



# Messen in Hochvolt-Umgebungen

CSM Web-Seminare



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

# Vom konventionellen zum Elektro-Antrieb

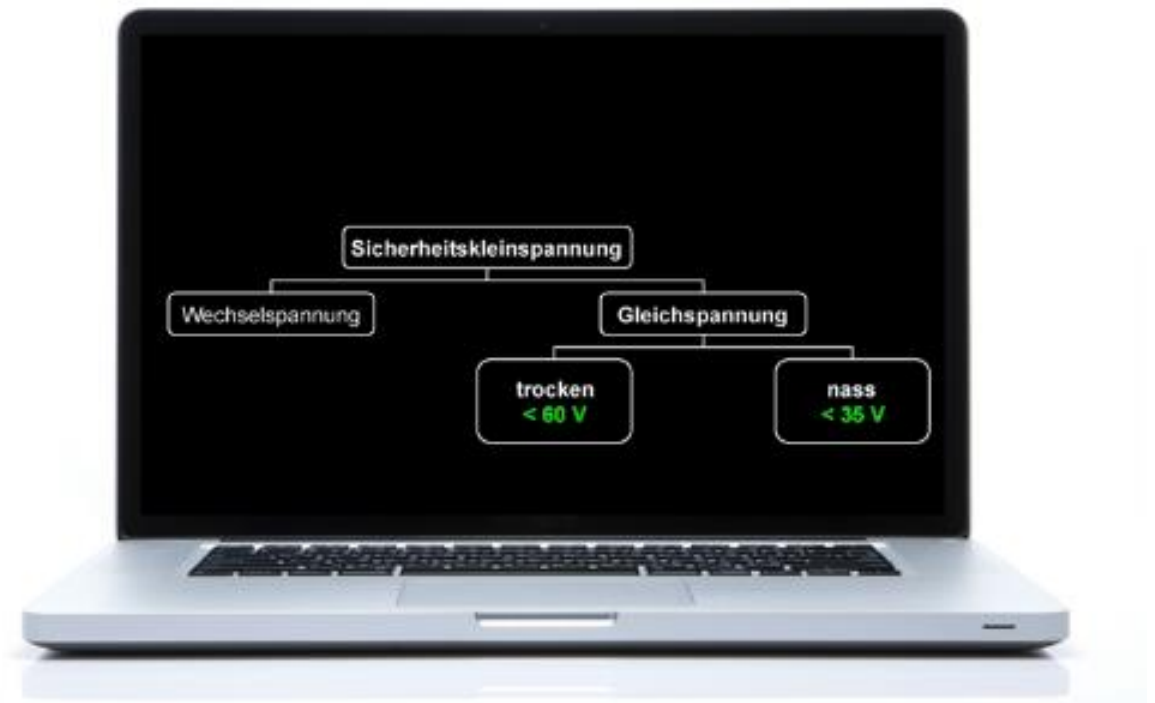
Komponente	Konventionelles Fahrzeug	Elektro-Fahrzeug
Antrieb	mechanisch	Elektrisch
Antriebsregelung	mechanisch	Elektrisch
Heizung	mechanisch	Elektrisch
Klimakompressor	mechanisch	Elektrisch
Energiespeicher	Kraftstofftank	Hochvoltbatterie
Systemspannung	12 Volt, 24 Volt	≥ 400 Volt

- ▶ Bordnetze von Fahrzeugen mit ausschließlich Verbrennungsmotoren kommen mit unkritischen Kleinspannungen aus.
- ▶ Die Systemspannung liegt unter 60 Volt.

- ▶ Bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb sind wesentliche Teile des Antriebs und viele weitere Komponenten elektrifiziert.
- ▶ Die Systemspannungen liegen **deutlich** über 60 Volt.

# Niederspannungs- / HV-Bordnetz

- ▶ Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG & Sicherheitsnorm EN 61010-1:
- ▶ Bei HV-Bordnetzen mit Spannungen  $> 60\text{ V DC}$  müssen **zwingend Isolations- und Sicherheitsmaßnahmen eingeführt** werden, um Personen vor Unfällen bei Berührung spannungsführender Komponenten zu schützen.



# Auswahl geeigneter Messmittel für Hochvolt-Umgebungen

Unter Berücksichtigung von:

- ▶ Einsatz-Szenario (Prüfstand? Labor? Mobil / Feldeinsatz?)
- ▶ Klimatische Bedingungen (Umgebungstemperatur, Luftfeuchte)
- ▶ Verschmutzungsgrad
- ▶ Zu erfassende Signalfrequenzen (Nutzbandbreite der Messkanäle)
- ▶ **Arbeitsspannung**

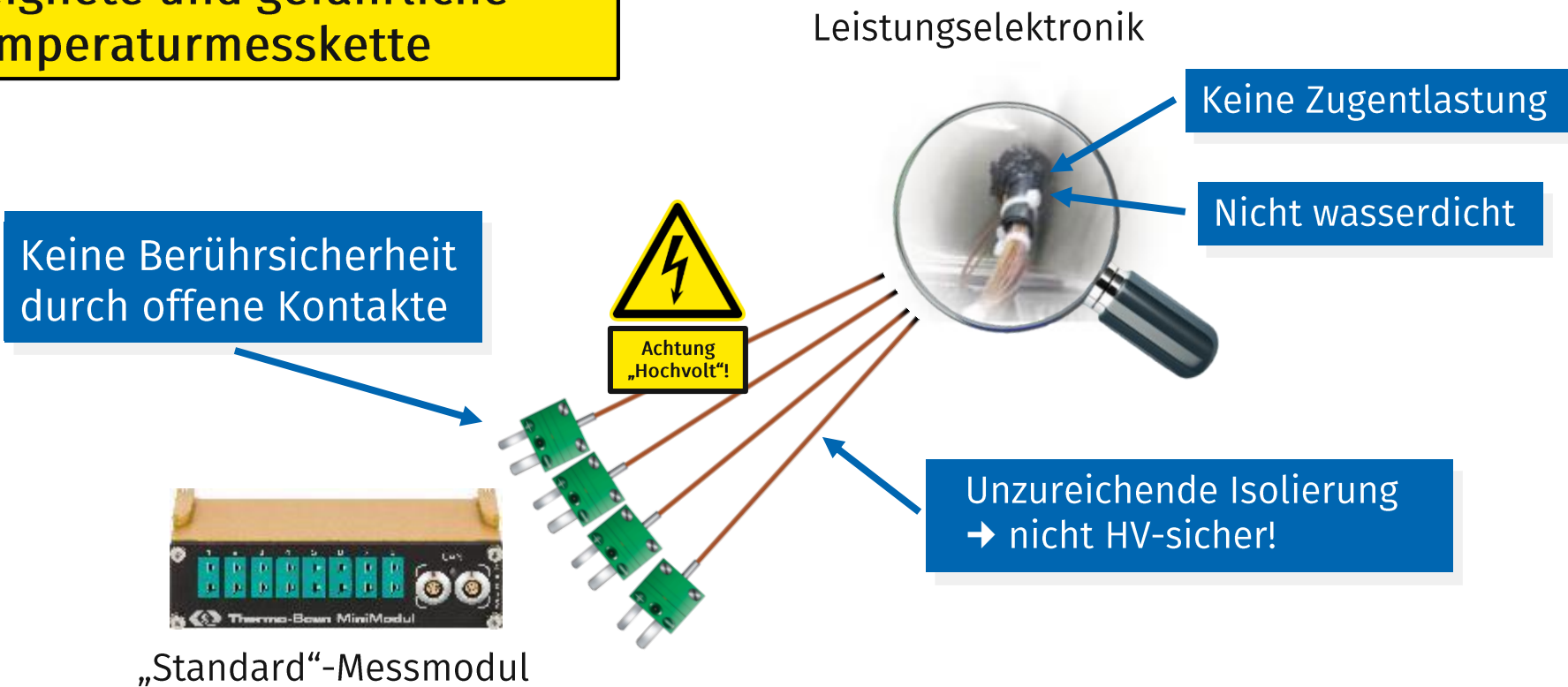
**Messmittel müssen komplett neu bewertet werden!**



# „Konventionelle“ Messtechnik im HV-Umfeld...?

Beispiel: Temperaturmessung in einer HV-Leistungselektronik

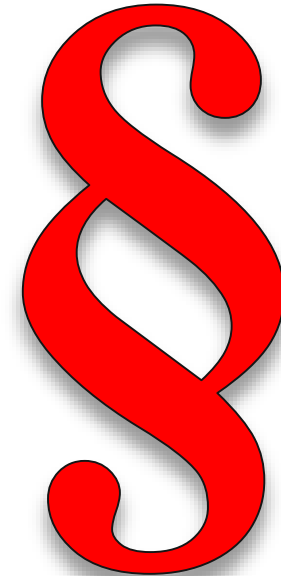
Ungeeignete und gefährliche  
Temperaturmesskette



# Konsequenzen

Bei Einsatz von Messtechnik, die nicht oder nur teilweise für HV-Bordnetze geeignet ist:

- ▶ Lebensgefahr für den Anwender!
- ▶ Eingesetzte Messtechnik **erfüllt nicht** die erforderlichen gängigen **Sicherheitsnormen!**
- ▶ **Rechtliche Konsequenzen im Falle von Personenschäden!**
  - Haftungsrecht
  - Strafrecht
  - Zivilrecht
  - Arbeitsrecht



# Anforderungen an HV-sichere Messsysteme

## Geprüfte Sicherheit von der Messstelle bis zur Datenerfassung

- ▶ Berührsicheres und isolationsfestes Gesamtsystem
- ▶ Einsatz in unmittelbarer Nähe zur Messstelle möglich
- ▶ Geeignet für mobile Anwendungen und Prüfstand
- ▶ Farbliche Kennzeichnung für den Hochspannungseinsatz
- ▶ Präzise und verlässliche Messergebnisse
- ▶ Einfache und sichere Handhabung



**Lückenlose Bedien- und Betriebssicherheit von der Messstelle bis zur Datenerfassung!**

# Trennung von HV-Bordnetz und 12/24 Volt Bordnetz

**Galvanische Trennung** zwischen HV-Bordnetz einerseits und 12 V-Bordnetz und somit auch Fahrzeugkarosserie andererseits.

Dieses Fahrzeug-Sicherheitskonzept darf durch Messtechnik **nicht** unterlaufen werden.

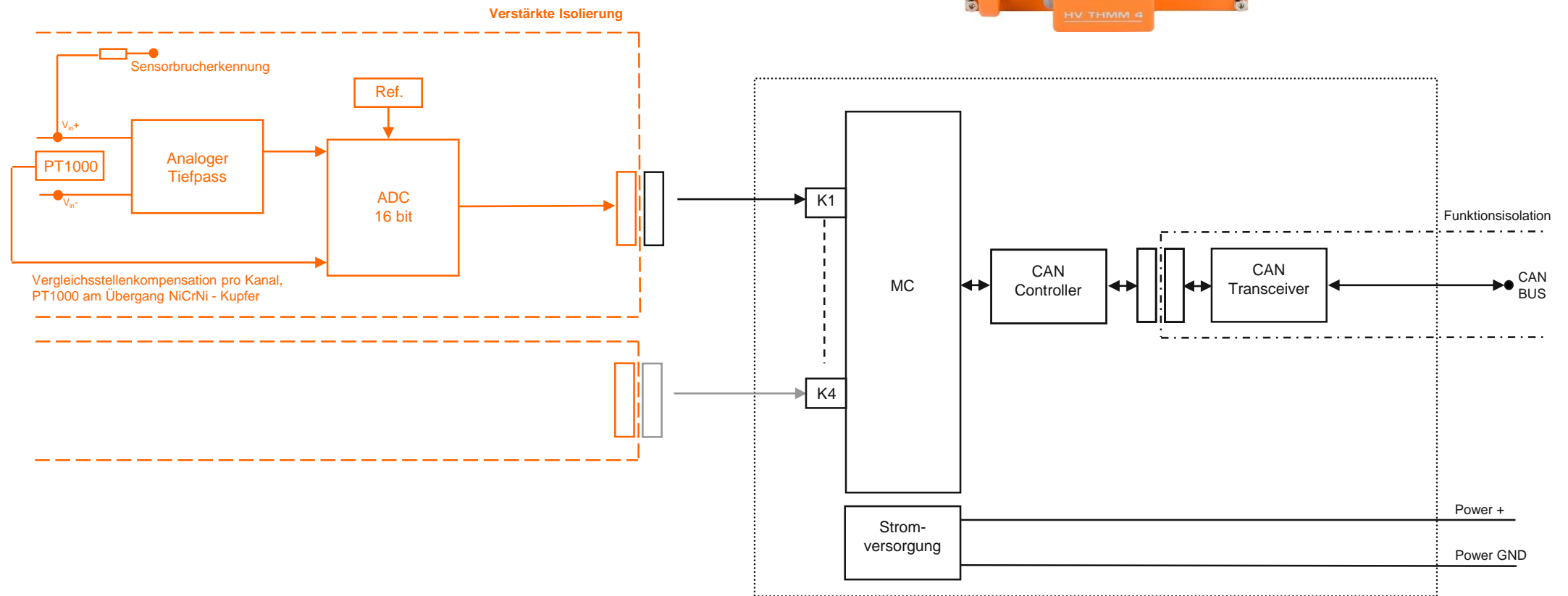


CAN-Bus Datenerfassung durch Software oder Datenlogger.



# Verstärkte Isolierung

am Beispiel des CSM HV Thermomessmoduls HV TH4 evo



# Isolation Definition nach DIN EN 61010-1

## ► Basisisolierung

Isolierung von **gefährlichen aktiven** Teilen als Basisschutz

*Anmerkung: Eine Basisisolierung darf auch für Funktionszwecke dienen.*

## ► Zusätzliche Isolierung

Unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur **Basisisolierung** angewendet wird, um Schutz gegen elektrischen Schlag im Fall eines Versagens der **Basisisolierung** zu bieten.

## ► Doppelte Isolierung

Isolierung, die aus der **Basisisolierung** und der **zusätzlichen Isolierung** besteht.

## ► Verstärkte Isolierung

Isolierung, die Schutz gegen elektrischen Schlag bietet, der nicht geringer ist als ein Schutz durch doppelte Isolierung.

*Anmerkung: VERSTÄRKTE ISOLIERUNG darf aus mehreren Schichten zusammengesetzt sein, die nicht einzeln als ZUSÄTZLICHE ISOLIERUNG oder BASISISOLIERUNG geprüft werden können.*



# Messtechnik-Sicherheitskonzept – einmalige Typ-Prüfungen

## ► Typprüfung des Gesamtsystems (Messmodul zusammen mit Sensorleitung) durch ein akkreditiertes Prüflabor

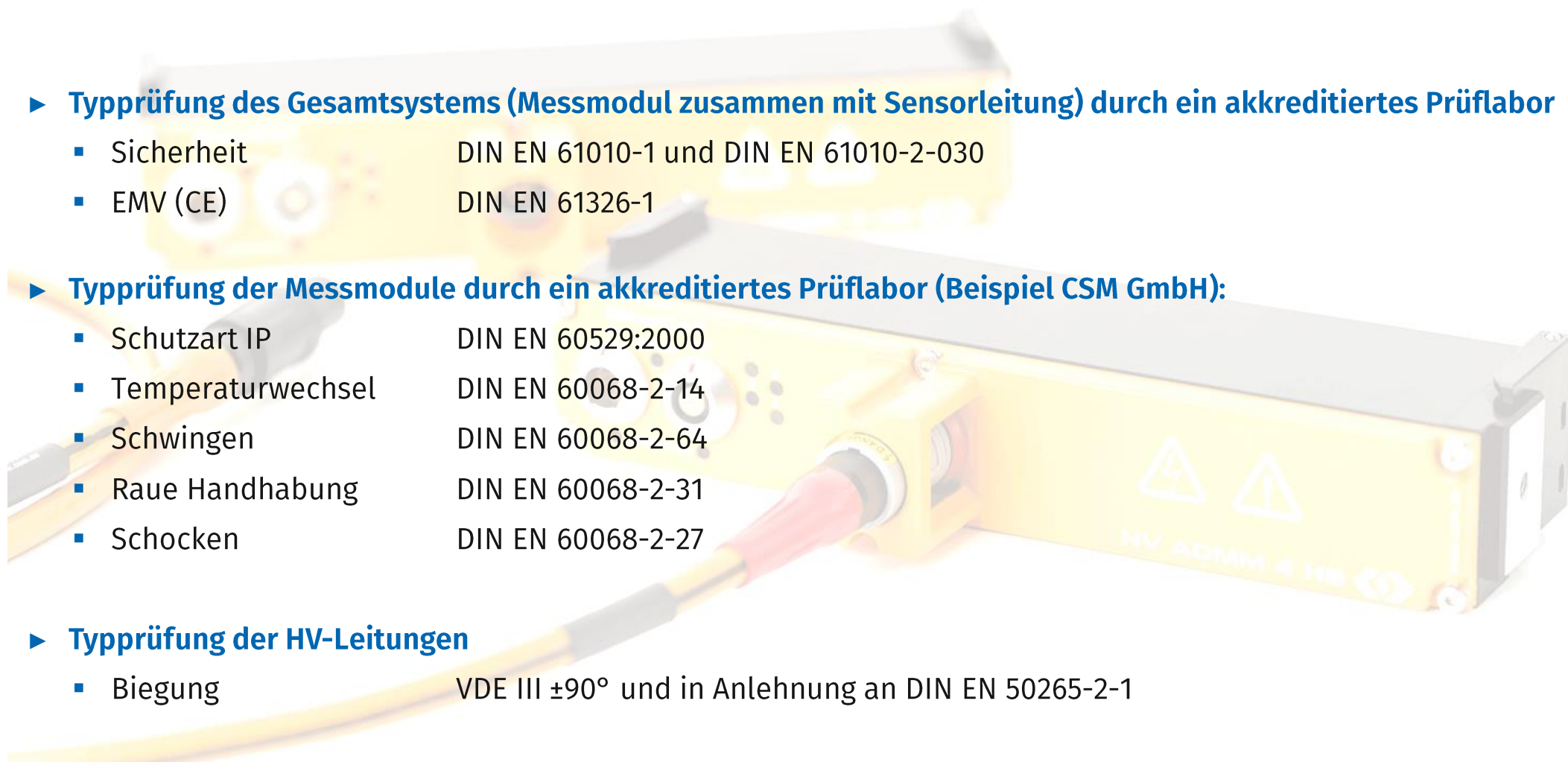
- Sicherheit DIN EN 61010-1 und DIN EN 61010-2-030
- EMV (CE) DIN EN 61326-1

## ► Typprüfung der Messmodule durch ein akkreditiertes Prüflabor (Beispiel CSM GmbH):

- Schutzart IP DIN EN 60529:2000
- Temperaturwechsel DIN EN 60068-2-14
- Schwingen DIN EN 60068-2-64
- Raue Handhabung DIN EN 60068-2-31
- Schocken DIN EN 60068-2-27

## ► Typprüfung der HV-Leitungen

- Biegung VDE III  $\pm 90^\circ$  und in Anlehnung an DIN EN 50265-2-1



# Messtechnik-Sicherheitskonzept – Stückprüfungen für JEDES Modul

## ▶ Stückprüfung der Messmodule (inkl. Prüfzertifikat)

- Sicherheit in Anlehnung an DIN EN 61010-1:2010, F.4

## ▶ Stückprüfung der HV-Leitungen

- Sicherheit in Anlehnung an DIN EN 50264-2-1

## ▶ Stückprüfung der konfektionierten HV-Leitungen (inkl. Prüfzertifikat)

- Sicherheit im Kugelbad nach einem vom VDE beschriebenen Test

# Messtechnik-Sicherheitskonzept

Die Stückprüfung erfolgt gemäß der Norm EN 61010-1:2010.

Für jedes Messmodul muss ein Zertifikat der HV-Isolationsprüfung im Lieferumfang enthalten sein.

## Prüfspezifikation:

- ▶ 3.100 V DC Prüfspannung
- ▶ 5 s Anstiegszeit
- ▶ 5 s Haltezeit
- ▶ **Mindestens alle 12 Monate ist eine turnusmäßige HV-Isolationsprüfung erforderlich!**



## Prüfprotokoll HV-Isolationstest

Test Report High Voltage Insulation Test

Gegenstand der Begutachtung  
Item tested

Produkt Product	Messgerät zur Temperaturmessung Device for temperature measurement
Typ Type	HV THMM 4
S/N-Nummer Serial number	1927-HVTH4
Datum der Prüfung Date of test	18.04.2018
Prüfer Tester	JW

Prüfspezifikation Test specification	
Prüfspannung Testing voltage	3100 V DC
Anstiegszeit Raise time	5,0 s
Haltezeit Maintain time	5,0 s


Prüfspannung wurde zwischen folgenden Potenzialen angelegt Test voltage has been applied between the following potentials			
SELV, Messkanäle 2, 3, 4 SELV, Measurement ch. 2, 3, 4	Messkanal 1 Measurement ch. 1	SELV, Messkanäle 1, 2, 4 SELV, Measurement ch. 1, 2, 4	Messkanal 3 Measurement ch. 3
SELV, Messkanäle 1, 3, 4 SELV, Measurement ch. 1, 3, 4	Messkanal 2 Measurement ch. 2	SELV, Messkanäle 1, 2, 3 SELV, Measurement ch. 1, 2, 3	Messkanal 4 Measurement ch. 4
SELV	Messkanäle 1, 2, 3, 4 Measurement ch. 1, 2, 3, 4		

Potenzial 1 Potential 1	Potenzial 2 Potential 2	Gut Pass	Potenzial 1 Potential 1	Potenzial 2 Potential 2	Gut Pass
SELV, CH 2, 3, 4	CH 1	✓	SELV, CH 1, 2, 4	CH 3	✓
SELV, CH 1, 3, 4	CH 2	✓	SELV, CH 1, 2, 3	CH 4	✓
SELV	CH 1-4	✓			

Die Prüfung wurde in Anlehnung an EN61010-1:2010, Anhang F durchgeführt.  
The test has been carried out in accordance with EN61010-1:2010, Annex F.

Prüfung bestanden.

Test passed.

  
 signiert  
 von: Jens Wöppelmann  
 am: 18.04.2018  
 um: 06:09:30 GMT  
 Unterschrift  
 Signature


Protokoll geprüft:  
Report checked:

Filderstadt, 18.04.2018

Ort, Datum  
Place, Date

CSM GmbH

Firma, Name  
Company, Name

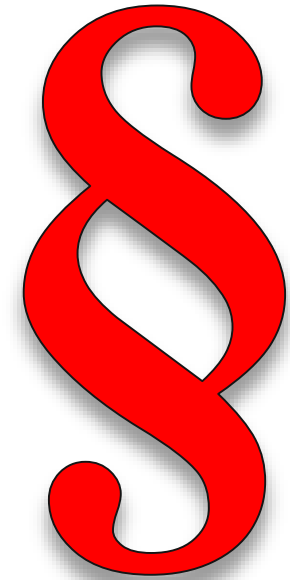
  
 signiert  
 von: Wolfram Liebchen  
 am: 18.04.2018  
 um: 05:44:48 GMT  
 Unterschrift  
 Signature

# Was muss noch beachtet werden?

## Normen, Standards und Richtlinien beim Einsatz der Messtechnik

Welche betreffen uns konkret im HV Umfeld?

- ▶ DGUV 3 (bisher: BGV A3) : Prüfung elektrischer Betriebsmittel
- ▶ VDE0105-100 : Das Bedienen und Arbeiten an elektr. Maschinen
- ▶ VDE1000-10 : Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen
- ▶ ECE R100 : Der Betrieb von Batteriefahrzeugen und Hybridfahrzeugen
- ▶ IEC 1010 (EN 61010) : Definition der Basissicherheit Elektrischer (Mess-) Geräte
- ▶ TBRS 2131/1 Gefahrenbeurteilung



# Wer darf was? - Personen im HV Umfeld an Fahrzeugen

## ▶ Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK)

- Führungs- und Fachverantwortung / Überwachung / Gefahrenbeurteilung

## ▶ Elektrofachkraft (EFK mit Arbeiten unter Spannung (AuS))

- Freischalten / Inbetriebnahme / Arbeiten an Bauteilen unter Spannung (z. B.: Batterien lassen sich nicht entladen → Sensor-Positionierung innerhalb Batterie)

## ▶ Elektrofachkraft (EFK)

- Freischalten / Inbetriebnahme / Arbeiten an Bauteilen des freigeschalteten HV-Systems (Sensoren an HV-Leitungen anbringen)

## ▶ Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP)

- Rädertausch, Aus- und Einbau von HV-Komponenten unter Aufsicht und Kontrolle

## ▶ Laie

- Hände weg...

## (Fast) Alles ist neu...

- ▶ Viele Fahrzeugkomponenten müssen **komplett neu** entwickelt werden.
- ▶ Diese müssen zum einen für sich gesehen erprobt werden (Komponenten-Test), aber auch im Zusammenspiel mit anderen Komponenten.
- ▶ Daraus ergeben sich **zahlreiche Testszenarien**.
- ▶ Es können **nur bedingt** Erfahrungen und Daten von Verbrennern auf E-Fahrzeuge übertragen werden.

**Es wird für alle Erprobungsbereiche Hochvolt-sichere Messtechnik benötigt.**

**→ D. h.: Auch für unterschiedlichste Messgrößen!**



# Anforderungen aus der Praxis

- ▶ HV Spannungsmessung (bis zu 2.000 Volt peak), u. a. zur Überprüfung der HV Batterie und des Bordnetzes
- ▶ Strommessung auf HV-Potential (von der Ruhestrommessung bis zum Kilo-Ampere Bereich)
- ▶ Leistungsmessung (U und I synchron messen und Online-Berechnen von Leistungskenngrößen), z.B. WLTP-/SORT-Messungen
- ▶ Temperaturmessung auf HV-Potential, z. B. an HV-Batterien (mit teilweise mehreren hundert (!!!) Messstellen auf engstem Raum)
- ▶ Dehnungsmessung an Strukturen der HV-Batterie
- ▶ Beschleunigungsmessung auf HV-Potential, z. B. Falltest von HV-Komponenten
- ▶ Feuchtemessung in HV-Komponenten
- ▶ u. v. m.

Einen Auszug unserer Erfahrungen finden Sie in unseren Anwendungsbeispielen auf [www.csm.de](http://www.csm.de).



# Für jede Aufgabenstellung die passende Lösung

Zu den  
Messmodulen auf  
[www.csm.de](http://www.csm.de)



Strom, Spannung, Leistung

Temperaturen

Dehnungen

Standard-  
sensoren

Beschleunigung



Prüfstand

Fahrversuch



**Gehen Sie KEINE Kompromisse ein,  
wenn es um Ihre Sicherheit geht!**

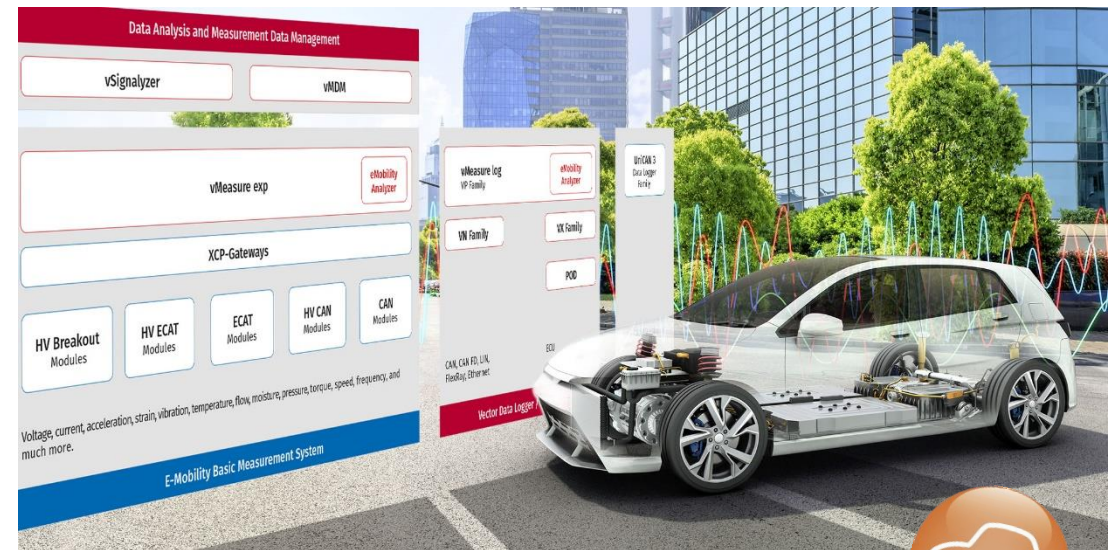
# Über CSM

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/webseminare](http://www.csm.de/webseminare) 

**CSM Xplained**  
measurement technology