

1 Kurzdarstellung

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Durch Substitution petrochemischer Strukturen mit Bausteinen aus natürlichen Ressourcen werden immer mehr traditionelle Werkstoffe durch neue, nachhaltige Biopolymerwerkstoffe ergänzt. Nachwachsende Rohstoffe versprechen hierbei für die Polymerherstellung eine gute Nachhaltigkeit beim Einsatz in Duromerwerkstoffen.

Im Mittelpunkt des Interesses standen in diesem Vorhaben die ungesättigten Polyesterharze, eine Stoffklasse der Gruppe der Reaktivharze, die bisher noch nahezu vollständig aus petrochemischen Grundbausteinen hergestellt werden. Die Substitution allein ist hierbei jedoch nur bedingt zielführend. Aus diesem Grund wurde im Vorhaben die Generierung technischer Vorteile und die Erhöhung der Wertschöpfung durch den Einsatz biogen-basierter (landwirtschaftlich kultivierter) Rohstoffe, um die Nachhaltigkeit der Produktion erheblich zu verbessern, und den CO₂-Ausstoß signifikant zu senken, fokussiert.

Im Vergleich zu thermoplastischen Kunststoffen zeichnen sich die duromeren Werkstoffe durch einen deutlich niedrigeren Energiebedarf bei der Herstellung und Verarbeitung aus, was einen weiteren, zentralen Parameter für die umweltschonende Verwendung von Kunststoffen darstellt.

Ziel des Verbundvorhabens B²MC war die Entwicklung von Bulk und Sheet Molding Compounds (BMC/SMC) auf Basis biobasierter bzw. nativ-basierter Rohstoffe. Im Detail sollten alle Komponenten der SMC/BMC-Formulierung – heute im wesentlichen synthetische Polyesterharze, Schnittglasfasern und Füllstoffe (meistens Kreide oder Aluminiumhydroxid) durch nativ-basierte Rohstoffe ersetzt werden. Dies umfasst die Verstärkungsfasern (hier besonders bevorzugt heimische Fasern), die Füllstoffe (mineralische Verbindungen anstelle von synthetischen Feststoffen) und als besonders wesentliche Komponente das Reaktivharz (nativ-basierte Synthesebausteine und Reaktivverdünner). Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt war die Anpassung der SMC-Herstellung an die Erfordernisse der Naturfasern. Im Gegensatz zu heute eingesetzten Glasfasern, die im Wesentlichen in der Anlage gebrochen werden, ist es bei Einsatz von Naturfasern erforderlich, diese zu schneiden. Die erforderliche Anpassung der Schneidwerke ist daher essentiell für die Zielerreichung.

Dieses Projekt baute auf den grundlagenorientierten Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Wärmeformbeständige, ungesättigte Polyesterharze und Harzwerkstoffe mit hoher Flammwidrigkeit auf Basis nachwachsender Rohstoffe“ (FKZ: 22011910) der Brandenburgisch Technischen Universität Cottbus-Senftenberg auf. Die hierin entwickelten Reaktivharze zeigten bereits eine besonders aussichtsreiche Eignung für die in diesem Projekt angestrebte Elektronikanwendung. Eine direkte Verwertung der Ergebnisse war aber aufgrund der Grundlagenorientierung des Vorgängerprojekts noch nicht möglich.

B²MC fokussierte aus diesem Grund die Entwicklung von relevanten Formulierungen, das heißt die Anpassung der chemischen Zusammensetzung des nativ-basierten ungesättigten Polyesters und des Polyesterharzes und die Entwicklung von Formmassen. Die angestrebten Werkstoffeigenschaften resultieren aus der fokussierten Anwendung der Formmassen in der Elektronik. Wesentliche Anforderungen müssen in diesem Bereich hinsichtlich der mechanischen und elektronischen Eigenschaften, der Brandfestigkeit (im Wesentlichen für Schienenfahrzeuge und Bahninfrastruktur) und der Witterungsbeständigkeit erfüllt werden. Hinsichtlich der Verwertungsperspektive sind auch die Werkstoffkosten entscheidend. Dies schränkt die Auswahl der nativ-basierten Rohstoffe entsprechend ein. Neben den Werkstoffeigenschaften musste auch die effiziente Herstellung der Bauteile (Verarbeitung und Aushärtung der Formmasse) gewährleistet werden.

Die Eignung der entwickelten SMC/BMC-Formmassen wurde daher am Ende des Projekts durch technische Demonstratoren nachgewiesen, die gleichzeitig den Ausgangspunkt für die Verwertung der Entwicklung und die Markteinführung darstellen. Hierzu wurde auch ein Vergleich zu heutigen Benchmarkmaterialien (synthetische SMC/BMC-Formmassen) vorgenommen.

Aussichtsreiche Anwendungen sind aus heutiger Sicht verschiedene Gehäuse insbesondere im Infrastrukturbereich (Elektroverteilerschränke, Schaltanlagen-schränke und Sensorgehäuse (insbesondere im Schienenverkehr)).

1.2 Wissenschaftlich-technisches Ergebnis des Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und wesentliche Erfahrungen

Im Projekt konnten erstmalig SMC- (auf Schnitffasern-basierend) und BMC-Formmassen mit einem bio- bzw. nativ-basierten Anteil von >95% hergestellt werden. Dies war insbesondere durch die Weiterentwicklung des bio-basierten ungesättigten Polyesterharzes möglich. Zentrale Herausforderungen wie die Schwundkompensation des neuen Harzsystems und die Entwicklung einer eindickfähigen Harzformulierung konnten ebenfalls überwunden werden. Im Falle der Schwundkompensation ist dies zusätzlich durch einen bio-basierten Schwundkompensator der eigens in diesem Projekt synthetisiert wurde gelungen.

Die besondere Herausforderung im Bereich der SMC-Halbzeugfertigung war die Anpassung des Schneidwerks. Hier offenbarten sich einige Nachteile gegenüber der konventionell eingesetzten Glasfaser, da die Naturfasern nicht spröde sind und im Ausgangszustand nicht gebrochen werden können. Die Lösung dieses Entwicklungsziels war durch die Beschichtung der Naturfasern in Verbindung mit der Anpassung der Klingenhöhe möglich.

Die Werkstoffeigenschaften sind in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften und die Brandfestigkeit der Werkstoffe gegenüber konventionellen Werkstoffen geringer. Dies ist im Wesentlichen auf die geringere mechanische Performance der Naturfasern und die geringere Effektivität des nativ-basierten Flammenschutzmittels im Vergleich zur synthetischen Referenz zurückzuführen. Hier konnten die Projektziele leider nicht erreicht werden. Eine entsprechende Weiterentwicklung der Werkstoffe kann dieses Defizit voraussichtlich weiter reduzieren, jedoch kann nach aktueller Einschätzung das Ausgangsniveau wohl nicht erreicht werden.

Wesentliches Nebenergebnis ist die Energieeinsparung im Verarbeitungsprozess der Halbzeuge. Dies war in gewisser Weise überraschend und so nicht vorhergesehen. Im Vergleich zu konventionellen Formmassen (150 – 175 °C) konnte die Verarbeitungs-/Presstemperatur auf 115 bis 120 °C gesenkt werden. Zudem ist die Presszeit um etwa 25 - 35% verkürzt worden. Daraus resultiert ein erhebliches Energieeinsparungspotential, dass für die Verwertung der Ergebnisse verwendet werden kann.

Zusätzliches Nebenergebnis war die Verringerung der Geruchsbelastung bei der Verarbeitung der Formmassen zum Bauteil durch die Substitution des Reaktivverdünners Styrol durch den bio-basierten Reaktivverdünner Isobornylacrylat. Die aktuell erfolgende Neubewertung des Styrols in Bezug auf Gesundheits- und Arbeitsschutzaspekte kann auch dieses Nebenergebnis positiv für die Ergebnisverwertung genutzt werden.

Zusammengefasst wurde ein sehr gutes Projektergebnis erzielt, dass jedoch in Bezug auf die Verwertung der Ergebnisse einen Optimierungszyklus durchlaufen muss. Insbesondere aus Sicht des Verarbeiters haben die neuen Werkstoffe ein hohes Potential, dass zu Projektbeginn so nicht erwartet wurde.

1.3 Durchführungsvoraussetzungen des Vorhabens

Das Forschungsvorhaben B²MC wurde durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert und unter der Trägerschaft der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. als Verbundvorhaben von drei Industriepartnern, einem Fraunhofer Institut und einer Fachhochschule (siehe Tabelle 1) im Zeitraum vom 01.07.2016 bis 31.12.2018 durchgeführt. Die Projektlaufzeit wurde mit 24 Monaten beantragt. Aufgrund mangelnder Rohstoffqualitäten, die die Reproduzierbarkeit der Polymersynthese und der resultierenden Formmassen massiv beeinflusste und unvorhergesehener Kommunikationsschwierigkeiten mit den Naturfaserlieferanten musste eine kostenneutrale Verlängerung um sechs Monate aufgrund der Verzögerungen im Projektablauf beantragt werden. Diesem Antrag wurde durch das Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft bzw. dem Projektträger entsprochen.

Tabelle 1: Die Partner im Verbundvorhaben B²MC

Teilvorhaben 1: 	Reaktivharzformulierung, Reaktivverdünner, Koordinierung Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Wissenschaft e.V. - Institut für Angewandte Polymerforschung IAP – Forschungsbereich PYCO, Teltow/Wildau (FKZ: 22011114)
Teilvorhaben 2: 	Polyestersynthese Fachhochschule Münster, Labor für Kunststofftechnologie und Makromolekulare Chemie, Münster (FKZ: 22020515)
Teilvorhaben 3:  	BMC-Formasse, Verarbeitung tetra-DUR Kunststoffproduktion GmbH, Sevetal (FKZ: 22023115)
Teilvorhaben 4: 	Anpassung Schneidewerk, SMC-Formulierung Polynt Composite Germany GmbH, Miehlen (FKZ: 22020415)
Teilvorhaben 5: 	Demonstrator Hermann Römmeler Kunststofftechnik GmbH & Co. KG, Strausberg (FKZ: 22022415)

Die Zusammenstellung der Projektpartner erfolgte entlang der Wertschöpfungskette und bildete diese von der Chemie bis zum Bauteil ab. Hierdurch konnte die Expertise der beteiligten Partner optimal genutzt werden. Durch die enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit wurde ein sehr gutes Entwicklungsumfeld geschaffen, was sich letztlich in den Ergebnissen des Vorhabens widerspiegelt.

Die Aufgaben der Partner teilten sich entsprechend der Teilvorhaben auf und umfassten die in Tabelle 2 aufgelisteten Bereiche.

Tabelle 2: Entwicklungsaufgaben der Partner im Verbundvorhaben

Partner	Entwicklungsaufgaben
PYCO	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivharzformulierung • Reaktivverdünner • Eindickung • Ermittlung von Materialeigenschaften
FH Münster	<ul style="list-style-type: none"> • Synthese der ungesättigten Polyester & Charakterisierung • Synthese der Schwundkompensatoren • Ermittlung von Materialeigenschaften
tetra-DUR	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der nativ-basierten BMC-Formmasse • Ermittlung der Verarbeitungseigenschaften • Erstellen der Verarbeitungsanweisung • Ermittlung von Materialeigenschaften
Polynt	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der nativ-basierten BMC-Formmasse • Ermittlung der Verarbeitungseigenschaften • Erstellen der Verarbeitungsanweisung • Ermittlung von Materialeigenschaften
Römmler	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstratordefinition • Festlegung des Anforderungsprofils und der zu erreichenden Eigenschaften • Untersuchung von Benchmarkmaterialien und -verfahren • Herstellung der Demonstratoren • Ermittlung von Materialeigenschaften