

Multifunktionale Klebung

Julian Steinmetz, Thomas Löbel, Dirk Holzhüter

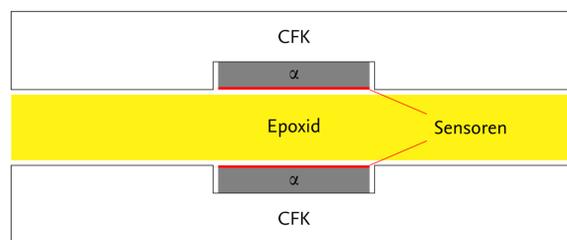
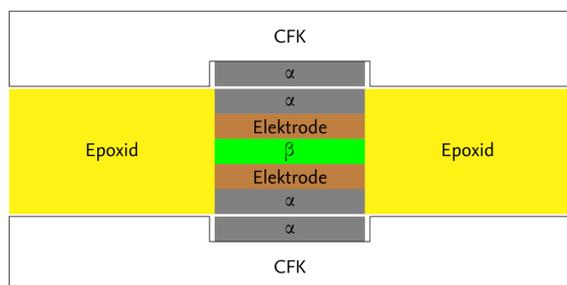
Technische Universität Braunschweig | Institut für Adaptronik und Funktionsintegration

j.steinmetz@tu-braunschweig.de | Telefon +49 (0) 531 391-8057

Motivation

Kleberverbindungen als Füge-technologie von Faserverbundwerkstoffen (FVW) sind notwendig um das Leichtbaupotential der FVWs vollständig ausnutzen zu können. Jedoch ist die Qualität von Kleberverbindungen von zahlreichen Prozessparametern abhängig. Als Folge dessen ist es trotz strenger Prozesskontrollen nicht möglich die Lebensdauer einer Klebung zuverlässig vorherzusagen. Aus diesem Grund darf in der Luftfahrt kein Strukturelement mit einer reinen Kleberverbindung gefügt werden, dessen Versagen unmittelbar zum Verlust des Gesamtsystems führt.

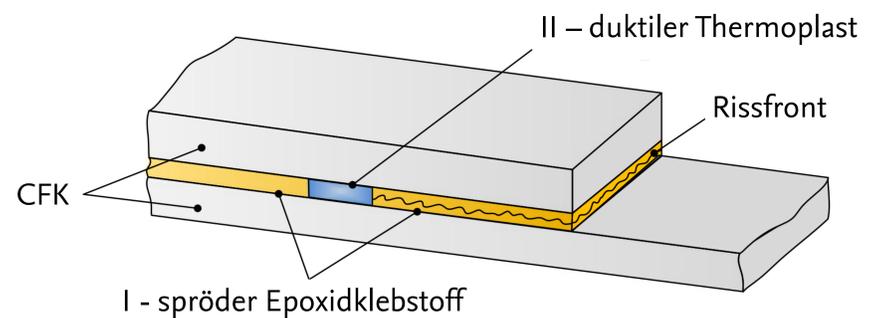
Die multifunktionale Klebschicht soll dieses Problem lösen, indem sie Anrisse in der Klebschicht zuverlässig auf eine maximale Länge beschränkt und diese darüber hinaus über ein integriertes Structural Health Monitoring (SHM) System detektiert. Auf diese Weise wird ein Versagen der gesamten Klebschicht verhindert und eine ausreichende Resttragfähigkeit garantiert.



Konzepte zur Sensorintegration in den Rissstopp

PVDF-Rissstopper – Thomas Löbel

- Der duktile Thermoplast bildet eine Barriere für Risse im spröden Epoxidklebstoff und verhindert somit das Voranschreiten des Risses
- In dem erfolgreich umgesetzten Rissstopp wird Polyvinylidenfluorid (PVDF) als Thermoplast eingesetzt



Schematischer Aufbau des Rissstoppelements

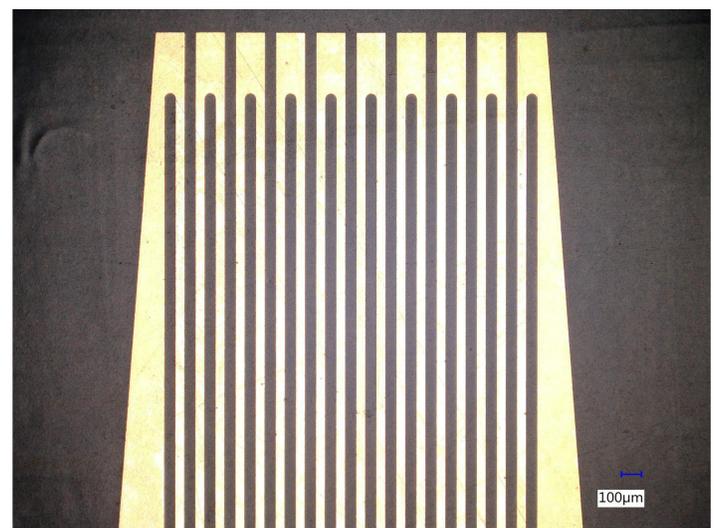
Rissdetektion mit Foliensensoren

Der erste Ansatz zur Zustandsüberwachung beschränkt sich auf die Risserkennung mit integrierten Sensoren und beruht auf der Änderung der Spannungsverteilung über die Klebschicht aufgrund des Anrisses. Ein wesentliches Ziel ist es die Funktion der Klebschicht bzw. des Rissstoppelements durch das Einbringen eines Sensors nicht negativ zu beeinflussen. Daraus ergeben sich zwei grundsätzlich Konzepte zur Überwachung der Klebschicht:

- Die Ausnutzung des piezoelektrischen Effekts von PVDF
- Aufbringen von nanoskaligen Sensorgittern auf das PVDF

Aktuelle Arbeiten

- Erhalt der β -Phase des PVDFs über den Klebprozess hinaus, trotz aufschmelzen des PVDF
 - Dies stellt eine besondere Herausforderung dar, weil beim Aufschmelzen die polare β -Phase in die unpolare α -Phase übergeht und der üblicherweise für die Bildung der β -Phase notwendige Reckprozess nach dem Fügen unmöglich ist
 - Momentan werden Lösungen gesucht, um aus der Schmelze die β -Phase zu erzeugen. U.a. wird erprobt das PVDF mit Nanopartikeln zu modifizieren; es unter einem E-Feld aufzuschmelzen; die Elektroden zu Polarisieren; das PVDF nur teilweise aufzuschmelzen, um β -Phasen-Anteile zu erhalten
- Aufbringen von nanoskaligen Dehnungsmessstreifen (DMS) auf eine PVDF-Folie und anschließendes Co-Curing mit Kohlefaserverbundwerkstoff (CFK)



DMS-Gitter auf PVDF-Substrat nach Co-Curing-Prozess