Vom Faden zum High-Performance-Bauteil: Nachhaltige und automatisierte Fertigung von thermoplastischen 3D-Composites mittels Tailored Fibre Placement (TFP) und Unwind3D-Presstechnologie

Nicolas Raths*†[1]

[1]ZSK Stickmaschinen – Germany

Abstract

1. Einleitung & Motivation

Die Nachfrage nach leichten, ressourceneffizienten und kreislauffähigen Werkstoffen in Branchen wie Automotive, Aerospace und Sport & Freizeit steigt stetig. Herkömmliche Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen kämpfen oft mit hohem manuellem Aufwand, langen Zykluszeiten und erheblichem Materialverschnitt (bis zu 30-70 %). ZSK Stickmaschinen bietet mit der Tailored Fibre Placement (TFP) Technologie eine Lösung, die diese Barrieren durchbrochen hat. In Kombination mit der innovativen Unwind3D Presstechnologie wird nun der gesamte Prozess – von der präzisen Faserablage bis zum fertigen 3D-Bauteil – nachhaltig und hocheffizient industrialisiert.

2. Die Technologie: ZSK TFP und TWP

• Tailored Fibre Placement (TFP): Im Gegensatz zum herkömmlichen Weben oder Legen erlaubt TFP die absolut freie Positionierung von Fasern (Carbon, Glas, Aramid, Naturfasern) entlang der Lastpfade.

o Nachhaltigkeit durch Effizienz: Der Materialverschnitt wird auf ein Minimum (ca. 3 %) reduziert.

o Präzision: Dank digitaler Fadenspannungskontrolle und automatisierter Materialzuführung (bis zu 3 Materialien parallel) können komplexe Preforms in Serie gefertigt werden.

• Tailored Wire Placement (TWP): Für multifunktionale Strukturen können zusätzlich Heizdrähte oder Sensoren direkt in das Composite integriert werden, was die Prozesskette verkürzt und die Funktionalität erhöht.

3. Der Durchbruch: Unwind3D Presstechnologie

Während flache TFP-Preforms bereits etabliert sind, löst Unwind3D die Herausforderung

*Speaker

†Corresponding author:

der Formgebung zu komplexen 3D-Bauteilen, insbesondere bei thermoplastischen Matrices.

• Automatisierte Konsolidierung: Unwind3D nutzt spezialisierte Molding-Zellen, die Preforms präzise in Form bringen.

• Thermoplast-Fokus: Thermoplastische Verbundwerkstoffe sind im Gegensatz zu Duromeren recycelbar. Unwind3D managt die Schwierigkeiten wie Schrumpfung beim Schmelzen durch intelligente Druck- und Temperatursteuerung (Induktion/Konduktion).

• Energieeffizienz: Durch gezieltes Energiemanagement und kurze Zykluszeiten wird der CO2-Fußabdruck der Produktion massiv gesenkt.

4. Digitale Integration und Skalierbarkeit
Der gesamte Workflow bei ZSK ist digital integriert – von der Design-Software EPCwin über die Maschinensteuerung T8 bis hin zur automatisierten Fertigungszelle. Dies ermöglicht eine Net-Shape-Fertigung", die manuelle Nacharbeit überflüssig macht und eine gleichbleibend hohe Bauteilqualität garantiert.

Keywords: Tailored Fiber Placement, Unwind3D, Presstechnologie, Tailored Wire Placement