

Die Multifunktionale Klebschicht

Julian Steinmetz, Chresten von der Heide

Technische Universität Braunschweig | Institut für Mechanik und Adaptronik | Institut für Mikrotechnik

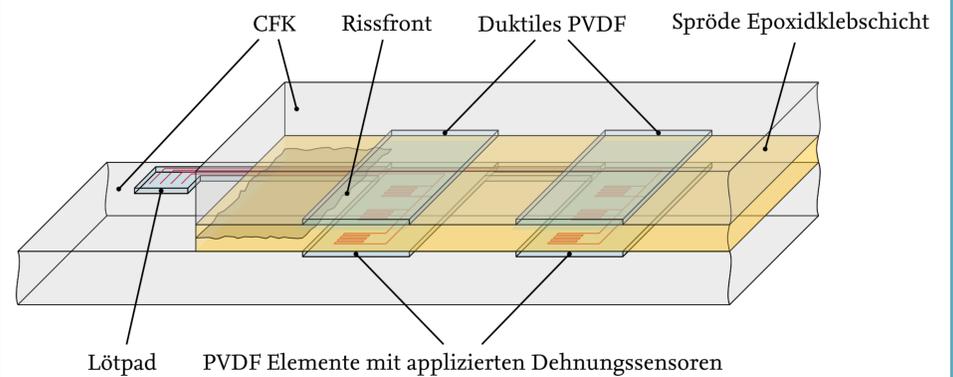
j.steinmetz@tu-braunschweig.de | Telefon +49 (0) 531 391-8057



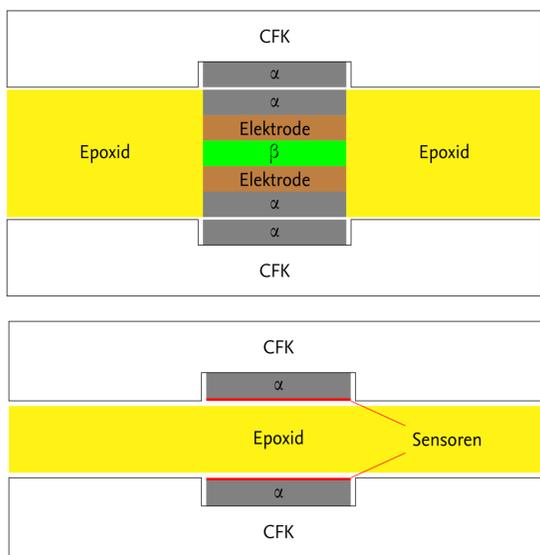
Motivation

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 rapides Versagen der gesamten Klebschicht verhindert und Schäden werden erkannt, bevor sie eine kritische Größe erreichen.



F-Sensorkonzept der Multifunktionalen Klebschicht



Intrinsischer PVDF Sensor (oben) Integrierter Foliensensor (unten)

Rissdetektion mit Foliensensoren

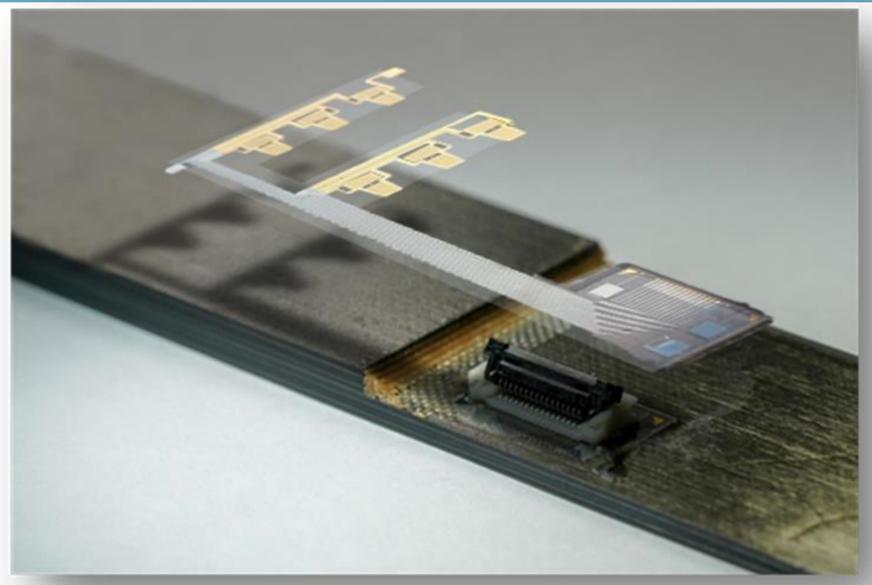
Der Ansatz zur Zustandsüberwachung beruht auf der Änderung der Spannungs bzw. Dehnungsverteilung über die Klebschicht aufgrund des Anrisses. Durch die Integration von Foliensensoren mit PVDF Substrat und nanoskaligen Goldstrukturen für die Sensorik, wird das Ziel verfolgt, mittels Funktionsintegration das Rissstoppelement und die Sensorik funktionskonform in die Klebschicht zu integrieren.

Das daraus resultierende F-Sensorkonzept besteht aus zwei Reihen von Dehnungssensoren, die hintereinander platziert sind. Ein ankommender Riss verändert zuerst den Spannungsverlauf in der weniger weit entfernten Sensorreihe. Die daraus resultierende Änderung der Differenz der Sensorsignale bildet den Indikator für einen Riss in der Nähe des Sensors. Das duktile Substrat sorgt gleichzeitig dafür, dass der Riss nicht an dem Sensor vorbeiläuft, sondern am Rand des Substrat zum Stehen kommt.

Rissdetektion mit PVDF Sensoren

Für ein alternatives Sensorkonzept wird die Machbarkeit erforscht, das PVDF selbst als piezoelektrischen Sensor zu nutzen. Dafür ist der Erhalt der β -Phase des PVDFs über den Klebprozess hinaus, trotz Aufschmelzens des PVDFs, eine besondere Herausforderung. Beim Aufschmelzen geht die polare β -Phase in die unpolare α -Phase über und der üblicherweise für die Bildung der β -Phase notwendige Reckprozess ist nach dem Fügen unmöglich. Unter anderem wird erforscht, ob durch den gezielten Einsatz elektrischer Felder die β -Phase erhalten oder direkt aus der Schmelze erzeugt werden kann.

Gelingt dies, kann das PVDF gleichzeitig als Barriere für den Riss und als Sensor eingesetzt werden. Im Gegensatz zum Konzept mit integrierten Foliensensoren, wird der Thermoplast hier nicht nur in die Oberfläche der Fügepartner eingepresst, sondern es wird eine durchgehender Rissstopp aus verschweißten PVDF-Lagen erzeugt.



Zugscherprobe mit integriertem F-Sensor



Technische
Universität
Braunschweig

Gefördert durch
DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Institut für
imta
Mikrotechnik

Institute of
Mechanics and Adaptronics
ima