

## MAREMO – MATERIALEFFIZIENTER LEICHTBAU FÜR EINE RESSOURCENEFFIZIENTE MOBILITÄT

Projektleiter: Dipl.-Ing. Christian Link

Laufzeit: 10/17 – 03/20

### Ausgangssituation

Faser-Kunststoff-Verbunde mit Langfaser-, Endlosfaser- oder Textilverstärkung gehören zu den etablierten Strukturwerkstoffen im Automobilbau. Gegenüber metallischen Werkstoffen können je nach Zusammensetzung des Verbundwerkstoffs Vorteile hinsichtlich des Stoffleichtbaus, des Gestaltleichtbaus, der Ermüdungsfestigkeit, der Struktur- und Funktionsintegration sowie der Korrosionsbeständigkeit erreicht werden. Höchste Leichtbaugrade lassen sich mit dem Einsatz von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) erreichen, da diese Werkstoffgruppe höchste spezifische Festigkeiten und Steifigkeiten aufweist, welche unmittelbar zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emission beitragen. Die Herstellung von Kohlenstofffasern ist erdöl-, kosten- und energieintensiv. Deshalb müssen Konstruktion und Technologie so gestaltet werden, dass dennoch über das gesamte Produktleben deutliche Vorteile hinsichtlich des Energie- und Ressourcenverbrauchs realisiert werden.

### Forschungsziel

Ziel des Verbundprojektes MAREMO war die Erarbeitung neuer Ansätze einer ressourceneffizienten Fertigung durch materialeffizienten Leichtbau, primär im Automobilbau. Hierzu sollte die gesamte Prozesskette von der Entwicklung eines ganz neuen Ausgangsmaterials bis hin zu neu entwickelten Fertigungstechnologien betrachtet werden. Die Entwicklungsbasis sollten vorimprägnierte Near-Net-Shape-Faserverbund-Halbzeuge bilden. Diese Halbzeuge bestehen aus einem flächigen, recyclingfaserverstärkten Basismaterial und darauf beanspruchungsgerecht und endkonturnah platzierten Towpreg-Zuschnitten mit unidirektionalen Kohlenstofffasern. Auf Basis einer bereits erprobten Technikumsanlage zur Herstellung dieser Flächenhalbzeuge wurden folgende Arbeitsziele definiert:

- Realisierung automobilgerechter Towpreg-Tapes (nicht klebrig, lange lagerfähig bei Raumtemperatur)
- Maßstabsvergrößerung und Optimierung der Technikumsanlage zur Fertigung von Near-Net-Shape-Prepregs
- Weiterentwicklung des recyclingfaserverstärkten Basismaterials hinsichtlich Drapierbarkeit und Bauteilfestigkeit
- Materialeffiziente Bauweise

Der Arbeitsschwerpunkt von Cetex lag auf der Entwicklung und dem Bau der neuartigen Versuchsanlage zur Verlegung des Towpreg-Materials.

### Forschungsergebnis

Mit Hilfe der seriennahen Prototyp-Anlage konnte nachgewiesen werden, dass bei voller Ausbaustufe der Anlage großflächige Automobil-Faserverbundbauteile in Abmessungen bis 1.200 x 1.200 mm endkonturnah und kosteneffizient in größeren Stückzahlen herstellbar sind. Die Anlage wurde so ausgeführt, dass alle Funktionen, Geschwindigkeiten, Legewinkel und Verfahrwege einer späteren Serienmaschine getestet werden konnten.

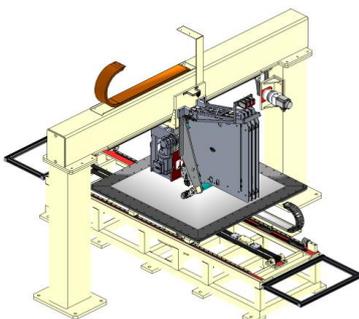


Bild 1: CAD-Modell der MAREMO-Tapelegeanlage  
(Quelle: Cetex/Tisora/AFPT)

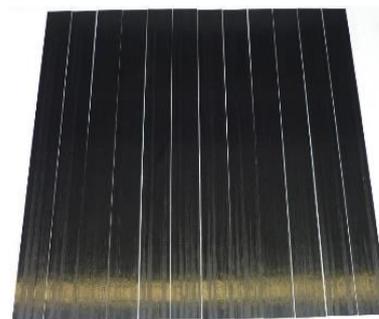


Bild 2: Gefertigte Prüfplattengeometrie (300x300mm)

Die Konstruktion mit 3 Legeköpfen erfüllt in Verbindung mit der Verfahrsoftware die Anforderungen der Automobilindustrie. Als Optimum zwischen Produktivität und Randverschnitt der Near-Net-Shape-Strukturen wurde eine Bändchenbreite von 25 mm errechnet und realisiert. Um Verlegegeschwindigkeiten bis 1 m/s realisieren zu können, musste das Schneiden der Towpregs bei voller Geschwindigkeit, d.h. „cut on the fly“ und die Lieferung des Bändchenmaterials aus einer im Leerhub gebildeten Speicherlänge erfolgen. Der Abstand der Andruckrolle zur Schere ermöglicht eine minimale Towpreg-Länge von 120 mm als kürzeste Legelänge bei einer Positioniergenauigkeit von  $\pm 0,1$  mm. Das Speichervolumen der Kassetten wurde so gewählt, dass bei einem Spulendurchmesser von 630 mm und einem Bewicklungsdurchmesser von 600 mm für ein Towpreg mit einem Flächengewicht von 300 g/m<sup>2</sup> eine Länge von ca. 1.600 m je Kassette gespeichert werden kann. Damit ließe sich über 1300mal die volle Legelänge von 1.200 mm ablegen. Je nach Anzahl der Kassetten der späteren Serienmaschine wäre ein Kassettenwechsel pro Schicht oder jeweils nach 3 Schichten erforderlich. Bei einem dreischichtigen Betrieb der Anlage könnten damit im Jahr bis zu 75.000 Near-Net-Shape-Prefoms in 5-lagigen Aufbau für die Automobilindustrie auf einer Anlage hergestellt werden. Um Overlaps zu vermeiden sind die Towpregs bei der Herstellung auf ein Breitenmaß von  $24,8 \pm 0,2$  mm zu kalibrieren. Damit ist gewährleistet, dass die zulässige Gap-Toleranz von 0,1 bis 1,0 mm eingehalten werden kann.

### Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Projektergebnisse bieten Möglichkeiten für eine Technologieübertragung vom Automobilbau hin zu anderen Anwendungen wie z. B. Flugzeug- und Maschinenbau sowie Medizintechnik.

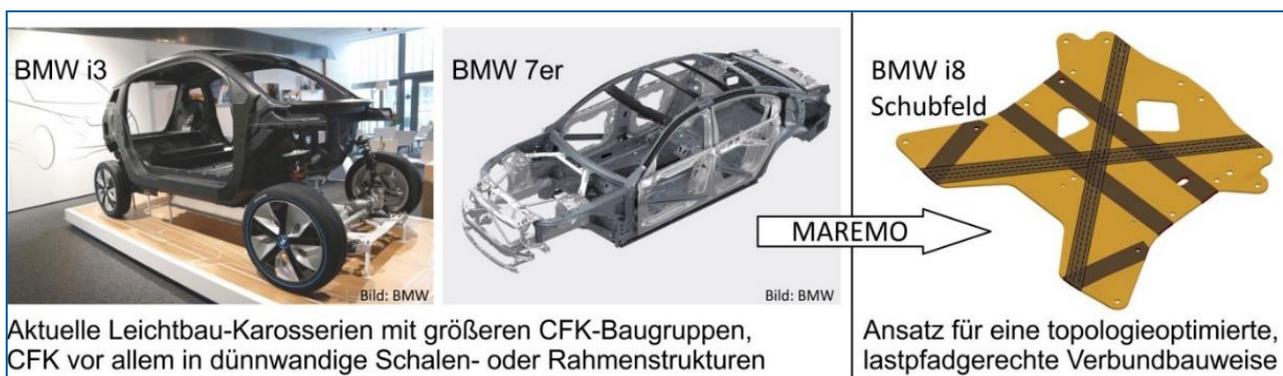


Bild 3: Aktuelle und zukünftige Faserverbund-Leichtbauweisen für den Automobilbau (Quelle: BMW)

Für die betrachtete Automobilstruktur ergeben sich mit der MAREMO-Anlage folgende Effekte (siehe obiges Bild):

- Reduzierung des Bedarfs an neuen Kohlenstofffasern: -66 %
- Reduzierung des Energiebedarfs: -66 %
- Anteil recycelter Kohlenstofffasern an der gesamten Faserverstärkung: 40 %
- Verringerung der Fertigungskosten aufgrund von höherer Materialeffizienz und vereinfachten Prozessen: -31 %
- Höhere Wertschöpfung bezogen auf die eingesetzten Rohstoffe
- Vermeidung von Abfällen.

### Projektpartner

- Wethje Carbon Composites GmbH
- TISORA Sondermaschinen GmbH
- AFPT GmbH
- BMW Group
- SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH
- AT Automated Technology GmbH
- Fraunhofer IWU

