

## MouldPulp

---

**Projekttitlel** **Entwicklung eines langlebigen, vollständig biobasierten Thermoplastcomposits aus Biokunststoffen und Pulpefasern für Spritzgussanwendungen (MouldPulp)**

---

**Projektkoordinator** Thomas Wodke

---

### PROJEKTDATEN

---

**Laufzeit** 01.01.2011 - 31.12.2013

---

**Kontaktinformationen des Koordinators** Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT  
Osterfelder Straße 3  
46047 Oberhausen  
Germany  
Tel. +49 208 8598 1122  
Fax. +49 208 8598 1289  
E-mail [thomas.wodke@umsicht.fraunhofer.de](mailto:thomas.wodke@umsicht.fraunhofer.de)

---

**URL des Projektes** <http://www.mouldpulp.com>

---

**Projektteam** Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen, Deutschland  
  
Innventia AB, Stockholm, Schweden  
  
Södra Skogsägarna Ekonomisk Förening, Väröbacka, Schweden  
  
FKuR Kunststoff GmbH, Willich, Deutschland  
  
Elastopoli Oy, Sastamala, Finnland  
  
Hammarplast Consumer AB, Tingsryd, Schweden  
  
nova-Institut GmbH, Hürth, Deutschland

---

## Zusammenfassung

Die Motivation für das Projekt war das vielversprechende Holz-Kunststoff-Material DuraPulp<sup>®</sup> aus Zellulosefasern und dem Biokunststoff Polymilchsäure (PLA). DuraPulp<sup>®</sup> besteht vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen, zeigt gute mechanische Eigenschaften, eine wahrnehmbare Natürlichkeit und angenehme Haptik und kann außerdem gut mit klaren Farben eingefärbt werden. Es gewann zahlreiche Designpreise und es wurde offensichtlich, dass der Markt für das Material wachsen würde, wenn eine größere Auswahl an Verarbeitungstechnologien zur Verfügung steht. Vor diesem Hintergrund entwickelte das transnationale Projektteam aus Schweden, Finnland und Deutschland ein Verfahren, das die Herstellung von spritzgegossenen Teilen aus DuraPulp<sup>®</sup> erlaubt, ohne jedoch die guten Materialeigenschaften zu ändern.

Verschiedene Rezepturen mit unterschiedlichen Fasertypen, PLA-Varianten und Additiven wurden untersucht. Die Produktion im Labormaßstab wurde auf den industriellen Maßstab übertragen und das Equipment für Compoundierung und Spritzguss angepasst. Das im Projekt entwickelte, spritzgussfähige MouldPulp-Material ist nahezu zu 100 % biobasiert aus Holz- und landwirtschaftlichen Produkten. Das Verarbeitungsverhalten und auch die Produkteigenschaften erfüllen die Anforderungen von Industrie und Konsumenten. Dünnwandige Spritzgießteile, eingefärbt in klaren Farben, können mit konventionellen Spritzgießanlagen in akzeptablen Zykluszeiten produziert werden.

Diese technische Entwicklung wurde kontinuierlich von einer Evaluation des Innovationspotentials begleitet und zwar mittels einer Marktanalyse, einer Analyse der industriellen Verarbeitungstechnologie und der Kosten sowie durch ein Life-Cycle-Assessment (LCA). Das Messen der Akzeptanz des MouldPulp-Materials mittels Testpersonen zeigte, dass die MouldPulp-Muster im Durchschnitt signifikant höhere Bewertungen bezüglich Qualität und angenehmes Empfinden bekamen als die Polypropylen-Referenzmuster.

## 1. Hintergrund

Gemeinsam mit einem industriellen Konsortium hat das schwedische Forschungsinstitut Innventia ein vielversprechendes Holz-Kunststoff-Material aus Zellulosefasern und PLA entwickelt. Dieses Material wurde von Södra unter dem Namen DuraPulp<sup>®</sup> auf den Markt gebracht. Das DuraPulp<sup>®</sup> Komposit unterscheidet sich durch den Einsatz eines vollständig nachwachsenden Matrixkunststoffs von traditionellen Holz-Kunststoff-Kompositen (WPC). Zudem erlauben die gebleichten Faserqualitäten ein leichtes Einfärben in klaren Farben und das Material fühlt sich weniger wie Kunststoff an. In industriellen Kompostieranlagen ist das Material bioabbaubar. Der Parupu<sup>®</sup> Stuhl hat gezeigt, dass DuraPulp<sup>®</sup> ansprechend ist, als natürlich und qualitativ hochwertig wahrgenommen wird und zudem gute mechanische und haptische Eigenschaften zeigt.

DuraPulp<sup>®</sup> wird in Form von Composite-Faser-Ballen geliefert, die mittels unterschiedlicher Verfahren zu Produkten weiterverarbeitet werden können. Die beiden präsentierten DuraPulp<sup>®</sup> Produkte Kofes und Parupu<sup>®</sup> Stuhl werden händisch mit einem Pulpepressformverfahren ähnlich der Herstellung von z.B. Eierkartons produziert. Obwohl diese Produkte zahlreiche

Designpreise gewannen, gab es eine Lücke bei den Fertigungsverfahren hinsichtlich der Nutzung etablierter und effizienter Kunststoffverarbeitungsverfahren. Der DuraPulp® Prozess ist nicht geeignet, um Granulate herzustellen, die leicht als Input-Material für herkömmliche Kunststoffverarbeitungsmaschinen wie z.B. Spritzgussmaschinen eingesetzt werden können. Zudem sind die Fließigenschaften von DuraPulp® nicht ausreichend für das Spritzgießen und andere wirtschaftliche Prozesse. Daneben gab es auch bislang keine Möglichkeit des Recyclings außer thermischem Recycling oder Kompostierung.

## 2. Ziele

Das Gesamtziel des MouldPulp-Projektes war die Weiterentwicklung von DuraPulp® hinsichtlich Prozessfähigkeit (Spritzgießen) und Anwendungen. Das innovative, spritzgießfähige und vollständig biobasierte Komposit sollte messbar die angenehme natürliche Identität von DuraPulp® beibehalten und so Marktvorteile im Vergleich zu existierenden Materialien wie WPC aufweisen.

Gleichzeitig mit neuen Materialrezepturen ist die Entwicklung eines geeigneten Produktionsprozesses wie auch einer Recyclingstrategie notwendig. Das gesamte Projekt wurde von einer Nachhaltigkeitsbetrachtung begleitet, in der LCA und Nachhaltigkeitsindikatoren verwendet werden, um die Forscher bei ihren Entscheidungen zu unterstützen.

## 3. Ergebnisse

Das Mischen von PLA und Fasern führt zu einem höheren E-Modul und einer niedrigeren Bruchdehnung. Dies ist allgemein bekannt und für Forschung und Innovationen nicht interessant. Daher hat sich das Projektteam entschieden, in erster Linie einen kunden- und prozessorientierten Ansatz zu verfolgen: 100 % biobasierte Rezeptur, natürlicher Eindruck und Wahrnehmung des Materials sowie die Verarbeitbarkeit im Spritzguss wurden die definierten Spezifikationen. Anforderungen an die mechanische Leistungsfähigkeit würden in Bezug auf die Anwendung beantwortet werden, z. B. durch Materialoptimierung oder mittels geeigneten Produktdesigns.

Um für die Matrix die bestgeeignetste Faser auszuwählen, wurden verschiedene Fasern getestet. Im Fokus stand dabei auch die Reduzierung der Verfärbung (Gelb-Braun-Stich) der Spritzgussteile. Während der Compoundierung des Materials wurde der Einfluss verschiedener Additive, wie z. B. Schlagzähigkeitsmodifikatoren, Haftvermittler und Bleichmittel, untersucht. Faseranteile bis zu 30 % für den Spritzguss konnten erreicht werden. Die mechanischen Eigenschaften des compoundierten Materials entsprachen, wie erwartet, denen anderer naturfaserverstärkter PLA-Typen. Die Potentiale für Innovation und Kommerzialisierung des MouldPulp-Materials liegen in der natürlichen Optik und Haptik. Das Färben des compoundierten Materials während des Spritzgießens mittels Dry-Blend-Verfahren war mit konventionellen Masterbatches sehr gut möglich (Abbildung 1). Tests mit vorher eingefärbten Fasern waren ebenso erfolgreich (Abbildung 2). Wegen der hohen Kosten und der

verhältnismäßig geringen Verbesserungen der Farbwirkung im Vergleich zum ausschließlichen Färben des Compounds, wurde das Färben der Fasern im Projekt nicht weiter verfolgt.



Abbildung 1: Gefärbte Granulate und Prüfstäbe



Abbildung 2: Gefärbte Fasern

Für das Scale-Up der Compoundierung sind noch weitere Recherchen und Versuche zum Pelletieren des DuraPulp®-Materials notwendig. Die Composite-Faser-Ballen ließen sich auch zerkleinert nicht mit den im Projekt zur Verfügung stehenden gravimetrischen Dosiersystemen, die auf konventionellen industriellen Compoundieranlagen üblich sind, fördern. Dennoch wurden einige 100 kg MouldPulp-Material auf einem Laborextruder compoundiert und für Spritzgießversuche Hammarplast zur Verfügung gestellt. Dort wurden ein kleiner Behälter (12x9x10 cm) und ein Korb (38x28x10 cm, Wanddicke 1,8 mm) produziert (Abbildung 3). Elastopoli stellte einen Deckel für Elektronikgeräte und Schlagzeugstöcke her. Die Versuche haben gezeigt, dass das MouldPulp-Material auf konventionellen Spritzgießmaschinen und mit Heißkanalwerkzeugen in akzeptablen Zykluszeiten verarbeitbar ist.



Abbildung 3: Spritzgegossene Produkte aus MouldPulp

In Versuchen zur Entwicklung eines Recyclingsystems konnte gezeigt werden, dass sich die Komponenten des MouldPulp-Materials trennen lassen. Der Abbau zu Fasern und Lactid bei höheren Temperaturen ist dabei die effizienteste Methode. Die recycelten Materialien, Lactid und Pulpfasern, können in verschiedenen Anwendungen wieder eingesetzt werden.

Für die Akzeptanzuntersuchungen (Aussehen, Haptik) wurden Prüfkörper mit verschiedenen Oberflächen und Farben hergestellt. Natürlichkeit und Qualität der Demonstratoren sollten bewertet und mit Proben aus Polypropylen (PP) verglichen werden (Abbildung 4). Die MouldPulp Proben erhielten dabei im Durchschnitt signifikant höhere Bewertungen bezüglich Qualität und angenehmes Empfinden als die PP-Proben. Interessanterweise zeigte der Test, dass es bei der Bewertung der Natürlichkeit des Materials nicht nur auf das Material, sondern auch wesentlich auf das Produktdesign und die Farbe ankam. Beispielsweise wurden rote MouldPulp-Proben als nicht nachhaltig eingeschätzt, während die leicht gelb gefärbten Proben aus dem gleichen Material als umweltfreundlich bewertet wurden.

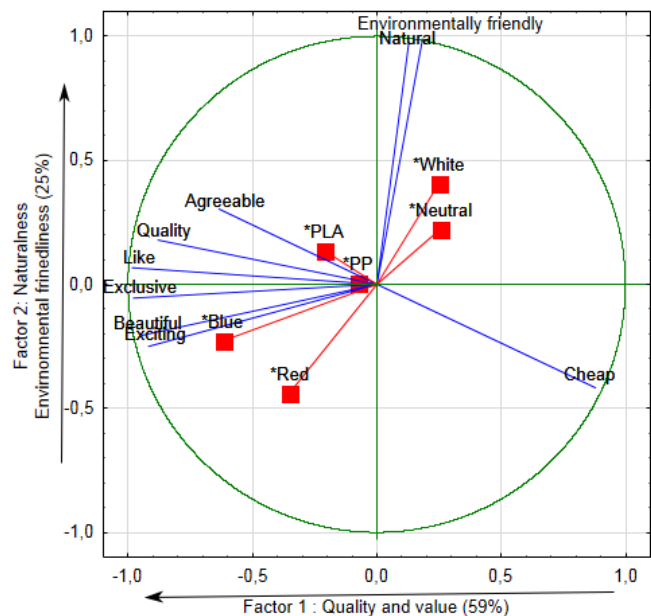


Abbildung 4: Prüfkörper und Testergebnisse der Akzeptanzuntersuchungen

Eine erste Marktstudie zu Beginn des Projektes zeigte Marktpotentiale für das zu entwickelnde Material in verschiedenen Branchen, insbesondere Konsumartikel, Elektronik/IT und Automobil. Als vielversprechendste Anwendungen wurden Design- und Dekorationsartikeln, Spielzeug und Haushaltswaren angesehen. Dort werden „weiche“ Eigenschaften wie klare Farben in Verbindungen mit natürlichem Aussehen und Anfühlen wertgeschätzt. Gleichzeitig sind limitierende Faktoren bei den „harten“ mechanischen Eigenschaften wie Wärmebeständigkeit und Festigkeit weniger kritisch. Spätere Studien zeigten, dass die Marktteilnehmer bei der Auswahl eines biobasierten Produktes bereit sind, für zusätzliche emotionale und strategische Performance einen höheren Preis im Vergleich zur konventionellen Alternative zu bezahlen. Diese Differenz wird „Green Premium“ genannt.

Die technisch-ökonomische und ökologische Bewertung zeigte, dass die Produktion von MouldPulp grundsätzlich zu positiven sozialen Effekten in Form von Beschäftigung und Ernährungssicherheit beiträgt. Der Markterfolg wird etwas durch das Ablehnen von PLA aus gentechnisch veränderten Organismen (GMO) beeinflusst. GMO werden von Verbrauchern in einigen Ländern kritisch hinterfragt. Für die industrielle Umsetzung der MouldPulp-Biokunststoffe steht aber auch GMO-freies PLA zur Verfügung. Die gesamte Nachfrage nach Biomasse und die damit verbrauchten Landfläche für die Produktion von biobasierten Kunststoffen wie z. B. PLA ist relativ gering. Auch die Verwendung von schwedischen Holz-Zellulosefasern ist bezogen auf die Umweltaspekte neutral oder eher positiv, da sie zu einem nachhaltigen Produktionsprozess beiträgt.