

# Klebstoffe im himmelhohen Einsatz

Wussten Sie, dass einige Flugzeugteile geklebt sind? Der weltweite Markt für Klebstoffe für den Flugzeuginnenausbau lag im Jahr 2016 bei 849 Millionen USD, Tendenz steigend. Kleben ist ein Montageverfahren, welches grosse Gestaltungsfreiheit lässt. Dieser Aspekt spielt besonders bei Flugzeuginnenräumen eine wichtige Rolle, da sich die Fluggesellschaften hier – quasi als Aushängeschild – optisch voneinander abheben können.



1 Klebstoffe für Flugzeuge werden in FST-Tests auf ihre Brennbarkeit, Rauchgasdichte und -toxizität geprüft.

Kleben ist vor allem gewichtsparend. Was in der Automobilindustrie zunehmend an Bedeutung gewinnt, gilt für Flugzeuge umso mehr – je leichter, desto besser. Klebstoffe können verschiedene Materialien, z. B. leichte Verbundstoffe, zuverlässig miteinander verbinden, ohne das Gewicht durch Schrauben oder Niete zu erhöhen. Anders als bei anderen Montageverfahren wird das Material beim Kleben nicht beschädigt, d. h. die lasttragende Steifigkeit bleibt unbeeinflusst. Zudem können Spannungen, die aus den unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten verschiedener Werkstoffe resultieren, durch die zähelastischen Eigenschaften der Klebstoffe ausgeglichen werden.

## Sichere Zweikomponenten-Klebstoffe

In Flugzeuginnenräumen (Abb. 1) werden vorwiegend Zweikomponenten-Klebstoffe (2-K-Klebstoffe) verwendet. Über 80% davon sind Epoxidharz-Klebstoffe, aber auch Polyurethankleber kommen zum Einsatz. Wenn Harz und Härter vermischt werden, kommt es zu einer

„DELO entwickelt und produziert massgeschneiderte Spezialklebstoffe und Gerätesysteme für Hightech-Anwendungen, mit einem Höchstmass an Qualität in Design und Fertigung. Der Anwendungsbereich ist gross und reicht von Consumer-Elektronik über Smart Cards und RFID-Systeme bis hin zum Automobilsektor und zur Luft- und Raumfahrt. Verschiedene Klebstoffe sind nach der Airbus-Materialspezifikation AIMS 10-04-001 freigegeben. Alle unsere Produkte für den Flugzeuginnenausbau entsprechen der RoHS-Richtlinie 2015/863/EU zur Beschränkung gefährlicher Stoffe. Für Klebstoffe für den Flugzeuginnenraum nutzt DELO die Doppelkammer-Applikationssysteme von Sulzer.“

**Nicole Guggenmos,**  
**DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA, Deutschland**

chemischen Reaktion, und der Klebstoff härtet bei Raumtemperatur aus. Dies kann durch zusätzliche Wärme (z. B. bei 60 °C) beschleunigt werden.

Aus Sicherheitsgründen werden alle in Flugzeugen verwendeten Materialien getestet. Klebstoffe werden in sogenannten FST-Tests (Flammability, Smoke, Toxicity) gemäss Federal Aviation Regulation FAR 25.853 auf ihre Brennbarkeit, Rauchgasdichte und -toxizität geprüft. Weitere Anforderungen an Klebstoffe sind abhängig vom Einsatzbereich im Flugzeug. So gelten für lineare Verklebungen andere Anforderungen als für Befestigungselemente.

## Lineare Verklebungen in Flugzeugkabinen

Klebstoffe für lineare Verklebungen sind pastös und thixotrop, um eine hohe Abblaufestigkeit zu gewährleisten. Aufgrund der vorwiegend manuellen Fertigung ist eine lange Verarbeitungszeit (> 30 min) notwendig, um Anpassungen nach dem Auftragen zu ermöglichen.



2 Faserverbund-Sandwichpanel von FACC Operations, verklebt mit dem 2-K-Epoxidharz-Klebstoff DELO-DUOPOX AB8390 von DELO Industrie Klebstoffe. (Bildquelle: DELO)



3 Verklebung eines Inserts in ein Faserverbund-Sandwichpanel. (Bildquelle: DELO)

Klebstoffe für Flugzeuginnenräume müssen normalerweise farblich zur Kabinenausstattung passen. Für sichtbare Anwendungen – wie die Gepäckablagefächer über den Sitzen – sollte ein Produkt seine Farbe idealerweise über die gesamte Lebensdauer nicht verändern (Abb. 2).

Der flammgeschützte Konstruktionsklebstoff DELO-DUOPOX AB8390 ist äusserst farbecht und behält seine weisse Farbe auch nach 1 000 Stunden Lagerung bei 70 °C und 85% Luftfeuchtigkeit bei. So kann sich FACC Operations auf eine hohe Farbkonstanz und ein unverändertes Erscheinungsbild ihrer Flugzeugkomponenten verlassen.

### Befestigungselemente im Flugzeug

Zur Befestigung von Schrauben können sogenannte Inserts in Form von Gewindestiften oder -einsätzen in das Trägermaterial (Substrat) eingesetzt werden. Im nächsten Schritt wird der Hohlraum mit Klebstoff gefüllt und der Insert mit dem Substrat verklebt. Nachdem der Klebstoff seine Funktionsfestigkeit erreicht hat, können Gegenstücke wie Kabelhalter usw. montiert werden (Abb. 3).

Für diese Anwendung müssen die Klebstoffe ein gutes Fliessverhalten beim Dosieren aufweisen und eine hohe Ablauffestigkeit im Hohlraum zeigen. Darüber hinaus müssen sie schnell aushärten, um die anschliessende Verarbeitung zu beschleunigen.

Sind schnelle Klebelösungen gefragt, können verschiedene Klebstoffe verwendet werden. Zum Beispiel der 2-K-Epoxidharz-Klebstoff DELO-DUOPOX AB8162 mit einer schnellen Verarbeitungszeit von 10 min, der seine Anfangsfestigkeit bei Raumtemperatur in 2 Stunden erreicht. Beschleunigt durch Wärme, z. B. bei 60 °C, kann die

### Viskosität von thixotropen Fluiden

Thixotropie bezeichnet die Eigenschaft eines Fluids, seine Viskosität bei konstanter Scherung im Laufe der Zeit bis zu einem gewissen Level abzubauen. Nach Beenden der Beanspruchung baut sich die anfängliche Viskosität wieder auf. Mit anderen Worten: Ein thixotropes Fluid wird beim Umrühren dünnflüssiger und bei einer anschliessenden Ruhephase wieder dickflüssiger.

Funktionsfestigkeit bereits nach 15 min erreicht werden. Alternativ kann auch ein 2-K-Polyurethan-Klebstoff – wie DELO-PUR AD948 – verwendet werden, der von Airbus qualifiziert und freigegeben ist (AIMS 10-04-001).

### Dispenserlösungen von Sulzer

2-K-Klebstoffe können auf einfache Weise mithilfe von Doppelkammer-Kartuschen von Sulzer ausgetragen werden. Das Mischungsverhältnis von Harz und Härter wird dabei vom Durchmesser der Kammern bestimmt, die jeweils eine Komponente des Klebstoffs enthalten. Mit dem dazugehörigen Mischrohr (statischer Mischer) können die Produkte so einfach wie einkomponentige Produkte verarbeitet werden. Es stehen verschiedene Mischrohre zur Verfügung, wobei aber nur von DELO und Sulzer freigegebene Rohre verwendet werden sollten, um die gewünschte Homogenität des Produkts zur weiteren Verwendung sicherzustellen.

Es stehen manuelle und pneumatische Dispenserlösungen zur Verfügung. Eine spezielle Stoppfunktion hilft beim präzisen Auftragen des Klebstoffs ohne Materialverlust.

Autor: Roman Thönig  
[sulzertechnicalreview@sulzer.com](mailto:sulzertechnicalreview@sulzer.com)