

Tatort Carbon-Lackierung

Carbon kann je nach Aufbau von Class-A-Oberflächen zu einem lackiertechnischen Krimi mit einigen Ausschuss-Leichen werden. Mit welchen Problemen Zulieferer und Lackierer dabei konfrontiert werden und wie diese zum Teil zu lösen sind, schildert der Beitrag anhand eines Praxisbeispiels.

Ralf Beinbrecht

Kohlenstoff hat im Automobil- und Karosseriebau eine lange Tradition. Diese begann mit dem natürlichen Werkstoff „Holz“, der etwa zur Hälfte aus Kohlenstoff besteht. Erst 1950 wurden die Carbonfasern zum Strukturwerkstoff weiterentwickelt. Ein Werkstoff in Faserform hat in Faserrichtung eine vielfach größere Festigkeit als dasselbe Material in anderer Form. Je dünner die Faser ist, umso größer ist die Festigkeit. So lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Fasern mit Kunststoffen, Metallen oder keramischen Werkstoffen kombinieren. Solche Verbundwerkstoffe bieten die Möglichkeit, durch Kombination einzelner Werkstoffe auf spezielle Anwendungen maßgeschneidert zu werden. Aktuell wird Kohlenstoff in Form von Carbon (CFK) vermehrt im Automobilbau eingesetzt.

Dreistufiges Herstellungsverfahren

Kohlenstofffasern werden über drei Stufen hergestellt:

1. Die Precursorherstellung mit anschließender oxidativer Stabilisierung. Dies geschieht bei Temperaturen zwischen 200 °C und 300 °C. Hierbei kommt es zur einer stabilen Grundstruktur, die Vorausset-

zung für nachfolgende Prozesse bei hohen Temperaturen ist.

2. Die Carbonisierung, die bei Temperaturen < 1600 °C erfolgt. Sie dient auch zur Entfernung aller Fremdatome und Bildung der turbostatischen Struktur aus Kohlenstoffatomen.

3. Eine Hochtemperaturbehandlung bei > 2000 °C. Dabei kommt es zur sogenannten Graphitisierung, die eine Verbesserung der Orientierung bewirkt, was zu höheren Eigenschaften der Kohlestofffaser führt. Die Graphitisierung ist als optionaler Schritt zur Herstellung bestimmter Carbonfasertypen zu sehen.

Im Anschluss der Carbonisierung/Graphitisierung schließt sich eine Oberflächenbehandlung der Faser an. Weiterhin gibt es verschiedene Verfahren für die Herstellung von Carbonfaser-verstärkten Kunststoffen. Mittlerweile gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass die Kohlenstofffaserpartikel als potenziell krebserregend einzustufen sind, zum Beispiel bei der Bearbeitung wie Sägen, Fräsen, Bohren oder Schleifen. Kritisch seien vor allem Stäube aus Schleifprozessen und Stäube aus Brandereignissen wie das CFK-Valley Stade 2014 erklärte. Nähere Informationen dazu sind beispielsweise in der DGUV (Deutsche Gesetzliche

Unfallversicherung)-Information, der EU Richtlinie 97/69/EG, der Einstufung von Faserstäuben DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) 2017 oder der Gefahrstoffverordnung Anhang 2 Nr.5 zu finden.

Schwachstellen bei der Carbon-Bearbeitung identifizieren

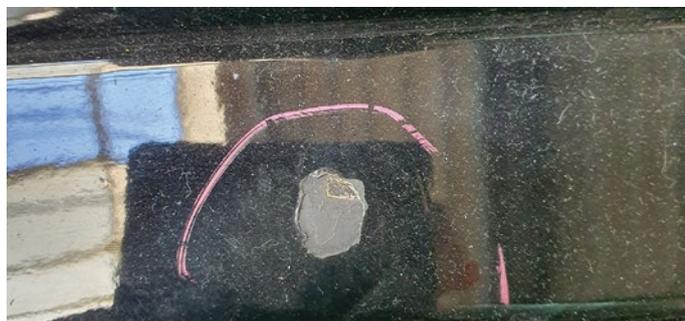
RBC-Ralf Beinbrecht Consulting wurde von einem großen Zulieferer beauftragt, ein aktuelles „Sichtcarbon-Projekt“ auf mögliche positive Potenziale zu untersuchen. Hintergrund hierfür waren Ausfälle im KWT (zyklischer Klimawechseltest) und in den nachgeschalteten Prozessen. Daher wurde der Herstellungs- und Veredelungsprozess auf Schwachstellen und mögliche potenzielle Anpassungen analysiert.

Das Sichtcarbon-Bauteil wird farblich überwiegend im Schwarztonbereich durch eine Beschichtung im klassischen 2-Schichtaufbau veredelt. Die Carbon-Herstellung, die Vorbereitung und der Beschichtungsprozess wurden analysiert, um die Schwachstellen nach dem KWT und die besagten Ausfälle auf ein erträgliches Minimum zu reduzieren. Primäre Herausforderungen waren Blasenbildung und ein starkes Durchscheinen der Gewebestruktur nach dem Veredelungsprozess.

Fehlerbild Blasenbildung

Für die Blasen-Charakteristika wurden folgende Fehlermerkmale in Betracht gezogen:

- Ablagerungen von eventuellen Salzen oder Mineralien
- mangelhafte Reinigung
- Handschweiß auf dem Untergrund
- verunreinigte Spritzluft

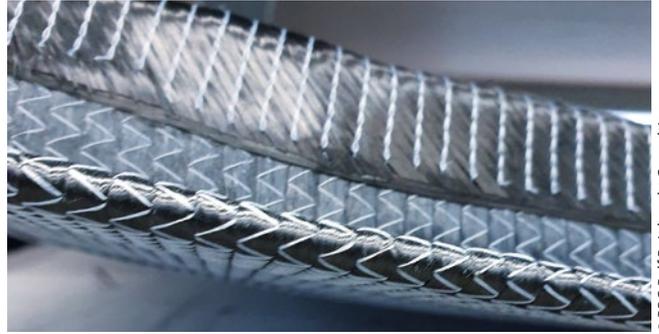


Auf dem Sichtcarbon-Bauteil kam es nach der Beschichtung teilweise zur Blasenbildung.



© RBC-Ralf Beinbrecht Consulting

Um die Ursache für die Blasenbildung zu finden, wurden auch der Rohteilschliff und die Körnung des Schleifvlieses/Schleifmediums im Allgemeinen betrachtet.



© RBC-Ralf Beinbrecht Consulting

Nach dem Veredelungsprozess war die Gewebestruktur deutlich zu sehen.

- Untergrund nimmt Feuchtigkeit auf
- Polyestermaterial wurde nicht isoliert
- mangelhaftes Ausschleifen von Poren oder Lunkerstellen

Als nächster Schritt wurden weitere Einflussquellen betrachtet. So kam die Frage auf, ob die Mitarbeiter bei jeder Tätigkeit am CFK Handschuhe tragen. Im anderen Fall könnten salzhaltige Ablagerungen von Cremes oder Handschweiß die Folge sein. Auch der Rohteilschliff und die Körnung des Schleifvlieses/Schleifmediums im Allgemeinen wurden betrachtet. Relevant in dem Zusammenhang waren die Schleifdauer, die Kräfteinwirkung, der Verschleiß und der Druck – auch beim anschließenden Ausblasen ist eine saubere Abarbeitung wichtig. Eventuell wird dabei nicht alles aus den Poren ausgeblasen, so dass noch kleine beispielsweise mit Staub gefüllte Hohlräume zurückbleiben.

Ein weiteres großes Mängelpotenzial bildet das Spachteln inklusive Wischfüllern. Zum einen könnten noch Staub oder Rückstände aus den vorherigen Prozessschritten in den Hohlräumen unter der Spachtelmasse vorliegen, zum anderen bleiben beim unzureichenden Vermengen von Peroxid mit der Spachtelmasse im Anschluss noch weiche Poren in der verarbeiteten Masse zurück. Auch eine nicht ausgehärtete Spachtelmasse auf ausgedünntem oder geschädigtem Gewebe könnte zu einer Blasenbildung führen.

Gewebestruktur nach Beschichtung sichtbar

Mit Hilfe von zyklischen Klimawechseltests bei +80 °C und -40 °C und Sonnen-

simulation beziehungsweise längeren Ausdiffundierzeiten wurde die Gewebestruktur nach der Beschichtung sichtbar. Ein möglicher Auslöser für das Problem könnten unterschiedliche Temperaturen im Herstellungsprozess sein. Eventuell sind die Temperaturen zu niedrig oder die Zykluszeiten zu kurz. Da das Lackmaterial bei einer reinen Konvektionstrocknung noch circa zwei Wochen ausdiffundiert, stellt sich die Frage, ob es generell sinnvoll ist, eine IR-Trocknung nach dem Herstellungsprozess einzuführen. Dadurch erfolgt die Trocknung von unten nach oben. Somit müssten die Bestandteile Harz und Peroxid besser aushärten beziehungsweise sich sogar der Vernetzungsgrad erhöhen.

Eine andere mögliche Ursache für das Problem könnten die zum Einsatz kommenden Grundierungen sein. Epoxidharze sollten nach dem Aushärten immer einer Temperung unterzogen werden. Dadurch werden die mechanischen Werte und die Wärmestandfestigkeiten signifikant verbessert. Vor diesem Hintergrund rückte das nachträgliche Tempern in den nachgeschalteten Prozessen in den Fokus.

Beim Werkzeug wurden einige Basisthemen angerissen: Wann wurde zum Beispiel das letzte Temperaturbild gemacht? Funktionieren die Temperaturfühler richtig? Wenn das Werkzeug wassergekühlt ist, stellt sich die Frage nach der Wasserhärte und wie oft die Kühleinheiten gereinigt werden. Eventuelle Kalkablagerungen könnten nämlich zu leichten Temperaturschwankungen führen.

Auch die Lagerbedingungen der Vormaterialien zur Herstellung könnten von Belang sein.

Auswertung und Fazit

Nach Auswertung der vielfältigen Fragestellungen in den einzelnen Arbeitsschritten, konnten durch einige Anpassungen beispielsweise bei der Vorbereitung der Bauteile, also vor dem Veredelungsprozess, zum Teil sogar stetige Verbesserungen erzielt werden. Die Blasenbildung konnte durch eine ideale Zugabe der Peroxidmenge und ein optimales Vermengen mit der Spachtelmasse sowie ein intensives Reinigen der Hohlräume und das Identifizieren tiefer liegender Hohlräume reduziert werden. Mittels Nachtempern der Lackschichten beziehungsweise Ausdiffundieren sämtlicher Lackaufbauten und einer zusätzlichen CC-Schicht war es ebenfalls möglich, das Durchschießen der Gewebestruktur zu verringern.

Strategisch wurden die Blöcke „Einsatz eines Glasgewebes“ und „IR-Trocknung“ in einer Versuchsreihe empfohlen. Da fast jeder Herstellungsprozess und Ablauf nicht immer der gleichen Routine folgt, dies ist mitunter auch dem technischen Equipment geschuldet, sollte jedem Neuprojekt tendenziell eine Versuchsreihe vor Serien-Einführung vorgeschaltet werden. //

Autor

Ralf Beinbrecht Ph.D.
RBC-Ralf Beinbrecht Consulting
Rodamsdörfle
info@beinbrecht.de
www.beinbrecht.de