

# 18 EURO/KG CFK 18 EUROS/KG CFRP

Spitzencluster MAI Carbon erreicht Kostenziel

**Der Spitzencluster MAI Carbon des Carbon Composites e. V. (CCeV) setzte sich zu Beginn seiner Laufzeit ambitionierte technologische Ziele. Dazu zählten unter anderem Zykluszeiten von unter einer Minute, der Einsatz von recycelten Materialien, robuste und schlanke Prozessketten, Verschnittquoten von unter zehn Prozent und vor allem die Reduktion der Produktionskosten um 90 Prozent. Diese Ziele wollte der Cluster bis 2020 erreichen, kann aber schon jetzt für viele der Maßnahmen eine Zielerreichung vermerken.**

Das Forschungsprojekt MAI Enviro 2.0 mit den Verbundpartnern Fraunhofer IGCV, Fraunhofer IBP und MAI Carbon, beschäftigte sich unter anderem damit, den Einfluss technologischer Entwicklungen auf Umweltwirkungen und Produktionskosten im Cluster wissenschaftlich fundiert und transparent zu analysieren. Es ergaben sich im Bereich der Carbon-Bauteilherstellung in den letzten sieben Jahren enorme Veränderungen. Als Ausgangsbasis wurde die CFK-Fertigung in den Jahren 2010 bis 2012 definiert. Zu dieser Zeit gab es nur vereinzelt robuste, großserientaugliche und automatisierte CFK-Fertigungsverfahren, die Stückzahlen waren zumeist gering, Verschnitte und Prozesszeiten hoch. Geringe Automatisierungsgrade ließen die Personalkosten steigen. Kostengünstige Energieträger in der energieintensiven Faserherstellung spielten noch eine untergeordnete Rolle.

## Unerwartete Innovationssprünge

Zur Quantifizierung der Kostenreduktionspotenziale hat das Forschungsprojekt MAI Enviro 2.0 drei unterschiedliche duroplastbasierte Fertigungsverfahren für die Herstellung von schalenförmigen Bauteilen und Profilen untersucht. Die Analyse der Prozesse und deren Weiterentwicklungen, welche insbesondere auch in den MAI Carbon-Projekten umgesetzt werden konnten, hat gezeigt, dass die neuen Produktionstechnologien im Vergleich zur Standard-NCF-Prozesskette deutlich größere Kostenreduktionen ermöglichen als erwartet. Analysiert wurden neben dem Basisszenario zum Clusterstart zwei weitere Varianten und deren Kombination miteinander (Abb. 1). Dabei wurde zum einen angenommen (V2), dass sich der zukünftige Materialpreis für NCF Halbzeuge von 50 Euro/kg auf 25 Euro/kg und der Faserpreis von 20 Euro/kg auf 10 Euro/kg halbiert. Zum anderen wurden auch technologische Maßnahmen, welche sich kostensenkend auswirken, berücksichtigt. Dabei sind neben der Reduzierung von Verschnitt auch die Verwendung von reaktiveren Harzsystemen und eine Gutschrift für den Einsatz von Verschnittresten berücksichtigt (V3).

Abb. 2 zeigt das Kostenreduktionspotenzial von flächigen Halbzeugen entlang einer Standard-NCF-Prozesskette. Es ist zu erkennen, dass im Basisszenario die Herstellungskosten pro Kilogramm CFK-Bauteil ca. 80 Euro für eine Losgröße von 5.000 Stück pro Jahr bzw.

The Leading-Edge Cluster MAI Carbon achieves cost goal

**The Leading-Edge Cluster MAI Carbon of Carbon Composites e.V. (CCeV) set ambitious technical aims at the start of its run. These included, among other things, cycle times of less than a minute, the use of recycled materials, robust and slimline process chains, off-cut rates of under ten percent and, above all, the reduction of productions costs by 90 percent. The Cluster wanted to achieve these aims by 2020, but has already achieved its aims for many of these measures.**

The research project MAI Enviro 2.0, in conjunction with the joint partners Fraunhofer IGCV, Fraunhofer IBP and MAI Carbon, tackled, among other things, the influence of technological developments on environmental effects and production costs within the cluster in a scientifically grounded and transparent way. There have been enormous changes in the last seven years within the carbon component manufacturing sector. The starting point was defined as the state of CFRP manufacturing in the years 2010 to 2012. At this time, there were only few robust, large-series-capable and automated CFRP manufacturing procedures, the number of items produced were rather low, off-cuts and processing times were high. Low levels of automation resulted in increased personnel costs. Cost-effective energy sources in energy-intensive fibre manufacturing still played a minor role.

## Unexpected leaps in innovation

In order to quantify the cost reduction potential, the MAI Enviro 2.0 research project investigated three different duroplast-based manufacturing procedures for the manufacturer of bowl-shaped components and profiles. The analysis of the processes and their further development, which were specifically able to be implemented in the MAI Carbon projects, showed that the new production technologies enabled considerably greater cost reductions than expected when compared to the standard NCF process chain. Alongside the basic scenario at the start of the Cluster, two other versions and the combination of such with one another were analysed (Figure 1). In doing so, it was assumed (V2), that the future material price for NCF semi-finished products would be halved from 50 euros/kg to 25 euros/kg and the fibre price from 20 euros/kg to 10 euros/kg. In addition, technological measures that would also lower the costs were taken into account. In doing so, alongside the reduction of off-cuts, the use of reactive resin systems and a credit for the use of off-cuts was taken into account (V3).

Fig. 2 shows the cost reduction potential of flat semi-finished products along an entire standard NCF process chain. It can be seen that, in the basic scenario, the manufacturing costs per kilogram of CFRP components is approximately 80 euros for a batch size of 5,000 items per year, or approximately 65 euros for a batch size

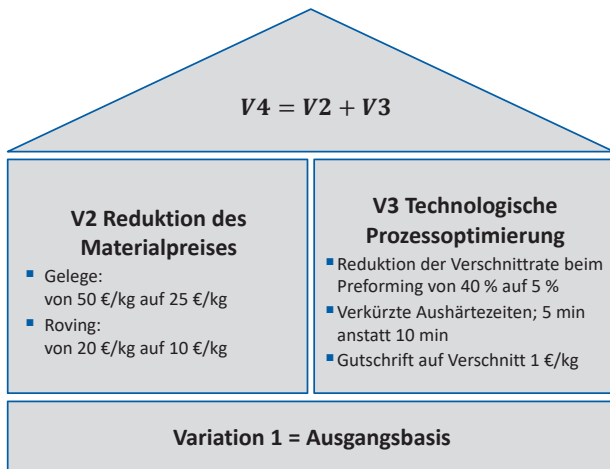


Abb.1: Überblick über untersuchte Maßnahmen zur Kostensenkung  
Fig. 1: Overview of the investigated measures for cost reduction

ca. 65 Euro für eine Losgröße von 75.000 Stück pro Jahr beträgt. Die Hauptkostentreiber sind dabei die Carbonfaser-Halbzeugkosten (grau) und die Verschnittreste (grau liniert). Aufgrund hoher Investitionskosten und einer geringen Anlagenauslastung weist auch der RTM-Prozess (lila) bei einer Losgröße von 5.000 Stück pro Jahr einen hohen Anteil an den Gesamtkosten auf. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass verringerte Materialpreise (V2) und die Weiterentwicklung der Technologien (V3) sowie die Kombination beider Maßnahmen zu einer deutlichen Kostensenkung führen. So können für Kleinserien (5.000 Stück pro Jahr) Produktionskosten von ca. 40 Euro/kg CFK realisiert werden. Ab mittleren Serien, bei denen Anlagen durchschnittlich zu über 60 Prozent ausgelastet werden, sind Produktionskosten für die Herstellung von 1 Kilogramm CFK-Bauteil von 18 Euro/kg möglich.

Die größten Stellhebel sind neben der Verarbeitung von günstigeren Ausgangsmaterialien und der Verschnittreduktion, eine Steigerung der Anlagenauslastung durch die Erhöhung der jährlichen Produktionsmenge. Auch konnte gezeigt werden, dass die Produktionsrandbedingungen, wie beispielsweise die Bauteilgeometrie (Größe und Dicke) insbesondere bei kleineren Stückzahlen einen Einfluss auf die gewichtsspezifischen Fertigungskosten haben. Dargestellt sind die mit Hilfe der Clusterpartner ermittelten, durchschnittlichen Annahmen bzw. Produktionsparameter. Die vollständige Veröffentlichung der Ergebnisse ist bei der Abteilung MAI Carbon erhältlich.

Die Ergebnisse aus MAI Enviro 2.0 zeigen, dass das Kostenziel des Spitzenclusters MAI Carbon von 18 Euro/kg CFK-Bauteil durch angepasste Produktionsverfahren (Faserdirektablageverfahren, Verschnittreduktion uvm.), energetische Optimierungsmaßnahmen und höheren Stückzahlen (> 75.000/a) erreicht werden kann (vgl. Abb. 2). Auch bei kleineren Stückzahlen sind Kostenreduktionen von über 50 Prozent möglich.

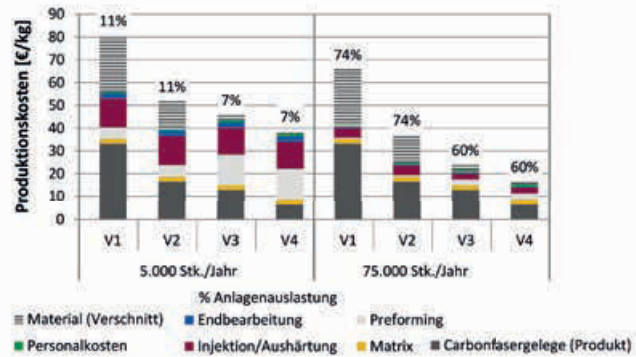


Abb. 2: CFK-Produktionskostenvergleich: Start (NCF-RTM-Prozess) des Spitzenclusters MAI Carbon zu heute (technologische und energetische Weiterentwicklungen + Materialkostenanpassungen).

Fig. 2: CFRP production cost comparison: Start (NCF-RTM process) of the Leading-Edge Cluster MAI Carbon until now (technological and energy further developments + material cost adaptations).

of 75,000 items per year. The main drivers of costs are the carbon fibre semi-finished product costs (grey) and the off-cuts (grey lines). Due to the high investment costs and a low system utilisation, the RTM process (lilac) has a high proportion of the overall costs with a batch size of 5,000 items per year. At the same time it can be seen that lowered material prices (V2) and the further development of technologies (V3), as well as the combination of both measures, leads to a considerable reduction in costs. Thus, for small-scale series (5,000 items per year) it is possible to achieve production costs of approximately 40 euros/kg of CFRP. As of medium-scale series in which systems are, on average, used in excess of 60 percent, the products costs for manufacturing of 1 kilogram of CFRP components can be 18 euros/kg.

The largest leverage, alongside the processing of cheaper starting materials and the reduction of off-cuts, is an increase in the use of the systems by increasing the annual production volumes. It could also be shown that the peripheral production conditions, for example, the component geometry (size and thickness) can have an effect on the weight-specific manufacturing costs, especially with smaller quantities. The average assumptions or production parameters determined with the help of the cluster partners are shown. The complete publication of the results can be obtained from the MAI Carbon department.

As such, the results from MAI Enviro 2.0 show that the cost goals of the Leading-Edge Cluster MAI Carbon of 18 euros/kg CFRP components can be achieved by adapted production procedures (fibre direct laying procedures, reduction of off-cuts, etc.), energy optimisation measures and larger quantities (> 75,000/a) (see Fig. 2). Cost reductions of more than 50 percent are possible even for smaller quantities.

**Weitere Informationen/Further information:**

**Denny Schüppel,**  
Carbon Composites e.V., Abteilung MAI Carbon, Augsburg,  
+49 (0) 821 / 268 411-18, denny.schueppel@mai-carbon.de,  
www.mai-carbon.de, www.carbon-composites.eu

