

## JARVIS4Pre

Virtuelles Lernen und künstlich intelligent entwickelte Arbeitsanweisungen zur Preformherstellung in der Luftfahrt

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020  | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.09.2021  | <b>Projektende</b>     | 31.05.2024    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2021 - 2024   | <b>Projektlaufzeit</b> | 33 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | digitaler Zwilling, künstliche Intelligenz, Machine learning, Preform, Drapieren, Surrogate model, virtuelles Lernen, Ausführungsumgebung |                        |               |

### Projektbeschreibung

Das hier vorgestellte Forschungsvorhaben JARVIS4Pre adressiert einen Produktionsprozess aus dem Bereich der faserverstärkten Kunststoffe, welche für die Luftfahrtindustrie unabdingbar geworden sind. Um die steigenden Stückzahlen und Qualitätsanforderungen bzw. dem stetigen vorherrschenden Kostendruck (speziell durch und auch trotz der vorherrschenden Pandemie) gerecht zu werden, besteht der Bedarf in der Verbesserung jedes einzelnen Teilprozesses in diesem Markt.

Ca. 40% der Gesamtkosten eines Leichtbauteiles resultieren aus der Produktion des Faserhalbzeuges, der „Preform“. Stand der Technik sind Drapiersimulationen (kinematisch und zu einem gewissen Teil FE-basiert), welche den Prozess der Faserhalbzeugproduktion digital abbilden können und dem Entwicklungsingenieur erste Eindrücke für kritische Bereiche am Bauteil, z.B. anhand der Bewertung von Scherwinkeln, geben können. Die tatsächliche Produktion der Preform erfolgt oftmals per Hand, wo der jeweilige Experte für sich selbst (basierend auf Erfahrung) die notwendige Reihenfolge von Handlungsschritten definiert und ausführt. Die Qualitätsmetrik zur Bewertung des Ergebnisses ist stets der Vergleich zum „Soll“ – der Faserorientierung im CAD-Modell. Abhängig von der Reihenfolge und Art der Ausführung am Faserhalbzeug ist das Ergebnis jedes Mal ein anderes. Erfahrung darin, in welcher Reihenfolge die jeweiligen Handlungen durchzuführen sind, um ein optimales Ergebnis zu erhalten, zeichnet einen Experten aus und minimiert die Anzahl an ineffizienten „trial and error“-Versuchen.

Die Innovation von JARVIS4Pre ist, dass durch Methoden der künstlichen Intelligenz und Machine Learning gemeinsam mit dem digitalen Zwilling (Drapiersimulation) eine virtuelle Lernumgebung geschaffen wird, in der die „Erfahrung“ des Menschen künstlich nachgelernt werden kann. Das Ziel hinter diesem Ansatz ist die Generierung von Arbeitsanweisungen, d.h. eine Reihenfolge und Beschreibung von Arbeitsschritten, welche das Fundament für kommende Entwicklungen in diese Richtung darstellt. Erforderliche Rechenleistung und hohe Modellkomplexitäten der Digitalen Zwillinge in Randbedingungen und Materialeigenschaften machen diesen Schritt, weg von klassischer Optimierung hin zu künstlich intelligenten Algorithmen, notwendig.

Die künstlich intelligent gelernten Arbeitsanweisungen werden an einer im Projekt zu entwickelnden Ausführungsumgebung physisch auditiert und bewertet. Die Möglichkeiten und Randbedingungen der physischen Ausführungsumgebung werden identifiziert und dem künstlichen Lernen zur Verfügung gestellt mit dem Ziel weiter Zeit und Ressourcen - hin zu nachhaltigen Produktionsprozessen - einzusparen. Die Einbeziehung von möglichen Nutzergruppen, Bedarfsanalysen durch Befragungen und qualitative Bewertung der Ergebnisse der Ausführung der künstlich intelligent entwickelten Arbeitsanweisung runden dieses höchst innovative Forschungsvorhabens im Sinne einer künftigen Verwertung ab.

## **Abstract**

JARVIS4Pre addresses a production process in the field of fiber-reinforced polymers, which's introduction had been a game changer in the last decades in the aviation industry. In order to meet the increasing number of parts and high quality requirements together with constant manufacturing cost pressure (based on and in spite of the current pandemic), there is a need to improve each individual sub-process.

Approx. 40% of the total costs of a lightweight component result from the production of the semi-finished fiber product, the "preform". The state of the art are draping simulations (kinematic or to some extent FE-based), which can digitally map the process of semi-finished fiber preform production and give the development engineer first impressions for critical areas on the component, e.g. based on the evaluation of shear angles. The actual production of the preform is often done by hand, where the respective expert defines and carries out the necessary sequence of steps by himself (based on experience). The quality metric for evaluating the result is always the comparison to the design - the fiber orientation in the CAD model. Depending on the sequence and type of execution on the semi-finished fiber product, the result is different every time. Experience, when and which actions have to be carried out in order to achieve an optimal result, distinguishes an expert and minimizes the number of inefficient "trial and error" attempts.

The innovation of PreformAI is that through methods of artificial intelligence and machine learning together with the digital twin (draping simulation) a virtual learning environment is created in which the "experience" of humans can be learned artificially. The goal behind this approach is to generate work instructions, i.e. a sequence and description of work steps that form the basis for future developments in this direction. The computational cost and model complexities of the digital twins in terms of boundary conditions and material properties necessitate to step away from classic optimization and towards artificially intelligent algorithms.

The artificially intelligently learned work instructions should then be physically audited and evaluated in an execution environment to be developed in the project. The possibilities and boundary conditions of the physical execution environment should be identified and made available for artificial learning with the aim of further saving time and resources towards sustainable processes and products within the aviation industry. The inclusion of potential user groups, requirement analyzes through surveys and qualitative evaluation of the results of executing the work instruction developed by artificial intelligence represent the conclusion of this highly innovative research project.

## **Projektkoordinator**

- Alpex Immobilien GmbH
- Alpex Technologies GmbH

## **Projektpartner**

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- EnliteAI GmbH
- BRIMATECH Services GmbH
- Aerospace & Advanced Composites GmbH