

# Curing-Transponder Entwicklung und Integration von RFID-Transpondern zur Überwachung der Aushärtung im Fertigungsprozess und für das Produktlebenszyklusmanagement von Faserverbundwerkstoffen

## Motivation und Ziel

Das kontinuierliche und konsequente Steigern der Ressourceneffizienz bei der Faserverbundbauteilfertigung und der Funktionalität von Composite-Bauteilen ist zwingend erforderlich, um die deutsche Wettbewerbsfähigkeit dieser Produktionstechnik auch zukünftig zu erhalten. Um dies zu erreichen, setzt das Vorhaben an mehreren Punkten entlang des Fertigungs- und Produktzyklus von polymeren Faserverbundbauteilen an und nutzt hierbei die RFID-Technik (radio frequency identification) als Basis für intelligente Optimierungen. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, einen sogenannten RFID-Curing-Transponder (englisch: curing = „Aushärten“ oder „Aushärtung“) zu entwickeln, welcher in Composite-Bauteile und gegebenenfalls auch deren Bauteilform) integriert werden kann, um online und in situ Auskunft über den Aushärtegrad der polymeren Matrix zu erhalten (Aushärtegradüberwachung). Bei Infusions- und Injektionsverfahren beispielsweise soll die Messmethode Daten über die Harzfront und ihren Verlauf liefern, um so detaillierte Informationen über den inneren Bauteilzustand und den Aushärtegrad zu erhalten. Diese spezifischen Informationen sollen auf dem Chip des Transponders gespeichert und bereitgestellt werden, so dass diese für die Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen eingesetzt werden können. Darüber hinaus soll der innovative Transponder auch über den gesamten Lebenszyklus des Bauteils wichtige Informationen in einer digitalen Bauteillebensakte speichern und abrufbereit halten. Mit dieser ins Bauteil integrierten Akte können z. B. Qualitätsnachweise, die Erkennung von Plagiat-Bauteilen, als auch Logistikprozesse oder das Ersatzteilmanagement beim Endanwender deutlich vereinfacht werden.

## Lösungsansätze

Ein im Vorhaben verfolgter Ansatz sieht vor, die Transponderantenne zugleich als Sensor für die Messung von Aushärtegradänderungen einzusetzen. Um geeignete Transponder zu ermitteln, sind Modellrechnungen sowie Applikationsexperimente erforderlich. Es werden Teststrukturen mit verschiedenen Geometrien und Transpondern gefertigt, um z. B. festzustellen, welche Rolle die Größe und Oberflächenbeschaffenheit spielen.

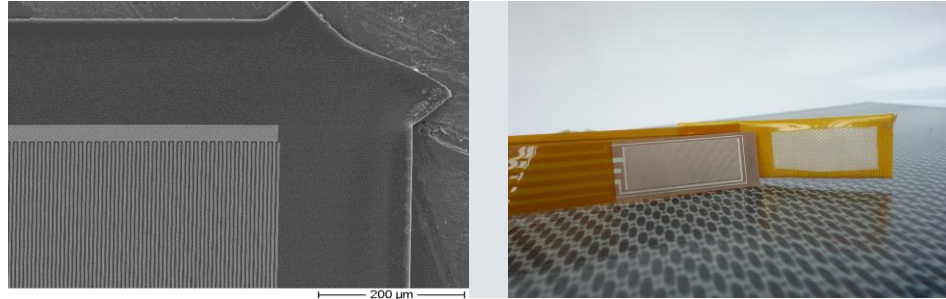


Links: Beispiele für verschiedene Sensorgeometrien  
 Rechts: Sensoren auf Glasfaserge-webe

Diese werden durch quasistatische und Wechsellastversuche analysiert. Dabei spielt besonders die gegenseitige Haftung des Träger- und des Matrixmaterials eine Rolle, weshalb auch verschiedene Harzsysteme untersucht werden sollen. Da das Anwendungsfeld der Sensor-RFID-Technik auf diesem speziellen Gebiet der Materialanalyse ein völlig neues Gebiet darstellt, müssen auch neuartige, intelligente Bauformen und Schaltungen für Transponder entwickelt werden, um diese einfach in den Produktionsprozess der Bauteile zu integrieren und um deren Funktion – gerade im Hinblick auf elektrisch leitende Kohlenstofffasern – zu gewährleisten.

Als Vergleichsmethoden zur Verifizierung der mittels RFID-Sensoren gemessenen Aushärteverläufe werden bekannte Verfahren der Analyse von Polymermaterialien einge-

setzt, insbesondere die Differential Scanning Calorimetry (DSC) und mechanische Testverfahren wie DMA (Dynamic Mechanical Analysis). Weiterhin werden vergleichende Messungen der Aushärtung mit konventionellen dielektrischen Sensoren durchgeführt. Die Möglichkeit der Nutzung der im Bauteil verbleibenden Sensoren zum Produktlebenszyklusmanagement soll gezeigt werden.



Links: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von einem dielektrischen Miniatursensor  
 Rechts: Dielektrische Sensoren

#### Mögliche Anwendungen

Durch den Einsatz des im Vorhaben zu entwickelnden intelligenten, sensorischen Curing-Transponders zur Aushärtegradüberwachung - in Zusammenhang mit einem wissensbasierten Expertensystem - werden kürzere Prozesszeiten, bei gleichzeitig höherer Bauteilqualität, ohne Nacharbeit erzielt, so dass sich die Anschaffung der Systemtechnik für den Bauteilhersteller durch die gesteigerte Ressourceneffizienz wirtschaftlich rechnet. Mit der RFID-Methode lassen sich gleichzeitig und drahtlos Informationen über den Aushärtegrad verschiedener Bauteile, sowie an mehreren Bauteilpositionen, online gewinnen. Sensordaten, die über den Herstellungsprozess gesammelt werden, dienen auch zur Verbesserung der Prozesse und des Produktes, da man die spezifischen Fertigungsbedingungen eines Bauteils intern über den Produktlebenszyklus dokumentieren und für die Bewertung von Ausfallstatistiken verwenden kann. Das Online Process Monitoring (OPM) mittels RFID-Sensoren ermöglicht weiterhin eine bessere Validierung von Simulationsmodellen zur Vorhersage der Fließfront und Aushärtung in der Entwicklungsphase von neuen komplexen polymeren Faserverbundbauteilen.

#### Ansprechpartner

M.Sc. Elisabeth Hardi · Telefon: +49 (0)421 218 596 62 · hardi@faserinstitut.de

#### Gefördert durch

Das Forschungsvorhaben (Förderkennzeichen 16KN021255) wird mit Mitteln des zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert, wofür ausdrücklich gedankt wird.

#### Projektpartner

- tagltron GmbH, Salzkotten (Federführung)
- Haindl Kunststoffverarbeitung GmbH, Bremen
- Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH (BIBA), Bremen

#### Faserinstitut Bremen e. V.

Das Faserinstitut Bremen e. V. nimmt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf den Gebieten der Prüfung, Weiterentwicklung und Verarbeitung von Fasern, textilen Halbzeugen und Faserverbundwerkstoffen wahr. Im [Kompetenzfeld Messsysteme und Monitoring](#) wird an innovativen Lösungen für Prozess- und Strukturüberwachung von Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen geforscht. Dabei wird eine breite Auswahl von Messmethoden verwendet, von  $\mu$ -CT und graphischer Analyse bis hin zu piezoelektrischen, elektromagnetischen und optischen Sensoren.

[Faserinstitut Bremen e. V.](#) · Am Biologischen Garten 2 (IW3) · 28359 Bremen · Germany  
 Telefon +49 (0)421 218 587 00 · Telefax +49 (0)421 218 587 10 · [www.faserinstitut.de](http://www.faserinstitut.de)

**BIBA**

tagltron

 **HAINDL**  
 Individuelle  
 Kunststoff-Verbundbauweise