

STRATEGISCHE ZIELE STRATEGIC GOALS

MAI Enviro – Energie- und Umwelteffizienz relevanter Fertigungsprozessketten für CFK-Strukturen

Welchen Einfluss haben Materialherstellung (Carbonfaser/Matrix) und Fertigungsprozesse auf die Gesamtumweltwirkungen eines Bauteils oder CFK-Produkts? Können verschnittarme Legetechnologien die Umweltwirkungen reduzieren und wenn ja um wie viel? Welchen Einfluss hat die Aushärtung und wie kann sie energieeffizient gestaltet werden? Unterscheiden sich faserverstärkte Thermoplaste von faserverstärkten Duroplasten hinsichtlich der Umweltwirkung?

Der wissenschaftlich fundierten Beantwortung dieser und darüber hinausgehender Fragen unter industrienahen Bedingungen widmeten sich intensiv Wissenschaftler des Fraunhofer IGCV und des Fraunhofer IBP-GaBi im Rahmen des Projekts MAI Enviro 2.0 gemeinsam mit dem MAI Carbon Cluster Management. Unterstützt wurde das Projekt durch weitere Partner aus Industrie und Wissenschaft.

Komplexe Kostenanalyse

Ausgehend von verschiedenen Bauteilkomplexitäten und -geometrien betrachteten sie zunächst die Energieeffizienz in der Prozess-

MAI Enviro – Energy and environmental efficiency of relevant production process chains for CFRP structures

What impact do material production (carbon fibre/matrix) and production processes have on the overall environmental impact of a part or CFRP product? Can low waste-cut laying technologies reduce environmental impact and, if yes, by how much? What impact does hardening have and how can it be designed to be energyefficient? Do fibre-reinforced thermoplastics differ from fibre-reinforced duroplastics in terms of environmental impact?

The scientists of the Fraunhofer IGCV and the Fraunhofer IBP-GaBi were looking for scientifically-based answers to these and other questions under industrial conditions within the scope of the MAI Enviro 2.0 project in cooperation with the MAI Carbon Cluster Management. The project was supported by other partners from science and industry.

Complex cost analysis

In light of varying levels of part complexity and geometries, they initially addressed energy efficiency in process control and the environmental impact of the production process chains. Built-

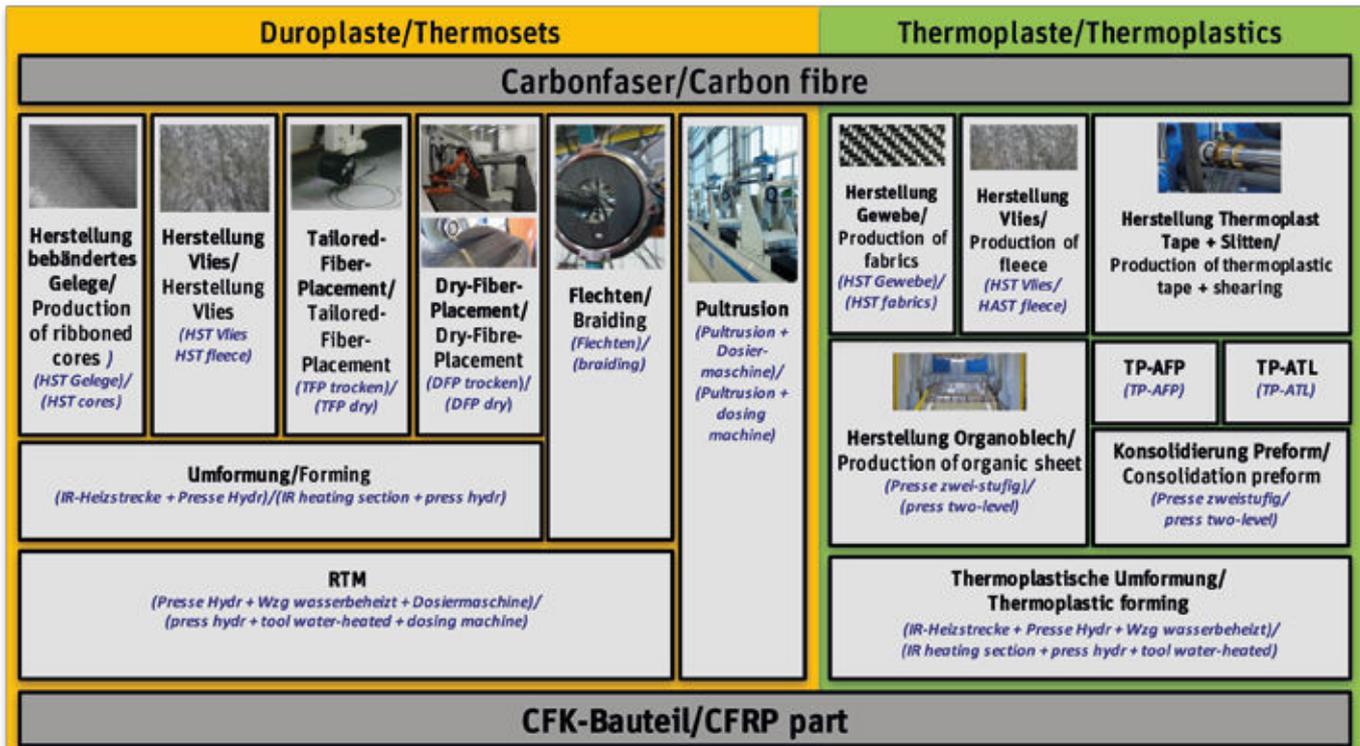


Abb. 1: Übersicht der betrachteten Fertigungsprozessketten/Fig. 1: Overview of the examined production process chains

führung und die Umweltwirkungen der Fertigungsprozessketten. Darauf aufbauend führten sie eine Kostenanalyse unter Berücksichtigung relevanter Prozessparameter wie Druck, Temperatur oder Zykluszeit durch.

Bei diesem komplexen Vorhaben gingen sie wie folgt vor:

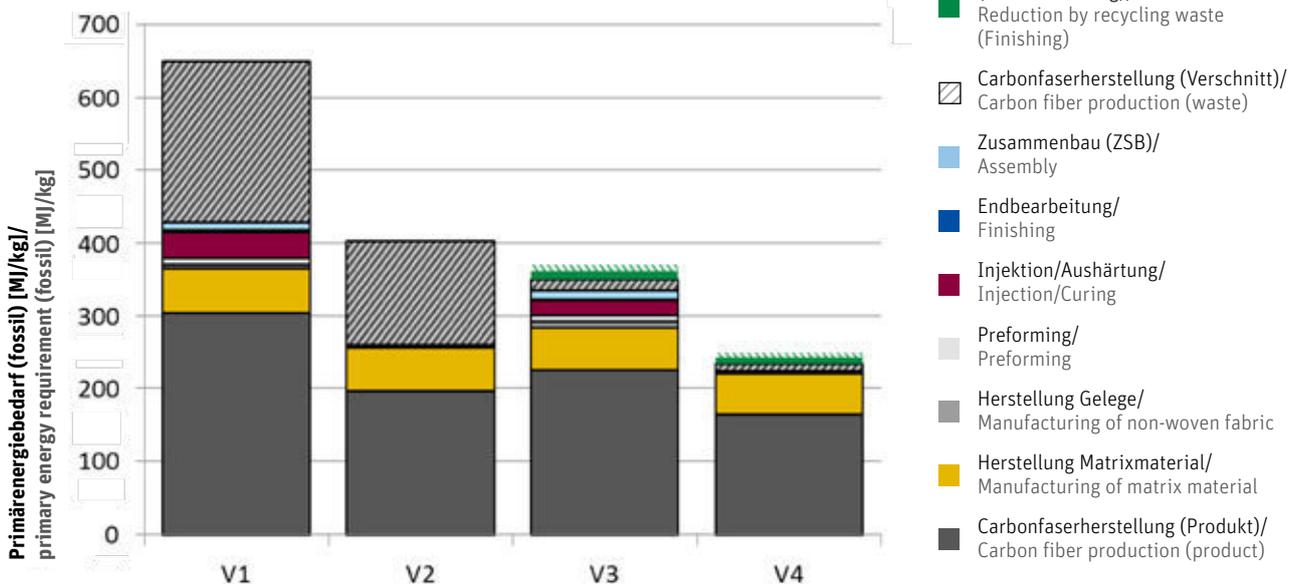
- Definition relevanter industrienahe Prozessketten
- Durchführung von Literaturrecherchen sowie einer Industriebefragung zur Erhebung von transparenten Prozessbilanzdaten
- Vermessung unterschiedlicher Fertigungstechnologien (Abb. 1)
- Durchführung von Energieeffizienzanalysen für unterschiedliche Prozess- und Produktionsrandbedingungen sowie Quantifizierung des ökologischen Fußabdrucks
- Festlegung und Bewertung verschiedener Optimierungsmaßnahmen zur Reduktion der Umweltwirkungen

ding upon this, they analysed the costs after taking into account relevant process parameters such as pressure, temperature or cycle time.

The procedure applied for this complex project was as follows:

- Definition of relevant industrial-based process chains
- Literature research and an industrial survey to collect transparent process balance data.
- Measurement of different production technologies (see Fig. 1)
- Analyses of energy efficiency for different underlying process and production conditions and quantification of the ecological footprint
- Definition and assessment of different optimisation measures to reduce the environmental impact

Produktion von 1 kg CFK-Bauteil (Duroplast) Production of 1 kg CFRP part (thermoset matrix)



V1 – Stand der Technik: Einsatz von flächigen Halbzeugen; Binderaktivierung in einer IR-Heizstrecke mit anschließender Umformung in einer Presse, 10 min Injektions- und Aushärtezeit durch die Verwendung der HPRTM-Technologie, kein Einsatz von erneuerbaren Energien

V2 – Erneuerbare Energien: Einsatz von erneuerbaren Energien in der Precursor-, Carbonfaser- und Bauteilherstellung

V3 – Technologische Prozessoptimierung: Optimierter Energieeinsatz in der Carbonfaserherstellung, Reduktion der Verschnittquote durch den Einsatz verschnittarmer Legetechnologien, Verwendung von reaktiveren Harzsystemen zur Verkürzung der Zykluszeit beim HPRTM-Prozess, Recycling von Verschnittresten

V4 – Kombination aus V2 und V3

V1 – State-of-the-art: Use of flat semi-finished products; binder activation in an IR heating section with subsequent reshaping in a press, 10 min injection and hardening time through the use of HPRTM technology, no use of renewable energies

V2 – Renewable energies: Use of renewable energies in the production of precursors, carbon fibres and parts

V3 – Technological process optimisation: Optimised use of energy in the production of carbon fibre, reduction of waste-cut rate thanks to the use of low waste-cut laying technologies, the use of reactive resin systems to shorten the cycle time in the HPRTM process, recycling of waste-cut residues

V4 – Combination of V2 and V3

Abb. 2: Fossiler Primärenergiebedarf für die Duroplast-basierte Herstellung von 1 kg CFK inkl. Verschnitt für unterschiedliche Varianten/
Fig. 2: Fossil primary energy requirements for the duroplast-based production of 1 kg CFRP including waste-cut for different variants

Weniger ist mehr

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden für vier Produktionsvarianten die umweltrelevanten Kennzahlen ermittelt. Eine Übersicht der Ergebnisse am Beispiel des fossilen Primärenergiebedarfs sowie eine Kurzbeschreibung der gewählten Varianten zeigt Abb. 2. Insgesamt kann durch den Einsatz erneuerbarer Energien und durch die Umsetzung unterschiedlicher technologischer Maßnahmen, die im MAI Carbon Cluster adressiert wurden, der fossile Primärenergiebedarf für die Herstellung von 1 kg CFK um über 60 Prozent im Vergleich zur Ausgangsbasis reduziert werden.

Less is more

These insights were then used to determine the environment-relevant KPIs for four production variants. There is an overview of the results based on the fossil primary energy requirements and a small description of the selected variant in Fig. 2.

In general, the use of renewable energies and the implementation of different technological measures, which were addressed in the MAI Carbon Cluster, lead to a reduction in the fossil primary energy requirements for the production of 1 kg of CFRP by more than 60 percent compared to the initial situation.

Weitere Informationen/Further information:

Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler,

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV/
Fraunhofer Institute for Casting, Composite and Processing Technology IGCV, Augsburg
+49 (0) 821 / 906 78-0, www.igcv.fraunhofer.de

Autorinnen und Autoren/Authors: Andrea Hohmann und Klaus Drechsler (Fraunhofer IGCV), Stefan Albrecht und Jan Paul Lindner (Fraunhofer IBP, Abt. GaBi), Denny Schüppel, Tjark von Reden (MAI Carbon)

