CARpenTiER

Modelling, Production and further Processing of Eco-Hybrid Structures and Materials

Programm / Ausschreibung	COMET, K-Projekte, 8. Ausschreibung COMET Projekte	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2021	**Projektende**	30.04.2025
Zeitraum	2021 - 2025	**Projektlaufzeit**	48 Monate
Keywords	Function-oriented process control, Reliable and reproducible production of wood hybrid components, Part function, Material and process modeling, Digital TWIN		

Projektbeschreibung

Ziel von CARpenTiER ist die Entwicklung von Produktionstechnologien für holzbasierte Hybridkonstruktionen im Automobil-, Anlagen- und Maschinenbau. Unter den Anwendungen werden hybride Strukturen aus Schichtholz, Sperrholz oder Furnierstreifenholz, die mit Naturfasern verstärkt werden können, verstanden. In früheren Forschungsaktivitäten des Konsortiums wurden verschiedene Demonstratoren für den Mobilitätssektor in Multimaterial-Mischbauweise erfolgreich entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass 10 bis 40 % des Eigengewichts durch den Einsatz von Holzwerkstoffen ohne Leistungsverlust eingespart werden können. Dies kann in Zukunft einen positiven Beitrag zu den Klimazielen leisten, da die Gewichtsreduktion die höchste Hebelwirkung hinsichtlich Reduktion von Treibhausgasemissionen hat.

Obwohl frühere Forschungsarbeiten eine solide Basis in der Finite-Elemente-Modellierung gelegt haben, fehlt es an geeigneten Produktionstechnologien für die industrielle Umsetzung. Aus diesem Grund wird sich das weiterführende Forschungsprogramm vor allem auf die Prozessentwicklung und Prozessführung konzentrieren. Eine weitere Herausforderung beim Einsatz biobasierter Materialien für die vorgesehenen Anwendungen ist die Kontrolle der Materialvariabilität. Bei konventionellen Holzanwendungen (z.B. im Holzbau) wird diese hauptsächlich durch hohe Sicherheitsfaktoren kompensiert. Dies führt jedoch zu einer Leistungsminderung. Daher zielt das Projekt auf holzbasierte Hybridstrukturen ab, die das Leichtbaupotential von Holz maximal nutzen. Zu diesem Zweck wird für zukünftige Lieferanten (= Tiers) ein computerunterstützter Forschungsansatz (CAR) zur funktionsorientierten dynamischen Prozesssteuerung (funktionsorientierte Prozesssteuerung) etabliert. Ausgehend von einem Bauteil (Example Unit), dass möglichst viele Kriterien und Anforderungen (Funktionen) einer typischen Baukomponente aus der Automobilindustrie umfasst, wird ein Prozessleitsystem aufgebaut. Sowohl Prozess als auch Bauteil werden als digitale Zwillinge aufgebaut (d.h. digitale Reproduktion von Produkt und Prozess). Der gewählte Ansatz ist somit eine Kombination aus Material- und Prozessschrittsimulation. Zur Steuerung der Prozesse ist es notwendig, für jeden Prozessschritt Rohmaterial- und Prozessparameter zu identifizieren, die einen Einfluss auf die definierten Funktionen des Bauteils haben. Dieser Regelkreis der Prozesse entspricht somit der individuellen Materialbehandlung durch einen erfahrenen Fachmann oder Handwerker, der bei den verschiedenen Prozessschritten immer das Ergebnis und damit die Funktionserfüllung berücksichtigt. Im Gegensatz zur erfahrungsbasierten Entscheidungsfindung des Menschen in Fertigungsprozessen muss bei der digitalen

Prozesssteuerung einer industriellen Fertigung jeder Entscheidungsschritt auf physikalischen Modellen beruhen. Dadurch werden die Prozesse wirtschaftlich effizient, kontrollierbar und reproduzierbar. CARpenTiER wird eine virtuelle Abbildung realer Prozesse ermöglichen und damit das menschliche Wissen in der individuellen Materialbearbeitung automatisieren. Neben der Materialbeherrschung wird damit auch eine Steigerung der Effizienz und Ausbeute erwartet.

Neben diesen Vorteilen wird CARpenTiER auch Möglichkeiten zur Material- und Prozessdokumentation sowie zur Prozessoptimierung bieten. Das Forschungsprogramm wird voraussichtlich auch zu bedeutenden Fortschritten im Bereich der Finite-Elemente-Modellierung führen. CARpenTiER ist damit die konsequente Fortführung des mit dem Forschungsprojekt WoodC.A.R. begonnenen, wissensbasierten Engineerings von holzbasierten Hybridbauteilen. Neben der technischen Auslegung, Vorhersagbarkeit und Berechenbarkeit von Holzwerkstoff-Hybridbauteilen sollen nun auch Fertigungsprozesse vorhersagbar und beherrschbar gemacht werden. Darüber hinaus sollen geeignete Methoden zum Umformen, Beschichten, Fügen, Kleben und Modifizieren gefunden und im Bereich der Verfahrenstechnik angepasst bzw. entwickelt werden.

Abstract

The aim of CARpenTiER is the development of production technologies for wood-based hybrid constructions in automotive, systems and mechanical engineering. Applications include hybrid structures made of laminated wood, plywood or strand materials, which can be reinforced with natural fibres. In previous research activities of the consortium, various demonstrators for the mobility sector in multi-material mixed construction have been successfully developed. The results show that 10 to 40% of the dead weight can be saved by using wood-based materials without losing performance. In future this can make a positive contribution to climate goals, as weight reduction has the highest impact on avoiding greenhouse gas emissions.

Although former research work has laid a solid basis in finite element modelling, there is a lack of suitable production technologies for industrial implementation. For this reason, the continuing research programme will focus primarily on process development and process control. Another challenge in using bio-based materials for the intended applications is the control of material variability. In conventional wood applications (e.g. in timber engineering) this is mainly controlled by high safety factors. However, this leads to a reduction in performance. Therefore, the CARpenTiER project aims at wood-based hybrid structures which maximally use the light weight potential of wood. For this purpose, a Computer Aided Research (CAR) approach for function-oriented dynamic process control (function-oriented process control) will be established for future suppliers (= Tiers). Starting from a typical structure (example unit), which includes as many criteria and requirements (functions) of a complex hybrid component for the automotive industry as possible, a process control system will be established. Both, process and component are represented as digital twins (i.e. digital reproduction of product and process). The chosen approach is thus a combination of material and process step simulation. To control the processes, it is necessary to identify raw material and process parameters for each process step that have an influence on the defined functions of the component. This control loop of the processes thus corresponds to the individual material treatment by an experienced specialist or craftsman (e.g. carpent(i)er), who always considers the result and thus the fulfilment of the function during the different process steps. In contrast to the experience-based and intuitive decision making of humans in manufacturing processes, every decision step in the digital process control of an industrial production must be based on physical models. This makes the processes economically efficient, controllable and reproducible.

CARpenTiER will enable a virtual representation of real processes and thus automate human knowledge in individual

material processing. In addition to material mastery, an increase in technical efficiency and yield is expected. In addition to these advantages, CARpenTiER will also offer possibilities for material and process documentation, process optimization and quality assurance. The creation of digital twins, both at process and component level, is also expected to lead to significant progress in the field of finite element modelling. CARpenTiER is thus the consistent continuation of the knowledge-based engineering of wood-based hybrid components by means of material simulation, which was started with the WoodC.A.R. research project. In addition to the technical design, predictability and calculability of wood-based hybrid components, production processes should now also be made predictable and controllable. Furthermore, suitable methods for forming, coating, joining, gluing and modifying are to be found and adapted or developed in the field of process engineering.

Projektkoordinator

- W.E.I.Z. Forschungs & Entwicklungs gGmbH

Projektpartner

- AC styria Mobilitätscluster GmbH
- BASF Polyurethanes GmbH
- BASF SE
- DI Gottfried Steiner
- DYNAmore Gesellschaft für FEM Ingenieurdienstleistungen mbH
- evon GmbH
- FHP - Kooperationsplattform Forst Holz Papier
- Fill Gesellschaft m.b.H.
- Holzcluster Steiermark GmbH
- Indorama Ventures Schoeller Wool Austria GmbH
- Kammgarn-Fabrik GmbH
- Klumpp Coatings GmbH
- LEAN Management Consulting GmbH
- Pfeifer Holding GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Werkstoffkunde, Fügetechnik und Umformtechnik (IMAT)
- Universität für Bodenkultur Wien Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe
- Universität Graz Institut für Umweltsystemwissenschaften
- Virtual Vehicle Research GmbH
- VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT
- Weitzer Woodsolutions GmbH