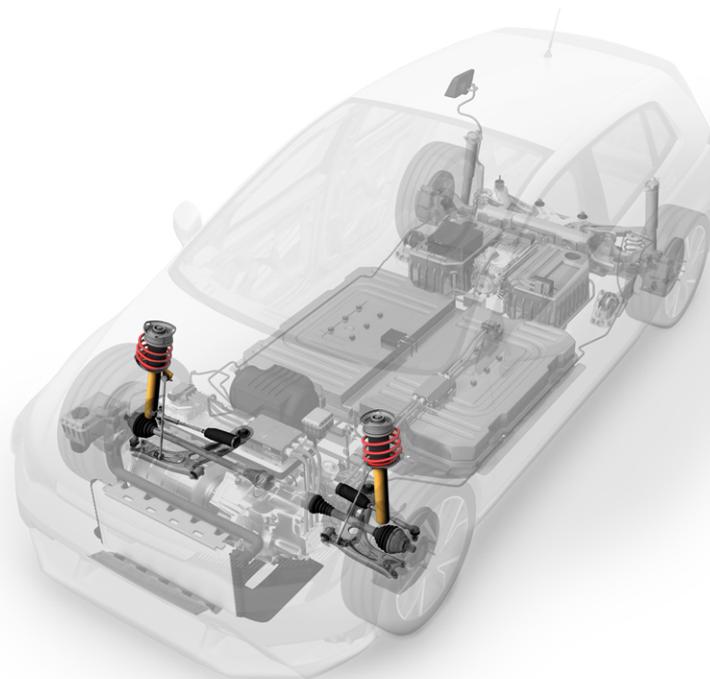


# Aufeinander abgestimmtes System erleichtert Untersuchungen mechanischer Belastungen



Messung von mechanischer Belastung

Die Optimierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen erstreckt sich nicht nur auf den elektrischen Antriebstrang, sondern bezieht alle Bauteile des Fahrzeuges mit ein. Es gilt Gewicht einzusparen, um die maximale Performance und Energieeffizienz zu erreichen. Gleichzeitig muss das Fahrzeug dauerhaft stabil und für die geplante Lebensdauer sicher ausgelegt sein. Aus diesem Grund werden auch Fahrwerkskomponenten hinsichtlich der mechanischen Belastung getestet und stetig verbessert. Für Messungen der Betriebsfestigkeit an Teilen der Radaufhängung kommen Messmodule von CSM und Telemetrie-Messtechnik von AXON zum Einsatz.



## Simulation und Validierung

Die Lenker und Spurstangen zählen zum Teil zu den ungefederten Massen und haben einen wesentlichen Einfluss auf Fahrdynamik und Fahrkomfort. Bei der Auslegung der Bauteile soll ein optimaler Abgleich zwischen Festigkeit und Masse erzielt werden. Die zu erwartenden Kräfte, die während verschiedener Fahrsituationen auftreten, werden

in der Entwicklung in Simulationen vorhergesagt und müssen anschließend in Fahrversuchen und auf dem Prüfstand validiert werden. Die gewonnenen Daten fließen wiederum in Simulationsmodelle ein und helfen, zukünftige Entwicklungen zu verbessern. Zur Validierung der Simulationen werden die Kräfte ermittelt, die auf die Achsgeometrie wirken.

Dafür werden Dehnungsmessstreifen (DMS) an den Lenkern und den beiden Spurstangen appliziert sowie die gewonnenen Daten mit anderen Messgrößen korreliert. Mit diesen Messungen können die Übertragungspfade der Kräfte auf die Karosserie und

z. B. in die Lenkung nachverfolgt werden. Außerdem sollen an der Antriebswelle das Drehmoment und Temperaturen gemessen werden, um die Belastungen in verschiedenen Fahrsituationen zu erfassen.



## Was ist zu beachten?

Für Messungen der Betriebsfestigkeit an Lenker und Spurstange müssen die einwirkenden Kräfte sowie der Federweg, Lenkwinkel und die Geschwindigkeit gemessen werden. Für eine einfache Applikation werden alle Messgrößen mit einem Messsystem parallel erfasst. Dafür werden Daten während verschiedener Fahrsituationen und auf diversen

Untergründen (Straße und Teststrecke) sowie auf dem Prüfstand gesammelt. Das verwendete Messsystem sollte in allen Testszenarien zum Einsatz kommen können, um lange Umbauzeiten zu vermeiden und aufgrund identischer Sensorik und Messdatenerfassung einen einfachen Vergleich der gewonnenen Daten zu ermöglichen.

## Bauteilspezifische Anforderungen

Spurstangen und Lenker sind sehr stabile Bauteile, wodurch nur geringe Dehnwerte bei normalen Fahrsituationen zu erwarten sind. Daher muss die verwendete Messtechnik sehr hochauflösend sein, um sehr kleine Signalwerte erfassen zu können. Da hingegen beim Missbrauchstest, wie z. B. der Fahrt über einen Bordstein, sehr hohe Werte auftreten können, muss die Messtechnik eine ausreichende Dynamik bieten: Messungen mit einer hohen Datenrate sollen die Möglichkeit bieten, auch schnellere

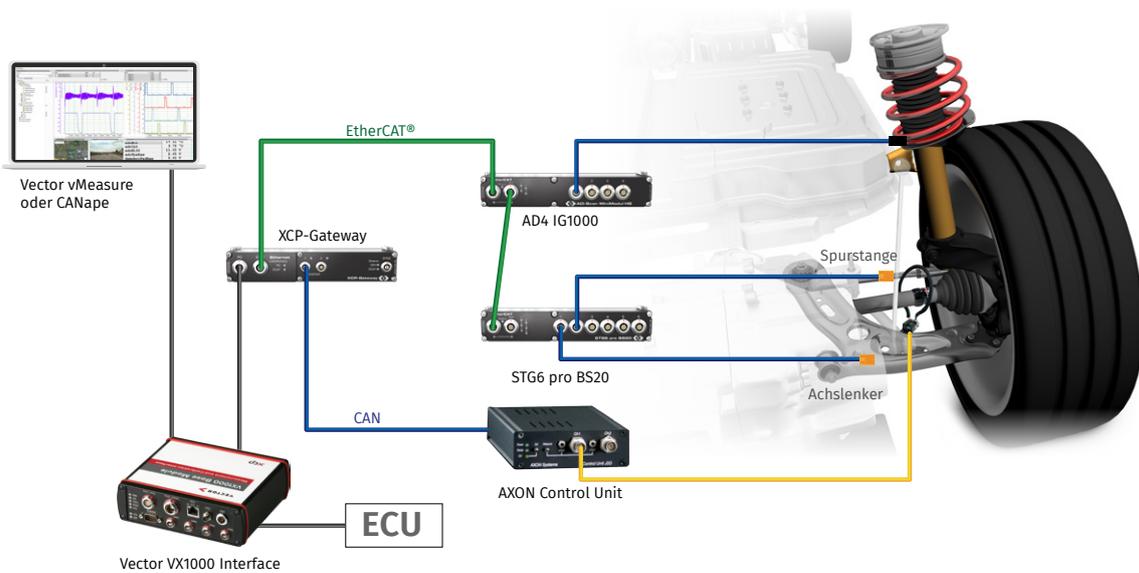
Vorgänge zuverlässig zu erfassen. Daneben ergeben sich bei der Messung an rotierenden Teilen Schwierigkeiten für die Übertragung der Werte, da die Sensorik auf der Welle angebracht werden muss. Diese rotiert mit dem Bauteil und die Daten müssen daher drahtlos erfasst werden – eine Herausforderung für die Messtechnik. Der verfügbare Bauraum sowie Bewegungen der Antriebswelle erschweren die Installation zusätzlich.



## Alle Daten in einem Messsystem zusammenführen

Für die Messungen werden Komponenten aus dem Vector CSM E-Mobility-Messsystem verwendet. Damit lassen sich alle benötigten Messwerte mit einem perfekt abgestimmten Messsystem einfach erfassen und durch weitere Messtechnik erweitern. Die Messung der Zug-/ Druckbelastung in den Spurstangen erfolgt mit Dehnungsmessstreifen (DMS), die um 90° versetzt (sogenannte T-Rosette) paarweise gegenüberliegend als

Vollbrücke appliziert werden. Je nach geometrischem Aufbau der Achslenker werden mit DMS Einzeldehnungen, Biegungen oder Zug-/ Druckbelastungen gemessen. Somit kommen anwendungsspezifisch Voll-, Halb- oder Viertelbrücken zum Einsatz. Des Weiteren ist eine Kombination verschiedener Brückenschaltungen kanalindividuell möglich.



### Automatische Anpassung im Messmodul

Alle DMS werden an ein DMS-Messmodul STG6 pro BS20 angeschlossen. Viertelbrücken werden direkt im Sensorkabel zu Halbbrücken ergänzt. Die Ergänzung zur Vollbrücke der DMS erfolgt einfach im Messmodul, wodurch weitere Verschaltungen entfallen und verschiedenste DMS Widerstandswerte unterstützt werden können. Dank des extrem niedrigen Eingangsspannungsbereichs von bis zu  $\pm 0,3 \text{ mV/V}$  können sehr kleine Messsignale präzise erfasst werden. Je nach gewähltem Messbereich wird im Messmodul automatisch der passende Eingangsspannungsbereich zugeordnet. Die Messdatenrate je

Kanal von bis zu 20 kHz erlaubt die Erfassung von schnellen Belastungsänderungen. Um die Messgenauigkeit auch bei kleinsten Signalamplituden weiter zu verbessern, misst das STG6 pro BS20 bei jedem Messkanal darüber hinaus die eigene Brückenspeisespannung separat und verrechnet diese mit der Signalspannung. Diese Methode ist als ratiometrisches Messprinzip bekannt und ermöglicht sehr genaue Messergebnisse.

Der Federweg wird mit geeigneten Weg-Sensoren und einem Messmodul AD4 IG1000 gemessen.



Abb. 1: DMS-Messmodul STG6 pro BS20

### Messungen an rotierenden Teilen

Für die Messungen an der Antriebswelle kommen Telemetrie-Systeme für die Erfassung von Drehmomenten von AXON Systems GmbH, einem langjährigen Partner von CSM, zum Einsatz. Mit der Lösung von AXON werden die Daten von einer rotierenden DMS-Messstelle für die

Drehmomentmessung sowie eines Thermoelements für die Erfassung von Temperaturen berührungslos übertragen. Dazu wird die DMS-Messstelle an eine Rotor-Elektronik angeschlossen, welche auf der Antriebswelle installiert und mit einer mehrlagigen Schutzschicht versehen wird,



Abb. 2: AXON Rotor-Elektronik und Antenne für die berührungslose Übertragung der erfassten Daten von DMS und Temperatursensor auf der Achse. (Foto: AXON Systems GmbH)

sodass Umwelteinflüsse wie Verunreinigungen oder Feuchtigkeit keine Beeinträchtigung der Messergebnisse hervorrufen. Die Daten werden drahtlos an eine Stator Unit übertragen, deren Antenne ringförmig um die Achse gelegt wird und dadurch Bewegungen der Achse bei Fahrmanövern erlaubt. Die Antenne der Stator Unit kann frei geformt und auf diese Weise bei wenig Bau- raum den Gegebenheiten am Einbauort flexibel angepasst werden. Die Control Unit erzeugt die nötige Versorgungsspannung für die Sensoren auf der Rotor Unit und gibt die erfassten Mess- daten weiter. Eine Besonderheit des Systems ist,

dass die Energie für die Rotorelektronik von der Control-Unit erzeugt und über die Stator Unit induktiv übertragen wird, sodass die Rotor-Elektronik ohne Batterie auskommt und damit äußerst wartungsarm ist. Für die stark EMV-belastete Umgebung in einem E-Fahrzeug ist das Telemetrie-System von AXON mit einem weiteren Feature ausgestattet – dem Digital Noise Cancelling. Dafür wird mittels einer Wurfantenne das elektromagnetische Hintergrund-Spektrum erfasst und als Gegensignal mit dem eigentlichen Messsignal verrechnet: Nahezu störungsfreie Messdaten sind das Ergebnis.

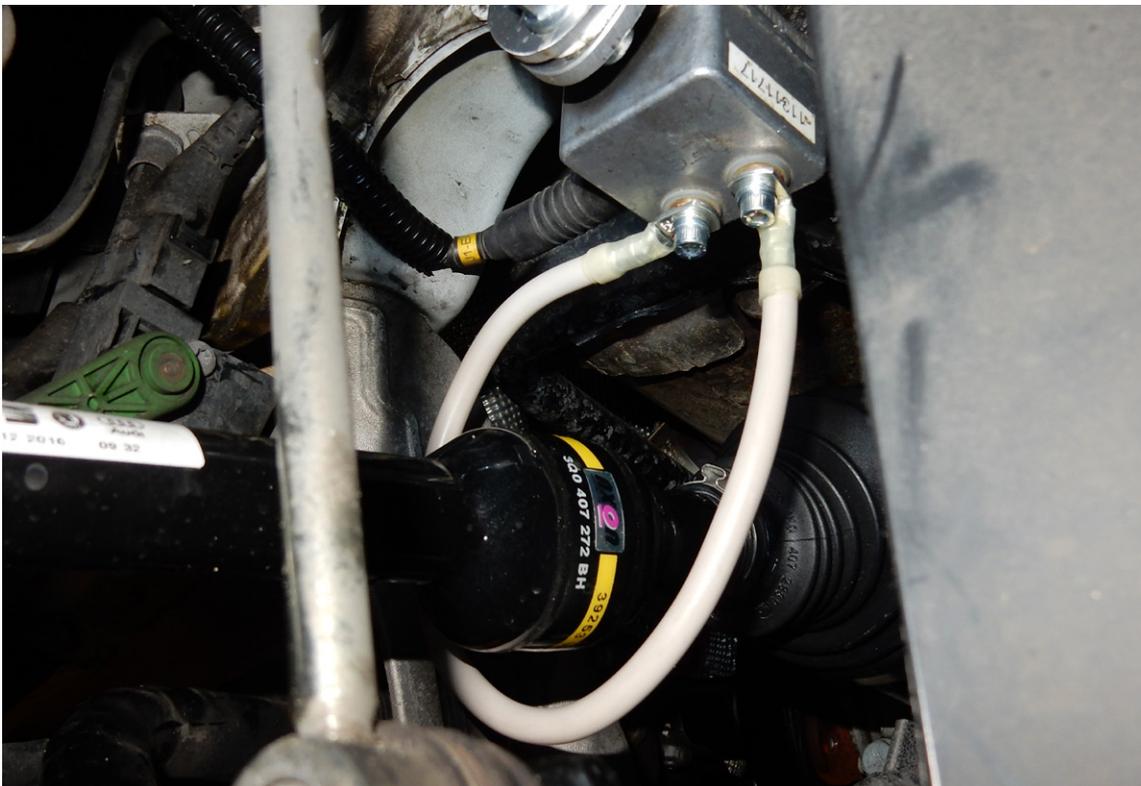


Abb. 3: Das AXON Telemetrie-System im Fahrzeug verbaut. Dank der frei formbaren Antenne hat die Achse ausreichend Spielraum bei anspruchsvollen Testfahrten. (Foto: AXON Systems GmbH)



Abb. 4: Neben auf der Achse installierten Sensoren bietet AXON auch Drehmomentmessflansche für die Erfassung wirkender Kräfte an. Die gesamte Messtechnik ist dabei auch für raue Umgebungsbedingungen geeignet, wie Fahrversuche im Gelände. (Foto: AXON Systems GmbH)

### Signale für die Auswertung einfach zusammenführen

Die CSM Messmodule werden über EtherCAT® an ein XCP-Gateway angeschlossen. Dank der hohen Summenabtastrate von bis zu über 4 Mbit/s, kann mit EtherCAT® eine hohe Anzahl an Messkanälen eingebunden werden. Das XCP-Gateway synchronisiert die Messmodule über das Precision-Time-Protocol (PTP) besser als 1µs und setzt alle Signale auf XCP-on-Ethernet um. Die Daten aus dem AXON Telemetrie-System werden über CAN in die Messkette eingebunden,

im XCP-Gateway gebündelt und ebenso über XCP-on-Ethernet weitergegeben. Mit einem Vector Informatik Interface VX1000 werden zusätzlich Lenkwinkel und Geschwindigkeit aus dem Steuergerät des Fahrzeuges erfasst. Die gesammelten Daten können entweder mit einem Datenlogger oder Messrechner aufgezeichnet werden. Die anschließende Datenauswertung kann mit Vector CANape oder vMeasure durchgeführt werden.



### Passende Messtechnik für hohe Anforderungen

Mit den Komponenten des Vector CSM E-Mobility-Messsystems und Messtechnik von AXON können alle erforderlichen Messgrößen präzise mit einem einheitlichen System erfasst werden. Durch die kompakte und robuste Bauweise können die Messmodule und Telemetrie-Systeme nah an der

Messstelle verbaut und sowohl im Fahrversuch als auch auf dem Prüfstand verwendet werden. Da lange Umbauzeiten somit nicht nötig sind, überzeugt die Messtechnik mit einer erheblichen Kosten- und Zeitersparnis.



## Verwendete Produkte

### STG6 pro BS20

Das STG6 pro BS20 eignet sich für Messungen mit Dehnmessstreifen unter anspruchsvollen Bedingungen. Mit der Erweiterung des Speisespannungsbereiches können Sensoren mit bis zu 10V Speisung verwendet werden. Durch die automatische Auswahl des geeigneten Eingangsspannungsbereiches, sowie einem besserem Signal-Rausch-Verhältnis, können mit dem STG6 pro BS20 extrem kleine Messsignale (z. B. Dehnungen) exakt erfasst werden



### AD4 ECAT MM-Serie – Typ IG1000

Das Messmodul AD4 IG1000 ist optimal für genaueste Analysen von hochfrequenten Signalen mit Messdatenraten von bis zu 1MHz pro Kanal geeignet. Es bietet eine hochgenaue, bipolare und kanalweise einstellbare Sensorversorgung von 1 bis 20V DC für eine Vielzahl an Sensoren.



### XCP-Gateway-Serie

Die Protokollumsetzer der XCP-Gateway-Serie wurden speziell für die CSM EtherCAT®-Messmodule und für Messaufgaben mit vielen Messkanälen und hohen Messdatenraten entwickelt. Das XCP-Gateway ist in den Versionen „Basic“ und „pro“ erhältlich. Letztere verfügt über zwei CAN-Schnittstellen, über die CAN-basierte CSM Messmodule angeschlossen und in das Messdatenprotokoll XCP-on-Ethernet eingebunden werden können. Zudem können in der "pro"-Version Temperaturdaten aus den HV Breakout-Modulen direkt über EtherCAT® übertragen werden.



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)

Raiffeisenstr. 36 • 70794 Filderstadt  
☎ +49 711 77 96 40 ✉ sales@csm.de

**CSM Büro Südeuropa** (Frankreich, Italien)

ArchParc – Site d’Archamps • Immeuble ABC 1 – Entrée A  
60, rue Douglas Engelbart • 74160 Archamps, France  
☎ +33 4 50 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.