Schlussbericht zum Vorhaben

„Entwicklung und Charakterisierung eines Monomaterial Polyamid Sandwichaufbaus“

im Rahmen des Eureka Netzwerkprojekts
PassEnger
Polyamid basierte selbstverstärkte Sandwich-Strukturen für Elektrofahrzeuge der nächsten Generation;
Teilvorhaben: Entwicklung und Charakterisierung eines Monomaterial Polyamid Sandwichaufbaus

Eduard Putsch

Exipnos GmbH, Brandisstraße 4, 06217 Merseburg

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin / beim Autor.

Förderkennzeichen: 01QK2101B
Projektlaufzeit: 01.04.2021 – 31.03.2024

Ausführlicher Bericht zum Projekt „Polyamid-basierte selbstverstärkte Sandwich-Strukturen für EVs der nächsten Generation“

1. Einleitung und Zielsetzung

Ziel des Projekts „PassEnger“ war die Entwicklung eines Polyamid-basierten Sandwichmaterials für Elektrofahrzeuge (EVs), das sowohl mechanische Belastbarkeit als auch Recyclingfähigkeit bietet. Das Projekt wurde durch die Exipnos GmbH in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ICT aus Karlsruhe, dem dänischen Unternehmen Comfill und den südkoreanischen Partnern durchgeführt. Die Kunststoffindustrie steht vor großen Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Durch die Entwicklung von selbstverstärkten, leichten und robusten Sandwichstrukturen sollte das Projekt einen Beitrag zur Schaffung ressourceneffizienter Materialien für EVs leisten.

2. Arbeitspakete und durchgeführte Arbeiten

2.1 Arbeitspaket 3: Modifikation des Basismaterials

In Arbeitspaket 3 lag der Schwerpunkt auf der Entwicklung und Anpassung von Polyamid-Compounds für Faserspinn- und Schaumanwendungen. Verschiedene Formulierungen wurden untersucht, um ein recyceltes PA-Compound zu entwickeln, das für die Schaumherstellung geeignet ist. Leider zeigten die Tests Schwankungen im Schmelzflussindex (MFI), was die Herstellung von Fasern verhinderte. Daraufhin wurde der Fokus auf die Schalenstruktur gelegt, die mithilfe von Additiven modifiziert und optimiert wurde. Zu den durchgeführten Maßnahmen gehörten:

- Versuche zur Faserherstellung: Es wurden mehrere Versuche durchgeführt, jedoch führten Schwankungen im MFI zu einer geringen Konsistenz, was die Herstellung von Fasern unmöglich machte.
- Optimierung der Schale: Die Schale wurde mit recyceltem und modifiziertem PA formuliert und für Schaumanwendungen angepasst. Hierzu wurden Additive wie Schlagzähmodifikatoren hinzugefügt.
- Anpassungen der Compoundieranlage: Die Extruder- und Schneckengeometrie wurde speziell konfiguriert, um optimale Ergebnisse zu erzielen und den Schäumprozess zu unterstützen.

Die für die Schaumherstellung produzierten größeren Materialmengen wurden an die Projektpartner, darunter das Fraunhofer ICT, weitergeleitet. Ein Demonstrator für die Schaumplatten wurde gefertigt und teils nach Südkorea zur weiteren Verarbeitung gesendet.

2.2 Arbeitspaket 7: Herstellung der Demonstratorstruktur

Ziel von Arbeitspaket 7 war die Herstellung und Optimierung der Demonstratorstruktur, die als Basis für weitere Tests diente. Exipnos führte dabei Haftungsversuche durch, bei denen geschäumtes PA im Werkzeug befestigt und anschließend recyceltes PA eingespritzt wurde. Der Versuch war erfolgreich und zeigte, dass keine Verbrennungen auftraten und der Schaum gut mit der Schmelze harmonierte. Weitere Arbeitsschritte beinhalteten:

- DCIM-Anwendung: Die Direktcompoundiermaschine wurde verwendet, um Materialschichten direkt in die Sandwichstruktur zu integrieren.
- Optimierung der Materialbindung: Durch die Kombination von geschäumtem und recyceltem PA konnte eine hohe Materialbindung erzielt werden, die zur strukturellen Integrität der Komponenten beiträgt.

- Dicke der Sandwichstruktur: Ein wichtiger Meilenstein war die Entscheidung über die optimale Dicke der Sandwichstruktur, um Platz im Fahrzeug zu schaffen und gleichzeitig die Stabilität zu gewährleisten.

Die strukturellen Anforderungen für EV-Sitzanwendungen konnten durch die erzeugte Sandwichstruktur erfolgreich erfüllt werden.

2.3 Arbeitspaket 8: Entwicklung einer Rezyklierstrategie

Im Rahmen von Arbeitspaket 8 wurde eine Recyclingstrategie entwickelt, um die Wiederverwendung der Polyamid-Blends in anspruchsvollen Anwendungen sicherzustellen. Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ICT ermöglichte eine gründliche Analyse der Materialeigenschaften nach Recyclingprozessen. Die wesentlichen Arbeitsschritte beinhalteten:

- Untersuchungen zur Materialbeständigkeit: Verschiedene Tests wurden durchgeführt, um die Auswirkungen des Recyclings auf die Kettenlänge und die mechanischen Eigenschaften des PA zu verstehen.
- Optimierung der Additivierung: Das in Arbeitspaket 3 entwickelte Material wurde zerkleinert und als Rohstoff für neue Bauteile verwendet. Additive zur Kettenverlängerung wurden hinzugefügt, um die ursprünglichen Materialeigenschaften beizubehalten.
- Rezyklierung von Ausschussteilen: Ein Prozess zur Rückführung von Ausschussteilen wurde entwickelt und besprochen, der die nachhaltige Nutzung der Ressourcen fördert.

Diese Strategie erwies sich als effektiv, da das recycelte Material seine mechanischen Eigenschaften weitgehend beibehielt und für zukünftige Anwendungen in anspruchsvollen Umgebungen eingesetzt werden kann.

3. Gemeinsame Treffen

Zur Koordination und Fortführung des Projekts fanden mehrere wichtige Treffen statt, um Ideen auszutauschen und den Fortschritt des Projekts abzustimmen:

- Kick-off-Meeting in Karlsruhe: Zu Projektbeginn trafen sich die Partner am Fraunhofer ICT in Karlsruhe, um die grundlegenden Projektziele, den Zeitplan und die Zuständigkeiten zu besprechen.

- Zwei Treffen in Südkorea: Bei den Treffen in Südkorea wurde das Sitzschalen-Werkzeug inspiziert und notwendige Korrekturen besprochen. Weitere Projektschritte wurden ebenfalls vereinbart, nachdem die Platten mit Comfill-Material in Südkorea produziert und anschließend an das Fraunhofer ICT geschickt wurden, um die Sitzschalen fertigzustellen. Diese Treffen förderten die enge Zusammenarbeit und halfen, Produktions- und Verarbeitungsfragen direkt zu klären.

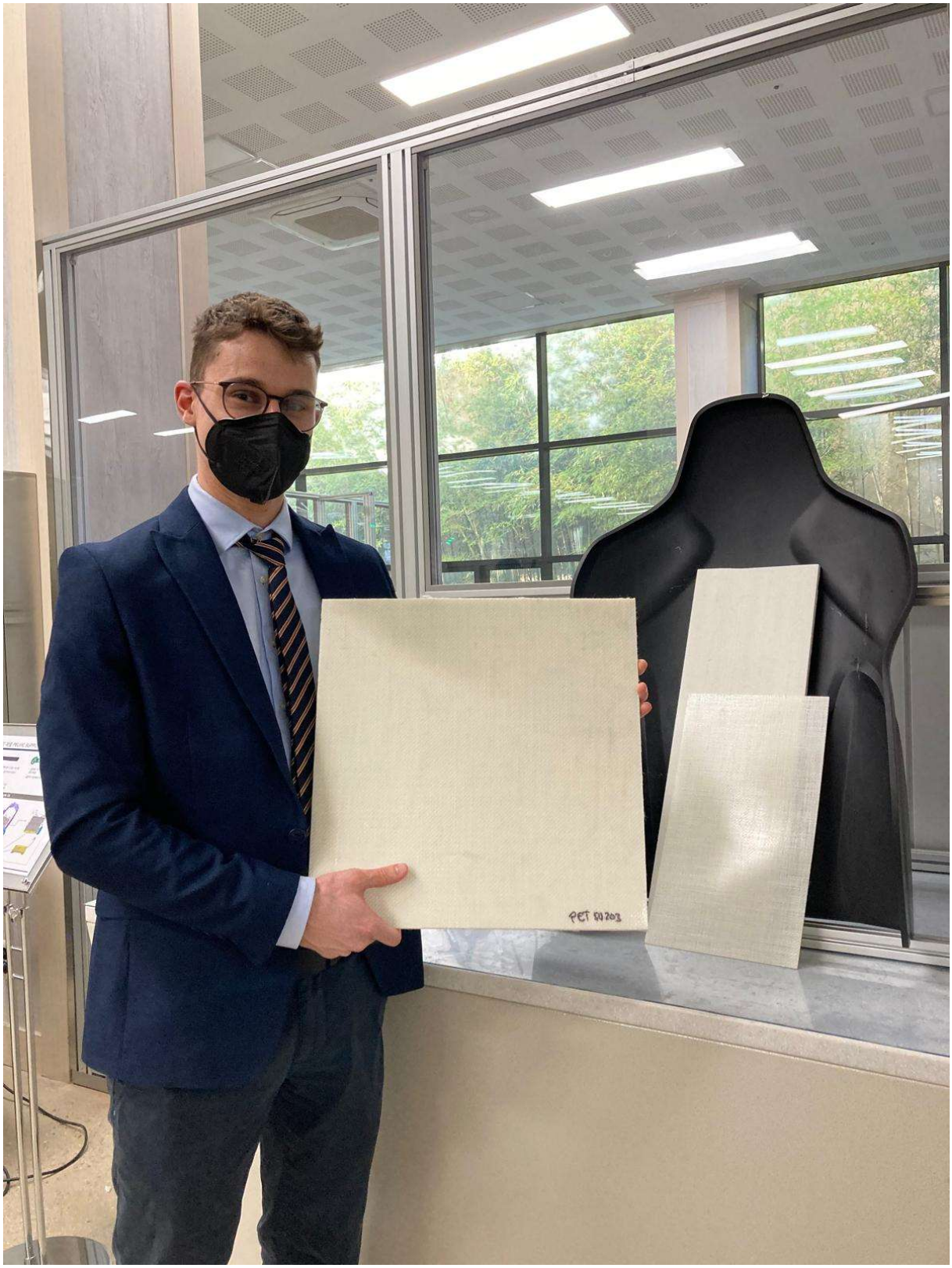

Bild 1: Erstes Treffen in Süd-Korea

- Abschlusstreffen bei Exipnos und Comfill in Dänemark: Zum Abschluss des Projekts fand ein kombiniertes Treffen bei Exipnos in Deutschland statt, gefolgt von einem Besuch bei Comfill in Dänemark. Diese Besprechungen dienten der finalen Abstimmung und der Planung der Verwertung der Projektergebnisse.

Bild 2: Treffen bei Exipnos mit allen Projektpartner

Durch diese gemeinsamen Treffen konnte eine enge Abstimmung zwischen den Projektpartnern sichergestellt werden, was maßgeblich zur erfolgreichen Umsetzung des Projekts beitrug.

4. Verwendung der Zuwendung

Die bereitgestellten Mittel wurden wie folgt verwendet:

- Materialkosten: Ein Großteil der Mittel floss in die Entwicklung und Herstellung der Polyamid-Blends sowie in die Beschaffung notwendiger Additive.
- Technik und Infrastruktur: Die Mittel deckten die Kosten für die Modifikation und Optimierung der Compoundieranlagen sowie die Einrichtung von Prüfgeräten für mechanische und thermische Analysen.
- Personalaufwand: Das Projekt benötigte erhebliche Ingenieurstunden für die Entwicklung und Prüfung der Materialeigenschaften.

Die Investitionen erwiesen sich als notwendig, um die anspruchsvollen Anforderungen der Automobilindustrie zu erfüllen und neue Polyamid-Strukturen zu entwickeln.

5. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Projektergebnisse bieten vielfältige Verwertungsmöglichkeiten:

- Automobilindustrie: Die entwickelte Sandwichstruktur eignet sich besonders für EV-Sitzanwendungen, da sie mechanisch belastbar und leicht ist.

- Outdoorprodukte: Exipnos gewann im Zuge des Projekts einen Kunden im Outdoorsegment, der Rucksackclips aus recyceltem und modifiziertem PA bezieht. Diese erfolgreiche Anwendung zeigt das Potenzial der Polyamid-Blends für unterschiedliche Industriezweige und unterstützt die Verwertung in weiteren Marktsegmenten.
- Zukünftige Projekte: Exipnos plant, sich für ein Folgeprojekt zu bewerben, bei dem ein biobasierter und biologisch abbaubarer EV-Sitz entwickelt wird, der die Nachhaltigkeitsanforderungen der Automobilindustrie erfüllt.
- Im Rahmen des Projektes konnten wir eine Reihe von fertigen Compounds herstellen, die sich durch ihre speziell modifizierten Eigenschaften auszeichnen. Diese Compounds sind bereits in der Serienproduktion und finden Anwendung in verschiedenen Bereichen, insbesondere in der Automobilindustrie und im Outdoor-Sektor. Ihre hervorragende Performance und Nachhaltigkeit erfüllen die hohen Anforderungen dieser Branchen. Im Anhang finden Sie ein entsprechendes Datenblatt, welches detaillierte Informationen zu den technischen Spezifikationen und Einsatzmöglichkeiten enthalten.

Exipnos

Stand: 11.08.2022

Datenblatt P-BLEND

Typ **P-Blend PA 210**

Beschreibung PA-Blend auf Basis von PIR (Post-Industrial Recycling) Material, Einsparung ca. 73 % CO^2 im Vergleich zur Verwendung von Neumaterial. Hohe Dimensionsstabilität, gute Schlagzähigkeit und matte Oberfläche. Vorläufiges Datenblatt, Änderungen vorbehalten

Eigenschaft	Wert	Einheit	Prüfmethode
Dichte	**1,13**	g/cm³	ISO 1183 A
Schmelzindex MFI 260°C/5kg	**15**	g/10 min	ISO 1133
Lineare Schwindung	**0,6-1,3**	%	intern
Mechanische Eigenschaften:			
Streckspannung	**50**	N/mm²	DIN EN ISO 527
Zug-E-Modul	**2600**	N/mm²	DIN EN ISO 527
IZOD-Kerbschlagzähigkeit 23°C	**14**	kJ/m²	ISO 180
IZOD-Kerbschlagzähigkeit -20°C	**8**	kJ/m²	ISO 180
Thermische Eigenschaften:			
Vicat 5 kg	**140**	°C	ISO 306
Sonstige Eigenschaften:			
CO^2-Fußabdruck	**1,01**	kg CO^2 eq. / kg Produkt	angelehnt an ISO 14067
Verarbeitung:			
Massetemperatur	**255**	°C	
Werkzeugtemperatur	**40-80**	°C	
Vortrocknung	**80/3**	°C/h	

Bild 3: Datenblatt vom P-Blend PA 210

6. Fortschritte bei anderen Stellen

Während der Durchführung des Projekts wurden keine externen Fortschritte bekannt, die Einfluss auf das Vorhaben hatten. Der technologische Fortschritt konzentrierte sich innerhalb der Projektgruppe auf die Entwicklung der neuen Materialstrukturen.

7. Veröffentlichungen und Wissenstransfer

Die Ergebnisse des Projekts wurden dokumentiert und auf internen sowie externen Plattformen vorgestellt. Exipnos plant weitere Veröffentlichungen, um die Potenziale des Polyamid-Sandwichmaterials zu demonstrieren und den Wissenstransfer zu fördern.

8. Fazit

Das Projekt PassEnger hat Exipnos ermöglicht, eine innovative Polyamid-Sandwichstruktur zu entwickeln, die nicht nur für die Automobilindustrie, sondern auch für den Outdoorbereich von Interesse ist. Durch die Kombination von Recycling und Materialmodifikation leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und ebnet den Weg für neue umweltfreundliche Anwendungen. Die entwickelten Materialien und Strategien legen eine starke Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich nachhaltiger Kunststoffe und biobasierter Polymere.