

Ohne Fehl und Tadel

Class A-Oberflächen von glasfaserverstärkten Duroplasten

Um eine optisch anspruchsvolle Außenhaut des Pkw auch bei Verwendung von GFK-Materialien zu gewährleisten, sind zahlreiche Entwicklungen nötig gewesen bzw. noch im Gange. Während Harz und Verstärkungsmaterialien einer exakten Abstimmung aufeinander bedürfen, wird gleichzeitig an Techniken für die Online-Lackierung gearbeitet.

Eva Bittmann, Herreth

Verbundwerkstoffe leisten aufgrund ihrer ausgezeichneten gewichtsbezogenen Steifigkeit einen unverzichtbaren Beitrag bei der Weiterentwicklung des Kraftfahrzeugs. Durch den Ersatz von Metall kann eine partielle Gewichtskompensation der zur Erhöhung von Sicherheit und Komfort heute üblichen Zusatzeinbauten erreicht werden. Zudem wird durch Kunststoffteile ein früher nicht gekanntes Maß an Funktionsintegrationen ermöglicht, wodurch die Konstruktions- und Fertigungskosten deutlich reduziert werden.

Als Automobilaußenteile sind duroplastische GFK-Materialien, vornehmlich mit UP-Harzmatrix, vielfach vertreten. Seit Jahren haben sie sich bei Außenanwendungen von Nutzfahrzeugen wie Lkw-Frontverkleidungen und Fahrerka-binen sowie maßgeblichen Teilen der Buskarosserie etabliert [1, 2]. Serienbauteile lassen sich mit dem für größere Stückzahlen kostengünstigen SMC-Pressen realisieren; bei kleineren Teilen kommt auch BMC zum Einsatz. Für höhere Anforderungen an mechanische Eigenschaften finden zunehmend Strukturbauteile mit Endlosfaserverstärkung Anwendung, die heute meist im RTM-Verfahren, teils vakuumunterstützt, gefertigt werden.

Im Pkw-Bereich werden unter anderem Heckklappen und -türen, Spoiler sowie Seitenverkleidungen mit GFK-Formteilen realisiert. Um die hohen optischen

Ansprüche zu erfüllen, stehen Entwicklungen von LP-(low-profile)-Harzen im Vordergrund. Das endgültige Aussehen erhalten die Bauteiloberflächen durch Lackieren. Eine untergeordnete Rolle spielen eingefärbte Gelcoats bei RTM-Teilen. Die Vorbehandlung der Kunststoffteile für den Lackierprozess erfolgt durch Waschen, teilweise kombiniert mit Be-flammen oder Plasmabehandlung. Die meist zweikomponentige Primerschicht deckt Unebenheiten des Untergrunds ab und gewährleistet die Haftung zwischen dem Substrat und dem nachfolgenden, farb- und effektgebenden Lack, dem der Klarlackauftrag folgt. Gängige Einfärbmethoden sind das Spritzlackieren, das elektrostatische Pulverlackieren und die Tauchlackierung, wobei der Trend zu wasserbasierten Lacken geht. Neben Off-line-Verfahren mit meist physikalisch trocknenden 1K- oder bei niedrigen Temperaturen abbindenden 2K-Lacken werden geeignete Kunststoff-Karosserieteile

zunehmend online in der Kfz-Lackierstraße eingefärbt. Das stellt hohe Anforderungen an Wärmeformbeständigkeit und Ausdehnungsverhalten der Verbundwerkstoffe [3].

Online lackierte SMC-Teile in Serie

Seit Juni 1999 läuft bei der Mitras Automotive Deutschland GmbH, Weiden, die erste Serienproduktion eines online lackierten SMC-Karosserieteils in Deutschland [4], die auf eine Entwicklung von Daimler Chrysler mit dem US-amerikanischen Halbzeughersteller und Verarbeiter Budd Plastics zurückgeht. Mit Hilfe einer zweischaligen Konstruktion konnte beim Heckdeckel des Mercedes S-Klasse Coupés eine europäischen Anforderungen entsprechende Class A-Oberfläche erreicht werden (Bild 1).

Die SMC-Teile werden nach dem Pressen und der Versiegelung der Kanten ei-



Bild 1. Heckdeckel des Daimler Chrysler C 215 (Coupé), (Foto: Mitras Automotive GmbH)

ner Powerwash-Behandlung unterzogen und anschließend leitfähig grundiert. Für die Kathodische Tauchlackierung (KTL) mussten in der Automobil-Lackierstraße lediglich geringe Modifikationen vorgenommen werden, die der gegenüber Metall veränderten Oberflächenspannung der Kunststoffteile Rechnung tragen. Die eigens entwickelte SMC-Rezeptur, eine technisch hochwertige Verklebung von Unter- und Oberschale des Heckdeckels sowie der unter Vakuum ablaufende Pressvorgang, ermöglichen hohe Maßtoleranzen und Oberflächengüte auch bei Durchlaufen der Online-Lackierung. Hier treten Spitzentemperaturen von 205 °C auf. Der Erfolg der vorgestellten Entwicklung trug zur Realisierung weiterer Projekte für die Herstellung von Karosserieteilen bei. So werden die Frontverkleidung eines Vans und ein Cabrio-Heckdeckel künftig serienmäßig mittels KTL-Verfahren lackiert. Weitere Bauteile wie Spoiler, Blenden und Abdeckungen gehen als offline-lackierte Teile in die Produktion.

Zur Herstellung von Automobil-Karosserieteilen im Online-Elektrotauchverfahren bedient sich die Firma Inoplast, Andance/Frankreich, eines flexiblen, leitfähigen SMC niedriger Dichte, das hohen Temperaturen ohne Abbau widersteht und dessen zu den anderen verwendeten Werkstoffen kompatibler Ausdehnungskoeffizient die Maßhaltigkeit sichert [5]. Die Teile besitzen allerdings auch ausreichende Leitfähigkeit, um ein rein elektrostatisches Lackieren zu ermöglichen. Für Heckverkleidungen kommt ein injizierbares SMC, das sogenannte AMC, mit low-profile- und leitfähigen Eigenschaften zum Einsatz. Zur Vermeidung von Porosität werden die Teile mit einer 11 µm dicken Schicht eines Acrylpulvers versetzt, so dass eine Class A-Oberfläche gewährleistet werden kann.

Karosserieteile für Nischenanwendungen, die in Stückzahlen von ca. 200 bis 10000 gefertigt werden, lassen sich im RTM-Verfahren vergleichsweise kostengünstig herstellen. Herkömmliche RTM-Harze sind allerdings wegen der relativ geringen realisierbaren Füllgrade und ihres unter anderem daraus resultierenden ungünstigen Schwindungsverhaltens nicht für die gestellten Oberflächenanforderungen geeignet. Das von der Reichhold GmbH, Hamburg, für Class A-Anwendungen entwickelte schrumpfreduzierte Hybridharz zeichnet sich durch eine niedrige Viskosität aus

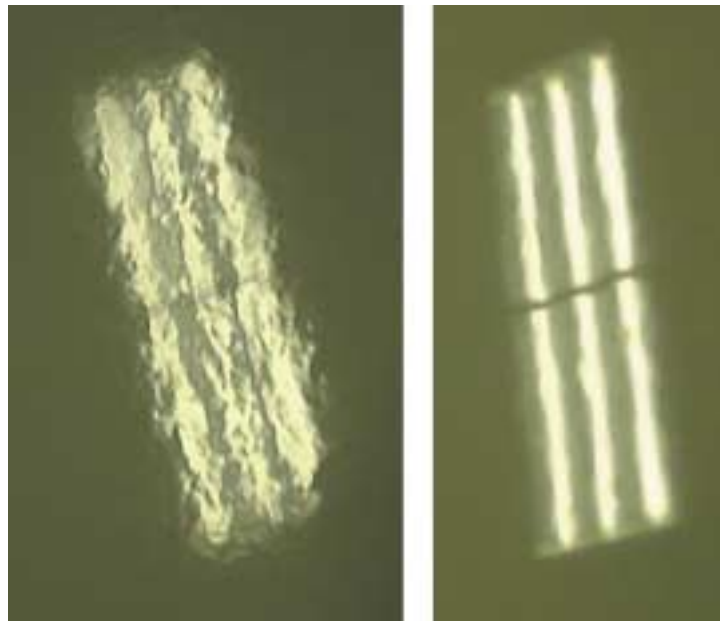


Bild 2. Reflexion einer Deckenlampe durch eine herkömmliche RTM-Gelcoat-Oberfläche (links) und bei Verwendung des neuen Hybridharzes (rechts) (Foto: Reichhold GmbH)

und kann mit 100 Teilen Aluminiumtrihydroxid auf 100 Teile Harz bei einem Glasfasergehalt von 30% versetzt werden [6]. Die mit dieser Rezeptur erreichte Oberflächengüte lässt sich durch Vergleich des Reflexionsvermögens einer Formteiloberfläche zu der eines herkömmlichen RTM-Systems darstellen (Bild 2). Um eine optimale Tränkung der Fasern durch das Harz zu ermöglichen sowie hohen Festigkeits- und Oberflächenansprüchen zu genügen, wird eine Kombination unterschiedlicher Fasermaterialien, d.h. Gewebe, Vliese und spezielle Oberflächenvliese, verwendet.

Die Teile werden bei der Fertigung mit farbigem Gelcoat versehen oder die Industriegelcoat-Oberfläche nach herkömmlichen Verfahren lackiert. Eine Online-Lackierung kommt nicht in Betracht, da aufgrund der geringen Stückzahlen ohnehin keine Lackierstraßen eingerichtet werden. Ein typisches Beispiel für eine Nischenanwendung stellt das im Titelbild (Foto: Reichhold GmbH) gezeigte Chassis eines Behindertenfahrzeugs dar, dessen Außenteile mit Hilfe des RTM-Verfahrens gefertigt werden.

Oberflächeneigenschaften objektiv bewerten

Die Güte einer für die Karosserieanwendung qualifizierten lackierten Oberfläche wird mit „Class A“ bezeichnet. Hauptproblempunkt sind Oberflächenwelligkeiten aufgrund des Schrumpf- und Ausdehnungsverhaltens von Harz und Fasern. Weitere Schwierigkeiten kann die Farbanpassung an die Stahloberflächen mit sich bringen. Eine genaue Definition erweist sich aber als schwierig. Die gängige Interpretation des Begriffs „Class A“ heißt: „Im dauerhaften Einsatz dürfen lackierte Oberflächen anderer Werkstoffe keine schlechtere Oberfläche als lackierte Metallteile aufweisen.“ Dies wird heute noch vielfach subjektiv durch geübte Betrachter beurteilt, wobei die Anforderungen an eine „Class A-Oberfläche“ je nach Anwendung (Lkw/Pkw) oder auch zwischen USA und Europa schwanken (Bild 3).

Glanz, Farbe und Oberflächenwelligkeit können jedoch objektiv und reproduzierbar quantifiziert werden. Bei der

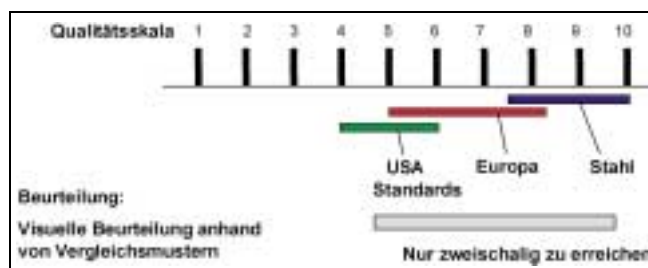


Bild 3. Class A-Qualitätsmaßstäbe (Grafik: Mitras Automotive GmbH)

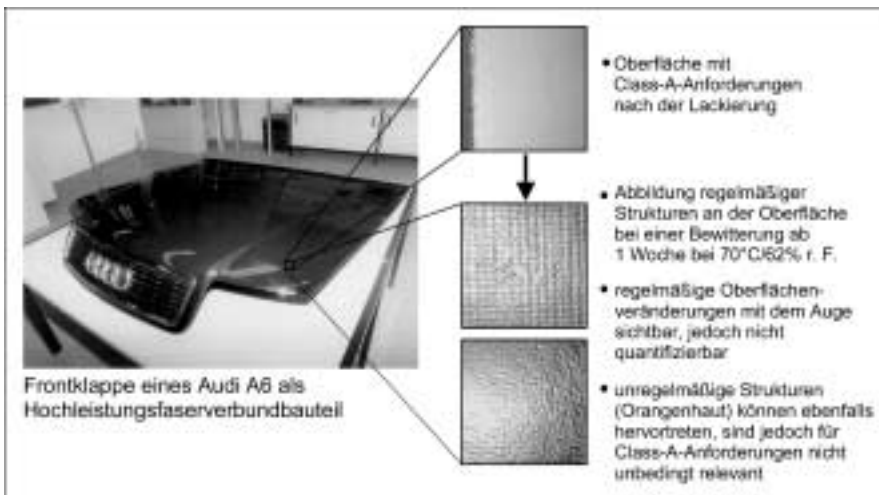


Bild 4. Extreme Oberflächenveränderungen von lackierten Hochleistungsfaserverbundbauteilen mit regelmäßiger Faserverstärkung am Beispiel einer Frontklappe (Quelle: Lehrstuhl für Kunststofftechnik)

letzteren, besonders kritischen Eigenschaft unterscheidet man kurzwellige Störungen von 1 bis 10 mm Wellenlänge sowie langwellige im Bereich von 10 bis 100 mm. Zur Ermittlung entsprechender Kennwerte haben sich im Lauf der Jahre mehrere Messverfahren herausgebildet [7]. Ausgehend von linearen Betrachtungsweisen wie der mit Koordinatenmesssystemen arbeitenden Daimler-Benz-Methode und dem berührungslosen, von Ashland Chemical entwickelten Loria-Verfahren, bei dem die Ablenkung eines auf die Teileoberfläche treffenden Laserstrahls ausgewertet wird, sind heute Analysen einer gesamten Fläche üblich. Das Oberflächeninspektionssystem Diffracto misst die sogenannte D-Sight-Zahl durch Erzeugung eines Doppelbilds aus dem ursprünglichen und dem über einen körnigen Reflektorschirm gespie-

gelten Reflexionsbild der zu prüfenden Oberfläche, womit Defekte im μm -Bereich darstellbar sind.

Der Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Erlangen, hat in Zusammenarbeit mit den Firmen Audi AG und DieWethje Kunststofftechnik GmbH ein Bildverarbeitungssystem entwickelt, das eine charakteristische Kenngröße für die Oberflächenbeurteilung lackierter Lamine mit gerichteter Faserorientierung ermittelt [8]. Nach der Bewitterung treten regelmäßige kurzwellige Oberflächenstrukturen auf, die sich als stärker störend erweisen als die auch bei Stahl auftretenden unregelmäßigen Strukturen (Orangenhaut) (Bild 4).

An handlaminierten, bewitterten Epoxidharzverbunden (Bild 5), wurde das Reflexionsbild einer Fotolampe über einen Videokamera aufgezeichnet und mit-

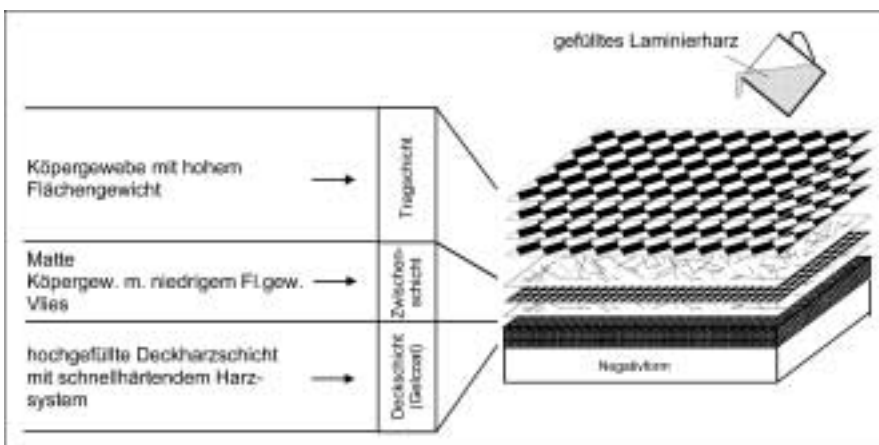


Bild 5. Modellhafter Laminataufbau zur Reduzierung der Abbildung regelmäßiger Strukturen lackierter und bewitterter Lamine (Lehrstuhl für Kunststofftechnik)

tels Fourier-Transformation in quantifizierbare Signale umgewandelt, aus denen die regelmäßigen Störungen herausgefiltert wurden. Anhand umfangreicher Versuchsreihen zeigte sich, dass durch den kombinierten Einsatz einer Gelcoat-Schicht, einer Zwischenschicht mit mindestens einer regellosen Verstärkungslage und einem gefüllten Laminierharz eine Reduzierung der regelmäßigen Oberflächenstrukturen in einen für das menschliche Auge nicht sichtbaren Bereich ermöglicht werden konnte.

Literatur

- 1 Liebold, R.: GFK-Verarbeitung, Kunststoffe 88 (1998) 12, S. 2240-2244
- 2 Kircher, W.: Kunststoffe im Automobilbau 98, Kunststoffe 88 (1998) 7, S. 1018-1020
- 3 Wilke, G., Weintz, H.-J., Mayer, B.: Umweltschonender beschichten, Kunststoffe 89 (1999) 6, S. 83-89
- 4 Zeiler, J.: PKW-AuBenteile in SMC für On-line Lackierung, Vortrag 2. AVK-TV Tagung Baden-Baden, 1999, A6
- 5 Bergeron, D.: Class A body panel assembled before E coat, Vortrag 2. AVK-TV Tagung Baden-Baden, 1999, A5
- 6 Merz, P.: RTM-Teile mit echter Class-A-Oberfläche - die Alternative für PKW-Kleinserien, Vortrag 2. AVK-TV Tagung Baden-Baden, 1999, A4
- 7 EBwein, G., Kraft, W.W.: Beurteilung der Oberflächen von SMC-Karosserieteilen, Kunststoffe 81, 12 (1991), S. 1119-1122
- 8 Drummer, D., Ehrenstein, G.W., Haldenwanger, H.-G., Reim, H.: Bewitterungsfeste Oberflächenbeschichtungen von Faserverbundteilen mit Class-A-Anforderungen, Vortrag 2. AVK-TV Tagung Baden-Baden, 1999, A15

Die Autorin dieses Beitrags

Dr. Eva Bittmann, geb. 1965, gründete 1998 das Unternehmen werkstoff&struktur, Herreth, das Kunststoffprüfungen und Werkstoffberatung anbietet.

Kontakt: bittmann.ws@t-online.de

Werkstoff mit Zukunft

Ecoflex®

Biologisch abbaubarer Kunststoff

Biologisch abbaubare Werkstoffe werden dort eingesetzt, wo sich Vorteile sowohl für Kunden als auch für die Umwelt ergeben. Das Eigenschaftsprofil von Ecoflex bietet beste Voraussetzungen für innovative Produktentwicklungen.

Ecoflex ist vollständig biologisch abbaubar und erfüllt alle Anforderungen der DIN V 54900. Ecoflex eignet sich als Werkstoff zur Verbesserung der Funktionalität von nachwachsenden Rohstoffen und für die Herstellung von speziellen Funktionsfolien. Das Einsatzgebiet von Ecoflex erweitert

sich über biologisch abbaubare Anwendungen hinaus auch auf Bereiche, in denen die biologische Abbaubarkeit nicht unbedingt erforderlich ist. Die Herstellung von Fasern, Vliesen und Textilien aus Ecoflex sind hierfür ein Beispiel. Rheologische Additive für die Verarbeitung von PE und Reinigungsbatches für die Kunststoffindustrie sind weitere Beispiele.

Kontakt:

Tel.: +49(0)621/60-49978

Fax: +49(0)621/60-74664

e-mail: ecoflex@basf-ag.de

BASF

Anzeige

???

Anzeige

Fiedler