

Projektvorstellung „TapeCheckSim“ – Aktive Fehlervermeidung durch kontinuierliche, zerstörungsfreie Qualitätsanalyse von UD-Tapes für Tape-Legeprozesse

Projektlaufzeit: 02/2021 - 01/2024

Projektpartner: SURAGUS GmbH
Textechno H.Stein GmbH & Co. KG
AFPT GmbH
Nebumind GmbH

Assoziierte Partner: Covestro Deutschland AG
Mitsui Chemicals Europe GmbH

Förderträger: BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Ansprechpartner: Philipp Quenzel, M.Sc.
philipp.quenzel@ita.rwth-aachen.de

Zielsegment: (Faserverbundwerkstoffe): Das Projekt adressiert die Fehleranfälligkeit von Tape-Legeprozessen. Produktionsstillstand und Produktausschuss werden aktiv vermieden. Dies fördert die Attraktivität automatisierter und verschnittarmer Herstellungsprozesse von FVK.

Defizite aktueller Qualitätssicherungssysteme für Tape-Legeprozesse

In den letzten Jahren wurden Online-Qualitätssicherungssysteme für Automated Tape Laying (ATL) bzw. Automated Fiber Placement (AFP) Prozesse im Rahmen akademischer und industrieller Forschungsprojekten entwickelt, um die Produktivität dieser Prozesse zu steigern. Diese Systeme erfassen während der automatischen Faserablage entstandene Fehler, wie beispielsweise Gassen, Überlappungen und Falten. Allerdings können Fehler erst erkannt werden, wenn diese bereits abgelegt wurden. Eine aktive Fehlervermeidung ist mit diesen Ansätzen nicht möglich.

Auf Basis der Online-Daten dieser Qualitätsüberwachungssystemen wurden „In-situ“-Simulationsansätze entwickelt, die die "as-built"-Eigenschaften eines abgelegten Bauteils simulieren. Damit wird eine Entscheidung ermöglicht, ob ein entstandener Fehler im abgelegten Laminat verbleiben kann oder entfernt werden sollte. Da die Daten während des Ablegeprozesses erfasst werden, stehen jedoch nur sehr kurze Simulationszeiten zur Verfügung, wodurch eine genaue Vorhersage der Bauteileigenschaften erschwert wird. Ein weiterer Nachteil dieser Systeme ist, dass sie zwar Defekte im Laminat bzw. Preform, aber nur in sehr begrenztem Umfang Defekte im Eingangsmaterial (z. B. Abweichung des Faservolumenanteils, geometrische Toleranzen) erkennen können. Dies ist insbesondere für thermoplastische Prepreg-Tapes entscheidend. Diese weisen deutlich häufiger Materialfehler auf als etablierte und ausgereifte Epoxid-basierte Prepreg-Tapes. Im Gegensatz zu Epoxid-Prepreg-Tapes werden materialbedingte Defekte (z. B. Porosität) zudem bei der laserbasierten In-situ-Konsolidierung von thermoplastischen Tapes durch den Entfall einer nachgeschalteten Autoklavkonsolidierung nicht mehr kompensiert. Daher ist die

Materialqualität von thermoplastischen Prepreg-Tapes von entscheidender Bedeutung, um eine hohe Prozesstabilität und Laminatqualität zu erreichen.

Aktive Fehlervermeidung durch kontinuierliche, zerstörungsfreie Qualitätsanalyse von UD-Tapes

Ziel des TapeCheckSim-Projektes ist es, das Auftreten von materialbedingten Fehlern bei der automatisierten Faserablage von thermoplastischen Prepreg- und Trockenfaser-Tapes zu vermeiden. Dies wird durch eine vorgelagerte Qualitätsanalyse des Materials realisiert. Zu diesem Zweck entwickeln die SURAGUS GmbH (Dresden, Deutschland) und die Textechno H. Stein GmbH & Co. KG (Mönchengladbach) geeignete Sensorsysteme, die durch eine kontinuierlichen, zerstörungsfreien Prüfung eine 100 % Inspektion des Tape-Materials ermöglichen. Materialfehler werden dabei auf der Tape-Spule erkannt und lokalisiert. Diese Informationen bilden den „digitalen Zwilling“ einer jeden Tape-Spule. Die Zusammenhänge zwischen der Tape-Qualität und den daraus resultierenden mechanischen Verbundeigenschaften werden am Insitut für Textiltechnik Aachen (ITA) untersucht.

Die Bahnplanungssoftware des Tape-Legesystems liefert Informationen über die Ablegeposition eines Materialabschnittes im Bauteil. In der „pre-build“ Bauteilsimulation, die am ITA entwickelt wird, werden die Ablegepositionen und die Materialeigenschaften eines Tape-Abschnittes zu einem digitalen Zwilling des fehler-behafteten Bauteils verknüpft. Das Simulationsmodell ermöglicht damit eine Prognose, ob der induzierte Fehler im Bauteil zu einem kritischen Bauteilverhalten führen würde bevor der Tape-Legeprozess überhaupt gestartet wurde. In einem kritischen Fall wird der entsprechende Tape-Abschnitt durch das Tape-Legesystem ausgeschnitten und somit nicht abgelegt. Die neue Prozesskette wird auf den Anlagen der AFPT GmbH (Dörth, Deutschland) implementiert. Die Implementierung der notwendigen Infrastruktur für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Teilsystemen und die Datenverarbeitung wird von der nebumind GmbH (Taufkirchen) durchgeführt.

Durch den Entfall von hohen Nebenzeiten für die Prüfung und Fehlerkorrektur, trägt die aktive Fehlervermeidung zu einer Produktivitätssteigerung von Tape-Legeprozessen bei. Durch die Vermeidung von hohen Sicherheitsaufschlägen kann der Materialeinsatz weiter optimiert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Tape-Qualität und mechanischen Bauteileigenschaften vereinfachen die Materialauswahl und erhöhen die Zugänglichkeit der Tape-Legetechnologie für den Anwender.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen des Technologietransfer-Programms Leichtbau (TTP LB) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (Förderkennzeichen: 03LB5001E) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.