



# EMV: Erkennen, Messen und Verbessern

Störfrequenzen von Hochvolt-Elektro- und Elektronikkomponenten können durch bestimmte Kopplungspfade in völlig andere Fahrzeugpartien ausstrahlen. Um die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen sicherzustellen, sind deshalb umfassende Schutzmaßnahmen weit über die Hochvoltkomponenten hinaus erforderlich.



In der eCHAMBER können Prüflinge von bis zu 1.000 kg Masse und mit bis zu 500 kW Antriebs- und Bremsleistung untersucht werden.

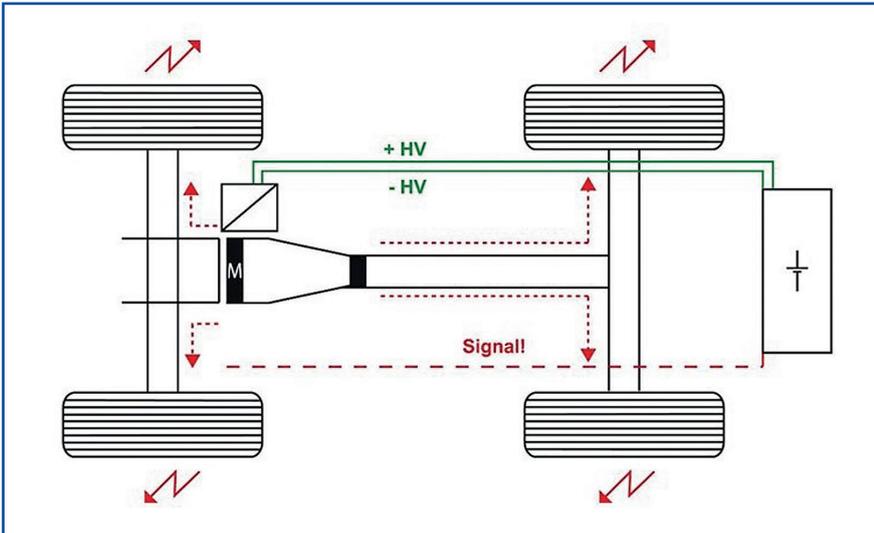
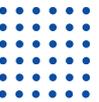
© Mooser

Die Mooser-Labore wurden 1989 von Jakob Mooser als „Ein-Mann-Garagenfirma“ gegründet. Es war der richtige Zeitpunkt, und es war die richtige Entscheidung, sich auf die Komponenten-EMV im Automotive-Bereich zu spezialisieren. Die Mooser-Labore gibt es heute gleich zweimal. Einmal die Jakob Mooser GmbH in Egling bei Mün-

chen und die Mooser EMC Technik GmbH in Ludwigsburg in der Nähe von Stuttgart. Beide Unternehmen sind rechtlich unabhängig, befinden sich jedoch zu 100 Prozent im Besitz von Jakob Mooser und so ist die Zusammenarbeit sehr gut und eng. Beide Unternehmen sind auf die EMV im Automotive-Bereich spezialisiert. Ein wichtiger Wach-

tumsbereich ist die Elektromobilität mit E-Antrieben, Batterien und andere Hochvolt-Komponenten.

Von Beginn an war Mooser mehr als nur ein Testlabor. Dank hervorragender Ingenieure bieten die zwei Unternehmen dem Kunden mehr als nur Tests nach Spezifikationen mit einem Report Pass/Fail. Seit jeher werden die Kunden



**EMV-Störungen aus dem Inverter oder E-Motor können sich bis zu den Antriebsachsen durchkoppeln und von dort aus Funkstörungen verursachen.** © Mooser

bei Grundlagenuntersuchungen, beim Erarbeiten von Spezifikationen, oder beim Entwickeln der EMV an einer Komponente durch optimierte Schaltungstechnik und optimierte Layouts unterstützt.

Die wichtigsten formalen Errungenschaften der Firmen Mooser sind:

- beide Labore sind akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025,
- beide Labore erarbeiten Typgenehmigungen nach UN Regulation No.10 (ECE-R10),
- alle Spezifikationen von Automobilherstellern weltweit können getestet werden,
- weltweite Anerkennung von allen großen OEMs,
- als eines der ganz wenigen Labore betreibt Mooser eine Reverberation Chamber.

### Meilenstein: Elektroantriebe im Automobil

Ein entscheidender Satz der Firmenphilosophie lautet: Stillstand ist Rückschritt. Das ist ein Ziel, das auch die Mitarbeiter mittragen. Ein Meilenstein in der Firmengeschichte war 2008. Das Zeitalter der Elektroantriebe im Automobilbereich hatte langsam begonnen.

Es war klar, dass für E-Antriebe die herkömmlichen EMV-Testmethoden nicht geeignet waren. Daher wurde mit deutschen OEMs und den Tier-1-Zulieferern darüber gesprochen, wie man E-Antriebe, Hochvolt-Batterien und andere Hochvolt-Komponenten sinnvoll und ef-

ektiv testen könnte. Ein Elektroantrieb mit 200 kW Leistung kann nicht auf einen normalen CISPR 25-/ISO 11452-Tisch gelegt und getestet werden. Er muss unter variablen Last- und Drehzahlbereichen untersucht werden.

Nach einigen Monaten wurde ein tragfähiges Konzept entwickelt und neun Monate später die erste Testkabine für E-Antriebe bei der Mooser EMC Technik GmbH in Ludwigsburg in Betrieb genommen. Die Antriebs- und Bremsleistung betrug 100 kW. Die Testkabine ist unter dem Namen eCHAMBER geschützt.

Die Testkabine war ein voller Erfolg. Zwei Jahre später, Ende 2010, wurde die zweite eCHAMBER im Ludwigsburger Labor installiert. Inzwischen sind dort noch zwei weitere eCHAMBER in Betrieb. Diese aber mit jeweils 250 kW Antriebs- und Bremsleistung. Die Prüflingsaufnahme für Motoren, Achsantriebe, Getriebe, Hybridgetriebe – auch für Nutzfahrzeuge – ist für Prüflinge bis 1.000 kg Masse geeignet. Weltweit sind unter anderem in China und Südkorea sechs weitere eCHAMBER im Einsatz. Eine davon mit 500-kW-Antriebs- und Bremsleistung.

Mit der Inbetriebnahme der ersten eCHAMBER in Ludwigsburg wurde bereits in Zusammenarbeit mit den deutschen OEMs, den Tier 1-Zulieferern und internationalen Partnern mit den Arbeiten an der Normung begonnen. Die meisten Grundsatzuntersuchungen für den Hochvolt-Teil der CISPR 25, Edition 4 und der ISO 7637-4 wurden im Labor

von der Mooser EMC Technik GmbH durchgeführt. Ebenso erfolgten viele Untersuchungen für den Teil Chamber Validation der CISPR 25, Edition 4, im Ludwigsburger Labor. Die Technologie der eCHAMBER ist auch heute noch, mehr als zwölf Jahre nach ihrer Entwicklung, uneingeschränkt gültig.

### Eigene Messverfahren für HV-LV-Kopplung

Die Tests von Antrieben, Inverters, Motoren, Hybridantrieben, Hybridgetrieben, Hochvolt-Batterien und anderen Hochvolt-Komponenten führt Mooser im Bereich bis 250 kW Antriebs- und Bremsleistung durch.

Bei den Elektroantrieben gibt es einen wichtigen, aber in vielen Fällen nicht beachteten Effekt. Der Inverter, der die Gleichspannung der Batterie zerhackt und daraus einen Dreiphasen-Wechselstrom erzeugt, produziert sehr intensive Hochfrequenzstörungen und koppelt diese in die Spulen der Antriebsmotoren ein. Von dort wirken sie auf den Läufer des Elektromotors und von diesem werden sie über die Motorwelle in das Getriebe eingekoppelt. Solange sich der Motor nicht dreht, schließen die Kugellager die Störungen gegen das Motorgehäuse kurz. Dreht sich der Motor, und damit auch das Getriebe, baut sich in den Kugellagern ein Ölfilm auf. Die Kugellager werden hochohmig und die Störungen werden nicht mehr auf das Gehäuse kurzgeschlossen. Die Störungen setzen sich von der Motorwelle kapazitiv über die Zahnräder durch das Getriebe fort und werden dann sehr häufig über die Steckachsen abgestrahlt und stören den Rundfunkempfang im Autoradio.

Für diese Phänomene, die lange Zeit vielen Marktteilnehmern nicht so geläufig waren, hat Mooser eigene Messverfahren entwickelt. So kann etwa an einem Getriebe die Auskopplung der Motorstörungen über die Achsen bereits bei der Konstruktion des Getriebes gemessen werden, ohne dass dazu der Inverter als Störungsquelle benötigt wird.

Die sogenannte HV-LV-Kopplung ist bei vielen Komponenten ein Störfaktor und muss auf Komponentenebene zu einem Zeitpunkt untersucht werden, zu dem die Hauptstörquelle, der Inverter,



**Blick hinter die Kulissen: Antriebs- und Bremseinheit einer eCHAMBER mit einer Leistung von 250 kW.** © Mooser

noch nicht verfügbar ist. Dafür hat Jakob Mooser Ersatzmessverfahren entwickelt und untersucht/entstört die entsprechenden Komponenten bereits in der Entwicklungsphase. In allen Fällen wird so in den Projekten eine große Zeit- und Kostenersparnis realisiert.

Um die Störaussendungen systematisch zu verhindern, werden bereits Filter an den Inverterausgängen zu weiteren Hochvolt- oder 12/24-V-Komponenten erprobt. Diese Filter verbessern die Standfestigkeit und Reparaturfreundlichkeit der elektrischen Komponenten. Außerdem begrenzen sie den Aufwand und die Kosten für Abschirmmaßnahmen auf den mechanischen Teil des Antriebsstrangs. Beispielsweise kann dadurch die Schirmung eines Batteriedeckels entfallen.

Gemeinsam mit Kunden und Partnern hat Mooser umfangreiche Grundlagenuntersuchungen zur EMV an Hochvoltantrieben durchgeführt. Diese Erkenntnisse wurden in die Normen

CISPR 25-4 und ISO 7637-4 überführt, die wesentliche Leitlinien für EMV-Messungen an Hochvoltantrieben definieren. Für die frühzeitige Messung der Komponenten hat Mooser ebenfalls in Zusammenarbeit mit vielen Automobilherstellern und Komponentenlieferanten spezielle Prüfstände entwickelt. Sie ermöglichen EMV-Messungen beim simulierten Fahren, Bremsen/Rekuprieren, mit variabler Drehzahl und variablem Drehmoment und bei Wellenstörungen.

### **EMV gehört in das Lastenheft**

Optimalerweise ist die EMV schon im Lastenheft umfassend verankert. Aktuell sind Konzepte mit geschirmtem Hochvoltkabel gebräuchlich. Bei diesen Schirmsystemen kann aber durch die Verkopplung zwischen Hochvolt- und 12-V-Bereich potenziell jede Hochvoltkomponente unerwünschte Abstrahlungen über das 12/24-V-Bordnetz oder

über die Mechanik von E-Motor und Getriebe aussenden. Hier sind besondere Schutzkonzepte gefragt, die eine Störaussendung über diese Pfade minimieren.

Neben weiteren Investitionen für die elektrische Antriebstechnik, in Verbindung mit der Brennstoffzellentechnik, werden sich die Mooser-Labore zukünftig intensiver den Testverfahren für das autonome Fahren widmen. Bei diesem sicherheitsrelevanten Thema kann man noch viel Abstimmungsbedarf mit OEMs und Tier-1-Zulieferern erwarten. ■

**Jakob Mooser GmbH**  
**Mooser EMC Technik GmbH**  
[www.mooser-consulting.de](http://www.mooser-consulting.de)



**Jakob Mooser** ist geschäftsführender Gesellschafter der Jakob Mooser GmbH und der Mooser EMC Technik.