

## VAP-Verfahren

# Rationelle Flügelfertigung in High-End-Qualität

TREIBT PROZESSSICHERHEIT UND BAUTEILQUALITÄT DIE ABKEHR VOM HANDLAMINIEREN VORAN, KOMMT DER VACUUM ASSISTED PROCESS INS SPIEL. DIE VORTEILE DES VAP-VERFAHRENS ZEIGEN SICH IN DER FLÜGELFERTIGUNG FÜR EIN ULTRALEICHTFLUGZEUG. BASIS IST EINE SEMIPERMEABLE MEMBRAN ALS GASDURCHLÄSSIGE HARZBARRIERE.

ANDREAS HÄNSCH UND STEFAN UTECHT

**M**it 10,60 m Spannweite bringt der elektromotorisierte Segler Elias (Electric Aircraft of IABG Acentiss), der auf Basis der solar betriebenen Maschine „Electra One Solar“ der PC-Aero GmbH, Nesselwang, entwickelt wurde, nur 211 kg Gewicht auf die Waage. Dennoch ist der Ultraleichtbausegler ein vollwertiges Kleinflugzeug. Möglich wird die enorme Gewichtseinspa-

rung in den „Carbonflügeln“ aufgrund der Herstellung im VAP-Verfahren. Das können traditionelle Herstellungsverfahren nicht leisten.

Das Grundprinzip des patentierten Vacuum Assisted Process basiert auf dem Einsatz semipermeabler VAP-Membransysteme der Trans-Textil GmbH, Freilassing, als gasdurchlässige Harzbarriere. Sie ermöglichen das Entfernen von Luft einschließen und Reaktionsgasen während und nach der Harz-

infusion. Die Matrix bleibt dabei stabil in der Form. Zusätzlich bietet der Einsatz der qualifizierten VAP-Membranen ein sehr hohes Maß an Prozesssicherheit.

Andreas Hänsch ist verantwortlich für VAP-Marketing und -Vertrieb bei der Trans-Textil GmbH, Freilassing, und Ansprechpartner der VAP-Allianz. Stefan Utecht ist Geschäftsführer der Composyst GmbH in Hurlach. Weitere Informationen: Andreas Hänsch, Trans-Textil GmbH, 83395 Freilassing, Tel. (0 86 54) 66 07-7 70, ahaensch@trans-textil.de



Bild: Acentiss

### Ultraleichtbauweise

Einen hohen Anteil an der rationellen Fertigung des Segelflugzeugs Elias in Ultraleichtbauweise hat das VAP-Verfahren. Es sorgt für hohe Prozesssicherheit und Qualität. Beides führt im Vergleich zum Handlaminierten zu mehr Wirtschaftlichkeit.



Bild: Kraus

## Flügel in High-End-Qualität

Trotz integrierten Schaumkerns und Verstärkungen hatten beide Flügel des „Elias“ nach der Herstellung im VAP-Verfahren das gleiche Gewicht ohne mechanische Nachbearbeitung.

oder das Portfolio der Fertigungsalternativen ergänzt wird. In diesen Fällen hat sich die membranunterstützte Harzinfusion in zahlreichen Industriezweigen als ökonomisch attraktives Verfahren erwiesen.

Auch bei der Flügelherstellung für den „Elias“ stellte das VAP-Verfahren seine Vorzüge im Vergleich zum klassischen Handlaminieren unter Beweis. Basis dafür war die zuverlässige und reproduzierbare Steuerbarkeit der Prozessparameter. Kostenintensive Handarbeit wird reduziert und Emissionen in der Arbeitsumgebung werden vermieden. Auf dieser Basis kamen bei der Composites GmbH, Hurlach, die für die Flügelherstellung und Fertigungstechnik verantwortlich war, die qualitativen und wirtschaftlichen Vorteile zum Tragen. Viele Fertigungsunternehmen sehen aktuell die Notwendigkeit, grundsätzlich von offenen auf geschlossene Verfahren umzusteigen.

## Beide Flügel mit gleichem Gewicht ohne Nachbearbeitung

Das Ergebnis sind qualitativ hochwertige VAP-Bauteile. Die Porosität ist minimal, der erforderliche Faservolumengehalt lässt sich exakt erreichen. Trockene Stellen im Laminat werden vermieden, weil aufgrund der Membran das Vakuum während der gesamten Prozesszeit über die volle Bauteiloberfläche wirkt. Eine aufwendige Bauteilnachbearbeitung entfällt, infolge der hohen Prozesssicherheit wird die Ausschussquote drastisch reduziert. Die beiden Tragflächen des „Elias“ hatten nach der Harzinfiltration exakt das gleiche Gewicht ohne Nachbearbeitung.

Selbst großflächige und geometrisch komplexe Bauteile können im VAP-Verfahren in einem Schritt gefertigt werden. Versteifungsstrukturen lassen sich in einem Schuss mitinfiltrieren, sodass zusätzliche Arbeitsschritte und Fehlerquellen wie Verklebungen entfallen können. Beim Ultraleichtflugzeug Elias wurde die Einbettung der Schaumkerne und Verstärkungen in den Infiltrationsprozess problemlos integriert. Erfolgreich eingesetzt wird das VAP-Prinzip unter anderem in der Serienfertigung der Druckkabinen des Airbus A 350 XWB bei der Premium Aerotec GmbH in Augsburg. Dort werden sämtliche Stringer zusammen mit der Hauptstruktur infiltriert.

Weil die Textilien vor der Harzinfiltration trocken in die Form gelegt werden, ist eine Korrektur durch Repositionieren jederzeit möglich. Im Rahmen des Projekts Nexicos (Premium Aerotec) wurde bei der Herstellung eines Prototyps für die Rumpfstruktur eines zivilen Hubschraubers der erfolgreiche Nachweis einer Kosteneinsparung von 30 %

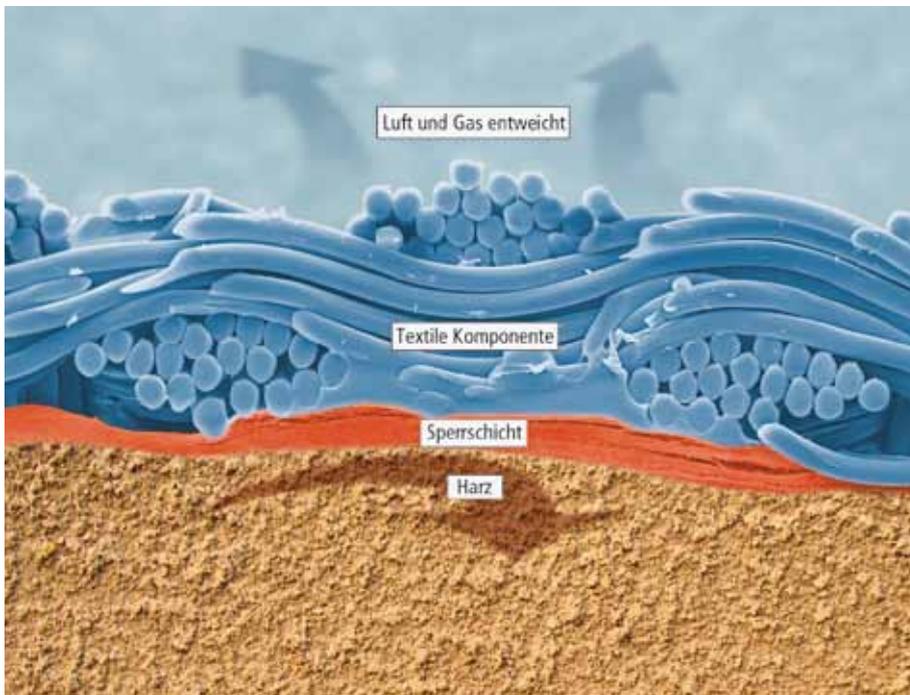


Bild: Trans-Textil

## VAP-Membran

Die VAP-Membran ermöglicht es, dass Luft und Reaktionsgase während der Harzinfusion vollflächig entweichen. Der Matrixwerkstoff bleibt stabil in der Form.

Allerdings führt das VAP-Verfahren nicht nur zu einer deutlichen Qualitätssteigerung bei der Herstellung von Leichtbaukomponenten, sondern bietet auch klare wirtschaftliche Vorteile. Das gilt besonders dann, wenn

beim Wechsel vom Handlaminieren zur geschlossenen Infiltrationstechnik eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet bleiben muss, eine Qualitätsverbesserung in vorhandenen Infusionsverfahren angestrebt wird

gegenüber einer vergleichbaren Prepreg-Struktur erbracht. Zudem stößt die Bauteilfertigung auf Prepregbasis aufgrund der Material- und Prozesseigenschaften häufig an ihre Anwendungsgrenzen. Im Gegensatz dazu bieten trockene Textilien in Kombination mit dem hoch entwickelten VAP-Verfahren meist mehr Gestaltungsspielraum, vor allem dann, wenn die Vorteile des Verfahrens bereits in frühen Konzeptphasen mitberücksichtigt werden.

### Anstatt eines Autoklaven ist ein Wärmeofen ausreichend

Flexible Werkzeugkonzepte reduzieren die Investitionskosten. Für das VAP-Verfahren kann sowohl mit halboffenen als auch beidseitigen geschlossenen Werkzeugkonzepten gearbeitet werden. Auch besteht die Möglichkeit, vorhandene Werkzeuge zu nutzen. Als etablierte „Out-of-Autoclave Technology“ können die Anschaffung und der Betrieb von kostspieligen Anlagen entfallen. So genügt der Composyst GmbH zum Aushärten der Flügelstrukturen für den „Elias“ ein Wärmeofen, der im Hochtemperaturbereich optimale Prozessergebnisse für VAP-Bauteile der Luftfahrtindustrie liefert.

Die gezielte Anpassung der VAP-Membransysteme und weiterer Hilfsstoffe kommt den Forderungen nach Automatisierung der Bauteilfertigung und nach Reduzierung des Zeit- und Kostenaufwands beim Membranhandling entgegen. Der Membranhersteller Trans-Textil GmbH passt sie nicht nur an die Anforderungen von Prozessvarianten und an Harzsysteme an, sondern liefert sie auf Kundenwunsch auch in unterschiedlichen Breiten, vorkonfektioniert oder als Mehrlagensystem.

Als lizenzierte Hersteller dieser verfahrensentscheidenden Komponente arbeitet Trans-Textil zusammen mit Partnern in den Projekten „Azimut“ und „Rock“ erfolgreich an der bauteilorientierten Vorkonfektion eines vollständigen VAP-Materialkits. Dabei werden die VAP-Membrane sowie weitere Hilfsstoffe nach dem Handschuhprinzip der Form der Werkzeugkavität angepasst. Der Aufwand für den Zuschnitt das Positionieren und Abdichten der Zuschnitte in der Fertigung werden dadurch noch weiter vermindert, zusätzliche Fehlerquellen sind meist beseitigt.

### Erfolgreiche Zulassungstests aufgrund exakter Designumsetzung

Im Rahmen des Projekts Elias hat die IABG-Tochter Acentiss GmbH, Ottobrunn, Materialkennwerte, Bauteilsteifigkeits- und -festigkeitswerte der zu produzierenden Lami-



Bild: Aerotec

### VAP-Membran für eine Druckkalotte

Vor der Herstellung der Druckkalotten für den Airbus A350 wird die VAP-Membran in dreidimensionaler Form vorkonfektioniert. Nach der Harzinfusion hatten die Kalotten den genau definierten Faservolumengehalt.

nate und Strukturen definiert. Unter Einhaltung des vorgegebenen Faservolumengehalts wurde eine hervorragende Bauteilqualität realisiert und dabei der Betreuungsaufwand in der Fertigung minimiert. Die erforderlichen Zulassungstests erfolgten auf der Basis dieser qualitativ hochwertigen Strukturelemente. Sie wurden erfolgreich absolviert.

Ursprünglich entwickelt wurde das VAP-Verfahren für die Herstellung integralversteifter Strukturen für die Luft- und Raumfahrttechnik innerhalb der EADS-Gruppe. Bei der Fertigung von Bauteilen, wie der Heckklappe der Airbus-Transportmaschine A400M, der Druckkalotte für den A350 oder großflächiger Hubschrauberstrukturen, zeigten sich eindeutige Vorteile: Es wurden porenfreie Bauteile mit nur geringsten Dickschwankungen hergestellt. Man erreichte die gewünschten Faservolumengehalte. Eine sehr hohe Prozesssicherheit hat zu einer wirtschaftlichen Serienproduktion geführt.

Durch den VAP-Transfer auf Anwendungsbereiche außerhalb der Luft- und Raumfahrttechnik hat das Verfahren bereits großen Zuspruch in unterschiedlichen Industriebranchen erhalten. Beobachtet man die Forderung nach erhöhter Wirtschaftlichkeit und den aktuellen Trend zu reduzierten Kosten, zur Fertigung von Bauteilen aus wenigen Einzelkomponenten und zur Einsparung von Arbeitsschritten, so kommt das

VAP-Verfahren diesen Herausforderungen in kleinen und mittleren Serien sehr entgegen.

### Bevorzugtes Infiltrationsverfahren für Rotorblätter der Windenergie

Außerhalb der Luftfahrttechnik ergeben sich damit interessante Ansatzpunkte für die Fertigung von Strukturbauteilen in der Schifffahrt, im Schienen- und Straßentransport, im Maschinen- und Gerätebau, im Architekturbereich und in der Freizeitindustrie. Aufgrund der hohen Prozesssicherheit wird VAP mittlerweile als bevorzugtes Verfahren bei der Infiltration von Rotorblättern für Windkraftanlagen angewendet.

Um diesen Technologietransfer zu gewährleisten, bietet der EADS-Konzern seine patentierte VAP-Technik über ein einfach zugängliches Lizenzierungsprogramm an. Interessierte Anwender profitieren zudem vom starken Netzwerk der VAP-Allianz, in dem sich Materialhersteller, Beratungs- und Produktionsunternehmen zusammengeschlossen haben, um das VAP-Verfahren gemeinsam weiterzuentwickeln und dessen Anwendung zu fördern. Gemeinsam decken diese Partner bedarfsorientiert ein Full-Service-Paket ab, das von Engineering-Dienstleistungen über Verfahrenstechnik und Hilfsstoffe bis hin zur Auftragsfertigung reicht. ■