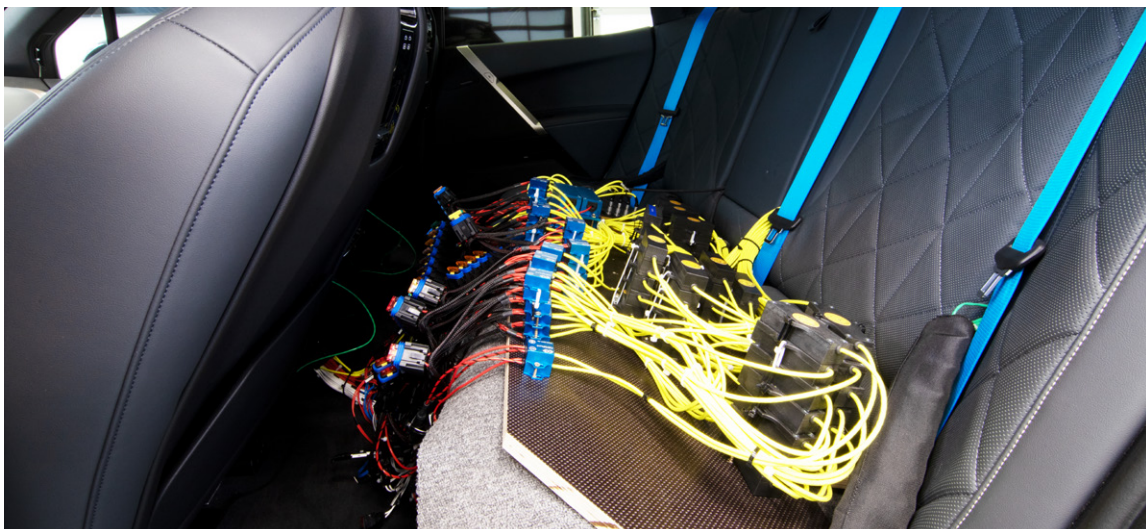


# Wie beeinflusst Komfort im Fahrzeug die Reichweite?



## Strom- und Spannungsmessung

Hohe Reichweiten bei Elektro-PKWs bieten zu können, ist eine der größten Herausforderungen für Fahrzeughersteller. Ausschlaggebend ist dafür der Gesamtenergieverbrauch des Fahrzeugs. Häufig wird hierbei nur der Verbrauch des elektrischen Antriebsstrangs betrachtet, aber: Wie viel trägt dabei das Niedervoltbordnetz, zu dem unter anderem Fahrassistenzsysteme und das Infotainment gehören, zur Entladung der Antriebsbatterie bei? Für Konkurrenzanalysen wurden die Ströme dieser Komponenten daher genauer untersucht: Beim Benchmarking eines E-SUV kamen hierfür rund 100 CSMshunts verschiedener Varianten zum Einsatz.



(AVL List GmbH)



## Analyse der Wettbewerber

Für das Benchmarking von Serienfahrzeugen werden verschiedene Eigenschaften messtechnisch untersucht, um Fahrzeuge verschiedener Hersteller miteinander vergleichen zu können. Häufig werden solche Verfahren von erfahrenen Entwicklungsdienstleistern, wie der AVL, eines der weltweit führenden Mobilitäts-Technologieunternehmen für Entwicklung, Simulation und Testen in der Automobilindustrie, durchgeführt.

Ein Aspekt, der dabei bei einem batterieelektrischen SUV analysiert wurde, war die Leistungsaufnahme der elektrischen Verbraucher im Niedervoltbordnetz, das heißt für die Gleichspannungsebenen 12V und 48V.

## Was zählt zum Bordnetz?

Dazu gehören beispielsweise die Steuergeräte, Fahrassistenzsysteme (ESP, ABS), Scheibenwischer, die elektrischen Fensterheber, das Schließsystem des PKWs sowie das Navigationssystem und das Infotainment. Da das Niedervolt- mit dem Hochvolt-system der Antriebsbatterie verbunden ist und von diesem über den DC/DC-Wandler versorgt wird, trägt dieser Energieverbrauch zur Reichweitenverringering des Fahrzeugs bei. Betrachtet wurden daher die Wechselwirkungen beider Systeme zueinander sowie die eingebauten Energiesparmaßnahmen, zum Beispiel Ein- und Ausschaltmechanismen des Fahrzeugs.

*»In modernen Fahrzeugen, unabhängig vom Antriebssystem, sind teilweise sehr viele elektrische Verbraucher verbaut, Tendenz steigend. Denn diese sind nicht nur sicherheitsrelevante Fahrassistenzsysteme, sondern auch Komfort-Features wie Klimaanlage, Sitzheizung oder Bildschirme, die immer größer und leistungsstärker werden. Wie sich das auf den Gesamtenergieverbrauch auswirkt, muss daher unbedingt betrachtet werden.«*

Christian Juwan, Produktmanager Vehicle Benchmarking, AVL



### Was ist Benchmarking in der Fahrzeugentwicklung?

Um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, sind Fahrzeughersteller und -zulieferer auf ausführliche Konkurrenzanalysen angewiesen. Dabei werden die Messdaten verschiedener Komponenten bei (Serien-) Fahrzeugen anderer Hersteller gesammelt und unter unterschiedlichen Aspekten betrachtet, um dann in Bezug zu den eigenen Produkten ausgewertet zu werden. Von Interesse sind hier beispielsweise der Verbrauch, der Fahr- und Passagierkomfort aber auch die Belastbarkeit der Fahrzeuge am Prüfstand und auf der Teststrecke. Damit die Ergebnisse vergleichbar sind, ist es wichtig, dass derselbe Messaufbau und dieselben Testprozeduren bei allen Fahrzeugen angewendet werden. Da es sich um sehr aufwendige Verfahren handelt, bieten viele Entwicklungsdienstleister im Automotive-Bereich Benchmarking und die daraus gewonnenen Erkenntnisse daher als Leistungen in ihrem Produktportfolio an.



## Hoher Aufwand bei der Ausstattung mit Messtechnik

Für die Analyse der Leistungsaufnahme im Niedervoltbereich mussten alle Versorgungsleitungen sämtlicher Verbraucher mit Messwiderständen, sogenannten „Shunts“ ausgestattet werden, um die Stromaufnahme der einzelnen Verbraucher exakt zu bestimmen. Dabei war zu beachten, dass die zu ermittelnden Stromstärken je nach Verbraucher

stark variierten und daher ein breites Spektrum an Shunts für unterschiedlichste Messbereiche benötigt wurde. Aufgrund einer hochwertigen, elektrischen Sonderausstattung war die vollständige Analyse des Niedervoltbordnetzes somit mit einer großen Menge an Messstellen verbunden (Abb. 1).

## Verschiedene Testszenarien

Teilweise mussten Abdeckungen geöffnet werden, um an die jeweiligen Sicherungen zu gelangen. Daraus resultierte ein hoher zeitlicher Aufwand: Es dauerte mehrere Wochen, bis das Testfahrzeug vollständig messtechnisch ausgestattet war. Für die Erfassung der Daten wurde das Fahrzeug auf

Prüfständen getestet und auf Teststrecken gefahren. Da die verwendete Messtechnik für beide Testsituationen geeignet war, musste das Fahrzeug nur einmal instrumentiert und konnte dann im Labor und auf der Straße getestet werden.



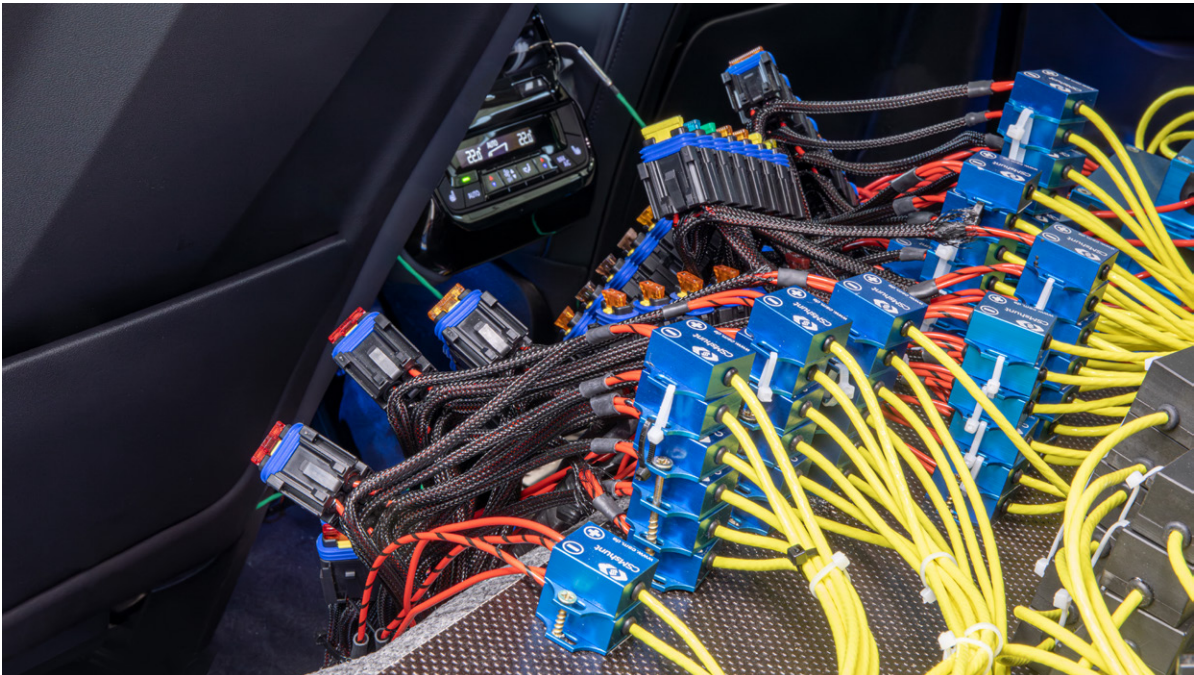


Abb. 1: Viele Messstellen, viele Messwiderstände: Ein Teil der Shunts wurde auf der Rückbank platziert. (AVL List GmbH)



## Shunt, Shunts und noch mehr Shunts

Für das Benchmarking des Energieverbrauchs aller Bestandteile des Niedervoltbereichs wurden mehr als 100 CSMshunts installiert. Für die kleineren Ströme bis 25A kamen die CSMshunt fuse zum Einsatz: diese ließen sich unkompliziert in das bestehende Stecksystem des Fahrzeugversicherungskastens integrieren. Für die größeren

Ströme ab 125A des Bordnetzes wurden größere CSMshunts verwendet (Abb. 2). Dabei verfügen alle Shunt-Varianten bereits über einen integrierten Messverstärker für die abfallenden Spannungen und bieten damit eine hohe Auflösung und Genauigkeit.

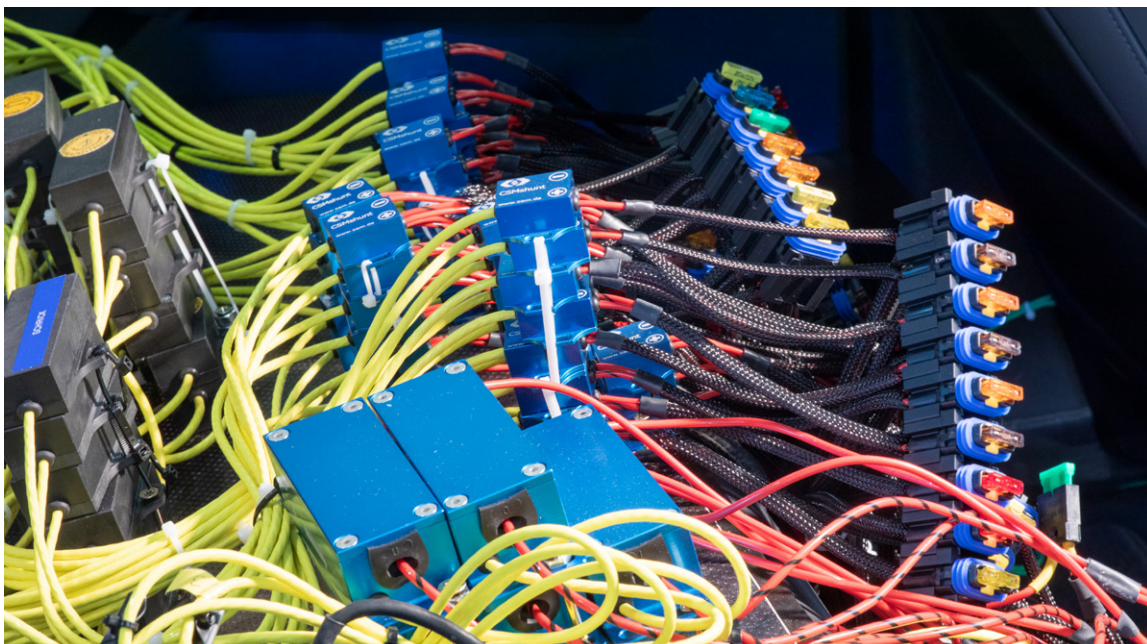


Abb. 2: Durch den Einsatz von verschiedenen Shunt-Varianten konnten alle Ströme erfasst und ausgewertet werden. (AVL List GmbH)

## Zusammenspiel aus Hard- und Software

Mit den CSM AD Messmodulen wurden aus den abfallenden Spannungen an den Shunts die Ströme berechnet und über CAN weitergegeben. Mit einem weiteren AD Modul, ebenfalls über CAN wurde die Versorgungsspannung der jeweiligen Komponenten erfasst. Die Auswertungssoftware errechnete aus den gemessenen Werten dann

die jeweilige Leistungsaufnahme. Daneben wurden im Fahrzeuginnenraum Temperaturen mit Thermoelementen und THMM Thermomodulen erfasst. Über ein ETAS CAN-Interface wurden die CAN-Daten gebündelt an einen Computer zur Analyse mit INCA übertragen (Abb. 3 und Abb. 4).



Abb. 3: Der Großteil des Messaufbaus wurde im Kofferraum des SUV eingebaut: Neben den Shunts unter anderem die AD- und Thermomodule sowie das CAN-Interface. (AVL List GmbH)

Mit dem CSM INCA AddOn konnten die CSM Module direkt in ETAS INCA konfiguriert werden, sodass das Importieren der Konfigurationsdatei nicht mehr notwendig war. Das AddOn ermöglichte

auch, direkt zu überprüfen, ob die Shunts richtig angeschlossen waren und um noch kurzfristig sehr einfach Konfigurationsänderungen durchzuführen.

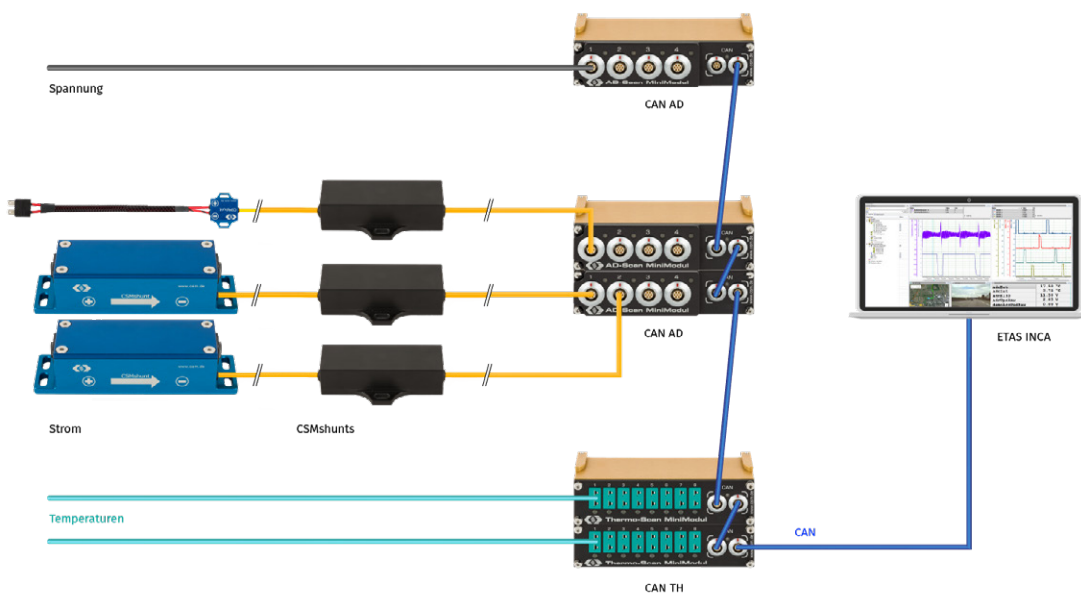


Abb. 4: Schematischer Messaufbau im Fahrzeug.



»Gerade bei einer großen Menge an Messtechnik ist Kompatibilität und eine einfache Konfiguration für uns besonders wichtig. Fahrzeugtesting ist ein komplexes Geschäft mit vielen Akteuren – da ist es entscheidend, flexibel und gleichzeitig effizient

zu sein. Daher schätzen wir die Zusammenarbeit mit CSM: Hier bekommen wir das Gesamtpaket aus qualitativ hochwertiger Hardware und individuell angepassten Softwarelösungen.«

Christian Juwan, Produktmanager Vehicle Benchmarking, AVL

## Energiesparen im Innenraum

Die durchschnittliche Leistungsaufnahme des Bordnetzes lag dabei bei rund 500 Watt: Neben der Steuerung der Fahrzeugfunktionen (Beleuchtung, Scheibenwischer, Fensterheber, Türöffner) verbrauchten die Klimaanlage und die Heizung sowie das Infotainmentsystem den meisten Strom (Abb. 5). Mit der steigenden Anzahl an elektrischen Komponenten im Niedervoltbordnetz muss von den Herstellern auch über Energiesparmaßnahmen, beispielsweise über automatische, intelligente Ein- und Abschaltssysteme entsprechend der typischen Verwendung der Nutzer nachgedacht werden. Wie diese umgesetzt werden und

welche anderen Strategien für das Energiemanagement Anwendung finden, war Teil der Auswertung des Benchmarkings.

»Beim Benchmarking geht es nicht nur um die reine Erfassung und Darstellung von absoluten Werten, sondern genauso um die Einordnung und Interpretation der Ergebnisse. Dabei spielt das Erkennen von Trends in der Fahrzeugentwicklung und die Detektion der Strategien der Konkurrenz eine wesentliche Rolle.«

Christian Juwan, Produktmanager Vehicle Benchmarking, AVL

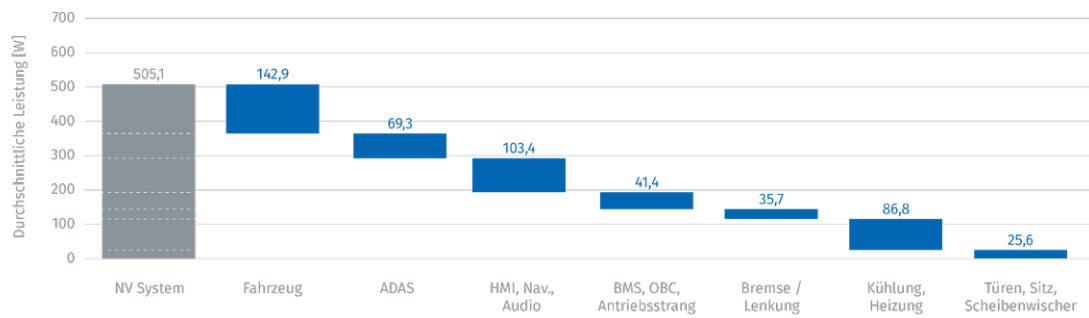


Abb. 5: Die Grafik zeigt die durchschnittliche Leistungsaufnahme des Niedervoltbordnetzes im Watt. Der erste Balken ganz links stellt dabei den Gesamtverbrauch des Systems dar. Die weiteren Balken repräsentieren die jeweiligen Komponenten und deren Anteil am Verbrauch. (AVL List GmbH)



## Einmal ausrüsten – alles testen

Mit den CSMshunts und den AD Modulen ließen sich die Ströme aller Verbraucher im Niedervoltbereich des Fahrzeugs einfach und sicher messen. Mit den verschiedenen Varianten konnte dabei je nach

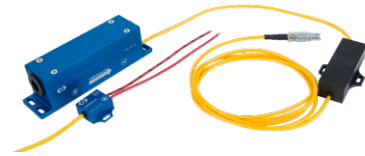
Bedarf der passende Messwiderstand ausgewählt werden. Durch ihre robuste Bauart waren sowohl die Shunts als auch die Messmodule für Anwendungen im Fahrversuch und auf dem Prüfstand geeignet.



## Verwendete Produkte

### CSMshunt / CSMshunt fuse

Die Gerätefamilie CSMshunt erweitert das Anwendungsspektrum der CAN- und EtherCAT-basierten AD MiniModule von CSM. Mit Anschluss an die AD MiniModule ermöglichen die CSMshunts ein präzises und sicheres Erfassen von Strömen im Bordnetz und generell an beliebigen Verbrauchern. Dabei werden die CSMshunts direkt in den zu messenden Strompfad eingeschleift.



### AD4 MC 10

Das AD 4 MC 10 verfügt über 4 bipolare, galvanisch getrennte Spannungseingänge. Zusätzlich sind sie mit einer sehr genauen, bipolaren Sensorversorgung ausgestattet, die kanalweise einstellbar ist.



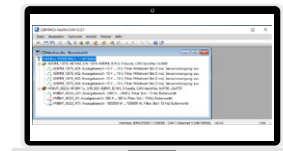
### THMM 8 pro Typ K

Das THMM 8 pro Typ K verfügt über 8 Eingänge für Temperaturmessungen mit Thermoelementen vom Typ K und wurde für den Einsatz unter extremen Betriebstemperaturen konzipiert. Die Messeingänge sind mit Mini-Thermo-Einzelbuchsen sowie mit zweifarbigen LEDs ausgestattet. Die Messdatenrate pro Kanal beträgt maximal 200 Hz.



### CSM INCA AddOn

Die zwei Software-Ergänzungen CSM INCA AddOn CAN und CSM INCA AddOn ETH ermöglichen eine einfache Integration der CSM Messmodule und der ECM Abgasmessmodule in die Mess- und Verstellsoftware INCA von ETAS.



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)

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

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

Site d'Archamps  
60, rue Douglas Engelbart • Immeuble ABC 1, Entrée A – 1er étage  
74160 Archamps, France  
☎ +33 450-95 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.