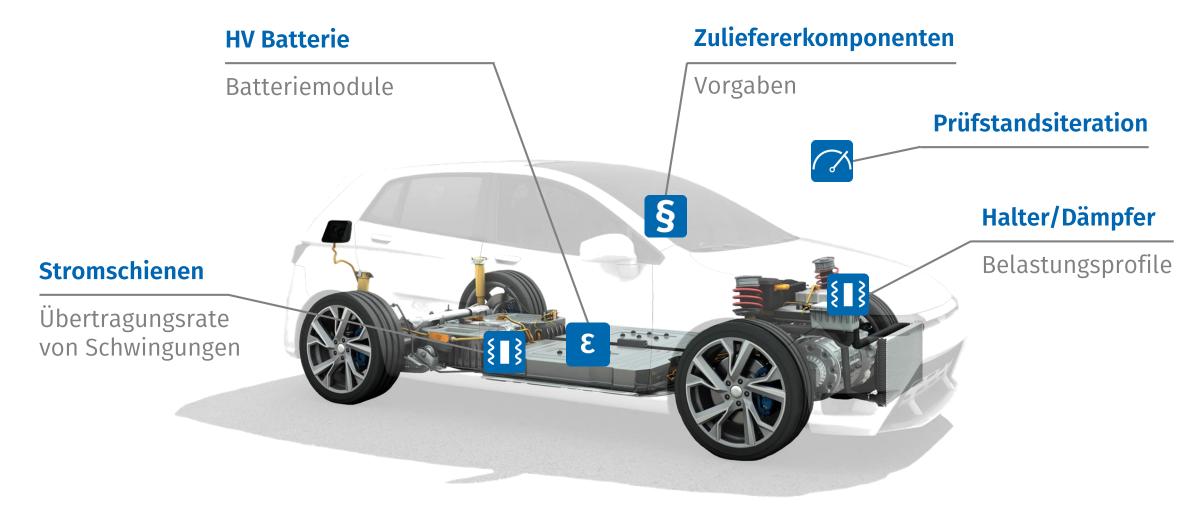


# Betriebsfestigkeit in der E-Mobility

**CSM Web-Seminare** 



#### Betriebsfestigkeit in der E-Mobility





#### Betriebsfestigkeit in der E-Mobility

#### Ziele von Betriebsfestigkeitsmessungen

- Reduzierung der Masse eines Bauteils
  - Geringerer Kraftstoffverbrauch
  - Weniger Materialverbrauch
  - Weniger Herstellkosten
  - Mehr Nutzlast
- Gewährleistung der Funktion des Bauteils
- Sichere Funktion des Bauteils über die gesamte Lebensdauer (keine Ausfälle)



#### Was sind mechanische Belastungen?

Unter einer Belastung versteht man in der technischen Mechanik die Summe aller Kräfte, die von außen auf ein Bauteil einwirken

www.csm.de

- ▶ Äußere Belastungen haben dabei immer eine innere Beanspruchung zur Folge
- ▶ Die Beanspruchung wird als Spannung im Bauteil wirksam

Mechanische Belastungen reduzieren die Lebensdauer eines Bauteils



#### Was sind

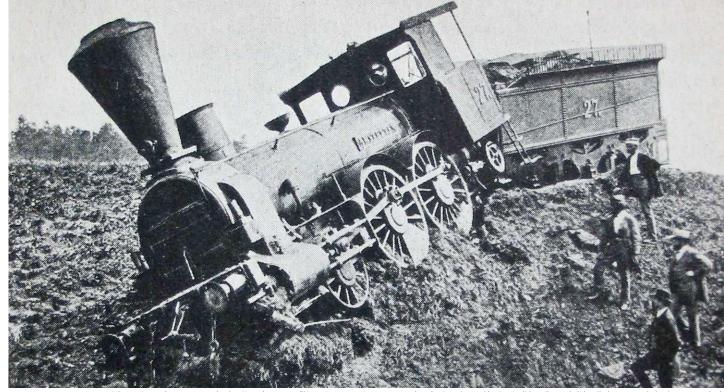
- ► Unter einer die von auß
- ➤ Äußere Bela
- ▶ Die Beansp

Mechanische

#### Betrachtung über die Zeit

Eisenbahnunfall von Timelkam (19.10.1875)

▶ Bruch eines Radreifens, der eigentlich der (statischen) Belastung gewachsen war



Entgleiste Lokomotive Amstetten in Timelkam (Museumsführer des Deutschen Museums in München, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Amstetten.jpg



#### Was sind

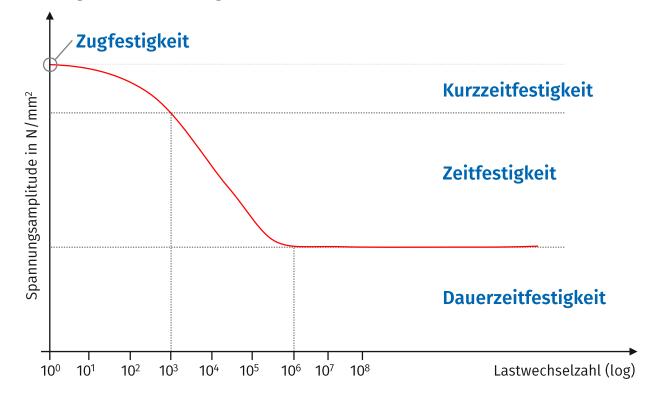
- Unter einer die von auß
- Äußere Bela
- ▶ Die Beanspr

Mechanische

#### Betrachtung über die Zeit

Eisenbahnunfall von Timelkam (19.10.1875)

- ▶ Bruch eines Radreifens, der eigentlich der (statischen) Belastung gewachsen war
- ► Erforschung der Betriebsfestigkeit durch August Wöhler





#### Was sind

- Unter einer die von auß
- Äußere Bela
- ▶ Die Beanspr

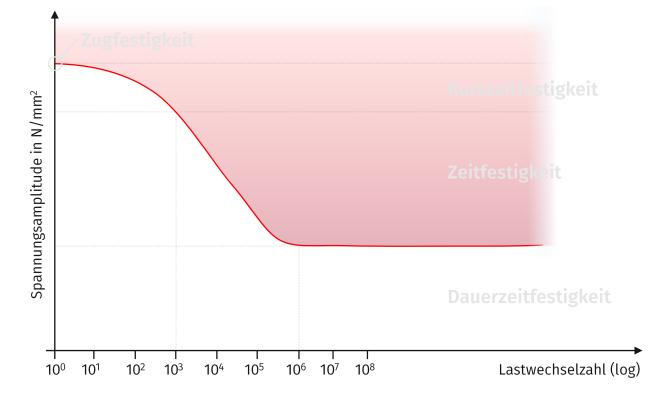
Mechanische

#### Betrachtung über die Zeit

Eisenbahnunfall von Timelkam (19.10.1875)

- ▶ Bruch eines Radreifens, der eigentlich der (statischen) Belastung gewachsen war
- ► Erforschung der Betriebsfestigkeit durch August Wöhler

www.csm.de



Belastung oberhalb der Wöhler-Linie:

► Bruch des Materials



#### Bauteilbelastungen

Wie ordne ich die Belastungen und deren Einfluss auf das Bauteil ein? Wie lege ich das Bauteil aus?

- Kurzzeitfestigkeit
- Betriebsfestigkeit (Zeitfestigkeit)
- Dauerfestigkeit



Schraube mit Soll-Bruch-Kopf



Büroklammer



Römische Brücke bei Nebi Huri (Bertramz, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Afrin,Huri.jpg)

www.csm.de



HV-sicherer Steckverbinder

Römische Brücke



#### Anforderungen an die Betriebsfestigkeit eines Bauteils

Die Zuordnung in die Kategorien ergibt sich aus folgenden Anforderungen:

- Designvorgaben des Bauteils (Größe, Masse, Erscheinung, Material)
- Verwendung des Bauteils
- Beanspruchung durch den Nutzer
- ▶ Wie viel Überbelastung (Missbrauch) lasse ich zu, bzw. muss das Bauteil aushalten?

www.csm.de

► Belastungsdauer und Einsatzdauer des Bauteils



#### Ziele

- ► Gewährleistung der Sicherheit
- ► Optimale Materialauslegung

#### **Mechanische Spannungen**

- ► Außenseite
  - Verwindungen durch den Fahrzeugrahmen







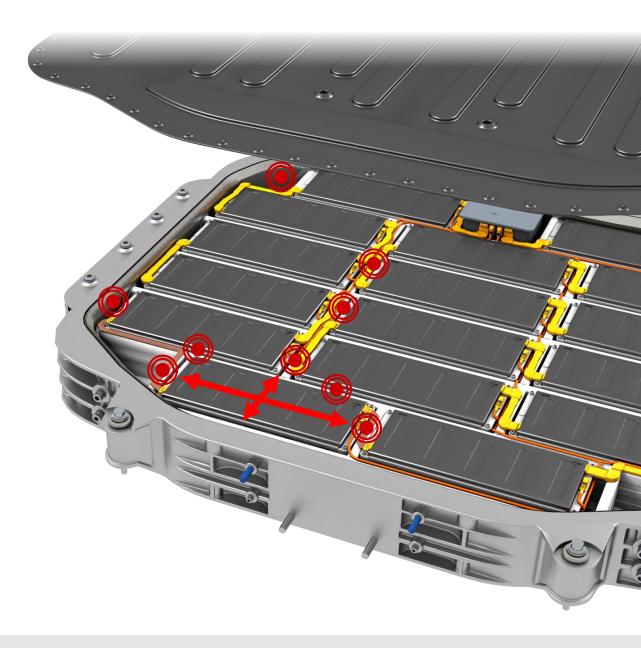
**CSM Xplained: Betriebsfestigkeit in der E-Mobility** 06.10.2021 Folie 9

#### Ziele

- ► Gewährleistung der Sicherheit
- ► Optimale Materialauslegung

#### **Mechanische Spannungen**

- ► Außenseite
  - Verwindungen durch den Fahrzeugrahmen
- ► Innenseite
  - Ausdehnung der Batteriezellen im Betrieb





### Ermitteln der Bauteilbelastungen

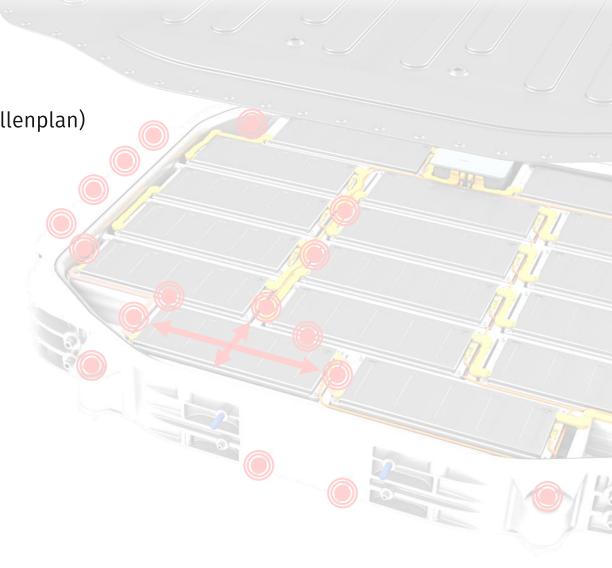
#### **Ansatz**

Einbau von Sensoren an definierten Messpunkten (Messstellenplan)

- Testprofile für den Fahrversuch
- Vergleich der messtechnisch erfassten Daten

#### **Damit**

- Vergleich von Messfahrten
- Aussage über die Lebensdauer von Bauteilen
- Iteration am Prüfstand
- Was bringt eine konstruktive Änderung?

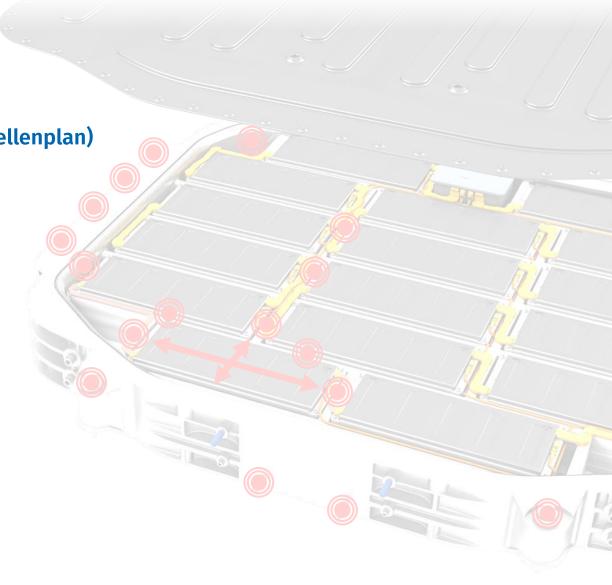




#### Ermitteln der Bauteilbelastungen

#### **Ansatz**

Einbau von Sensoren an definierten Messpunkten (Messstellenplan)





### Sensorik - Wie messe ich Bauteilbelastungen?

Auf das Bauteil einwirkende Größen:



Temperaturen



Beschleunigungen



Kräfte

Größen zur Bestimmung der Belastung:



Dehnungen



Beschleunigungen

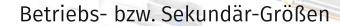


Kräfte



www.csm.de

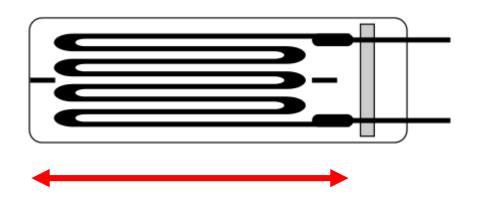
Wege

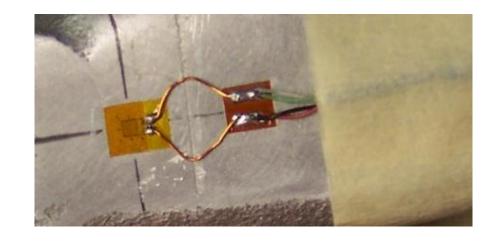


(Temperaturen, Drehzahl, Last, Geschwindigkeit, Beladung, GPS, Wetter, ...)



### Sensorik – Dehnungsmessstreifen (DMS)







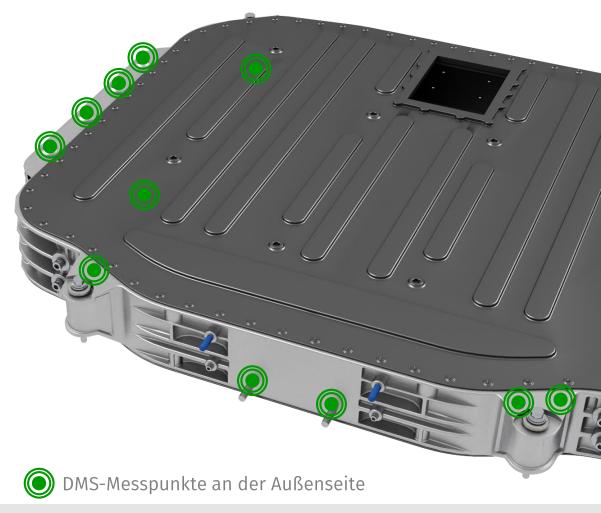
Gestaucht: R wird kleiner

Ausgangszustand: R = R0

Gestreckt: R wird größer



Mech. Spannungen an der Außenseite







#### Geeignete Messgeräte für Dehnungen (in Umgebungen bis 60 V)

#### **Beispiel: CSM STG Messmodule**



- ▶ Viertel-, Halb und Vollbrücken
- Messeinheit: mV/V, μm/m
- ▶ Messdatenrate (je Kanal): Bis zu 20 kHz
- ► IP67
- ► TEDS

► EtherCAT®: viele synchronisierte Messkanäle

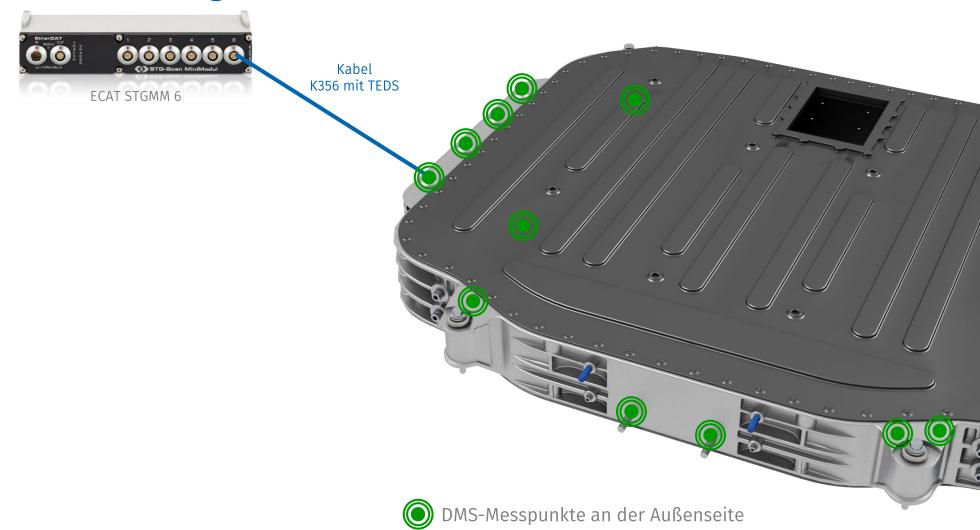




ECAT STGMM 6



Mech. Spannungen an der Außenseite





Mech. Spannungen an der Außenseite ECAT STGMM 6

Mech. Spannungen im Batteriegehäuse





www.csm.de

DMS-Messpunkte an der Innenseite (Gehäuseboden und -Wände)



#### Geeignete Messgeräte für Dehnungen (in Umgebungen bis 1.000 V DC)

#### **Beispiel: CSM HV STG Messmodul**



- Viertel-, Halb, und Vollbrücken
- Messeinheit: mV/V, µm/m
- Messdatenrate (je Kanal): Bis zu 20 kHz
- Erweiterter Eingangsspannungsbereich
- **IP67**



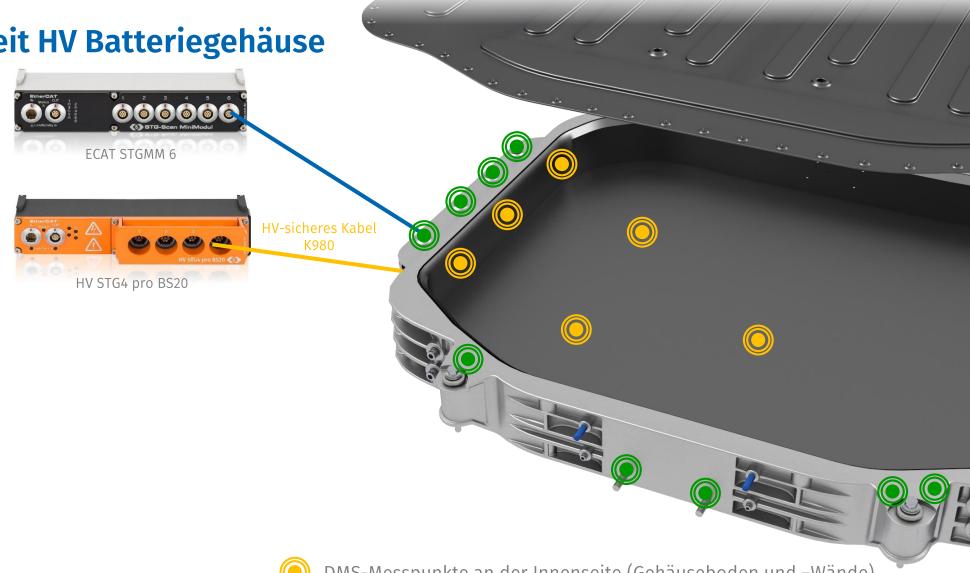


- HV-sicherer Steckverbinder
- Mechanische Steckerführung für Dichtigkeit und Knickschutz
- Verstärkte Isolierung 1.000 V
- Typgeprüft gemäß Sicherheitsnorm EN61010 durch akkreditiertes Prüflabor
- Stückprüfung mit Zertifikat
  - 3.100 V Rampe jeweils 5 sec



► Mech. Spannungen an der Außenseite

Mech. Spannungen im Batteriegehäuse





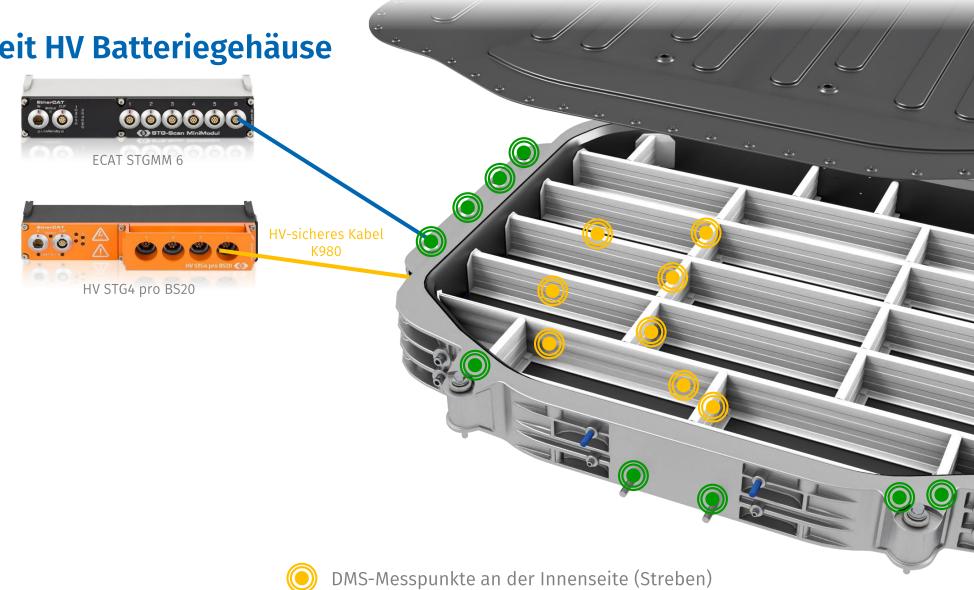
www.csm.de

DMS-Messpunkte an der Innenseite (Gehäuseboden und -Wände)



► Mech. Spannungen an der Außenseite

Mech. Spannungen im Batteriegehäuse

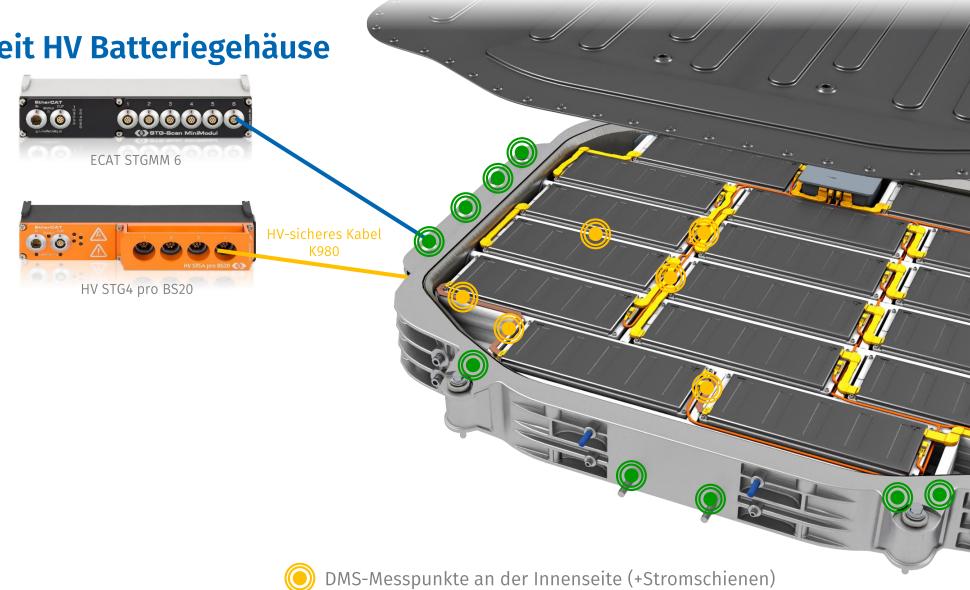




06.10.2021 Folie 21 www.csm.de

► Mech. Spannungen an der Außenseite

Mech. Spannungen im Batteriegehäuse





06.10.2021 Folie 22 www.csm.de

#### Sensorik - Wie messe ich Bauteilbelastungen?

Auf das Bauteil einwirkende Größen:



Temperaturen



Beschleunigungen



Kräfte

Größen zur Bestimmung der Belastung:



Dehnungen



Beschleunigungen

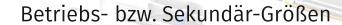


Kräfte



www.csm.de

Wege



(Temperaturen, Drehzahl, Last, Geschwindigkeit, Beladung, GPS, Wetter, ...)



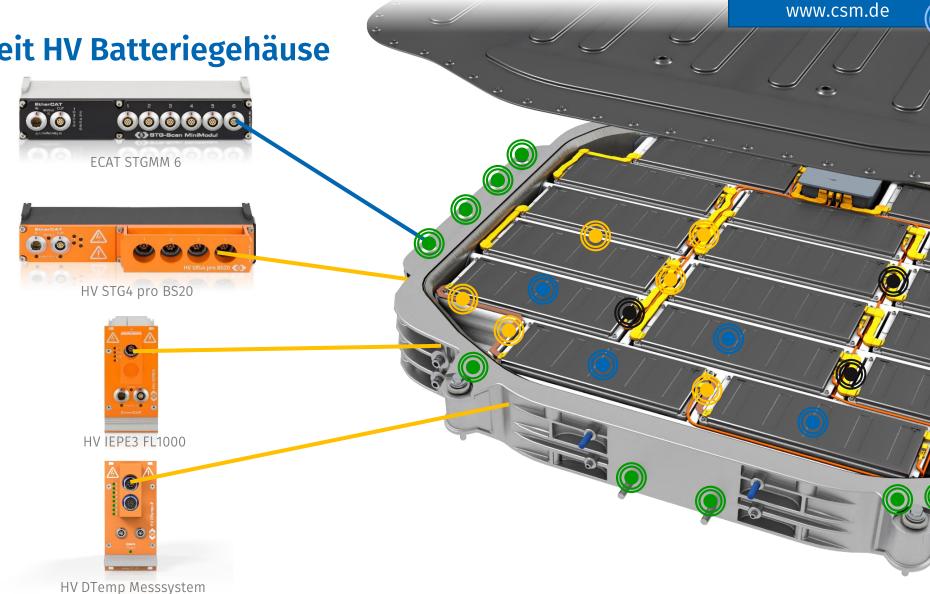


► Mech. Spannungen an der Außenseite

Mech. Spannungen im Batteriegehäuse

► Beschleunigungen im Batteriegehäuse

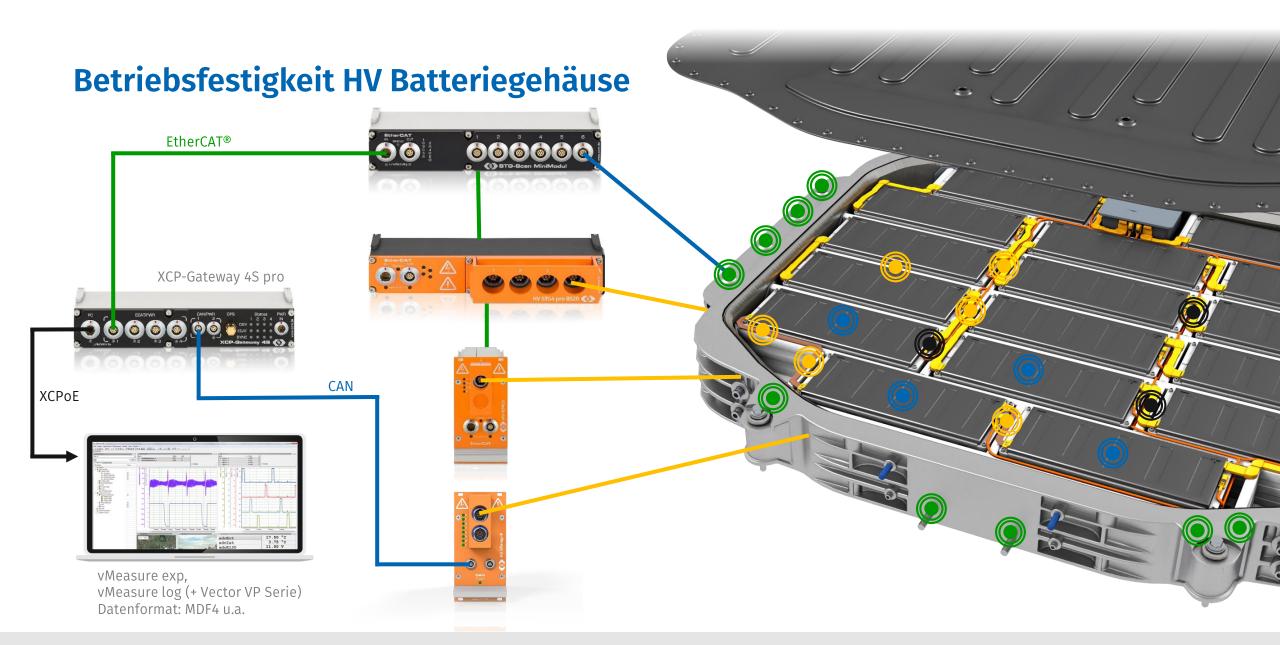
Temperaturen im Batteriegehäuse



www.csm.de



Zu HV-sicheren Messmodulen auf





### Sensorik - Wie messe ich Bauteilbelastungen?

Auf das Bauteil einwirkende Größen:



Temperaturen



Beschleunigungen



Kräfte

Größen zur Bestimmung der Belastung:



Dehnungen



Beschleunigungen



Kräfte



www.csm.de

Wege



Betriebs- bzw. Sekundär-Größen

(Temperaturen, Drehzahl, Last, Geschwindigkeit, Beladung, GPS, Wetter, ...)



#### Ermitteln der Bauteilbelastungen

#### **Ansatz**

Einbau von Sensoren an definierten Messpunkten (Messstellenplan)





### Typische Messparameter einer Betriebsfestigkeitsuntersuchung

	Messbereiche	Messfrequenz	Filtereinstellungen
Dehnungen	±500 μm/m bis ±2.500 μm/m	100 Hz - 500 Hz	20 Hz - 200 Hz
Kräfte	±0,5 mV/V bis ±2 mV/V	100 Hz - 500 Hz	20 Hz - 200 Hz
Beschleunigungen	±1 g bis ±50 g	100 Hz - 500 Hz	20 Hz - 200 Hz
Wege	1 mm bis 1.000 mm	100 Hz - 500 Hz	20 Hz - 200 Hz
Temperaturen	-20 °C bis +200 °C	1 Hz - 10 Hz	
Fahrzeuggrößen	CAN / Flexray	10 Hz	

www.csm.de

Kanalanzahl für einen typischen Aufbau: ca. 20 bis 100 Messkanäle



#### Messtechnik für die Messung der Betriebsfestigkeit





#### 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 Hochvoltsicheren, für schnelle und synchrone Messungen und Leistungsanalysen ausgelegten Messsystemen begleiten wir aktiv den Wandel zur E-Mobility.

#### **CSM GmbH**

www.csm.de

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





