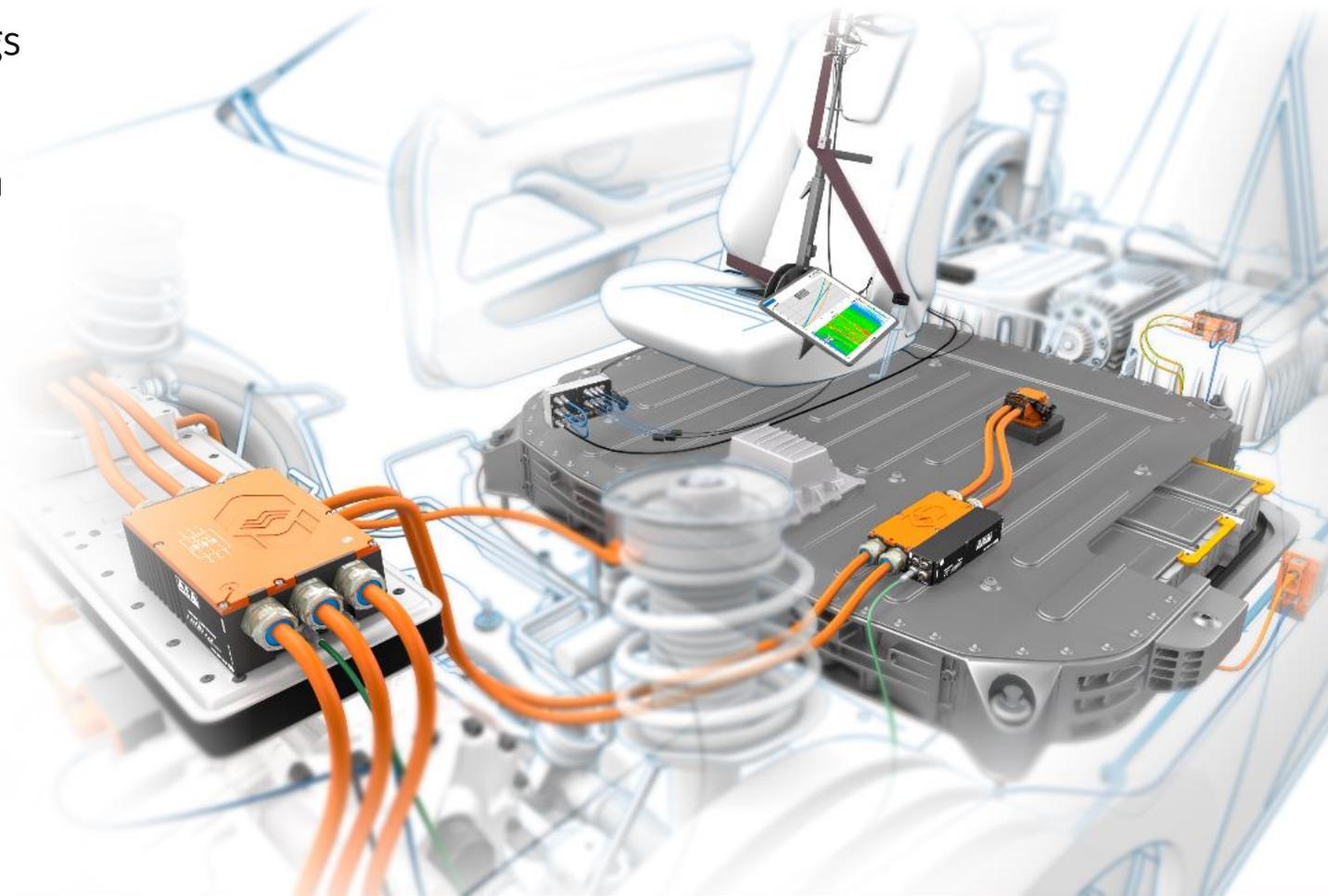
- ▶ Dezentraler verteilter Messaufbau mit Sensoren und CSM Messmodulen
- ▶ Erfassung von
  - Strömen, Spannungen und Leistungen
  - Drehzahl, Drehmoment und Kräfte
  - Akustische Signale, Schwingungen, Vibrationen
  - Temperaturen und Feuchtigkeit
  - Durchflüsse in Kühl- und Heizpfaden
  - u.v.m.
- ▶ Datenerfassung mit
  - PAK live.hub
  - PAK 6.x
  - CSM PAK AddOn





## Synchrone Erfassung von NVH- und Leistungsdaten am Antriebsstrang

- ▶ Untersuchung von Performance, Effizienz, Akustik und NVH-Leistungsverhalten des Antriebsstrangs
- ▶ Aufklärung von Betriebsart-Phänomenen
- ▶ Analyse der Drehfeldparameter und Frequenzen der Leistungselektronik
- ▶ Berechnung der elektrischen Leistung
- ▶ Nicht maskierte Geräuschquellen-Analyse
- ▶ Untersuchung von hochfrequenten Geräuschen, Resonanzen und Schwingungsanregungen
- ▶ Erfassung von Phänomenen tonaler Geräuschquellen und Körperschallanregungen anderer Aggregate





# Messungen im Hochvolt-Bordnetz mit HV Breakout-Modulen

- ▶ Arbeitsspannungen bis zu  $\pm 1.000$  V  
(Messbereich bis zu  $\pm 2.000$  V)
- ▶ Ströme bis zu  $\pm 800$  A (Nennwert),  $\pm 1.400$  A (Peak)
- ▶ Effektivwerte (**TrueRMS**) von jeweils U und I
- ▶ Wirkleistung **P**
- ▶ Scheinleistung **S**
- ▶ Blindleistung **Q**
- ▶ Leistungsfaktor  $\lambda$





## 3-phasige Messung mit dem HV Breakout-Modul 3.3

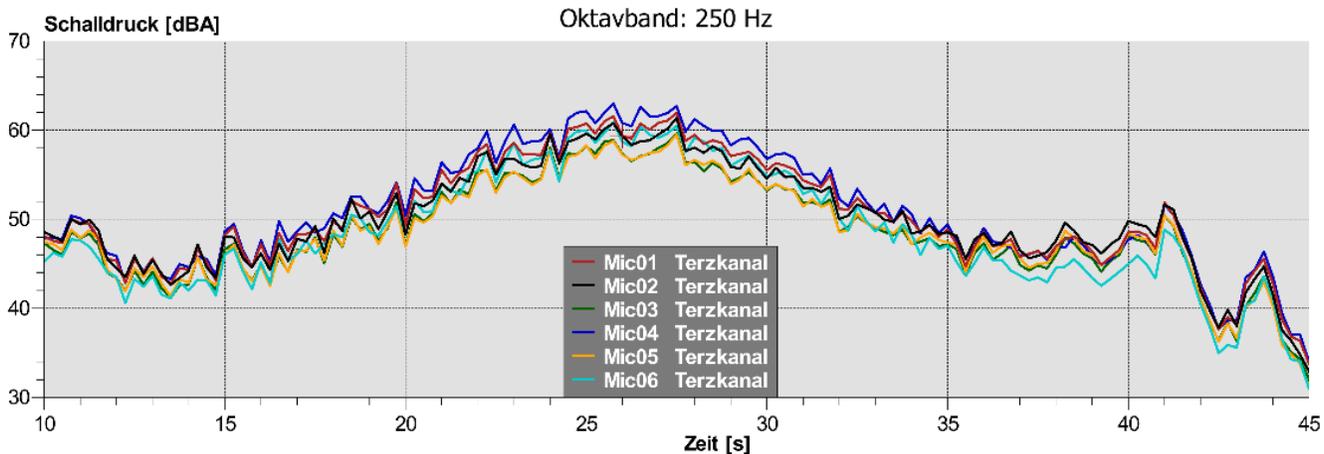
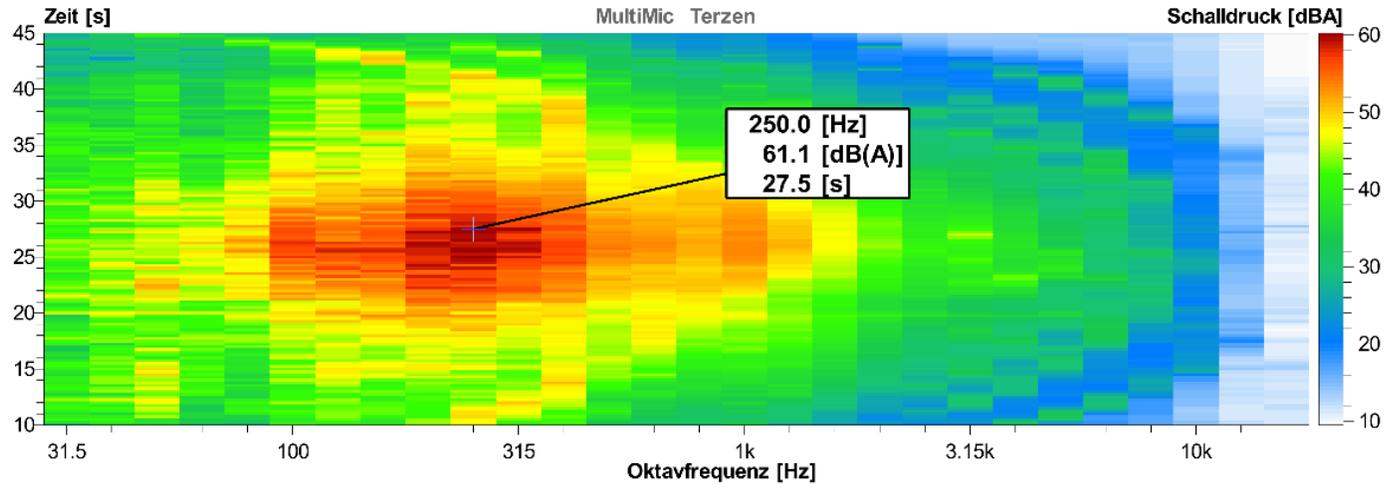
- ▶ Leistungsmessung zwischen Inverter und Elektromotor
- ▶ Messung der Spannungen  $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$  und Innenleiterströme ( $I$ ) von  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ .  
Arbeitsspannungen bis zu  $\pm 1.000$  V (Messbereich bis zu  $\pm 2.000$  V)
- ▶ Ströme bis zu  $\pm 800$  A (Nennwert),  $\pm 1.400$  A (Peak)
- ▶ Leistungsberechnung
- ▶ GBit/s XCP-on-Ethernet Schnittstelle, Messdatenrate bis zu 2 MHz je Messgröße
- ▶ XCP-Gateway: Anschluss von CSM ECAT (voll zeitsynchron) und CAN Messmodulen
- ▶ PTP Slave



# Räumlich gemittelter Schalldruck im Fahrzeuginnenraum

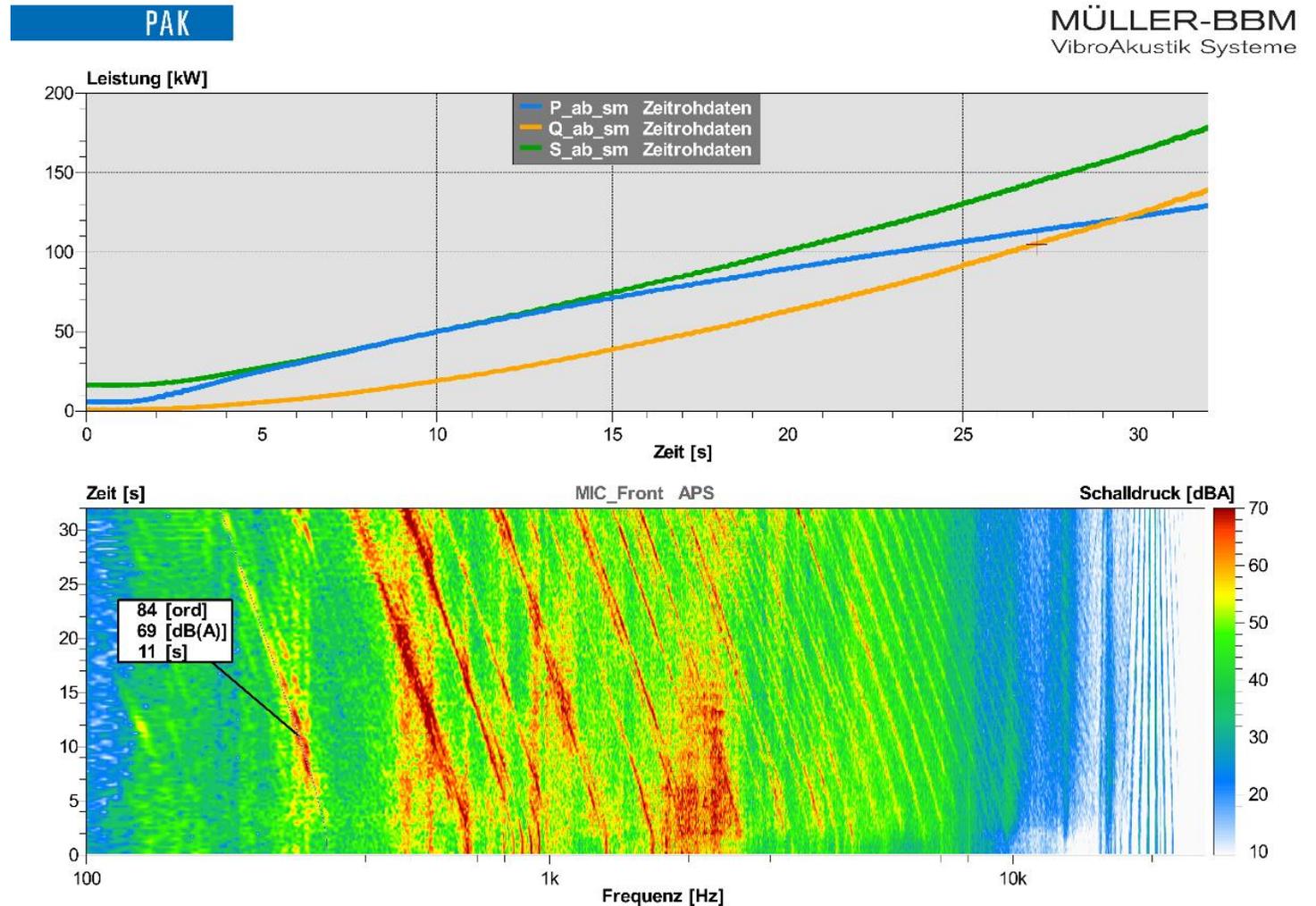
PAK

MÜLLER-BBM  
VibroAkustik Systeme



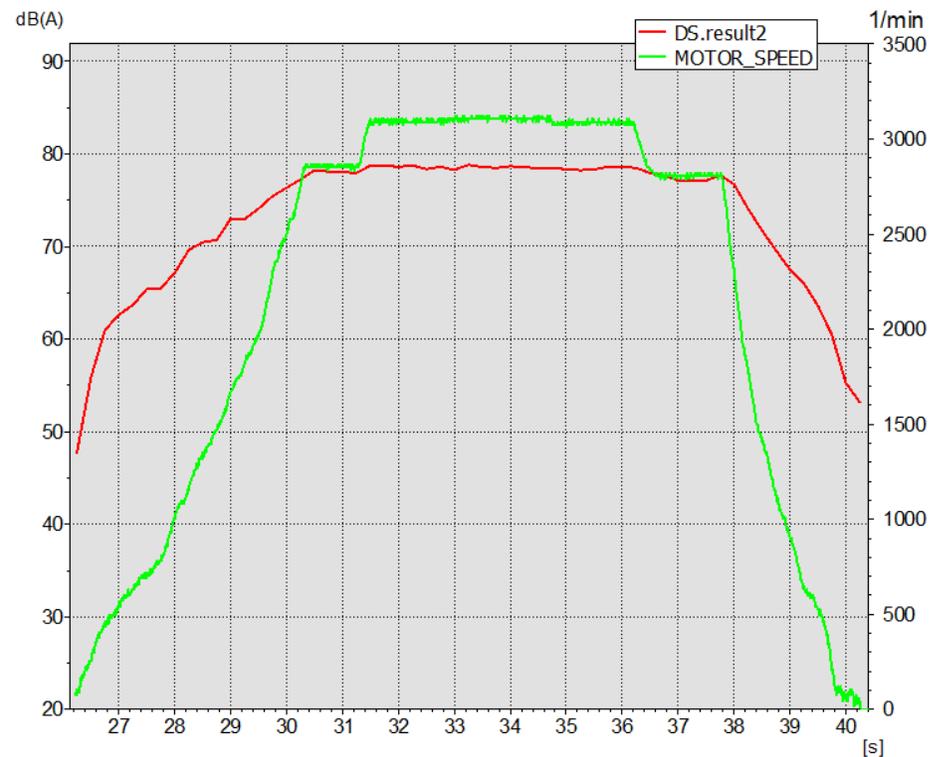
# Performance- und NVH-Testing

- ▶ Komfortmessung des Antriebs
- ▶ Innenraumgeräusch korreliert mit Leistungsmessdaten des Elektromotors



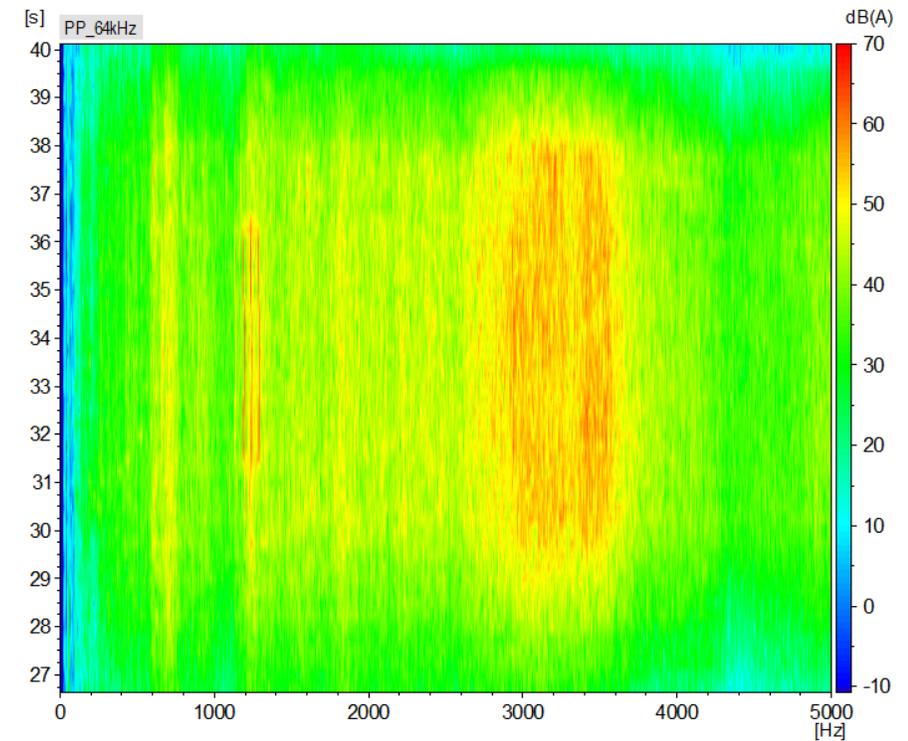
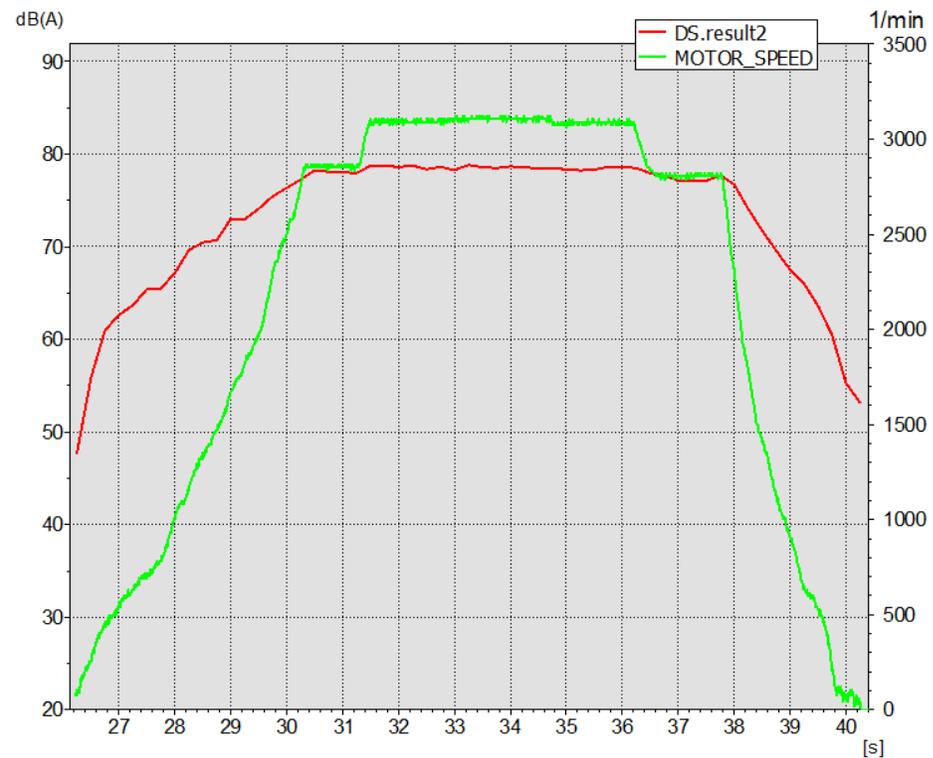
# Schallemissionsmessung elektrischer Antrieb, tonale Störgeräusche analysieren

PAK



# Schallemissionsmessung elektrischer Antrieb, tonale Störgeräusche analysieren

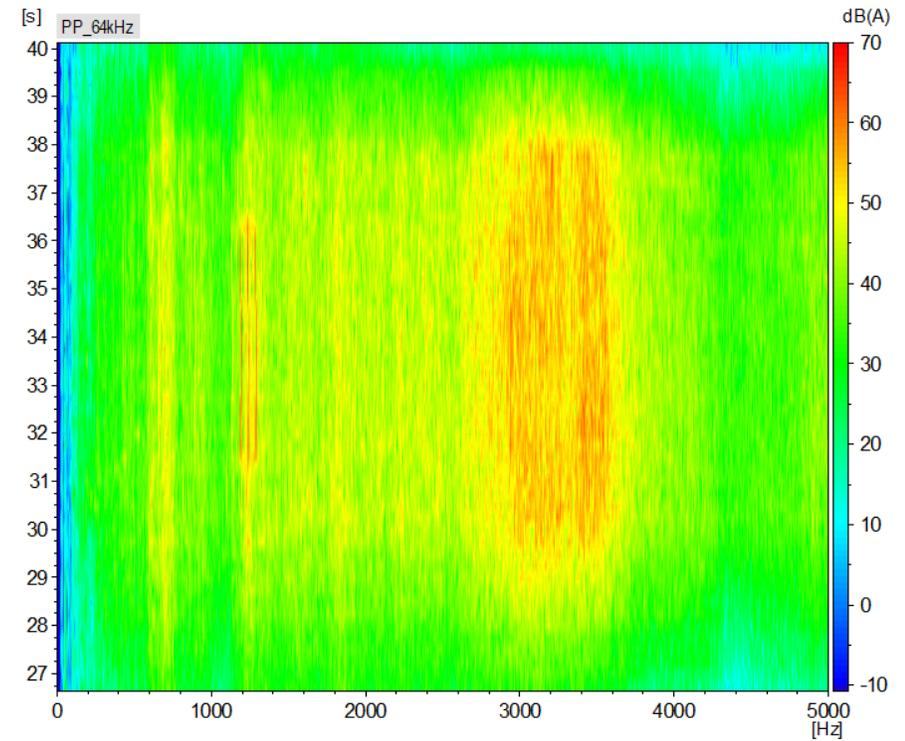
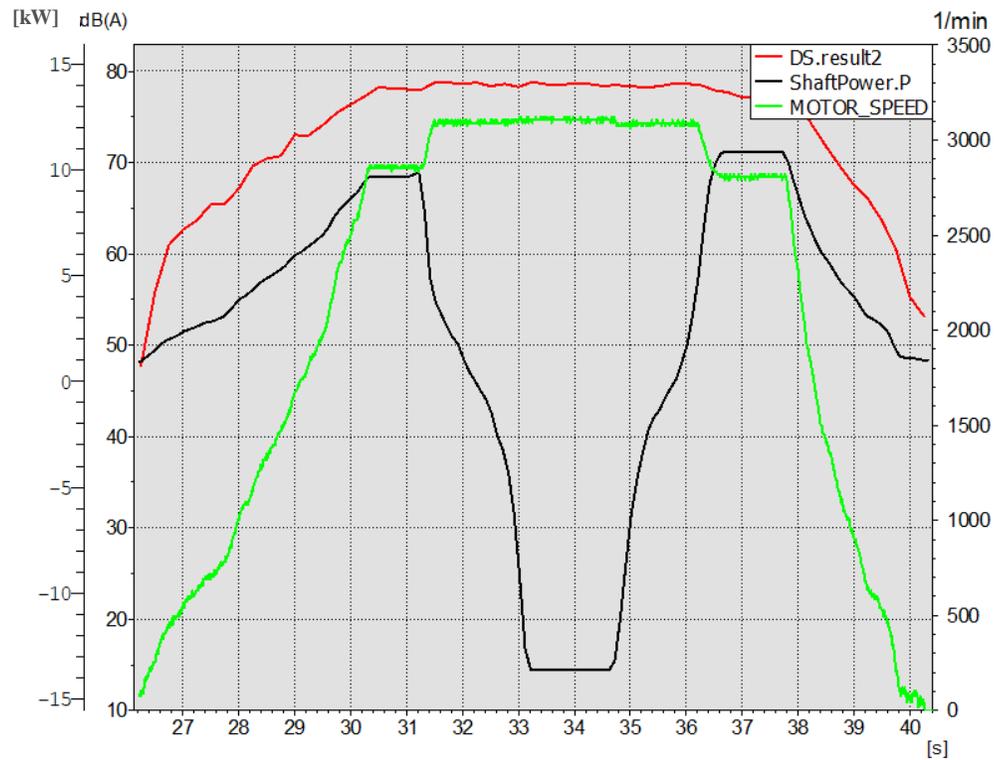
PAK



# Schallemissionsmessung elektrischer Antrieb, tonale Störgeräusche analysieren

PAK

Mech. Leistung P, Vector eMobilityAnalyzer mit CSM CNT4 evo



# Vorteile PAK-live vernetzt mit CSM Hochvolt-Messtechnik

- ▶ Schnelles, mobiles Messen mit robuster Messtechnik zur Validierung von akustischen und leistungstechnischen Phänomenen
- ▶ Hochvolt-sichere, PTP-synchrone Datenerfassung von analogen und digitalen Messgrößen direkt an den relevanten Quellen
- ▶ Dezentraler, kompakter Messaufbau für eine sichere Datenerfassung in rauen Umgebungen
- ▶ Direktes Messen von Strom, Schirmstrom, Spannung und Leistung in Hochvolt-Leitungen
- ▶ Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung im elektrischen Antriebsstrang synchronisiert mit 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
- ▶ Beschleunigung des Testings

# Produkte, Kontakt und Ausblick

- ▶ CSM Messmodule und Sensoren
- ▶ PAK 6.x NVH Software
- ▶ CSM PAK AddOn
- ▶ XCP Gateway Option “CSM PAK AddOn”
- ▶ Option PTP-Unterstützung (IEEE1588) für die Synchronisation
  - auch mit weiteren XCP Gateways oder Fremdhardware
  
- ▶ Kontakt über CSM Messtechnik Vertrieb und Müller-BBM VibroAkustik Vertrieb
  - <https://www.csm.de/de/kontakt/vertrieb-messtechnik>
  - [info.de@mbbm-vas.com](mailto:info.de@mbbm-vas.com) <https://www.mbbm-vas.com/>
  
- ▶ Zusammenarbeit im Bereich der Analyse-Methodiken rund um das Thema Betriebsfestigkeit

# Experte Q&A Session



**Philipp Grams**

Sales

[philipp.grams@mbbm-vas.com](mailto:philipp.grams@mbbm-vas.com)

**MÜLLER-BBM**  
VibroAkustik Systeme

[www.mbbm-vas.com](http://www.mbbm-vas.com)

[info.de@mbbm-vas.com](mailto:info.de@mbbm-vas.com)

T +49 89 264860-0

F +49 89 264860-450



Müller-BBM VibroAkustik Systeme, MBBM-VAS, PAK, PAK Müller-BBM und VAS Graphics2Go sind Marken oder eingetragene Marken der Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH in der Europäischen Union, den USA und/oder anderen Ländern. Weitere Namen, Beschreibungen oder Zeichen können Marken anderer entsprechender Eigentümer in den jeweiligen Ländern sein. Alle Angaben ohne Gewähr. Änderungen gemäß Produktentwicklung ohne Ankündigung vorbehalten.

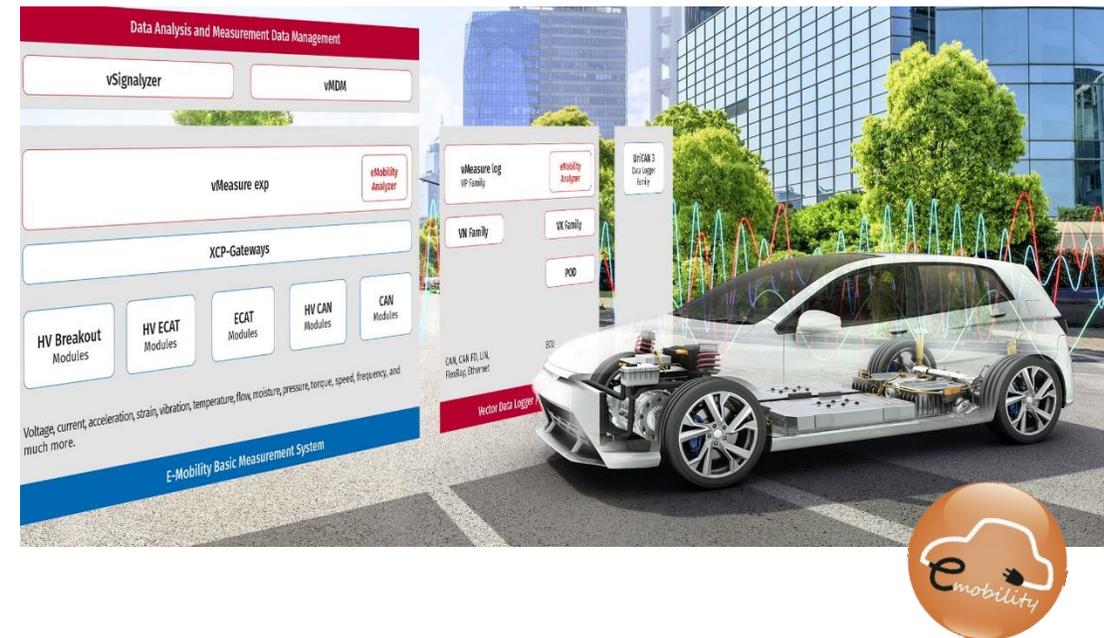
# Über CSM

CSM setzt seit über 35 Jahren technologische Maßstäbe für dezentrale Messtechnik in der Fahrzeugentwicklung. Unsere CAN-Bus und EtherCAT®-Messgeräte unterstützen weltweit namhafte Fahrzeughersteller, Zulieferer und Dienstleister bei ihren Entwicklungen.

Permanente Innovation und langfristig zufriedene Kunden sind unser Erfolgsgarant. Gemeinsam mit unserem Partner Vector Informatik haben wir ein einfach skalierbares und leistungsfähiges E-Mobility-Messsystem für Hybrid und Elektrofahrzeuge entwickelt und bauen die Anwendungsbereiche stetig aus. Mit unseren Hochvolt-sicheren, für schnelle und synchrone Messungen und Leistungsanalysen ausgelegten Messsystemen begleiten wir aktiv den Wandel zur **E-Mobility**.

## CSM GmbH

Computer-Systeme-Messtechnik  
Raiffeisenstraße 36, 70794 Filderstadt  
Tel.: +49 711 - 77 96 40  
E-Mail: sales@csm.de



Weitere Informationen und die aktuellen Termine von CSM  
Xplained finden Sie unter

[www.csm.de/webseminars](http://www.csm.de/webseminars)



**CSM Xplained**  
measurement technology