

WLTP Leistungsmessung an Elektro- und Hybridfahrzeugen



HV Leistungsmessung

Für die Typgenehmigung neuer Personenkraftwagen müssen die Verbrauchswerte gemäß dem neuen "Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure" (WLTP) angegeben werden. Dies gilt auch für reine Elektrofahrzeuge und Plug-In-Hybride. Zur Reichweitenbestimmung muss die verbrauchte elektrische Energie auf dem Prüfstand anhand im WLTP definierter Fahrzyklen genau gemessen werden. Für die Fahrzeughersteller sind darüber hinaus die Energieverluste und das Leistungsprofil wichtig, um die Fahrzeugperformance zu analysieren. Dazu wird die Leistung mit dem Vector CSM E-Mobility-Messsystem online sowohl während der Testfahrt im Fahrzeug als auch beim Ladevorgang effizient und hochgenau gemessen.

Ladestation

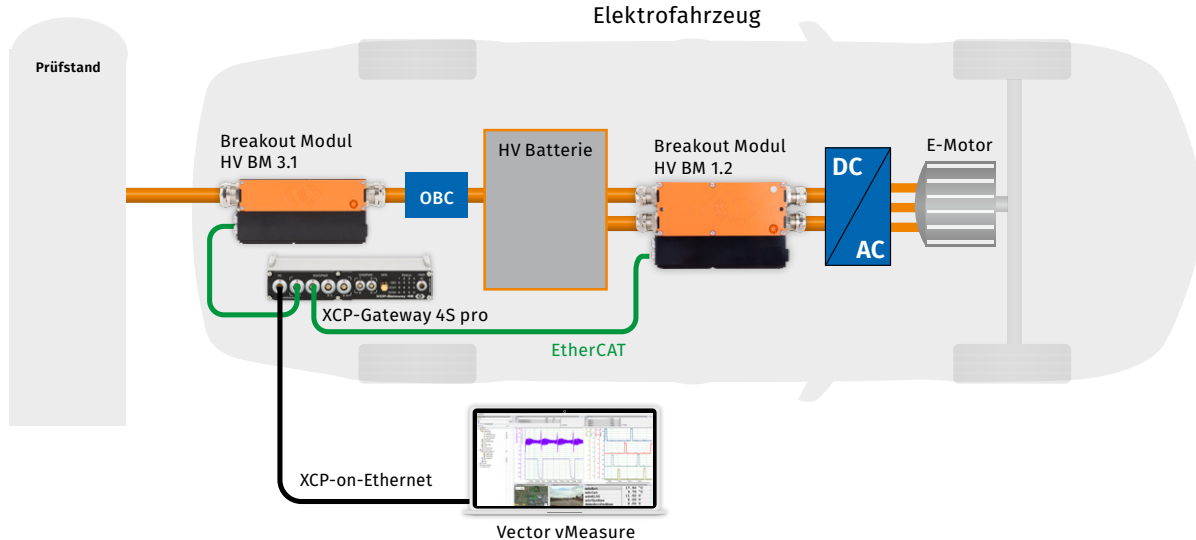


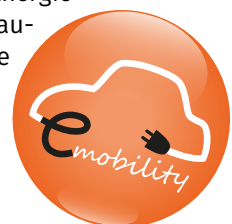
Abb. 1: Messung der elektrischen Energiezufuhr nach WLTP mit dem Vector CSM E-Mobility-Messsystem auf einem Prüfstand



Hintergrund

Die WLTP-Testzyklusfahrten werden jeweils mit vollständig geladener Batterie gestartet. Jede Zyklusfahrt wird auf dem Prüfstand mehrmals durchgeführt, bis die Batterie entladen ist. Auf diese Weise wird die rein elektrische Reichweite bestimmt. Für Plug-in-Hybridfahrzeuge wird die elektrische Reichweite im Verhältnis zur Gesamtreichweite bestimmt.

Dazu wird die letzte Zyklusfahrt mit leerer Batterie zu Ende gefahren. Danach wird der Energiefluss in das Fahrzeug zur Komplettaufladung gemessen. Die verbrauchte Energiemenge und die Reichweite ergeben den Energiebedarf in kWh/100 km.





Herausforderung

Abbildung 2 zeigt die Batteriespannung U , den Strom I und die Geschwindigkeit v einer solchen Messung für Plug-in-Hybridfahrzeuge. Die erste Testzyklusfahrt wurde rein elektrisch durchgeführt, während die Batterie am Ende des zweiten Laufs entladen und schließlich die letzte Wiederholung mit leerer Batterie durchgeführt wurde. Die Spannung der anfänglich voll aufgeladenen Batterie fiel während des Laufs von 405 V auf 353 V ab und erholte sich im letzten Lauf durch Rekuperation ein wenig auf 355 V. Das Stromsignal zeigt, dass zeitweise fast 200 A im "extra hohen" Teil erreicht wurden. Die Erholung kann leicht an negativen Strömen erkannt werden. Eine Herausforderung besteht darin, dass die Rohwerte keine direkte Bestimmung des Verbrauchs ermöglichen. Mit den Messdaten muss entsprechend der Geschwindigkeit, im Idealfall in Echtzeit für die fortlaufende Kontrolle, die verbrauchte Energie errechnet werden. Dafür müssen die Daten auch mit hoher Auflösung vorliegen.

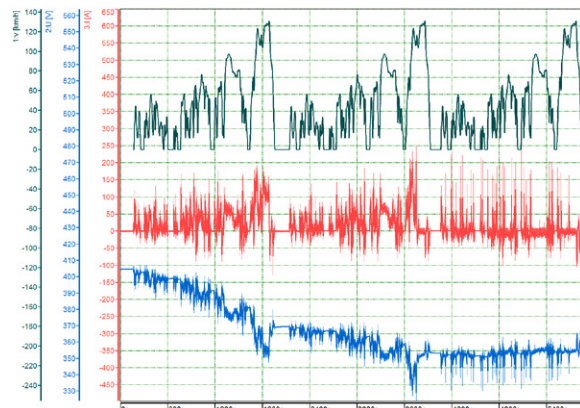


Abb. 2: Batteriespannung U (blau), Strom I (rot) und das WLTP Geschwindigkeitsprofil (grün) für den Fahrzyklus Klasse-3



CSM Messtechniklösung

Die Lösung ist das **Vector CSM E-Mobility-Messsystem**: Eine perfekt abgestimmte Toolchain bestehend aus HV-sicheren Messmodulen, ECU-Messtechnik und einem Software-Tool für die synchronisierte Online-Datenerfassung und Datenanalyse für Prüfstands- und Straßentests.

Für die WLTP-Prüfstandsmessung werden **CSM HV Breakout-Module (HV BM)** vor dem Ladegerät und nach der Batterie angeschlossen (Abbildung 1). Mit Ihnen werden Strom und Spannung synchron mit einer hohen Abtastrate bis 1 MS/s gemessen. Die HV Breakout-Module von CSM wurden speziell für dezentrale und sichere Messanwendungen an Hochspannungskabeln entwickelt. Die wählbaren HV BM-Shunt-Module sind fest installiert und haben einen Nennstrombereich von 50 A bis 800 A.

Mit dem Vector **eMobilityAnalyzer** wird die Energie in Echtzeit während der Testzyklusfahrt und beim Ladevorgang errechnet. In diesem Fall ist die Funktion 'DCAnalysis' des eMobilityAnalyzer von vMeasure sehr nützlich. Neben der Welligkeit von Spannung und Strom bestimmt diese Funktion die Wirkleistung P [Einheit W oder kW] und den kumulierten Verbrauch W [Einheit Wh oder kWh]. Sollen auch die Verluste aus dem Ladevorgang

ermittelt werden, ist hierfür die Funktion 'ChargerEfficiencyAnalysis' geeignet. Sie bestimmt die vom Bordladegerät aufgenommene und gelieferte Leistung, die akkumulierten elektrischen Leistungen des Ein- und Ausgangs und daraus den Wirkungsgrad des Ladegeräts.



Abb. 3: CSM Hochvolt Breakout-Modul HV BM 1.2

Abbildung 4 zeigt die effektive Leistung P und den akkumulierten elektrischen Verbrauch W für die in Abb. 2 gezeigte Messung. Die Leistung folgte der Beschleunigung des Zyklus und enthält durchgehend kurze Spitzen, sowohl im motorischen als auch im Erholungsmodus. Die aufgenommene Wirkleistung betrug bis zu 75 kW und die Rekuperation nur -38 kW. Beim ersten rein elektrischen Lauf wurde ein Verbrauch von 5,14 kWh ermittelt. Dies entspricht ca. 22,1 kWh pro 100 km. Der zweite Lauf konnte nicht vollständig elektrisch durchgeführt werden und der Energieverbrauch sank entsprechend auf 4,04 kWh. In der letzten Wiederholung war die Batterie bis auf die vom Bremsenergierückgewinnungssystem zurückgewonnene Energie leer. Die Energiebilanz zeigt, dass die Batterie während des letzten Laufs mit -0,13 kWh durch Erholung aufgeladen wurde.

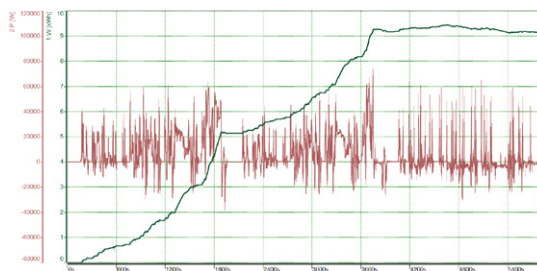


Abb. 4: Wirkleistung P (rot) und Energieverbrauch W (grün) eines Plug-In-Hybridfahrzeuges nach WLTP

was zu einer genaueren Bestimmung des Verbrauchs führt. Eine Kombination verschiedener Funktionen ermöglicht es auch, den Gesamtenergiefluss vom Stromnetz zum verbrauchten Batteriestrom zu untersuchen.

Dieses Beispiel veranschaulicht, wie mit dem eMobilityAnalyzer der Energieverbrauch von Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeugen effizient ermittelt werden kann. Aufgrund der hohen Abtastrate können auch kurze Leistungsimpulse erfasst werden,

Da das Messsystem im Fahrzeug installiert ist, kann die Verbrauchsmessung anschließend ebenfalls für RDE-Tests (Real Driving Emissions) im realen Straßenverkehr durchgeführt werden.

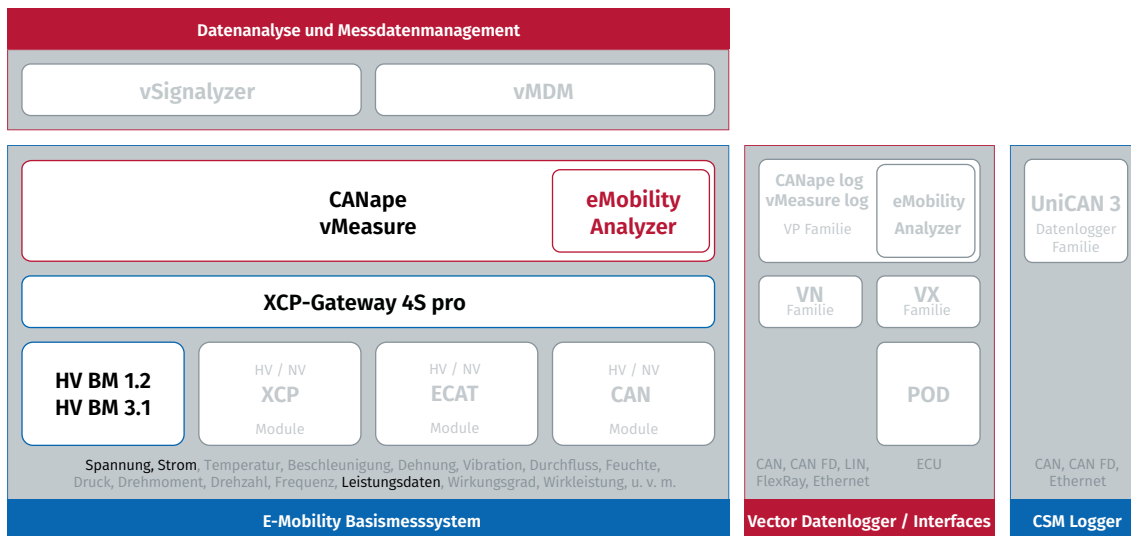


Abb. 5: Die WLTP Leistungsmessung an Elektro- und Hybridfahrzeugen in der Systematik des Vector CSM E-Mobility-Messsystems



Vorteile

- ▶ Innovative, schnelle, präzise und flexible Messung zur Validierung und Verifizierung von elektrischen Hochspannungssystemen im Labor und bei Straßentests.
- ▶ Wie alle Messmodule von CSM sind die HV BM klein, robust und für die direkte Montage im Fahrzeug ausgelegt. Das Fahrzeug muss nicht mit zusätzlichen Stromsensoren, langen Messkabeln und Messgeräten ausgestattet werden. Dies spart nicht nur Zeit und reduziert das Risiko für Messfehler, sondern verkürzt auch die Messkette und verbessert die Qualität der Messung.
- ▶ Synchrone Aufzeichnung aller Signale, einschließlich ECU-Signale oder Fahrzeugbussignale.
- ▶ Die Leistungsfähigkeit der Messsoftware vMeasure exp macht es einfach, komplexe mathematische Operationen an Messkanälen während der Messung in Echtzeit durchzuführen. Somit können neben der Aufzeichnung der direkt gemessenen Signale auch gefilterte Signale oder die Ableitung von Signalen synchron visualisiert und aufgezeichnet werden. Sie können sogar als Triggersignal fungieren.
- ▶ Die Benutzer können die Strom- und Spannungsdynamik im Bordnetz und an den HV-Komponenten einfach und genau messen und erhalten während der Straßentests sofortiges Feedback, wodurch die Überprüfung und eine anschließende tiefere Analyse wesentlich effizienter werden.
- ▶ Nahtlose, automatisierte Analyse und Darstellung der Messdaten über die Software Vector vSignalizer.



Verwendete Produkte

HV Breakout-Modul – Typ 1.2

Das HV Breakout-Modul (BM) Typ 1.2 wurde für einphasige Messungen von Strom, Spannung und Leistung konzipiert. Es ist ideal geeignet für die Messung an großen Verbrauchern wie Elektromotoren, die mit separaten Kabeln für HV+ und HV- ausgestattet sind. Das HV Breakout-Modul 1.2 ist in zwei Versionen zum Anschluss über Kabelverschraubungen oder PL500 Stecksystem (HV BM 1.2C) verfügbar.



HV Breakout-Modul – Typ 3.1

Das HV Breakout-Modul (BM) Typ 3.1 wurde für die dreiphasige Ermittlung von Leistung, Strom und Spannung an HV-Spannung führenden Kabeln mit Strömen von bis zu ± 32 A entwickelt. Dabei bietet die dreiphasige Messung mit nur einem einzigen Messgerät enorme Kosten- und Platzvorteile.



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 oder per E-Mail unter 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
178, rue des Frères Lumière • Immeuble Alliance – Entrée A
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.