

Für hohe EMV-Schirmdämpfung

## Faserverbund-Kunststoffmaterialien für Leichtbauanwendungen in Gehäuseplatten

Ob in Automobil-, Flugzeug-, Elektronik- und Kommunikationstechnik: Moderne Elektronik und Sensorik hält immer stärker Einzug in technische Geräte. Doch die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der elektrischen Systeme ist mit herkömmlichen Entstörmaterialien für verschiedenste Zukunftstechnologien immer weniger gewährleistet.



**Bild 1: Untersuchte Carbonfaser/PA6-Halbzeuge**

Die Aussendung der hochfrequenten elektromagnetischen Wellen verursacht Störungen in anderen elektrischen Systemen, deren Funktion hierdurch eingeschränkt wird. Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der elektrischen Systeme ist mit herkömmlichen Entstörmaterialien für verschiedenste Zukunftstechnologien teilweise nicht mehr gewährleistet. Neuartige Materialien für Gehäusemodule, Höchstfrequenzleiterplatten und Koaxialleitungen werden zwingend für Frequenzen oberhalb von 2 GHz benötigt.

### Kunststoff und Metall

Neben Metallgehäusen sind bereits modifizierte Kunststoffgehäuse [1] zur Abschirmung der elektronischen Bauteile im Einsatz. Hierbei werden den Kunststoffen spezielle Additive zur Erhöhung der Schirmdämpfung zugesetzt. Die elektrische Leitfähigkeit der Kunststoffe spielt insbesondere für den Reflexionsterm der Schirmdämpfungseigenschaften eine Rolle [2] und kann ab einer gewissen Perkolationschwelle [3] durch den Zusatz einer breiten Palette an Additiven erreicht werden.

In der Fahrzeugtechnik werden immer mehr Bauteile, welche aus Aluminium oder hochfesten Stählen hergestellt wurden, durch thermoplastische Kunststoffe oder Faserkunststoff-Verbunde substituiert [4]. Vor dem Hintergrund, die Fahrzeuge zum einen deutlich leichter zu machen, aber auch um neue Funktionalitäten bei gleichzeitig guter Festigkeit in die Bauteile zu integrieren, sind in den letzten Jahren eine Vielzahl von Technologien entwickelt worden, welche insbesondere in der jetzt stark nachgefragten Elektromobilität eine Anwendung finden. Als Verstärkungsfasern der thermoplastischen Kunststoffe werden häufig Carbonfasern verwendet [5,6,7].

Die Kombination aus dem Leichtbaupotential der carbonfaserverstärkten Kunststoffe, ihrer elektrischen Leitfähigkeit und der damit bedingten Anwendung im EMV-Bereich ist durchaus bekannt. Ziel der hier erläuterten Untersuchung war jedoch, die EMV-Eigenschaften der CFK-Halbzeuge detailliert zu untersuchen. Hierbei wurden Schirmdämpfungseigenschaften dieser Materialien nachgewiesen [8], die jenen klassischer Metallgehäuse nur unwesentlich nachstehen. Weiterhin bietet das verwendete Herstellungsverfahren weitreichende Ansatzpunkte für die Bauteilverarbeitung und für weitere Modifikationen und Kombinationen mit anderen funktionellen Materialien [9,10].

Ondulationen der Fasern an den Kreuzungspunkten der Gewebe schwächen das Konstrukt in seiner Festigkeit.

### Ergebnisse

Um Carbonkurzfasern möglichst homogen und ohne Vorzugsrichtung in einer Polymermatrix zu verteilen, wurde der Ansatz zur Herstellung über ein Hybridvlies aus Carbon- und Polymerfaser mit Flächengewichten von ca. 100 g/m<sup>2</sup> gewählt. Dieses kann anschließend unter Aufschmelzen der Polymerfasern in verschiedenen Schichtdicken heißverpresst werden [11,12,13]. In den hier dargelegten Untersuchungen wurden 2 mm starke Polyamid-6-Halbzeuge mit Carbonfaserlängen von 3 bis 6 mm hergestellt (Bild 1).

Diese Materialien wurden verschiedenen genormten EMV-Prüfungen unterzogen. In der Materialanalyse ASTM ES 7/83 (Transmissionsdämpfung bis 1 GHz) konnten für eine Probe fast 100 dB Dämpfung erzielt werden (s. Bild 2). In der VG-Schirmdämpfungsanalyse besitzt dieses Material die höchste EMV-Eigenschaft. Prinzipiell sind HF-Materialdämpfungen von 70 dB bis fast 100 dB für Polymermaterialien nach den verschiedenen Normen ein sehr gutes Ergebnis.

Die mechanischen Eigenschaften werden nicht allein durch die Wahl der textilen Verstärkungsform bestimmt. Der Verstärkungsfaseranteil und der Verstärkungsfasertyp (z.B. Glasfaser oder Carbonfaser) haben einen maßgeblichen Einfluss auf die mechanischen Kennwerte.

Auf diese Weise kann über die gezielte Festlegung der beschriebenen Konfigurationen ein geeignetes Material gemäß den vorliegenden Anforderungen entwickelt werden.

Autoren:

Dr.-Ing. Frank Gräbner, Ass. Prof. (BG)\*,  
Eng. Ronny Kemter\*,  
Dipl.-Ing. (FH) Christian Kallmeyer\*  
Dr. rer. nat. Erik Wächtler\*\*,  
Dipl.-Wi.-Ing. Sebastian Nendel\*\*

\* IMG Electronic & Power Systems GmbH  
www.img-nordhausen.de

\*\* Cetex Institut gGmbH, Chemnitz  
www.cetex.de

Bei der anforderungsgerechten Auslegung eines geeigneten FKV-Materials gilt: Das richtige Material an der richtigen Stelle. Die mechanischen Eigenschaften aus den Zug-, Biege- und Schlagzähigkeitsprüfungen der Carbonfaser/PA6-Materialien sind in Tabelle 1 aufgelistet und zeige, dass diese auch unter dem Aspekt der Faserverstärkung von Kunststoffen konkurrenzfähig sind.

### Zusammenfassung und Ausblick

Mit fast 100 dB Schirmdämpfung wurden sehr gute EMV-Materialmesswerte nach dem Messverfahren ASTM ES 7/83 gemessen.

Die hohe EMV-Schirmdämpfung, verbunden mit den guten mechanischen Eigenschaften der hohen Festigkeit und des geringen Gewichtes bieten den Anwendern ein leichteres und festes Gehäuse, als zum Beispiel Metallgehäuse, welche aus vielen Einzelteilen aufgebaut sind und nur eine mittlere Schirmung bei einem höheren Gewicht aufweisen. Höhere Schirmdämpfungswerte ergeben auch die Möglichkeit schneller durch den EMV-Test für das CE-Zeichen zu kommen und somit weiter geringere Personal- und Materialkosten einzusetzen.

Die Beimischung von Additiven verfolgt das Ziel, den Kunststoff dauerhaft leitfähig zu machen.

Für thermoplastische Kunststoffe sind bereits sogenannte Ruß-Compounds erhältlich, welche dem Kunststoffgranulat zugeführt werden müssen [14,15]. Aus werkstofflicher Sicht können unterschiedliche Kunststoffe und Additive in der gleichen Form verarbeitet werden.

Somit bietet das vom Institut Cetex gGmbH und der IMG Electronic & Power Systems GmbH entwickelte FKV Material hohe Potentiale auf dem Einsatzgebiet der Automobile (E Mobility), der Elektronik, der EMV, der Kommunikationstechnik und der Flugzeugtechnik.

### Literatur

[1] Bopla Gehäuse Systeme GmbH: Broschüre: Informationen über EMV-Schutz aus

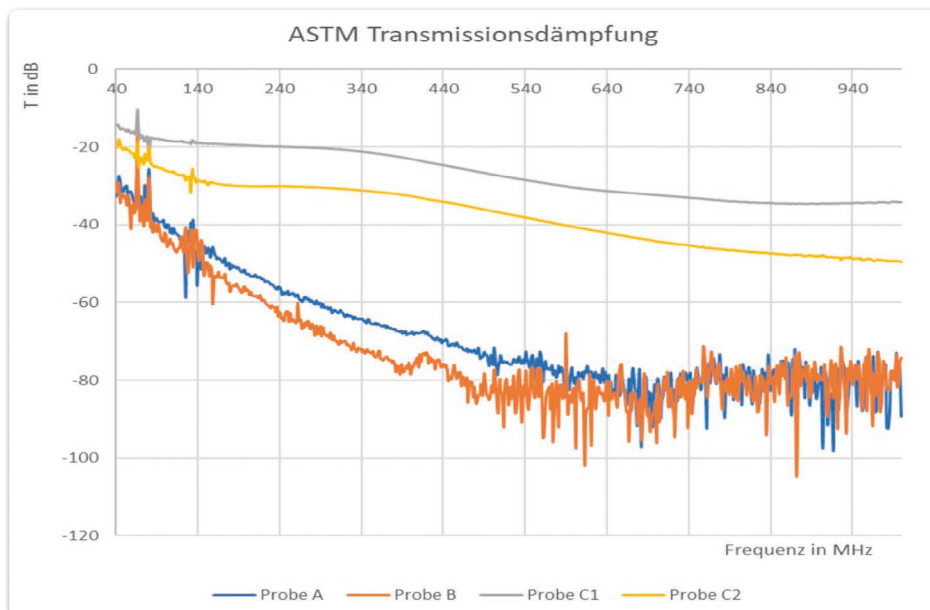


Bild 2: EMV-Messungen nach ASTM ES 7/83 verschiedener Carbonfaser/PA6-Proben

dem Hause BOPLA, [www.avs-phoenix.at/pdf/BOPLA\\_EMV-Brosch%C3%BCre\\_04.pdf](http://www.avs-phoenix.at/pdf/BOPLA_EMV-Brosch%C3%BCre_04.pdf), abgerufen am: 23.03.2021

[2] Aron Tesfalem Berhe, Frank Gräbner: Einflüsse auf die Abschirmung, hf-praxis 3/2020, S. 34–37

[3] Leute, U.: Kunststoffe und EMV. Elektromagnetische Verträglichkeit mit leitfähigen Kunststoffen, Kontakt & Stu, Band 678, Renningen, expert verlag 2016

[4] Neitzel, M., Mitschang, P. u. Breuer, U. (Hrsg.): Handbuch Verbundwerkstoffe. Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung, München, Hanser 2014

[5] Dishovsky, N.: Rubber based composites with active behavior to microwaves. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy 44 2, S. 115–122

[6] ITW Chemische Produkte GmbH Co. KG: Technisches Datenblatt CRAMOLIN EMV - LACK Art. Nr.124, 2010, [www.itwcp.de/product-1241411](http://www.itwcp.de/product-1241411).

[html?file=tl\\_files/downloads/cramolin/lacke/emv-tech\\_datenblatt.pdf](http://html?file=tl_files/downloads/cramolin/lacke/emv-tech_datenblatt.pdf)

[7] Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg 2005

[8] Gräbner, F.: EMV-gerechte Schirmung. Magnetmaterialien für die Schirmung - Praxisbeispiele - Gerätedesign, Wiesbaden, Springer Vieweg 2016

[9] DIN EN ISO 527-4:1997-07, Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe (ISO 527-4:1997); Deutsche Fassung EN ISO 527-4:1997

[10] DIN EN ISO 527-5:2010-01, Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe (ISO 527-5:2009); Deutsche Fassung EN ISO 527-5:2009

[11] Grellmann, W. u. Seidler, S.: Prüfung von Verbundwerkstoffen. In: Grellmann, W., Seidler, S. u. Altstädt, V. (Hrsg.): Kunststoffprüfung, München, Hanser 2015, S. 547–600

[12] DIN EN ISO 14125:2011-05, Faserverstärkte Kunststoffe - Bestimmung der Biegeigenschaften (ISO 14125:1998 + Cor.1:2001 + Amd.1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 14125:1998 + AC:2002 + A1:2011

[13] DIN EN ISO 179-1:2010-11, Kunststoffe - Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften - Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-1:2010); Deutsche Fassung EN ISO 179-1:2010

[14] Grellmann, W., Seidler, S. u. Altstädt, V. (Hrsg.): Kunststoffprüfung. München, Hanser 2015

[15] DIN EN ISO 179-2:2020-09, Kunststoffe - Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften - Teil 2: Instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 179-2:2020 ◀

|                              |      |           |                   |
|------------------------------|------|-----------|-------------------|
| Zugsteifigkeit $E_t$         | 15,3 | (± 0,48)  | GPa               |
| Zugfestigkeit $\sigma_M$     | 180  | (± 10,0)  | MPa               |
| Bruchdehnung $\epsilon_M$    | 1,2  | (± 0,1)   | %                 |
| Biegesteifigkeit $E_f$       | 16,3 | (± 02,82) | GPa               |
| Biegefestigkeit $\sigma_f$   | 209  | (± 38,3)  | MPa               |
| Bruchdehnung $\epsilon_{fB}$ | 2,19 | (± 0,24)  | %                 |
| Schlagzähigkeit $a_k$        | 15,8 | (± 3,7)   | kJ/m <sup>2</sup> |

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften eines Carbonfaser/PA6-Halbzeuges