



Beschleunigungsmessung in der E-Mobility

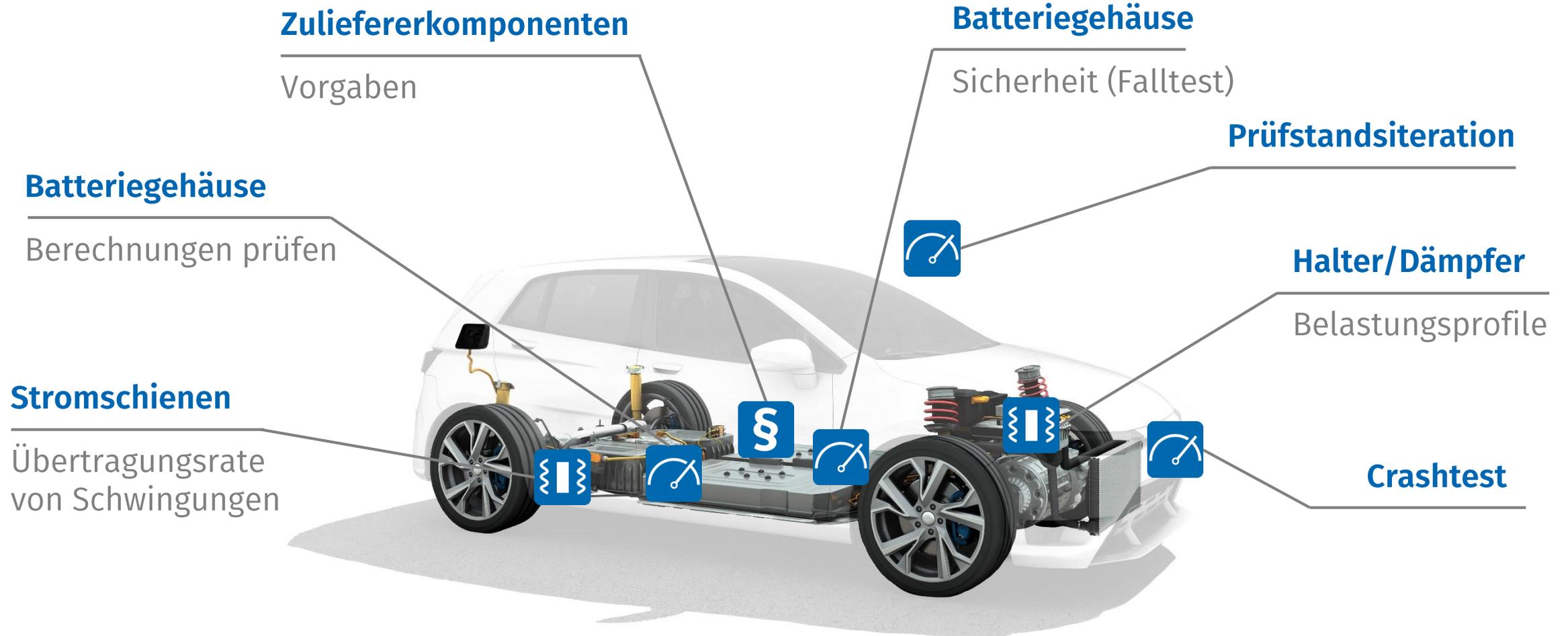
CSM Web-Seminare



CSM **Xplained**
measurement technology

Innovative Mess- und Datentechnik

Beschleunigungsmessung in der E-Mobility



Beschleunigungsmessung in der E-Mobility



Beschleunigung

Als Beschleunigung (a) wird die Änderung des Bewegungszustandes eines Körpers definiert.

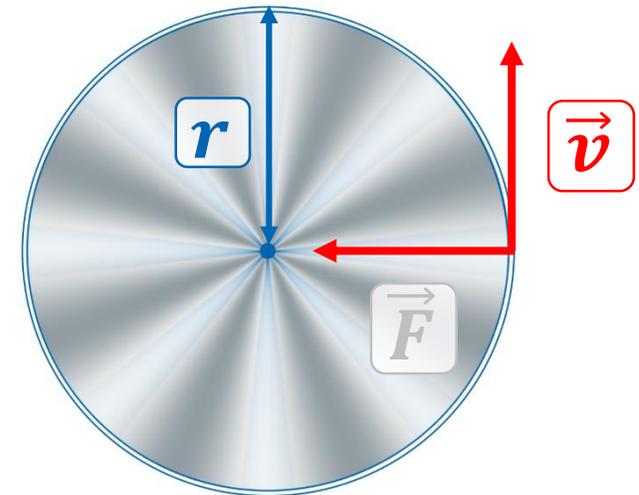
- ▶ Betragsänderung der Geschwindigkeit
- ▶ Änderung der Richtung der Geschwindigkeit



Fahrzeug beim „Gas geben“

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{r}$$

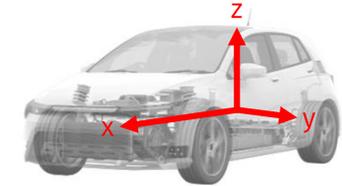


Karussell von oben

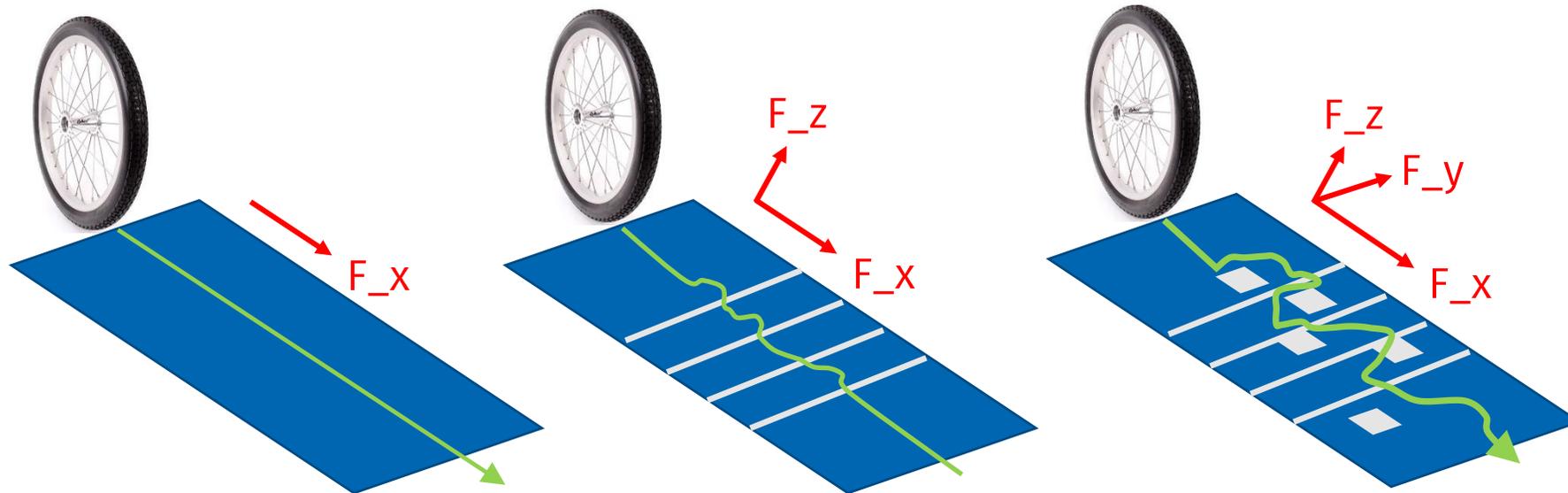
Beschleunigung

Die kombinierte Beschleunigung

- ▶ Beschleunigungen treten häufig gleichzeitig mit verschiedenen Richtungen auf



Wichtig für die Auswahl der richtigen Sensoren



Beschleunigung

Angegeben wird die Beschleunigung in **g**, bzw. in **m/s² (Si)**

Bewegung	Ca. Betrag der Beschleunigung
Fahrrad fahren	0,1 – 0,2 g
Auto fahren	0,3 – 0,5 g
1.000 km über der Erdoberfläche	0,74 g
100 km über der Erdoberfläche	0,97 g
Mittlerer Wert für die Erdoberfläche	1 g
Rennwagen	3 – 4 g
Schleudergang der Waschmaschine	600 g
Nähmaschinennadel	bis zu 6.000 g

Schwingung

- ▶ In diesem Fall:
 - Wiederholte, andauernde Richtungsänderungen
 - Vibration = anderer Ausdruck für Schwingungen



„Vibrieren des Außenspiegels“

Was muss ich beim Messen beachten?

- ▶ Die Beschleunigung eines Körpers kann mit einem Beschleunigungssensor gemessen werden.
- ▶ Beschleunigungssensoren zeigen immer die jeweilige Beschleunigung (**Augenblicksbeschleunigung oder Momentanbeschleunigung**) an.
- ▶ Wie schnell messe ich (Auswahl der richtigen Messdatenrate)?

Untersuchung	Frequenz
Vibrationen z. B. Leiterplatte	3 Hz - 2.000Hz
Körperschalluntersuchungen	5 Hz - 30.000 Hz
Festigkeitsuntersuchungen	0 Hz - 500 Hz
Schall Luft	20 Hz - 30.000 Hz

Sensortypen für die Beschleunigungsmessung

Typische Werte	Kapazitive Sensoren
Messbereich	±50 g
Signalausgang	±2 V
Bandbreite	0 Hz – 1.000 Hz
Sensorversorgung	10 V Speisung (4-6 Leiter)

Ermitteln von Beschleunigungen an Fahrzeugteilen

- ▶ Kurvenbeschleunigung (anhaltende gleichbleibende Querbeschleunigung)
- ▶ Langsame Linearbeschleunigung (Zug, Fahrzeug)
- ▶ Statische Winkelbestimmung (Kippvorgang)
- ▶ Krafteinwirkung auf einen Körper (z. B. 800 Liter Tank eines LKW befestigt am Rahmen)



Sensortypen für die Beschleunigungsmessung

Typische Werte	Kapazitive Sensoren	Piezoresistive Sensoren
Messbereich	±50 g	±200 g
Signalausgang	±2 V	±1 mV
Bandbreite	0 Hz – 300 Hz	0 Hz – 2.000 Hz
Sensorversorgung	10 V Speisung (4-6 Leiter)	5 V Speisung (4-6 Leiter)

Ermitteln von Relativbewegungen an Fahrzeugteilen

- ▶ Innerhalb eines Moduls (z. B. Stege in einer Batterie)
- ▶ Crashverhalten einzelner Bauteile (Positionsberechnung)
- ▶ Krafteinwirkung auf einen Körper (Dummy)



Sensortypen für die Beschleunigungsmessung

Typische Werte	Kapazitive Sensoren	Piezoresistive Sensoren	IEPE - Sensoren
Messbereich	±50 g	±200 g	±500 g
Signalausgang	±2 V	±1 mV	±100 mV
Bandbreite	0 Hz – 300 Hz	0 Hz – 1.000 Hz	2 Hz – 20.000 Hz
Sensorversorgung	10 V Speisung (4-6 Leiter)	5 V Speisung (4-6 Leiter)	Stromspeisung (2-Leiter)

Ermitteln von Schwingfrequenzen

- ▶ Körperschall (Schallabstrahlung von der Oberfläche eines Körpers)
- ▶ Luftschall (Mikrofon)
- ▶ Vibrationen (Schwingungsanregung)
- ▶ Eigenfrequenzen (Leiterplatte, Stromschiene, Halter)
- ▶ Schock (Klopfsensor, Kontakt)
- ▶ Kontaktschlag (Einbruch, Rahmenkollision mit Bauteil)
- ▶ Modalanalyse (Modellabgleich, Schadensanalyse)



Welches Messgerät verwende ich?

- ▶ Wie schnell muss ich messen? Datenrate 1 Hz... 1 MHz
- ▶ Wie hoch ist meine Signalspannung? Messbereich ± 3 mV... ± 5 V
- ▶ Welchen Sensor verwende ich? IEPE, kapazitiv, piezoresistiv
- ▶ Niedervolt / Hochvolt Grenzen: 60 V DC / 30 V AC
- ▶ Wer darf installieren und messen? Gesetze beachten!



Bei Spannungen über 60 V DC und 30 V AC: **HV Richtlinien beachten!**



Geeignete Messgeräte für Beschleunigungen (in Umgebungen bis 60 V)

Beispiel: CSM CAN und ECAT Messmodule



- ▶ Verschiedene Modultypen
 - Analoge Signalspannung (mV oder V –Bereich)
 - IEPE
 - Sensorversorgung
 - TEDS
- ▶ Abtastraten: bis 1.000 kHz
- ▶ Betriebstemperaturbereich: -40 °C bis +125 °C,
- ▶ IP67



CAN Messmodul
AD4 pro MC10



ECAT (EtherCAT®) Messmodul
AD4 IE100

*Beispielhafte Messmodule

Messkette für Beschleunigungsmessung (in Umgebungen bis 60 V)

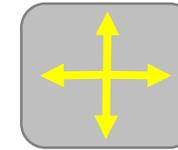
- ▶ Jeder Beschleunigungssensor benötigt eine Versorgungsspannung



ECAT (EtherCAT®) Messmodul
AD4 IE100



Sensorkabel z. B. CSM K645
für IEPE Sensor
mit integriertem TEDS



Geeigneter
Beschleunigungssensor



Geeignete Messgeräte für Beschleunigungen (in Umgebungen bis 1.000 V)

Beispiel: CSM HV CAN und HV ECAT AD Messmodule



- ▶ Signalspannungen von μV bis V
- ▶ Abtastraten: bis 1.000 kHz
- ▶ Betriebstemperaturbereich: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ IP67
- ▶ TEDS



HV ECAT Messmodul
HV STG4 pro BS20



HV ECAT Messmodul
HV IEPE3 FL1000



- ▶ HV-sicherer Steckverbinder
- ▶ Mechanische Steckerführung für Dichtigkeit und Knickschutz
- ▶ Verstärkte Isolierung
- ▶ Typgeprüft gemäß Sicherheitsnorm EN61010 durch akkreditiertes Prüflabor
- ▶ Stückprüfung mit Zertifikat
 - 3.100 V Rampe jeweils 5 sec



Messkette für Beschleunigungsmessung (in Umgebungen bis 1.000 V)

- ▶ Jeder Beschleunigungssensor benötigt eine Versorgungsspannung

HV ECAT Messmodul
HV IEPE3 FL1000

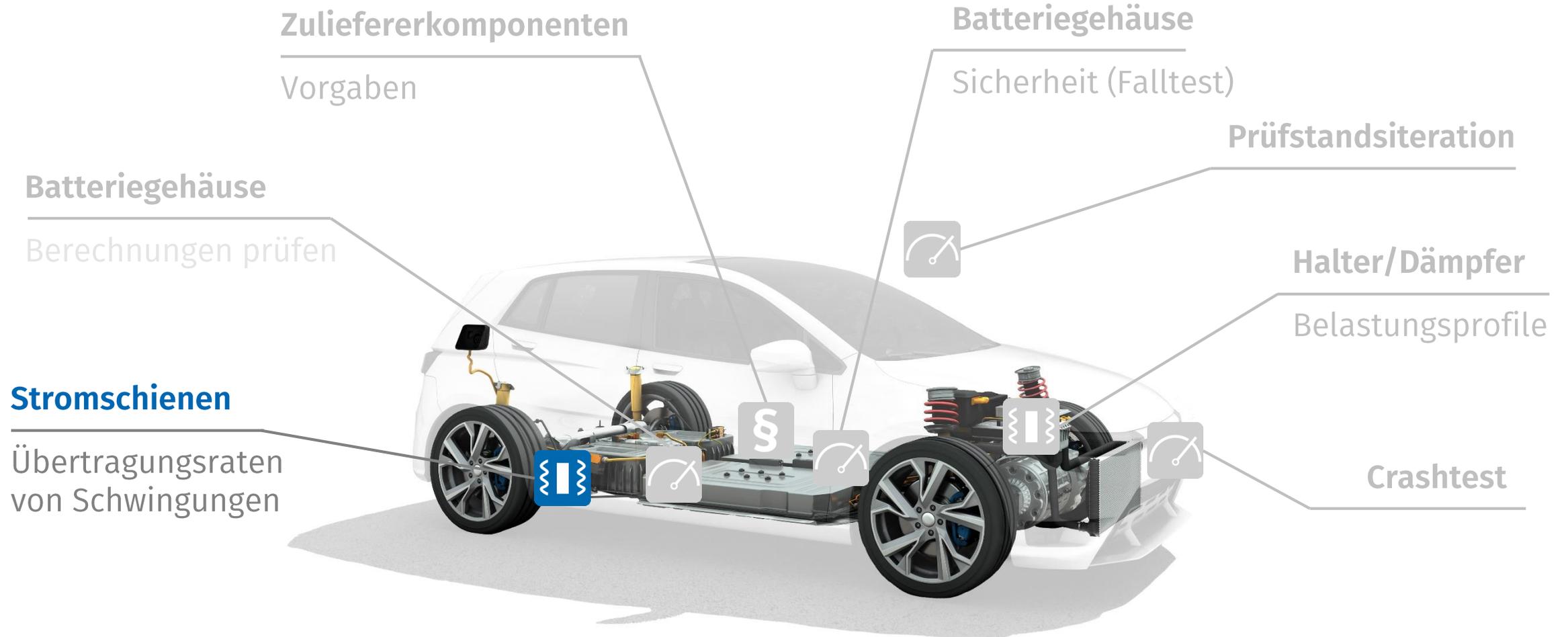


Sensorkabel
z. B. CSM K960
für IEPE Sensor

Geeigneter
Beschleunigungssensor

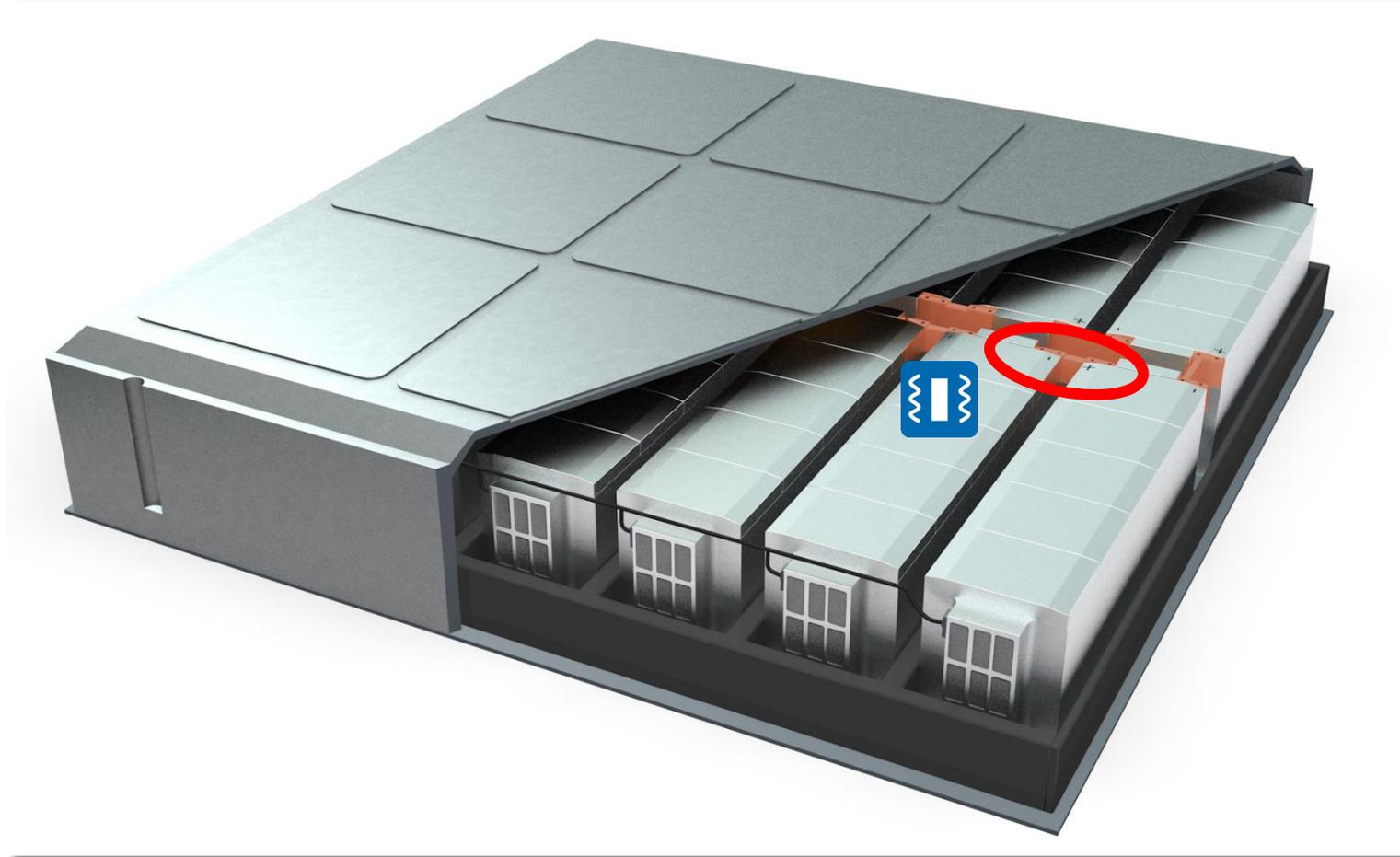
HV-sichere Verwendung von Sensoren aus dem Niedervolt-Umfeld in HV-Umgebungen

Anwendungen: Schwingungsmessung auf Stromschienen



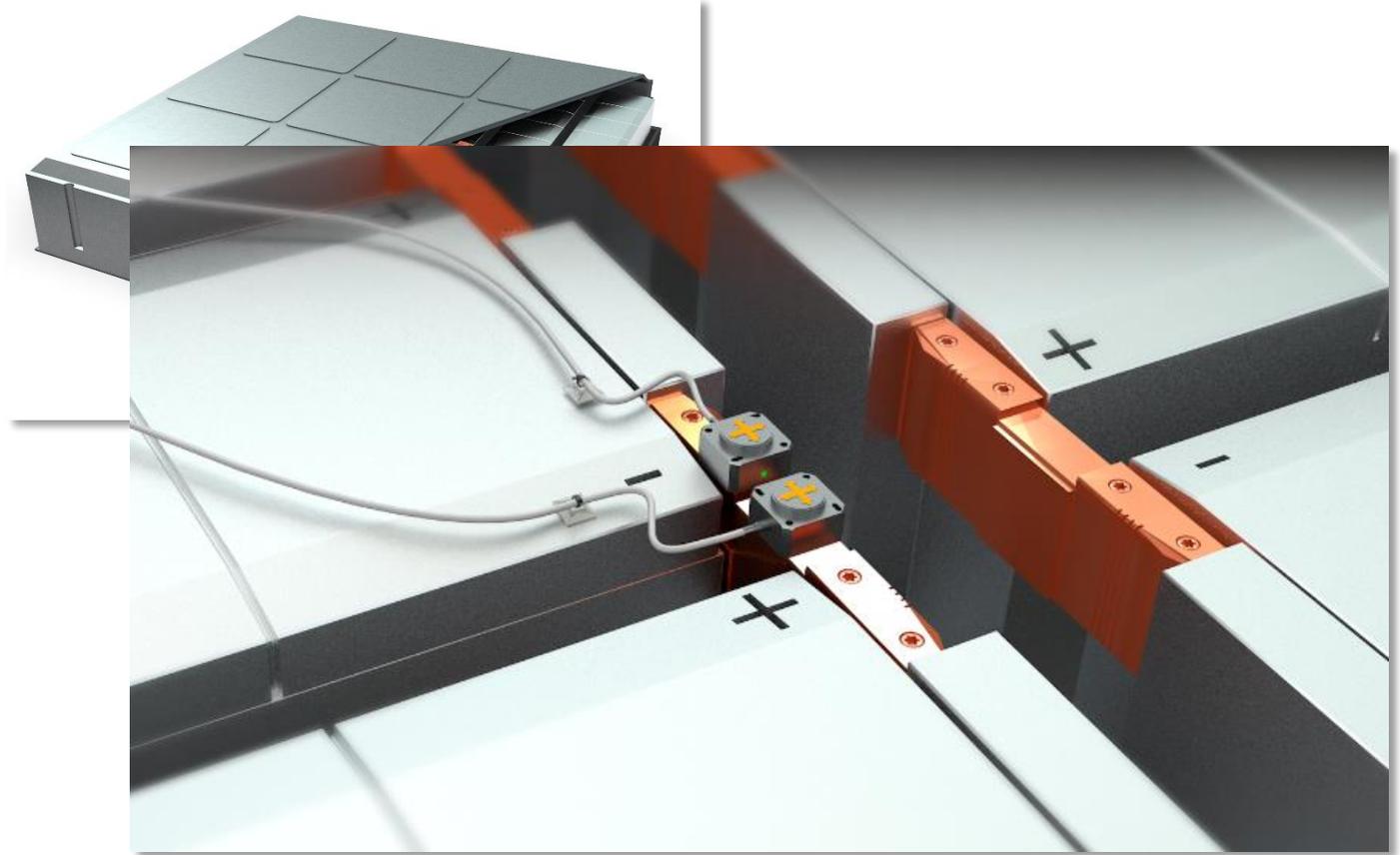
Anwendungen: Schwingungsmessung auf Stromschienen

- ▶ Batteriemodule sind einzeln gelagert und haben zueinander eine **Relativbewegung**.
- ▶ Die starre Stromschiene wird dadurch entsprechenden Vibrationen ausgesetzt.
- ▶ Diese können im Extremfall zum Riss der Stromschiene und damit zu einem Ausfall der Batterie führen.



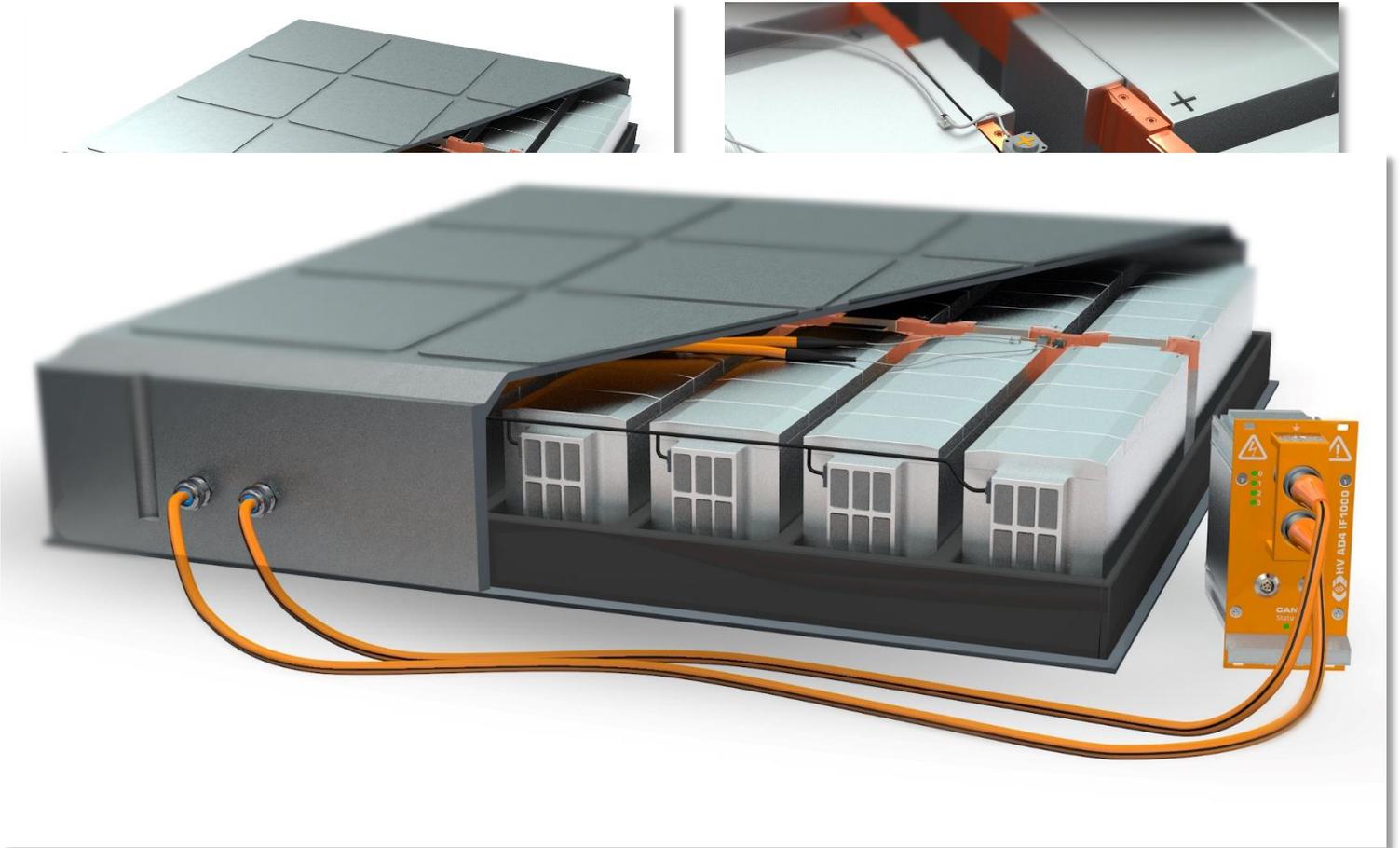
Anwendungen: Schwingungsmessung auf Stromschienen

- ▶ Batteriemodule sind einzeln gelagert und haben zueinander eine **Relativbewegung**.
- ▶ Die starre Stromschiene wird dadurch entsprechenden Vibrationen ausgesetzt.
- ▶ Diese können im Extremfall zum Riss der Stromschiene und damit zu einem Ausfall der Batterie führen.
- ▶ **HV-sichere Beschleunigungsmessung erforderlich.**

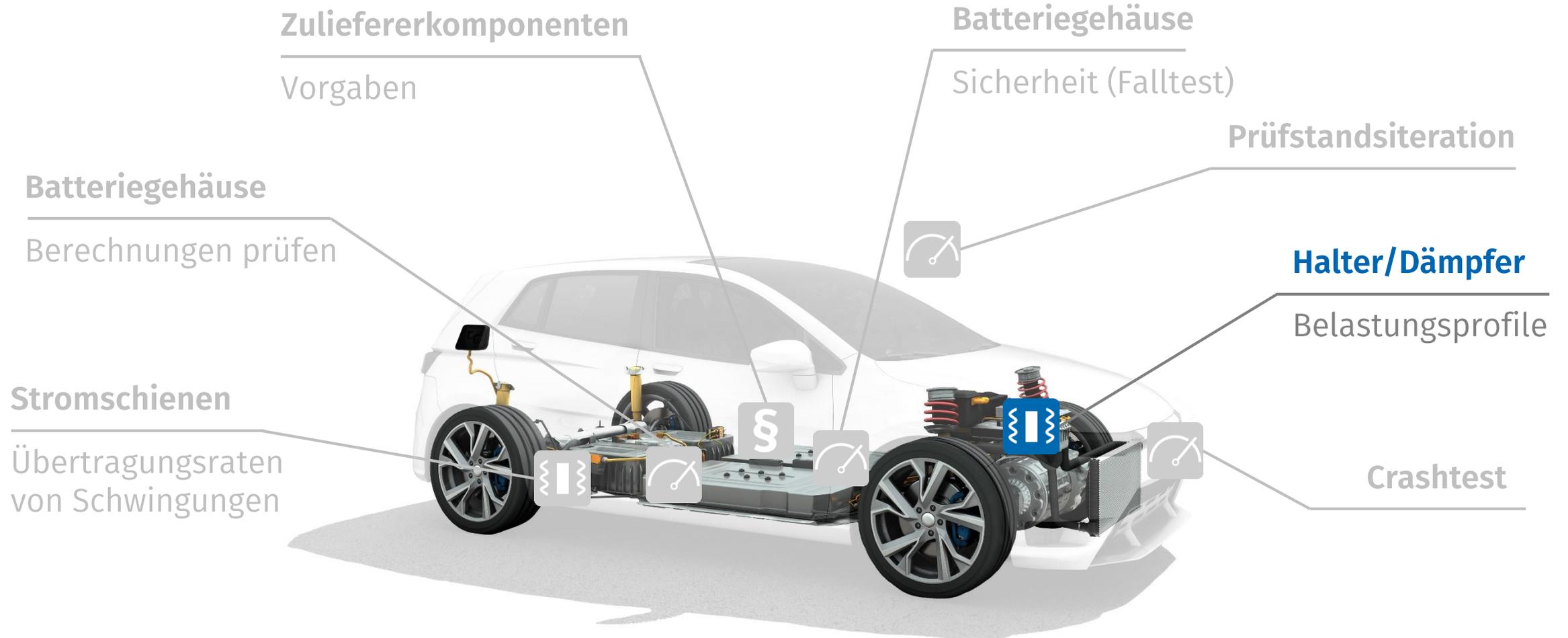


Anwendungen: Schwingungsmessung auf Stromschienen

- ▶ Batteriemodule sind einzeln gelagert und haben zueinander eine **Relativbewegung**.
- ▶ Die starre Stromschiene wird dadurch entsprechenden Vibrationen ausgesetzt.
- ▶ Diese können im Extremfall zum Riss der Stromschiene und damit zu einem Ausfall der Batterie führen.
- ▶ **HV-sichere Beschleunigungsmessung erforderlich.**

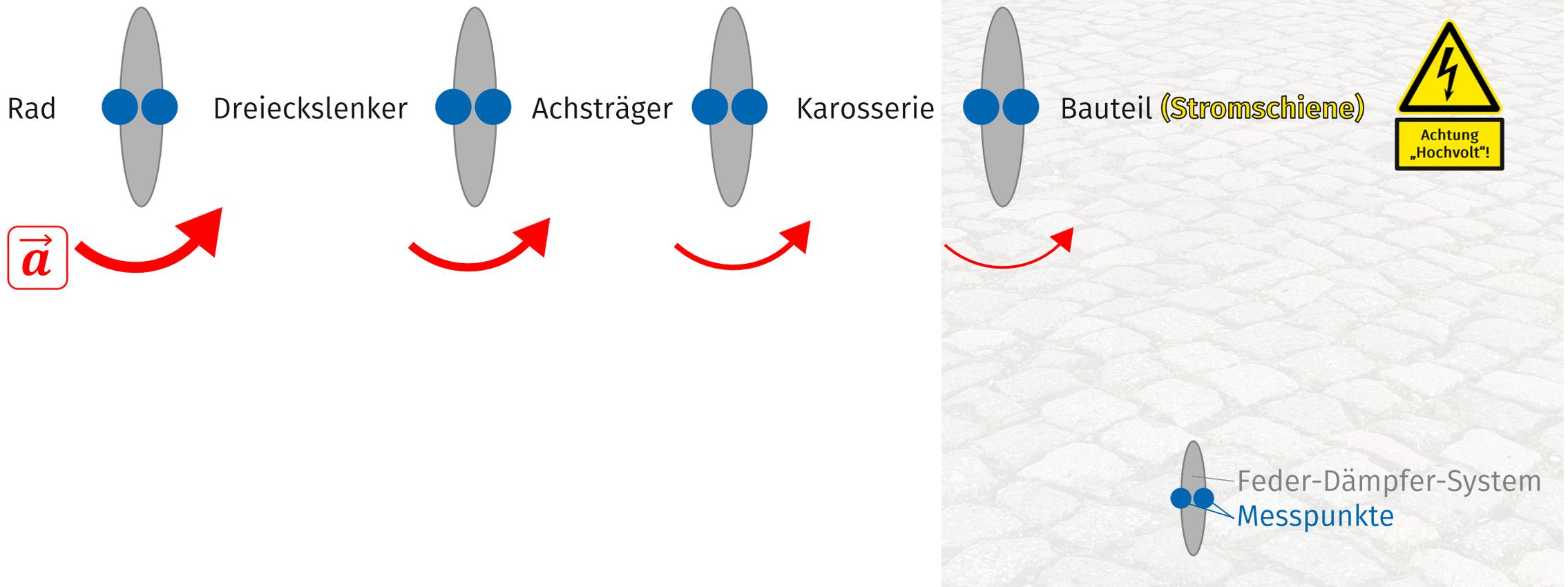


Anwendungen: Fahrzeug auf dem Schlechtweg



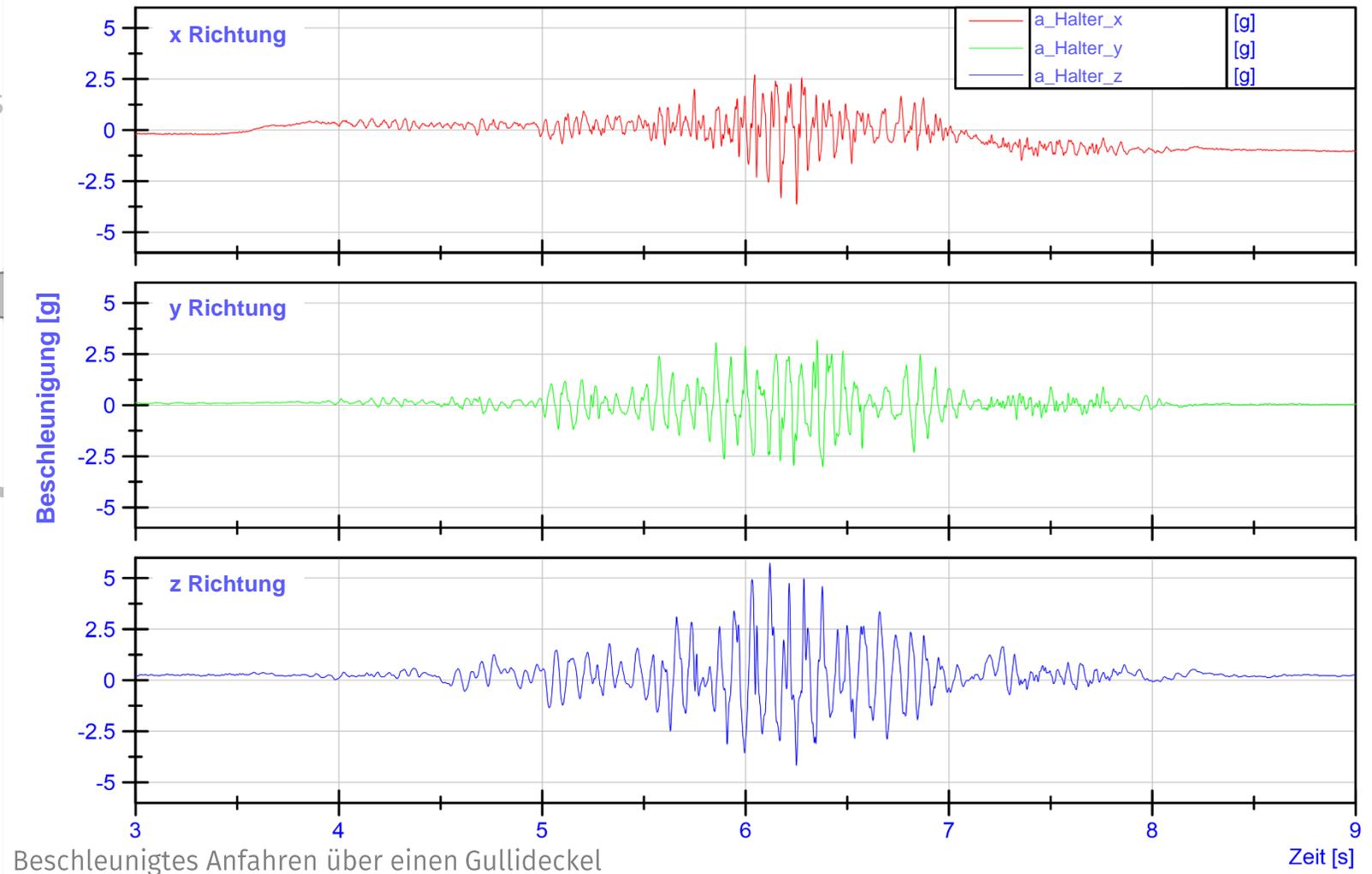
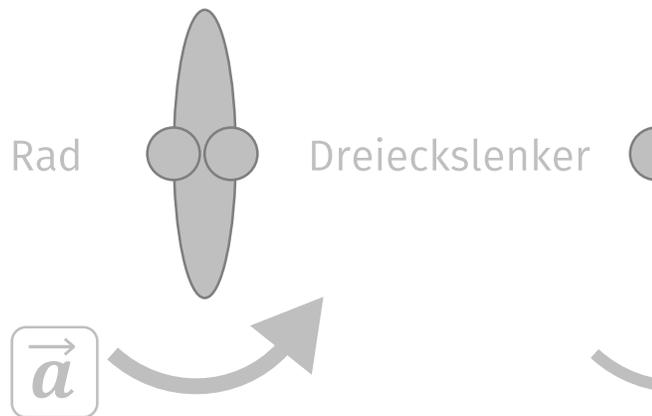
Anwendungen: Fahrzeug auf dem Schlechtweg

- ▶ Schlechtwegfahrten
- ▶ Aufzeichnung von Schwingungs-Übertragungspfaden vom Rad bis zur Stromschiene



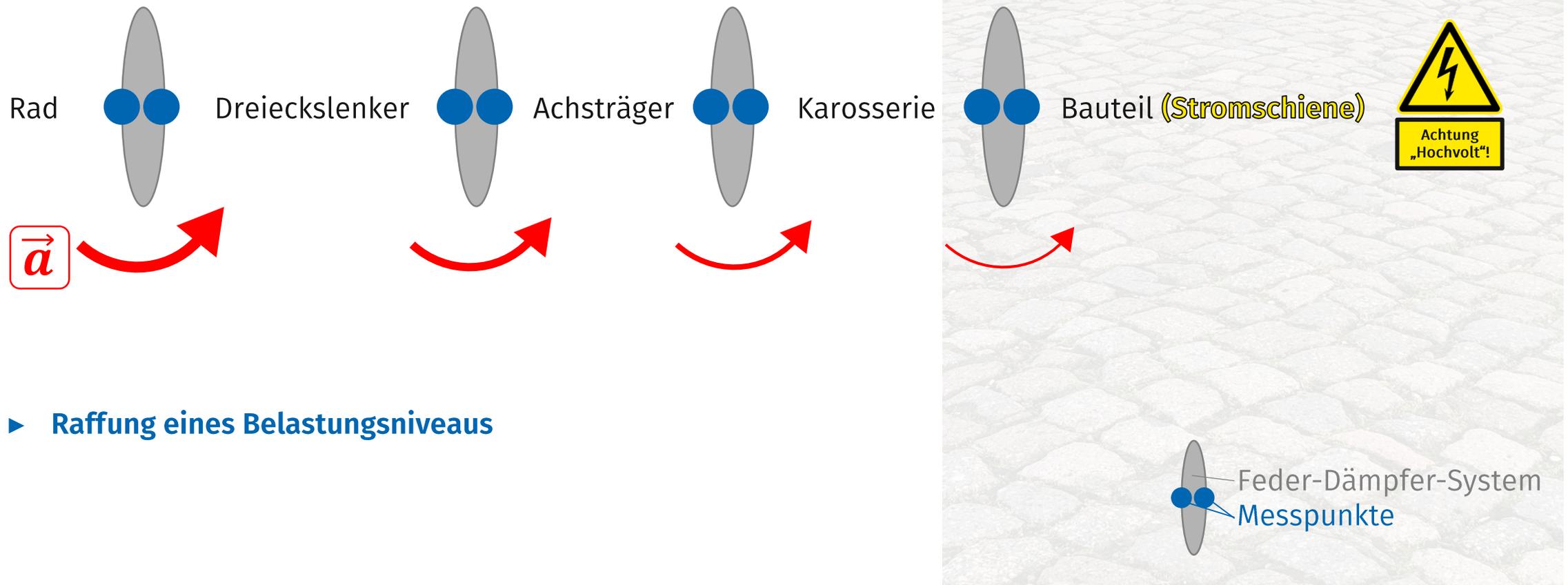
Anwendungen: Fahrzeug auf dem Schlechtweg

- ▶ Schlechtwegfahrten
- ▶ Aufzeichnung von Schwingungs



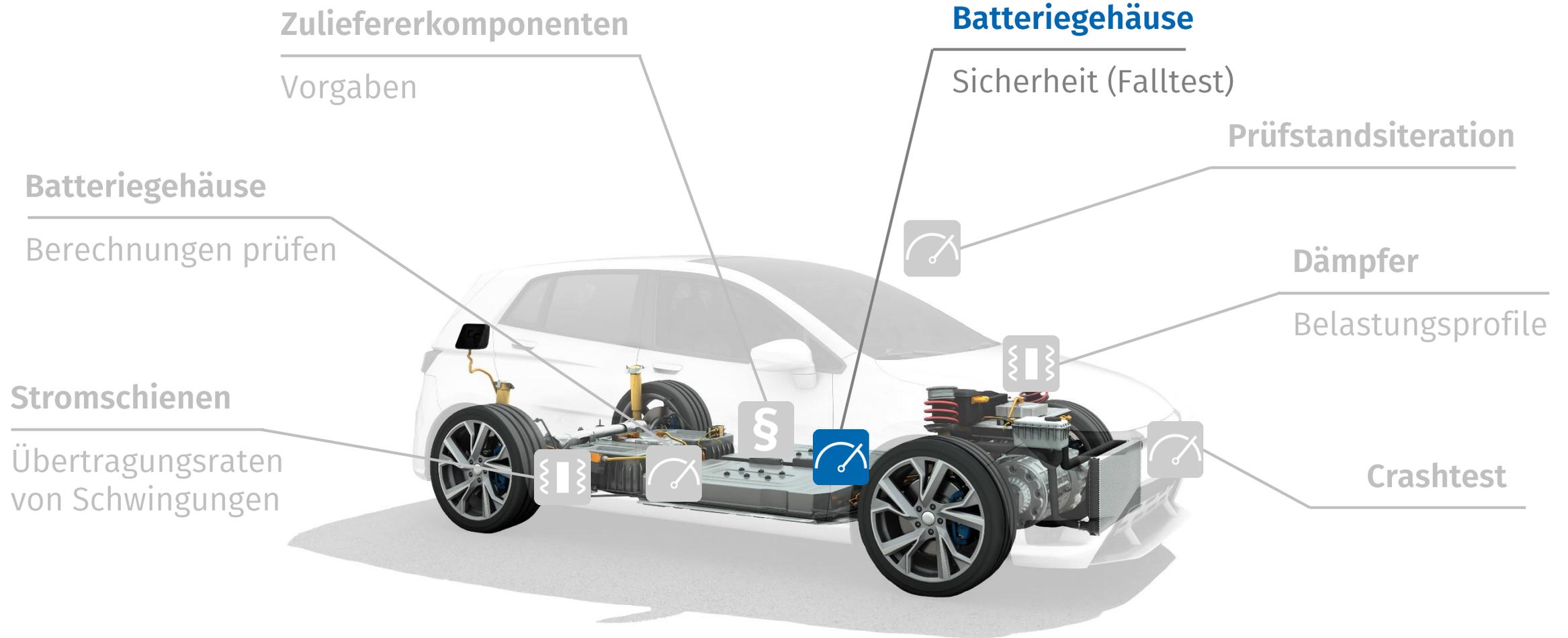
Anwendungen: Fahrzeug auf dem Schlechtweg

- ▶ Schlechtwegfahrten
- ▶ Aufzeichnung von Schwingungs-Übertragungspfaden vom Rad bis zur Stromschiene



- ▶ Raffung eines Belastungsniveaus

Anwendungen: Falltest HV-Batterie



Anwendungen: Falltest HV-Batterie

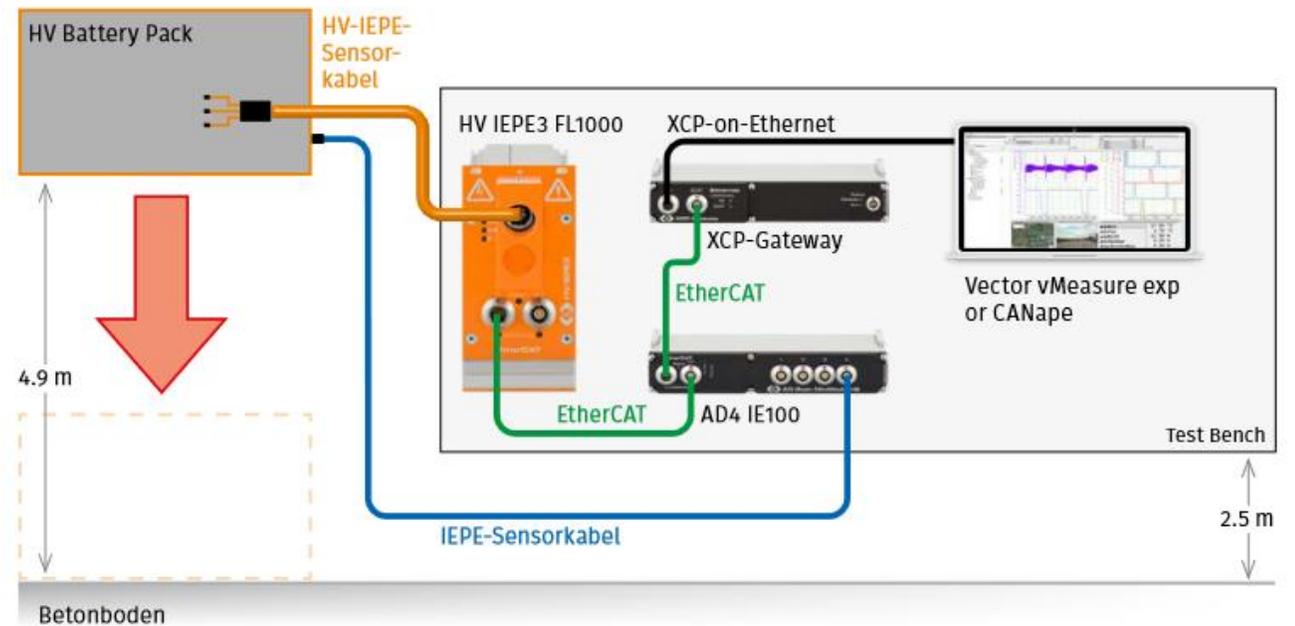
"Korea Motor Vehicle Safety Standard" (KMVSS)

Zum
Anwendungsbeispiel
auf www.csm.de



Dieser Standard schreibt vor, dass das Batterie-Pack (mit einem Ladezustand von 80 %) aus einer Höhe von 4,90 Metern auf einen Betonboden trifft.

Nötig ist eine kombinierte Messung mit Sensoren innerhalb und außerhalb des HV-Umfeldes.



Beschleunigungsmessung in der E-Mobility

Typische Werte	Kapazitive Sensoren	Piezoresistive Sensoren	IEPE - Sensoren
Messbereich	±50 g	±200 g	±500 g
Signalausgang	±2 V	±1 mV	±100 mV
Bandbreite	0 Hz – 1.000 Hz	0 Hz – 2.000 Hz	2 Hz – 20.000 Hz
Sensorversorgung	10 V Speisung (4-6 Leiter)	5 V Speisung (4-6 Leiter)	Stromspeisung (2-Leiter)

Passende Messtechnik für verschiedene Sensortypen:
Konventionell und HV-sicher.



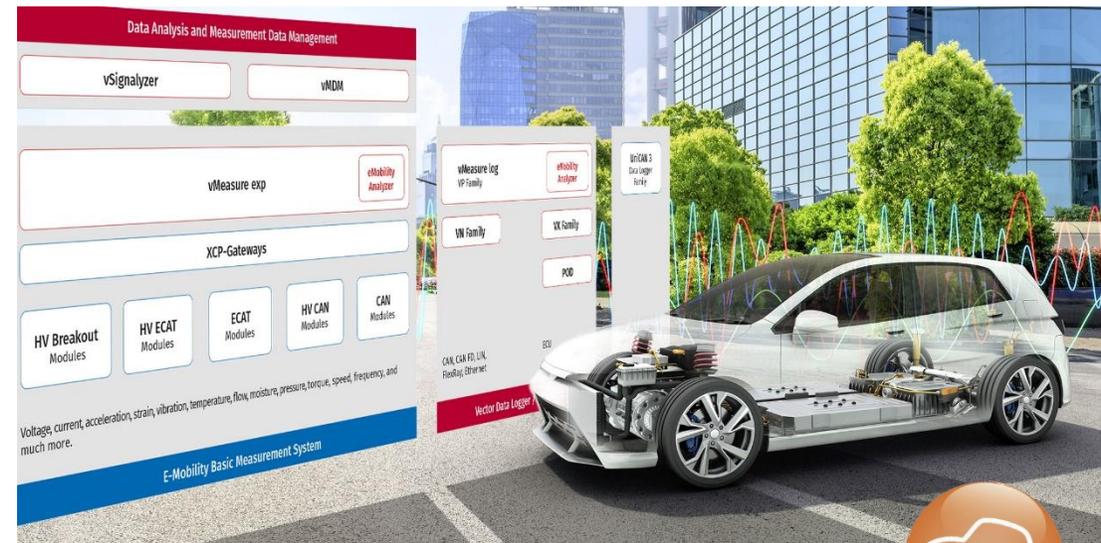
Über CSM

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



CSM Xplained
measurement technology