Ladevorgänge testen – Akzeptanz von Elektrofahrzeugen steigern

Weltweit E-Fahrzeuge laden zu können, ist ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung und der Verbesserung von Komponenten, die an den Ladevorgängen beteiligt sind. Nationale Unterschiede der Stromnetze sowie individuelle Eigenschaften der Ladegeräte stellen dabei die größten Herausforderungen dar. Bei der Prototypen-Entwicklung eines neuen E-PKWs mit modifiziertem On-Board-Charger (OBC) mussten international Ladevorgänge und deren Rückwirkungen auf die Stromnetze messtechnisch genau untersucht werden. Dafür kam insbesondere das HV Breakout-Modul (HV BM) 3.1 OBC von CSM zum Einsatz.

Verfügbare Lademöglichkeiten erweitern

Für die Attraktivität der Elektromobilität ist es entscheidend, wie viele unterschiedliche Lademöglichkeiten genutzt werden können. Die Idee: Zeit und Wege für die Suche nach einer passenden Ladestelle für den Endverbraucher reduzieren. Daher arbeiten Fahrzeughersteller daran, die Kompatibilität ihrer

On-Board-Charger (OBC) mit den unterschiedlichen AC-Lademöglichkeiten zu verbessern. Besonders im Blick ist dabei einerseits das Laden der Fahrzeugbatterie an den weltweit unterschiedlichen Wallboxen bzw. Wechselstrom-Ladesäulen, andererseits auch an herkömmlichen (Stark-) Stromsteckdosen in den einzelnen Ländern. Dabei muss der Strom zunächst vom OBC, der wie ein Stromrichter funktioniert, in den für die HV-Batterie passenden Gleichstrom umgewandelt werden. Für problemloses Laden mit einem neu entwickelten OBC ist es entscheidend, wie er mit den unterschiedlichen Ladepunkten und Netzstandards zurechtkommt. Deshalb ist diese Komponente eine wichtige „Stellschraube" für die Verbesserung der Ladequalität. Ebenso ist relevant, dass die Ladevorgänge überall, unabhängig von lokalen oder nationalen Gegebenheiten sicher und einwandfrei funktionieren. Auch müssen mögliche Rückwirkungen auf das Stromnetz innerhalb bestimmter Grenzen bleiben. Die Grenzwerte für diese Rückwirkungen (dazu gehören unter anderem Oberschwingungsspannungen) sind in Normen festgelegt, deren Grenzwerte sich national unterscheiden können. Bei der Markteinführung eines neuen Fahrzeugs müssen diese Normen erfüllt werden.

»Um Aussagen über die korrekte Funktionsweise von AC-Ladevorgängen treffen zu können, muss die Messung von Strom, Spannung und Leistung zwischen Ladesäule und OBC durchgeführt werden.«

Johann Mathä, Manager E-Mobility, CSM GmbH

Was ist ein On-Board-Charger (OBC)?

Der On-Board-Charger, auch kurz „OBC" genannt, ist eine wichtige Leistungskomponente in Elektrofahrzeugen. Sie ermöglicht das Laden mit Wechselstrom (AC). Dazu gehören beispielsweise AC-Ladesäulen, die „Wallbox" zuhause oder die Haushaltssteckdose, anstatt das Fahrzeug nur an speziellen Schnell-Ladesäulen mit Gleichstrom (DC) anschließen zu können. Technisch gesehen handelt es sich beim OBC um einen Stromrichter, der Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt. In Elektrofahrzeugen benötigt die HV-Batterie Gleichstrom zum Laden. Durch den Einbau eines On-Board-Chargers wird also sichergestellt, dass jede verfügbare Ladesituation potenziell ausgenutzt werden kann – ein wichtiges Argument, wenn es um vorhandene Ladeinfrastruktur geht und damit auch um die Akzeptanz der E-Mobilität im Allgemeinen.

Unterschiedlichen Gegebenheiten – vergleichbare Messungen?

Wie muss der OBC ausgelegt sein, damit E-Fahrzeuge weltweit im Einsatz sein können? Um diese Frage beantworten zu können, müssen die Ladesituationen national und international genauer betrachtet und untersucht werden. Es gibt entscheidende Unterschiede, die auch bei der messtechnischen Erfassung der Ladevorgänge eine Rolle spielen. Dabei handelt es sich um Varianzen der Spannungen und Frequenzen, die Unterschiede in den Phasensystemen der Länder, verschiedene Stromkabel und Steckervarianten und natürlich generell die Stabilität der Verteilnetze. Als Beispiel ein Vergleich der Stromversorgung in Privathaushalten: In Europa sind redundante Maschennetze mit Dreiphasenwechselstrom (240 V / 50 Hz) üblich, während in den USA Einphasen-Dreileiter-Stromnetze (120 /240 V/ 60 Hz) dominieren, die anfälliger für starke Spannungsschwankungen sind.

»Nicht nur viele Messsituationen in kurzer Zeit sind eine Herausforderung, sondern auch, dass die Tests in hoher Qualität mit derselben Messtechnik durchgeführt werden. Nur so ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse möglich.«

Johann Mathä, Manager E-Mobility, CSM GmbH

Abb. 1: HV Breakout-Modul 3.1 OBC für die weltweite, ein- bis dreiphasige Messung von AC-Ladevorgängen.

Messtechnik im globalen Einsatz

Bei den Messungen wurden drei Prototypen getestet – jeweils ein Fahrzeug war in Nordamerika, eines in Asien und ein drittes in Europa im Einsatz. Die Spannungen und Ströme aus den Ladesäulen wurden mit einem HV BM 3.1 OBC gemessen. Mit der bereits integrierten Sternschaltung waren sowohl einphasige als auch zwei- und dreiphasige Messungen problemlos möglich.

»Das sehr schnelle Messen mit dem HV BM 3.1 OBC bei einer Datenrate über Ethernet von bis zu 2 MHz bietet eine hohe Auflösung – so können beispielsweise auch sehr kurze Ereignisse, wie Spannungsspitzen beim Ein- und Ausschalten oder Unterbrechungen der Stromversorgung, besonders genau untersucht werden.«

Jürgen Braunstein, Leiter Business Development, CSM GmbH

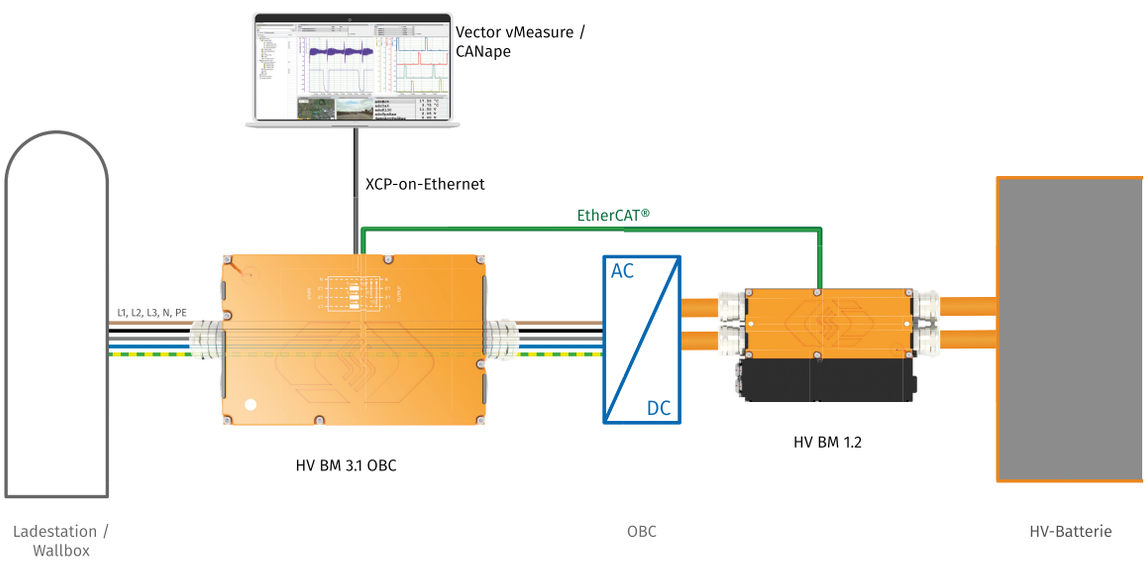

Abb. 2: Schematischer Messaufbau für die Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung zwischen AC Ladestation und OBC im Fahrzeug.

Messtechnik auch im Fahrzeug

Auch in den E-PKWs waren Messmodule verbaut. Zwischen OBC und der HV-Batterie wurde zur Strom- und Spannungsmessung für die Leistungsberechnung ein HV BM 1.2 verbaut. Mit diesen Messungen konnte unter anderem die Verlustleistung des jeweiligen Ladezyklus analysiert werden. Um parallel die Steuergerätedaten einzusehen, wurde der Fahrzeugbus über eine Vector-Schnittstelle ebenfalls in die Messung integriert. Die Datenweitergabe erfolgte über XCP-on-Ethernet mit einer Synchronisierung über das Precision Time Protocol (PTP – IEEE1588) direkt an ein Notebook.

Praktische Messkoffer-Anwendung

Für ein unkompliziertes Handling der mobilen Messtechnik außerhalb der Fahrzeuge war das HV BM 3.1 OBC in einem passenden Messkoffer verbaut worden, zu dem auch verschiedene Adapterkabel, für unterschiedliche AC-Stecker und AC-Ladekabel, gehörten. So mussten die Testfahrzeuge nur einmal messtechnisch ausgestattet werden und konnten dann einfach an den verschiedenen Ladestellen angeschlossen werden. Außerdem konnte der Messkoffer durch seine kompakten Abmessungen auch als Fluggepäck mitgenommen werden und war vor Ort sofort einsatzbereit. Die Stromversorgung des Messkoffers erfolgte über die Niedervolt-Fahrzeugbatterie oder über die Netzseite. Durch die Verwendung einer anwendungsspezifischen Messtechniklösung mit passenden Adapterkabeln entfiel die fehleranfällige und zeitintensive Installation durch Personal vor Ort.

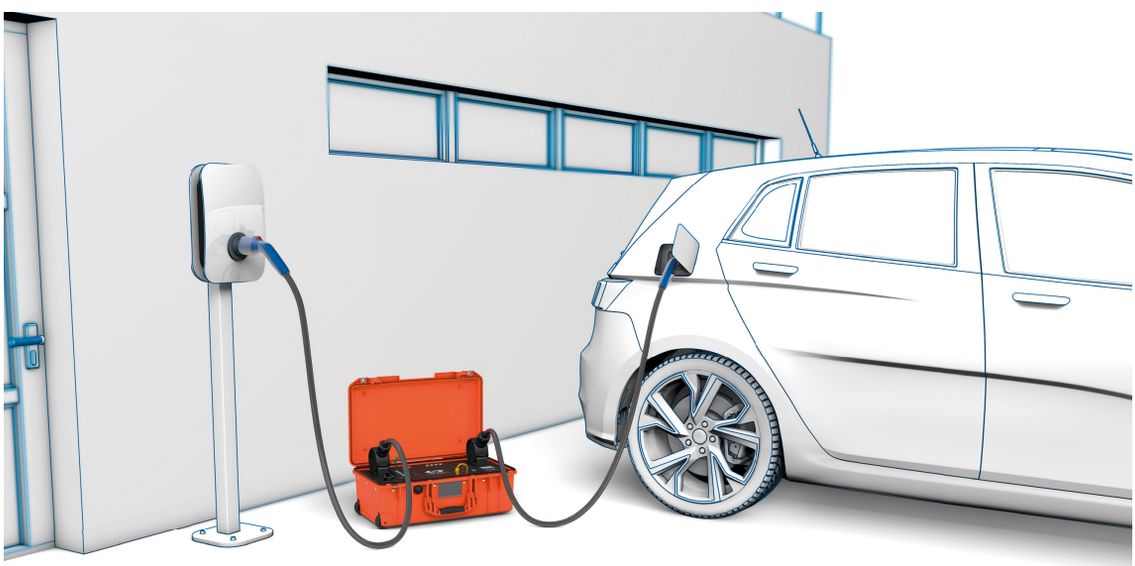

Abb. 3: Der anwendungsspezifische Messkoffer wird mit passenden Adapterkabeln einfach zwischen Ladestation und Fahrzeug angeschlossen.

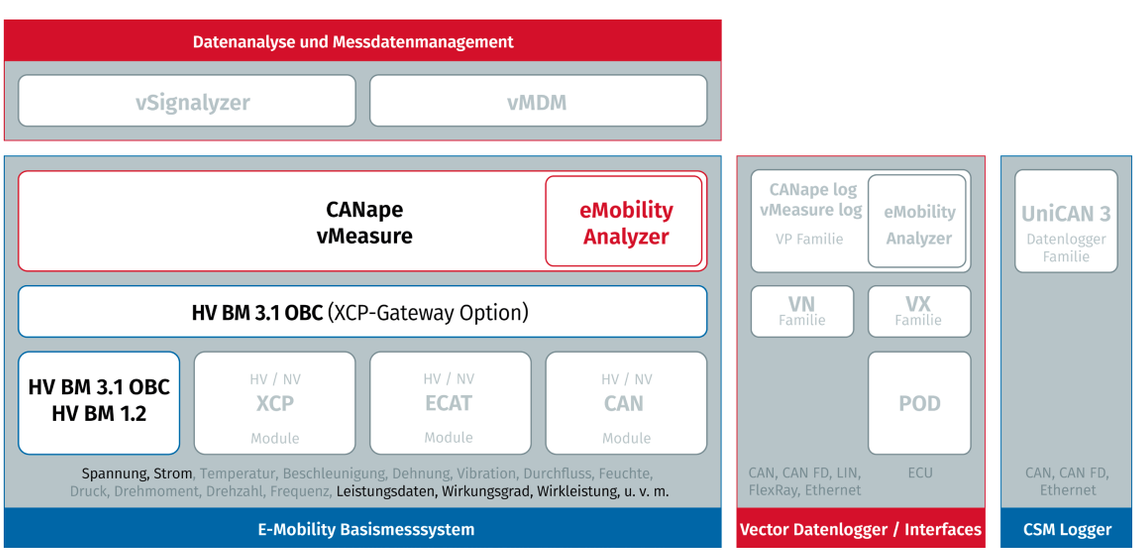

Abb. 4: Die Analyse von Ladevorgängen in der Systematik des Vector CSM E-Mobility-Messsystems.

Komplettlösung aus einer Hand

Mit dem HV BM 3.1 OBC mit integrierter Sternschaltung können verschiedene ein- bis dreiphasige AC-Ladevorgänge messtechnisch untersucht werden. Die dreiphasige Messung mit nur einem einzigen Messmodul bietet dabei erhebliche Kosten- und Platzvorteile. Durch die robuste und kompakte Messkofferlösung auf Basis des HV BM 3.1 OBC lassen sich viele Messungen in kurzer Zeit durchführen, denn mit den dazugehörigen Adapterkabeln ist ein schneller Anschluss der Messtechnik möglich. Außerdem ist durch die hohe Messdatenrate sichergestellt, dass auch schnelle Ereignisse, wie kurze Spannungsausfälle, erfasst werden können. Die flexible Erweiterbarkeit der Messkofferlösung, zum Beispiel durch die Integration weiterer Messmodule, ermöglicht Anpassungen je nach Messaufgabe und Anwendung vorzunehmen.

Verwendete Produkte

HV Breakout Modul – Type 3.1 OBC

Das HV Breakout-Modul (BM) Typ 3.1 OBC wurde für die ein- bis dreiphasige Messung von Spannung (U), Strom (I) und Leistung an Netzspannung führenden Kabeln im weltweiten Einsatz entwickelt.

Die Auslegung auf die Messung von Strömen von bis ±125 A oder 88 A_{rms} erlaubt die weltweite Analyse von AC-Ladevorgängen von Elektro- und Hybridfahrzeugen.

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.

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
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.

ISO 9001, ISO 14001
Zertifiziertes Integriertes Managementsystem für Qualität und Umwelt
www.tuev-sued.de/ms-zert

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-K-15214-01-00

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.

Copyright © 2024 CSM Computer-Systeme-Messtechnik GmbH

CSM_Testing Charging Processes_UC_0100
07.02.2024