

Absorberhalle der EMC Test NRW GmbH © Mit freundlicher Unterstützung der EMC Test NRW

EMV-Abschirmung durch Kunststoffe

Zuverlässig vor elektromagnetischer Strahlung schützen

Der Einsatz elektronischer Geräte nimmt in allen Lebensbereichen stetig zu. Das heißt auch, dass sich immer mehr Produkte gegenseitig stören können. In den meisten Fällen lässt sich das jedoch durch eine gute EMV-Abschirmung verhindern. Welche Rolle dabei Kunststoffe spielen, untersuchte ein Verbundprojekt des KI Lüdenscheid.

Jedes elektrifizierte Gerät emittiert gewisse Strahlungen. Diese können elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Natur sein. Vor allem letztere sind im Zuge der Digitalisierung allgegenwärtig. In allen Anwendungsbereichen der Elektronik werden Strahlun-

gen entweder ungewollt oder funktionsbedingt abgegeben. Ungewollt abgegebene Strahlungen können zum Systemausfall führen oder stehen in der Diskussion gesundheitliche Beeinträchtigungen herbeizuführen. Demzufolge müssen Strahlungen gegenüber der Umgebung

abgeschirmt oder das elektronische Gerät gegenüber Strahlungen geschützt werden. Diese Fähigkeit bezeichnet man im Allgemeinen als elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Eine gute Abschirmung erfolgt über leitfähige Gehäuse, die derzeit häufig mit

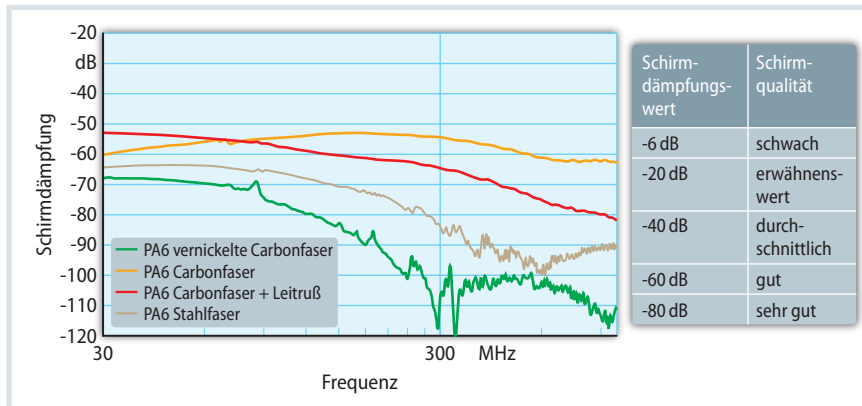


Bild 1. Intrinsische Schirmdämpfung leitfähiger Kunststoffe auf Basis von PA6 © KIMW

rein metallischen Materialien realisiert werden. EMV-Kunststoffe können aufgrund des Leichtbaupotenzials und der Gestaltungsfreiheit einen Mehrwert im Hinblick auf den ressourcenschonenden Materialeinsatz bieten. Die Produktion entsprechender Bauteile im wirtschaftlichen Spritzgießprozess bietet Unternehmen zudem eine gewinnbringende Alternative zu anderen Fertigungsverfahren wie beispielsweise Aluminiumdruckguss und metallische Urformverfahren.

Kunststoff durchleitfähig machen

Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid ist in diesem Themensektor seit Mitte 2019 in Form von Verbundprojekten aktiv, um das Material beziehungsweise prozess-technische Know-how mit den Anforderungen der elektrotechnischen Gegebenheiten in Einklang zu bringen. Die Gruppe besteht sowohl aus Rohstoff- und Füllstoffherstellern als auch aus Vertretern der Anwendungsindustrie, was praxisnahe Untersuchungen ermöglicht. Unterstützt wird das Projektvorhaben durch den EMV-Prüfdienstleister EMC-Test NRW aus Dortmund.

Innerhalb des ersten Projekts standen zunächst die Systematisierung der

grundsätzlichen Zusammenhänge im Hinblick auf die Materialeigenschaften, Verarbeitung und messtechnische Bewertung im Vordergrund. Kunststoffe sind von Hause aus klassische elektrische Isolatoren, daher eignen sich sehr gut, um eine EMV-Abschirmung zu erwirken. Für eine gute Abschirmwirkung sind effiziente Ladungsverschiebungen, die ein Gegenfeld in der Bauteilwand erzeugen, notwendig. Sehr gut eignen sich dafür elektrisch leitfähige Materialien mit gut vernetztem Kristallgefüge (Metallgitterstrukturen).

Die Leitfähigkeit von Kunststoffen wird insbesondere durch leitfähige Füll- und Verstärkungsstoffe ermöglicht. Für eine ausreichende EMV-Abschirmung werden Werkstoffe mit niedrigen Durchgangswiderständen benötigt, die in der Regel kleiner als $1 \text{ E } \Omega \text{ m}$ sein müssen. Derartige niedrige Durchgangswiderstände sind jedoch nur mit starker Netzwerkbildung durch leitfähige Faserwerkstoffe wie Carbonfasern, Edelstahlfasern oder vernickelte Carbonfasern realisierbar. Durch Compoundierung lassen sich leitfähige Fasern einbringen, bis die elektrische Perkolationschwelle erreicht und eine Durchleitfähigkeit aufgrund der Netzwerkbildung gegeben ist.

Bewertung der EMV-Tauglichkeit

Für die Materialentwicklung ist die Leitfähigkeit ein ausschlaggebendes Kriterium, die darüber entscheidet, ob sich ein Werkstoff für EMV-Anwendungen überhaupt eignet. Erreicht das Material die gegebene Leitfähigkeit, muss er zur Bewertung der EMV-Tauglichkeit einer Schirmdämpfungsprüfung unterzogen werden.

Die intrinsische Schirmdämpfung – im Fernfeldbereich zwischen 30 MHz und 1,5 GHz – wird anhand der ASTM D4935-10 durchgeführt. Bei der Messapparatur handelt es sich um einen Testaufbau, der einem erweiterten Koaxialleiter ähnelt. Auf die im Messaufbau implementierte Messprobe trifft die elektromagnetische Welle, die zum Teil reflektiert, absorbiert oder transmittiert wird. Die Schirmdämpfung ergibt sich aus der Differenz der Leermessung ohne Probe und der Messung mit Probe. Wie auch in der Akustik bekannt, wird die Schirmdämpfung zur besseren Visualisierung in der dimensionslosen Kenngröße dB dargestellt. Als Bewertungsrichtlinie kann eine Schirmqualität ab 60 dB als gut und ab 80 dB als sehr gut eingeordnet werden.

Innerhalb des Projekts wurden Materialien mit unterschiedlichen leitfähigen Füll- und Verstärkungsstoffen compoundiert, um die Einflussfaktoren hinsichtlich der Leitfähigkeit und Schirmdämpfung zu analysieren. Im Fokus stand dabei ein klassischer Gehäusewerkstoff für elektrotechnische Anwendungen auf Basis von Polyamid 6 (PA6).

Entscheidend für eine effektive EMV ist zunächst die Leitfähigkeit des Füll-Verstärkungsstoffes selbst, aber auch der Füllgrad und die Verteilung des Füllstoffs im Polymer haben erheblichen Einfluss. Vor allem leitfähige Kunststoffe mit Carbonfasern, vernickelten Carbonfasern »

Kunststoffe

News

Nichts mehr verpassen!

Mit unserem kostenlosen Info-Dienst:
www.kunststoffe.de/newsletter

und Stahlfasern können eine gute bis sehr gute Abschirmung im Bereich 30 MHz bis 1,5 GHz bewirken (**Bild 1**). Nicht zuletzt haben die Untersuchungen gezeigt, dass die richtige Mischung von leitfähigen Verstärkungsstoffen beziehungsweise Additiven einen positiven Einfluss der Schirmdämpfung im höheren Frequenzbereich ermöglichen können.

Einfluss der Gehäusegeometrie

Innerhalb der Studien wurde PA6 mit Carbonfasern sowie PA6 mit Stahlfasern durch Leitruß ergänzt. Der Werkstoff ist aufgrund seiner Partikelgröße optimal, um freies, nicht leitfähiges Volumen zwischen den Fasern zu füllen und somit die elektrische Perkolationschwelle signifikant herabzusetzen. Vor allem im Hochfrequenzbereich 1 GHz zeigte sich, dass die Schirmdämpfung gegenüber nur faserverstärkten Werkstoffen um > 20 dB gesteigert werden konnte (**Bild 2**).

Im Fall der Stahlfasercompounds entstehen durch zusätzliche Einbringung von preiswerteren Additiven erhebliche Kostenvorteile. Weniger Stahlfaser und dafür mehr Leitruß hat zudem den Vorteil, dass eine höhere Schirmdämpfung im Bereich 1 GHz erzielt wird und sich 20 % mehr Materialkosten einsparen lassen, als wenn ein Compound nur mit Stahlfasern gefüllt wird. Die Zugabe von Leitruß verringert allerdings zunehmend die für die Gehäusewerkstoffe wichtigen Zähigkeits- und Bruchdehnungseigenschaften. In einem derzeit laufenden Verbundprojekt untersuchen die Forschenden daher Carbon Nanostructures (CNS), die bei erheblich geringeren Füllgraden im Vergleich zu Leitruß hohe Leitfähigkeiten und Vorteile im Bereich der mechanischen Eigenschaften ermöglichen.

Für die Produktentwicklung eines schirmdämpfenden Gehäuses steht aber

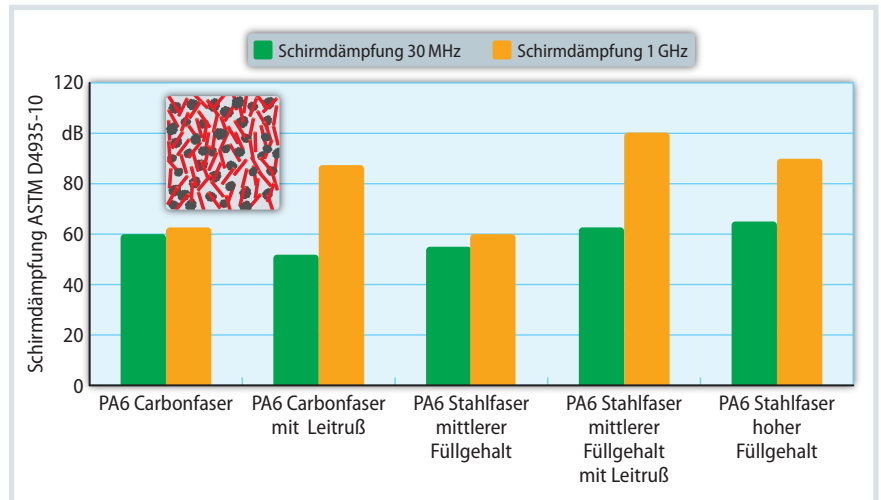


Bild 2. Leitruß in faserverstärkten Kunststoffen verbessert die Hochfrequenzschirmung. © KIMW

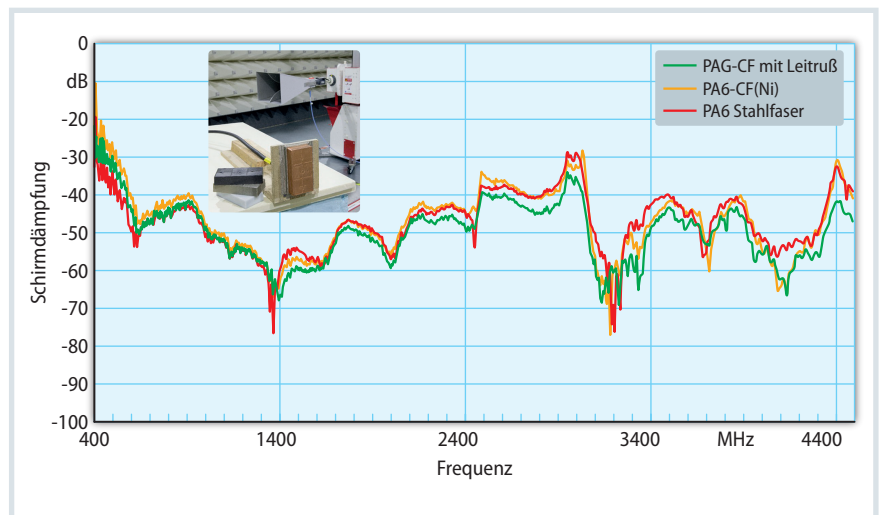


Bild 3. Ergebnisse Gehäusemessung nach EN 61000-5-7 © KIMW

nicht nur die Materialperformance im Vordergrund, sondern die Gehäusegeometrie hat ebenso einen erheblichen Einfluss auf die Schirmwirkung. Innerhalb des Projektes wurde eine Gehäusegeometrie aus unterschiedlichen Kunststoff-Compounds nach der Norm EN 61000-5-7 im Bereich 400 MHz bis 4 GHz geprüft. Auch hier zeigte ein carbonfaserverstärktes PA6 mit zusätzlichem Leitrußanteil im Bereich ab > 1,4 GHz Vorteile gegenüber der Schirmdämpfung von nur faserverstärkten Werkstoffen. Die Beurteilung des Gehäusedesigns verschiedener Kunststoff-Compounds ist ebenfalls Gegenstand der laufenden Untersuchung.

Fazit & Ausblick

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass leitfähige Kunststoffe Potenzial für den Einsatz als schirmdämpfende Werk-

stoffe im Bereich der Elektro- und Elektronikindustrie (E&E-Industrie) aufgrund ihrer intrinsischen Schirmdämpfungseigenschaften bieten. Häufig ist aber erhebliche Entwicklungsarbeit gegenüber etablierten Schirmungsmaterialien aus metallischen Werkstoffen notwendig, um zunächst die Anforderung an die notwendige Schirmperformance zu definieren. Hierfür müssen EMV-Experten aus dem E&E-Bereich und Produzenten der Kunststofftechnik interdisziplinär zusammenarbeiten. Einen Beitrag, um neue Materialien in Produktentwicklungen zu etablieren, bieten Firmenverbundprojekte, etwa am Kunststoff-Institut Lüdenscheid. Interessierte Unternehmen sind eingeladen, sich dem aktuellen Verbundprojekt „EMV-Abschirmung durch Kunststoffe 2“ anzuschließen. ■

Info

Text

Falko Pithan ist seit 2013 am Kunststoff-Institut Lüdenscheid und leitet den Bereich Werkstofftechnik/Neue Materialien.
www.kunststoff-institut.de

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter
www.kunststoffe.de/onlinearchiv