

adhäsion

**KLEBEN &
DICHTEN**

DAS FACHMAGAZIN FÜR INDUSTRIELLE KLEB- UND DICHTTECHNIK

MARKTÜBERSICHT

Hersteller und Verfahren zur Oberflächenvorbehandlung

ISOLIERGLAS-DICHTSTOFFE

Welche Systeme stehen im Wettbewerb?

LEICHTBAU

Plasmatechnik als Schlüssel zu innovativen Lösungen



**Vorbehandlung
von Oberflächen für Klebungen**

Gut gereinigt ist halb geklebt

HERSTELLUNG VON SANDWICHPANEELN

Plasmatechnik als Schlüssel zu innovativen Lösungen

Neue Techniken sind immer erst dann von großem Nutzen, wenn damit hergestellte Produkte auch gleichermaßen effektiv, umweltfreundlich und kostensparend hergestellt werden können. Als positives Beispiel sei ein neues Rotationsdüsen-Verfahren beschrieben, das es einem Paneel-Hersteller erstmals ermöglicht, die Vorbehandlung großflächiger Leichtbau-Verbundpaneele mit potentialfreiem Atmosphärendruckplasma (Bild 1) bei hoher Geschwindigkeit im kontinuierlichen Prozess durchzuführen.

INÈS A. MELAMIES

Ressourceneinsparung und Energieeffizienz gehören heute zu den wichtigsten Zukunftsstrategien. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es jedoch innovativer Lösungen, deren Vorbilder sich häufig in der Natur finden. Pflanzenhalme und Bienenwaben beispielsweise haben eine spezielle Struktur, die hinsichtlich Materialbedarf und Festigkeit – bei gleichzeitig minimalem Gewicht – einzigartig ist. Was läge für die Industrie näher, als sich die „Patente der Natur“ nutzbar zu machen (Bild 2).

Patente der Natur

Bei der Herstellung modernster Kunststoffpaneele stand die Bionik schon bei der Entwicklung Pate. Honigwaben (englisch „Honeycomb“) dienten hier als Vorbild aus der Biologie, Polypropylen als Errungenschaft der Kunststofftechnik. Honeycomb-Platten werden immer öfter bei Leichtgewicht-Sandwich-Paneele als Kernschicht eingesetzt, denn sie sind generell wasserresistent und besitzen eine hohe Widerstandskraft und Steifigkeit. Das wichtigste jedoch ist

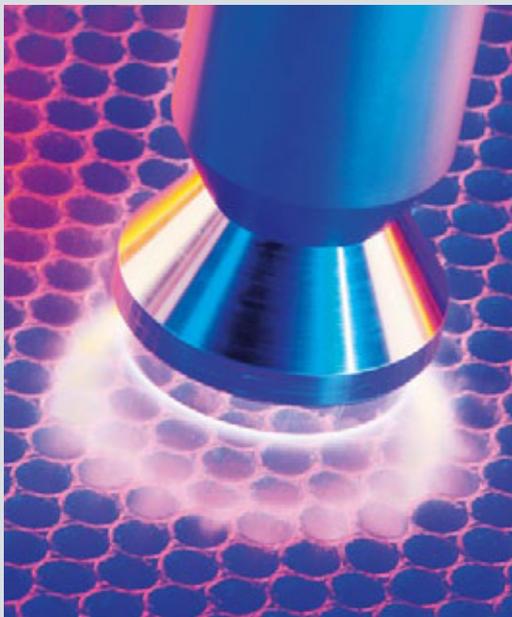
zweifellos ihr geringes Gewicht. Für den Fahrzeugbau ist die Gewichtsreduzierung bekanntlich von großer Bedeutung, vermindert sie doch durch Kraftstoffeinsparung den CO₂ Ausstoß über die gesamte Lebensdauer eines LKWs. Gleichzeitig reduziert sie den Verschleiß des Fahrzeugs und sorgt für höhere Zuladungskapazitäten. Auch nach Ende der Lebensdauer eines Lastwagens bietet dieses Material noch Vorteile: Durch die Recyclingfähigkeit der Platten kann es problemlos entsorgt werden.

Die Plasmatechnologie bedient sich eines anderen Naturphänomens, indem sie technische Plasmen nach dem Vorbild natürlicher Entladungen in der Atmosphäre erzeugt. Mit der Entwicklung der potentialfreien atmosphärischen Plasmadüsen-Technologie Openair ab dem Jahre 1995 gelang es, den bis dahin industriell kaum genutzten Aggregatzustand in Produktionsprozessen inline unter Atmosphäre, also bei normalen Luftbedingungen, einzusetzen. Das heute weltweit genutzte Verfahren ist durch eine dreifache Wirkung gekennzeichnet: Es aktiviert Oberflächen durch gezielte Oxidationsprozesse, entlädt sie gleichzeitig und bewirkt eine umweltfreund-

liche Feinstreinigung, die chemische Vorreinigungsverfahren meist komplett ersetzt. Die typischen Erwärmungen der Kunststoffoberflächen während der Behandlung betragen $\Delta T < 20$ °C.

PP-Leichtbaupaneele im Fahrzeugbau

Gelingt es, die von der Natur gewonnenen Erkenntnisse in industrielle Fertigungsprozesse zu übertragen und dabei auch noch in hohem Maße zum Umweltschutz beizutragen, so kann man mit Recht von fortschrittlicher Produktion sprechen. So geschehen bei Wihag Composites: Das thüringische Unternehmen ist spezialisiert auf die Herstellung von Sandwich-Honeycomb PP-Paneele für Spezialbehälter und Kofferaufbauten im Fahrzeugbau. Im Rahmen einer kontinuierlichen Produktion werden die neu entwickelten Paneele namens MonoPan bis zu einer Größe von 13,60 m x 2,75 m in unterschiedlichen Stärken gefertigt und anschließend im Durchlaufprozess optional endlackiert. Sie bestehen vollständig aus Polypropylen und haben – bei gleicher Stabilität – nur noch einen Bruchteil des Gewichtes herkömmlicher Sandwichpa-



◀ Bild 1: Die Plasmabehandlung der feinen Stege der PP-Honigwaben gewährleistet die optimale Lackierung und Verklebung der Deckschichten.



▲ Bild 2: Die natürliche und meisterhafte Struktur der Honigwabe dient der Industrie als Vorbild für Kernschichten von Sandwichpaneelen.

neele. Der Clou: Die MonoPan Honigwaben PP-Kernschicht wird in einem eigenen Verfahren untrennbar mit den glasfaserverstärkten PP-Deckschichten verschweißt. Eine Delamination ist damit ausgeschlossen.

Die Anforderung

Der volle Nutzen einer neuen Paneltechnik kann jedoch erst zur Geltung kommen, wenn Bauteile auch gleichermaßen effektiv wie umweltfreundlich und kostensparend hergestellt werden können. Wihag Composites plante 2007 den Bau einer neuen Beschichtungsanlage und Produktionshalle. Da bei den verwendeten unpolaren Kunststoffen eine gute Vorbehandlung für eine langfristige Lackhaftung zwingend erforderlich ist, musste ein Vorbehandlungskonzept von Anfang an bei der Planung berücksichtigt werden. Um die Kosten in der Anfangsphase des Unternehmens gering zu halten, hatte man die Paneele bislang mit Primer, also nasschemisch, vorbehandelt. Doch mit den neuen Investitionsplanungen sollte bei aller geforderten Effektivität auch eine umwelt-

freundliche Lösung geschaffen werden. Aufgrund der Geometrie des Bauteils und der erforderlichen Produktionsgeschwindigkeit fielen verschiedene andere Vorbehandlungsverfahren von vornherein aus, dagegen wurde die Plasmatechnik Openair von Beginn an in die Evaluierung einbezogen. „Bekannt war uns die Technologie schon seit 2002. Im Jahre 2007 erfolgte dann durch unser Unternehmen eine erneute Überprüfung der Relevanz des Verfahrens,“ berichtet Wihag Composites Geschäftsführer Dr. Stefan Maier. Bereits in den ersten Versuchen erwies sich die Plasmabehandlung als effektive Methode, um die Oberflächenenergie des unpolaren Kunststoffes für die nachfolgenden Lackierschritte zu erhöhen und dadurch eine optimale Lackhaftung zu gewährleisten. Die Labortests mit atmosphärischem Plasma dauerten etwa ein Jahr, dann fiel die Entscheidung zugunsten der Plasmatechnologie aufgrund der positiven Ergebnisse. Maier: „Hinzu kommt, dass diese Plasmatechnik eine Inline-Anwendung vereinfacht und dabei eine sehr hohe Prozesssicherheit bietet.“

Die Lösung

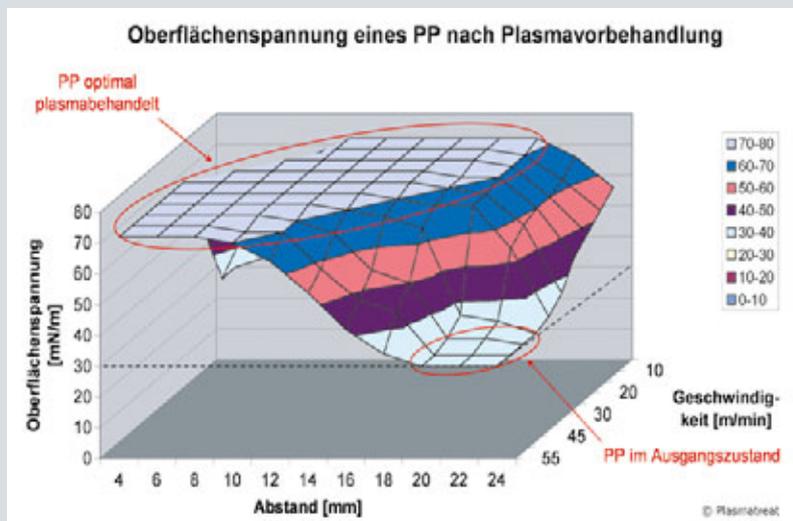
Die Aufgabe bestand in der Vorbehandlung komplizierter Geometrien – und zwar bei sehr hoher Produktionsgeschwindigkeit und optimaler Haftung der Beschichtung. Diese Anforderungen galt es von einem Plasmasystem zu erfüllen, das bereits seit Jahren seine Leistungsfähigkeit bei unterschiedlichsten Herausforderungen der Industrie unter Beweis stellen konnte. Als Beispiele seien die erstmalige Inline-Plasmabehandlung von Glasampullen für die Medizin, der Großeinsatz der Plasmadüsen bei der Fertigung der weltgrößten Flüssigkeitstanker, die weltweit erste Plasmavorbehandlung von Aluminiumbandware oder die Entwicklung der Plasmabeschichtung unter Normaldruck genannt.

Für die Feinstreinigung und Aktivierung der Oberflächen großer Leichtbauverbundpaneele bedurfte es der Entwicklung einer neuen Rotationsdüsenteknik im industriellen Maßstab, die in der Lage ist, Vorbehandlungen auf einer Breite von ca. 3 Metern und mit einer Bearbeitungsgeschwindigkeit von



Bild: Wihag Composites

◀ Bild 3: Vergleich MonoPan Paneel unlackiert (li.) und lackiert (re.): Zur erhöhten Haftung des Lackes auf der glasfaserverstärkten Polypropylen-Deckschicht wird diese mit Openair-Plasma vorbehandelt, wodurch ihre Oberflächenenergie um ein Vielfaches ansteigt.



▲ Bild 4: Dargestellt ist eine Kunststoffoberfläche, die in Abhängigkeit von Abstand und Geschwindigkeit mit Plasma vorbehandelt wurde. Die Oberfläche wird nach der Behandlung polar und die Oberflächenenergie steigt auf $>72 \text{ mJ/m}^2$ bei großem Prozessfenster.

25 m/min inline bei kontinuierlicher Produktion vorzunehmen.

Bei der Vorbehandlung von Kunststoffoberflächen geht es in erster Linie um deren Aktivierung, d.h. um die Erhöhung der Oberflächenenergie. Sie ist das wichtigste Maß für die Beurteilung der voraussichtlichen Haftung einer Klebschicht oder Beschichtung. Im Allgemeinen haben Kunststoffe eine geringe Oberflächenenergie, meist zwischen 28 mJ/m^2 und 40 mJ/m^2 . Aber erst ab 38 bis 42 mJ/m^2 bilden sich erfahrungsgemäß gute Haftungsvoraus-

setzungen. Durch eine Plasmabehandlung, d.h. durch eine starke Aktivierung der Materialoberfläche, kann eine deutliche Steigerung der Oberflächenenergie erreicht werden. Versuche ergaben, dass bei den meisten Kunststoffen Werte bis über 72 mJ/m^2 möglich werden (Bilder 3 und 4). Die Folge: Es können nicht nur bislang inkompatible Substrate verbunden werden, auch die Haftung von wasserbasierenden Klebstoff- oder Lacksystemen auf sehr klebstoffunfreundlichen Oberflächen, wie unpolarem Kunststoff, wird in den meisten Fällen möglich.

Die Plasma-Großpaneelanlage wurde so konzipiert, dass durch die nebeneinander in zwei Reihen angeordneten Plasmadüsen die Platten in der maximalen Breite vorbehandelt werden. Das Gesamtsystem wird dabei vorab auf die vorzubehandelnde Höhe eingestellt. Die Paneele werden auf einem Vakuum-Förderband durch das Vorbehandlungssystem transportiert, wobei in der Plasmaanlage Höhenunterschiede von 1 mm präzise eingestellt werden können. Das System erkennt dabei automatisch, in welcher Breite Paneele vorbehandelt werden sollen und schaltet nur die entsprechenden Plasmadüsen für den aktuellen Bedarf in der Vorbehandlung frei. Servicefreundlich wurde das Gesamtsystem so ausgelegt, dass die Plasmadüsen auf eine gewünschte Wartungs-Arbeitshöhe gefahren und über zwei begehbare Brücken erreicht werden können (Bilder 5 bis 7).

Anfang 2009 wurde damit begonnen, das neue Plasmasystem in den Herstellungsprozess bei Wihag Composites zu integrieren.

Kleben von Stahl auf Honeycomb-PP

Was in Thüringen bereits Realität ist, könnte auch bei Elytra, Hersteller von Sandwich-Leichtbaukern-Paneele in Geel, Belgien, in Zukunft Wirklichkeit werden. Das Unternehmen ist eine Tochter des Forschungsinstitutes OCAS, einem Joint Venture Projekt der flämischen Region und des Stahlgiganten ArcelorMittal. Ständig auf der Suche nach innovativen Anwendungen und Lösungen für die Metallindustrie, testet OCAS für Elytra das Haftungsverhalten von großflächigen Honeycomb PP-Verbundpaneelen nach einer Behandlung des Kunststoffkerns mit Atmosphärendruckplasma (Bilder 8 und 9). Die Versuche erfolgen auch bei OCAS mit dem Openair-Verfahren. Hier geht es allerdings nicht um die Vorbehandlung der Deckschichten, sondern um die der Ho-



Bilder: Plasmatre.at

▲ Bild 5: Bei Wihag Composites kann die neu entwickelte Plasma-Rotationsdüsenanlage von Plasmatre.at in der kontinuierlichen Produktion Sandwichpaneelle bis zu ca. 3 m Breite mit einer Geschwindigkeit von 25 m/min inline vorbehandeln.

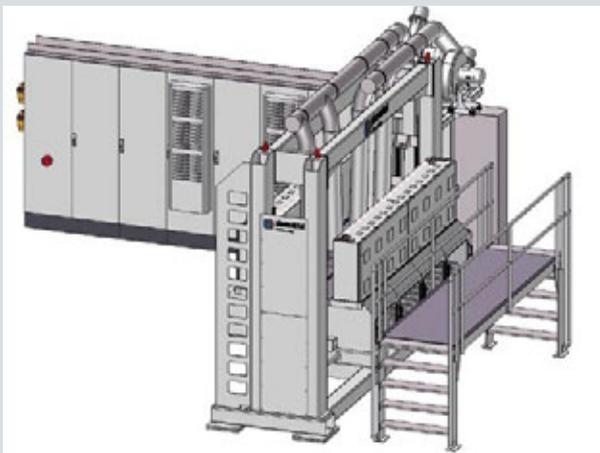
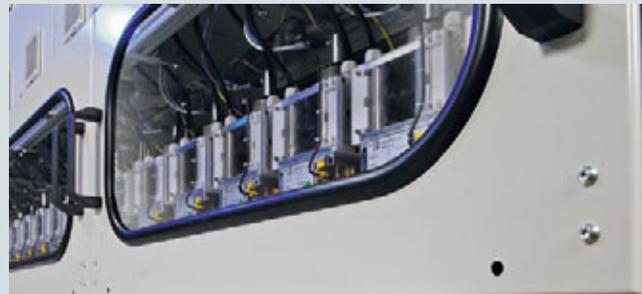


Bild 6: Die Plasma-Großpaneelanlage besteht aus drei Hauptelementen: den Generatoren (li.), der Vorbehandlungsanlage (Mi.) und einer höhenverstellbaren Wartungsbühne (re.). Mit Hilfe der großflächigen Plasmabehandlung wird es zukünftig auch möglich, das Kernmaterial von Paneelen durch weit günstigere Materialien, wie recycelte Kunststoffe, zu ersetzen.



▲ Bild 7: Für große Behandlungsbreiten und einen hohen Durchsatz wurde die Anlage von Plasmatre.at konzipiert. 28 Rotationsdüsen sorgen für die starke Aktivierung der Paneel-Kunststoffoberfläche.

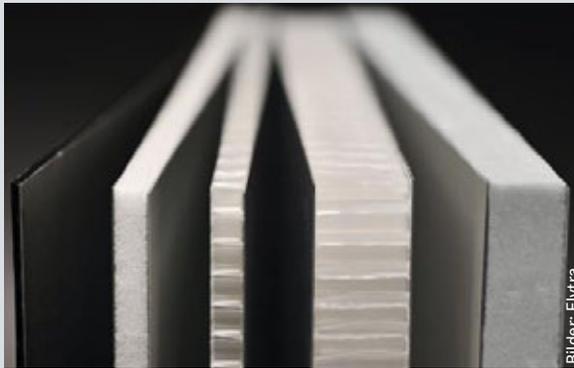
nigwaben-Kernschicht an sich – genauer gesagt um die schmalen Stege der Kunststoffwaben. Entscheidend ist auch hier, die geringe Oberflächenenergie des unpolaren Kunststoffes zu erhöhen, diesmal allerdings mit dem Ziel, eine noch stärkere und langzeitstabilere Haftung des Klebstoffes und damit der aufzubringenden Deckschicht zu erhalten.

Die Sandwichpaneel-Fertigung erfolgt bei Elytra voll automatisch. Innovativ ist der Verbund der Honeycomb PP-Kernschicht mit ganz unterschied-

lichen Deckschichten. Aufgebracht wird vor allem Stahl, ein weiterer Teil der Produktion umfasst Deckschichten aus SRPP (Self Reinforced Polypropylen) oder glasfaserverstärktem Polypropylen. Für die unter- wie oberhalb der Waben aufgeklebten Deckschichten ist die optimale Haftung auf den feinen Stegen der Honigwabenstruktur von höchster Bedeutung. Die bei OCAS durchgeführten Testreihen ergaben, dass es zur Anwendung eines in die Line integrierten Plasmasystems im

Grunde keine Alternative gibt. Andere Systeme wie Primer, Flamme oder Corona scheiden aus – ebenso Haftgrund wegen seiner schlechten Umweltverträglichkeit. Eine Bestrahlung mit Flamme wäre zu gefährlich und eine Corona-Behandlung zu schwierig. „Für die Aktivierung der PP-Kernschicht in unserer voll automatisierten Produktionslinie wäre der Inline-Einsatz von potentialfreiem Atmosphärendruckplasma sehr passend,“ so Hans Maenhout, Geschäftsführer von Elytra. „Das Verfahren ist

Bild 8: Die von Elytra gefertigten Wabenstruktur-Verbundpaneele (Mitte) werden vom Forschungsinstitut OCAS derzeit auf den Einsatz von Openair-Plasma zur Vorbehandlung des PP-Kunststoffes getestet. ▶



Bilder: Elytra



◀ **Bild 9:** In einem voll automatischen Produktionsprozess werden die stahlbeschichteten Honeycomb-PP-Paneele bei Elytra gefertigt.

nicht nur schneller als andere, auch die Haftungsresultate sind sonstigen Vorbehandlungsmethoden deutlich überlegen.“

Bereits heute laufen bei Elytra Überlegungen, in Zukunft nicht nur

den Kunststoff mittels atmosphärischem Plasma zu aktivieren, sondern darüber hinaus lackierte Stahldeckschichten mit Plasma vorzureinigen. Die fertigen Paneele werden später im Fassaden- und Fahrzeugbau sowie bei zahlreichen

anderen Anwendungen verwendet, wo sie meist über viele Jahre der Witterung ausgesetzt sind. Eine Vorbehandlung mit Plasma verbessert die Eigenschaften der Lackschicht in Hinblick auf deren Verklebung mit der Honeycomb-Kernschicht. Entsprechende Versuche bei OCAS haben bereits gute Ergebnisse gezeigt.

Fazit

Der weltweit erste Einsatz einer Inline-Plasmaanlage der hier beschriebenen Art und Dimension gilt gleichzeitig als Durchbruch für eine zukünftig kostengünstige Herstellung von Verbundpaneelen. Neben dem hohen Durchsatz wird es in Zukunft mithilfe der großflächigen Plasmabehandlung nun auch möglich, das Kernmaterial von Paneelen mit weit günstigeren Materialien, wie z. B. recycelten Kunststoffen, zu variieren. Recycelte Kunststoffe und Holz- / Kunststoff-Compounds besitzen überwiegend schwer zu verklebende Oberflächen, was ihre Nutzung vor allem für industrielle Prozesse mit hoher Geschwindigkeit bislang kaum möglich machte. ■

Die Autorin

Inès A. Melamies (+49 (0)2224 989 7588, im@bluerondo.de) ist Inhaberin der Unternehmensberatung Blue Rondo International e. K in Bad Honnef.

Weitere Informationen

– zum Thema Plasmatechnik:

Plasmatreat GmbH, D-33803 Steinhagen, Tel.: +49 (0) 5204 9960-0, mail@plasmatreat.de

– über die Herstellung von Sandwich-Honeycomb PP-Paneeelen:

Wihag Composites GmbH & Co. KG, Tel.: +49 (0)36739 31-5, zentrale@wihag-composites.de

– zum Thema Kleben von Stahl auf Honeycomb-PP:

Elytra NV, Tel.: +32 (0)14 28 20 90, info@elytra.be