

BEITRÄGE ZU RECYCLINGPROZESSIERUNGEN IN DER AUTOMOBILTECHNIK

Alexandru GABOR*, Iosif TEMPEA**

***,**Universität Politehnica von Bukarest, der Lehrstuhl Getriebelehre und Robot Theorie**

E-mail: a.gabor@tu-bs.de, iosiftempea@yahoo.com

Stichworte: Kunststoffen, LFI -Verfahren, Recycling Prozess, Spacer, Spritzgießen

Zusammenfassung

Bei der mehrere Automobilindustriefirmen werden Kunststoffplatten für die Produktion von Autodächern als Außenhaut verwendet. Diese Folien werden über ein Werkzeug mit der Form des zu produzierenden Daches tiefgezogen und mit einem zweiten Werkzeug in einem Prozess, der sich LFI-Verfahren (Long Fiber Injection Moulding) nennt, mit einem Gemisch aus Zwei-Komponenten-Polyurethan und langen Glasfasern hinterschäumt und verpresst.

In diesen Artikel soll geklärt werden, ob Produktionsabfälle, die in der Kunststoffdach-Herstellung abfallen, in einem Recyclingprozess aufbereitet werden können. Diese "Recyclate" sollen in einem Spritzgussprozess für die Produktion von Abstandhaltern für die Automobildach-Herstellung eingesetzt werden.

1. EINLEITUNG

In den letzten fünf Jahrzehnten hat sich der Anteil von Kunststoffen gegenüber herkömmlichen Produkten wie Stahl, Eisen, Glas und Holz zu einer Industrie, die für den heutigen Lebensstandard unverzichtbar geworden sind, entwickelt. Es ist aufgrund der großen Nachfrage der Konsumgesellschaft in den letzten Jahren ein stetiger Anstieg von Kunststoffprodukten zu verzeichnen, so zum Beispiel in der Automobilindustrie (Abb. 1).

Kunststoffe haben einen großen Vorteil gegenüber anderen Produkten. Die Werkstoffeigenschaften können auf ihren speziellen Anwendungsfall optimiert und eingestellt werden. Die Technologien zur Herstellung von Kunststoffprodukten haben einen sehr hohen Standard erreicht, um sie effizienter und kostengünstiger gegenüber herkömmlichen Materialien zu produzieren. Gegenüber anderen Werkstoffen wird auf Erdöl keine Steuer erhoben [6].

Beispiel für deren Variabilität ist die Möglichkeit, Füllstoffe, zur Verstärkung oder Flammhemmer einzubringen, die die Entzündbarkeit herabsetzen. Die Hersteller verwenden vermehrt Leichtbauweisen, um das Gewicht der Fahrzeuge zu reduzieren, Einsparungen im Benzinverbrauch zu realisieren und das Leistungspotential der Fahrzeuge zu erhöhen.

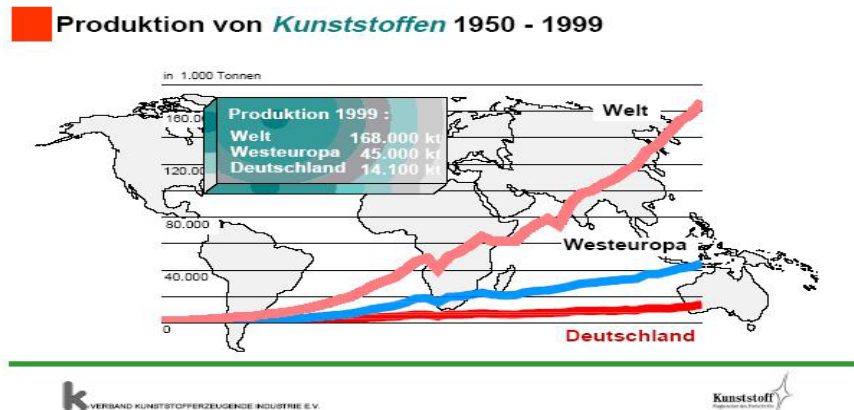


Abb. 1: Statistik über die Kunststoffproduktion von 1950 bis 1999 [1]

Durch Einsatz neuer Materialien und Verfahren haben sich sehr gute Erfolge erzielen lassen, wie zum Beispiel der Einsatz von Kunststoffen als Außenhaut eines Fahrzeugs zeigt. Hierbei existieren mittlerweile verschiedene Verfahren zur Umsetzung. Die 'low density' SRIM-Technologie (SRIM = Structural Reaction Injektion Molding) wird allgemein als eine ausgereifte Technologie betrachtet, die gegenwärtig in vielfältigen Anwendungen für die Automobilindustrie zum Einsatz kommt [2].

Das wohl am weitesten verbreitete Verfahren ist das Einlegen einer dünnen Glasfasermatte in eine Form, das Schließen der Form und dem anschließenden Füllen mit einem geeigneten 2-Komponenten Schaumsystem. Während der Aushärtung werden die Glasfasern gut in die Polymermatrix eingebettet und bilden so den Verbundwerkstoff. Das ausgehärtete Teil wird dann entformt und muß noch in mehreren Schritten nachgearbeitet werden [8].

Die Technologie ist bestens geeignet, um ein festes und zugleich leichtes Material mit guten Dauereigenschaften zu erreichen. Vor nicht allzu langer Zeit haben Maschinenhersteller angefangen, neue Verfahren und Technologien zur Automatisierung für LD SRIM zu entwickeln [3].

Das LFI (Long Fiber Injektion) Verfahren wurde erstmals auf der K '95 in Düsseldorf vorgestellt. Durch die Vereinigung einer Vorrichtung zum Ablängen der Glasfasern, die als Strang zugeführt werden, mit einem Mischkopf zur Herstellung von PUR-Schäumen ist es möglich geworden, das Glasfaser-Schaum-Gemisch gleichzeitig in die Form zu bringen (s. Abb. 2). Das LFI-Verfahren vermeidet so das Einlegen der Glasmatten [3]. Weiterhin ist es

möglich, die Glasfaserlänge nach Wunsch zu variieren (s. Abb. 3).

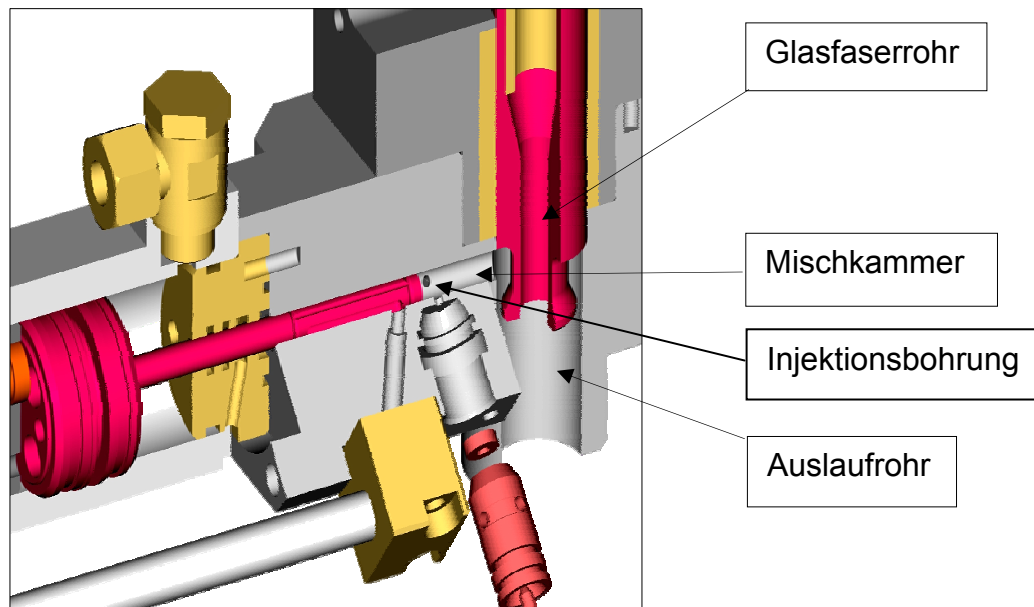


Abb. 2: Schematische Darstellung des LFI-Mischkopfes [4,5]

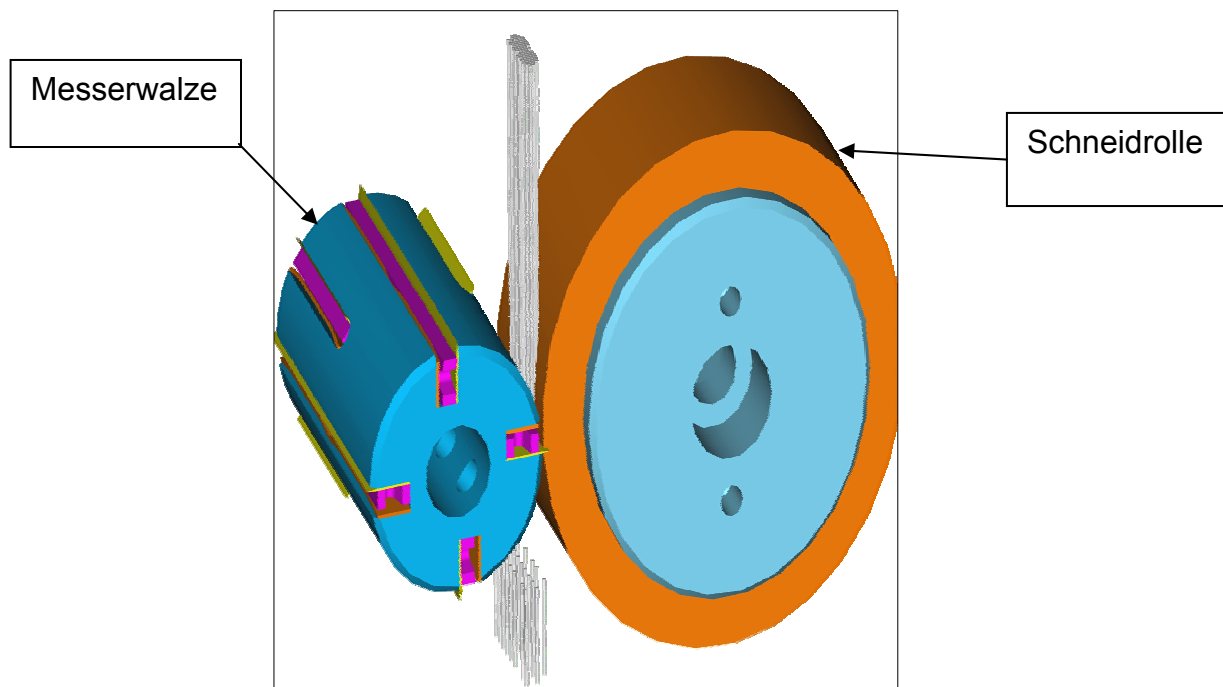


Abb. 3: Schematische Darstellung des Glasfaser-Schneidwerkes [4,5]

Die flüssigen Komponenten werden im Hochdruckverfahren miteinander vermischt und strömen in einen ringförmigen Raum. In den so gebildeten Flüssigkeitsschlauch wird durch

das Rohr in der Mitte die geschnittene Faser geschossen, die dadurch vom Reaktionsgemisch benetzt wird. Das Glasfaser-PUR-Gemisch wird mittels eines Roboters gezielt über die gesamte Formenoberfläche verteilt. Die Zykluszeit für das Eintragen wird durch die Bewegung des Roboters bestimmt, die notwendig ist um die gesamte Oberfläche der Form in Abständen von ca. 5 ... 15 cm zu benetzen [9].

Um eine möglichst konstante und gleichmäßige Verteilung der Glasfaser zu erreichen, ist es wichtig, einen spezifischen und immer gleichmäßigen Eintrag zu gewährleisten. Im Allgemeinen wird dies durch Versuche während der Entwicklungszeit festgelegt. Durch das LFI-Verfahren ist es möglich geworden, einen größeren Glasanteil einzubringen, da an das Fließverhalten des Gemisches nicht so hohe Ansprüche gestellt werden.

Das LFI-Verfahren ist für den Eintrag in eine offene Form entwickelt worden und man muß deshalb ein SRIM-System auswählen, das ebenfalls für das Einschaümen in offene Formen entwickelt wurde. Für das LFI-Verfahren ist es deshalb notwendig, ein PUR-System mit verlängerter Cremezeit (Startzeit) einzusetzen, damit der Roboter die Zeit hat, aus der Form herauszufahren und die Form geschlossen werden kann, bevor der Schaum zu stark expandiert [7].

Durch dieses Verfahren zu der Herstellung eines Daches wird eine Gewichtsersparnis von 20% gegenüber dem herkömmlichen Verfahren zur Produktion eines Stahldaches erreicht und es können verschiedenste Einsätze für das Dach in ein und demselben Verfahrensschritt eingeschäumt werden [10].

Die bei der Produktion entstehenden Verschnittreste haben noch einen hohen Rohstoffwert, da die Folienreste aus qualitativ hochwertigem Polycarbonat (PC) und einem Blend aus PC und einen anderen Kunststoff bestehen.

2. AUFGABENSTELLUNG

In diesen Artikel soll geklärt werden, ob Produktionsabfälle, die in der Kunststoffdach-Herstellung abfallen, in einem Recyclingprozess aufbereitet werden können. Diese "Recyclate" sollen in einem Spritzgussprozess für die Produktion von Abstandhaltern für die Automobildach-Herstellung eingesetzt werden. Der Einsatz von Recyclaten aus der eigenen Produktion ist ein völlig neuer Erfahrungsbereich, da solche Möglichkeiten noch nicht erörtert wurden und es kann eine Basis für Nachfolgeprojekte sein.

Im Laufe der letzten Jahre rückte das Recycling immer mehr in den Vordergrund, da die TA- Siedlungsabfall (Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstige Entsorgung von Siedlungsabfällen) ab Mitte des Jahres 2005 für Unternehmen rechtlich bindend sein wird. Das bedeutet, Abfall darf ab diesem Zeitpunkt nur noch thermisch

vorbehandelt auf den Deponien abgelagert werde. Deshalb fordern die Hersteller auch von ihren Zulieferern Konzepte zur Aufbereitung sowie zur Wieder- und Weiterverwertung ihrer Produkte und Produktionsabfälle [9].

Die Fertigung im Spritzguss-Verfahren hat einen deutlichen Kostenvorteil gegenüber der Herstellung im LFI-Verfahren. Des Weiteren entfallen die Arbeitskosten für die Produktion und auch die Müllkosten sind nicht mehr vorhanden. Zum Beispiel, bei der Produktion der Autodächer für die erste und zweite Baureihe des MCC Smart entstehen beim Fräsen der Dächer Fräsabschnitte. Diese Abschnitte fallen immer an, da im Tiefziehprozess Ausziehbereiche benötigt werden, um die Bauteile sauber auszuziehen. Diese Abschnitte gehen ausnahmslos über den Entsorger in die thermische Verwertung. Der Posten der Entsorgung ist auch ein weiterer Kostenpunkt, der die Produktion der Autodächer belastet.

Unter diesem Gesichtspunkt kam die Idee, die Fräsabschnitte, deren Material aus hochwertigem Thermoplast besteht, aufzubereiten und das Material in den MCC Spacern einzusetzen. Ein weiterer Punkt ist die Verklebung der Spacer. Das Material muss die Klebeanforderung mit dem in der Produktion eingesetzten Kleber bestehen. Hierzu werden Peeltests durchgeführt und die geklebten Prüfplatten in einen Klimawechseltest gegeben, um die Langzeitbeständigkeit zu testen [9].

3. STAND DER TECHNIK

Bei der Herstellung der Dachmodule des MCC Smart werden zum Höhenausgleich der eingesetzten Polycarbonatscheibe und der Glasscheibe Abstandhalter eingesetzt. Diese Abstandhalter, „Spacer“ genannt, sind erforderlich, um den Dickenunterschied zwischen diesen Scheiben auszugleichen.

Die Spacer werden in einer internen Produktion im LFI-Verfahren hergestellt. Im LFI-Verfahren werden in diesem Schritt auch die Einleger zum Verschrauben der Spacer mit eingeschäumt (Abb. 4).



Abb. 4: Spacer aus dem LFI- Verfahren [4,5]

Durch einen weiteren Schritt, dem Wasserstrahl- Schneiden, werden die einzelnen

Sätze der Spacer aus der hergestellten Platine ausgeschnitten. Die Verunreinigungen können Haftungsprobleme in der Verklebung der Spacer hervorrufen. Nun werden die Spacer in die Produktion eingebracht. [9]

4. DER RECYCLING PROZESS [9]

Die Kunststoffe in ihren verschiedenen Modifikationen erschließen sich gerade in der heutigen Zeit immer neue Möglichkeiten. Dabei muss der Werkstoff „Kunststoff“ gerade von seiner ökologischen Seite durch die immer höhere Produktion näher betrachtet werden. Gerade die Entsorgung der Kunststoffe wird immer problematischer, da der Absolutwert der hergestellten Kunststoffe weiter steigt.

Durch den Wirtschaftsboom in den asiatischen Staaten ist auch ein erhöhter Anstieg der Kunststoffproduktion zu erwarten. Trotzdem Kunststoffe aus Kohlenstoff bestehen, ist ein mikrobakterieller Abbau kaum möglich und somit müssen sie auf Deponien abgelagert werden. Die Halbwertszeit von Kunststoffen wird auf ca. 40 000 Jahre geschätzt. Deshalb ist ein Recycling von Kunststoffen unverzichtbar.

Für die Aufbereitung von Kunststoffen gibt es verschiedene Möglichkeiten und Verfahren. Die Auswahl des Verfahrens ist von seinen Eigenschaften abhängig. Kunststoff ist nämlich nicht gleich Kunststoff. Gerade Verbundwerkstoffe aufzuschließen, muss auf deren ökologischen Wert überprüft werden. Dazu werden Ökobilanzen erstellt, welche die Wirtschaftlichkeit einer solchen Aufbereitung betrachten. Sie dienen ebenso dem Vergleich von neuen Einsatzstoffen gegenüber den herkömmlichen Stoffen wie Eisen und Glas. Aufgrund der Kunststoffvielfalt muss der Aufbereitungsmechanismus auf die Zusammensetzung der Kunststoffe abgestimmt werden.

4.1. VERARBEITUNG VON KUNSTSTOFFEN DURCH SPRITZGIEßEN

Das Spritzgießverfahren ist eine der wesentlichsten Verfahren bei der Verarbeitung von Kunststoffen. Es eignet sich wie kaum ein anderes Urformverfahren zur Herstellung von Massenartikeln. Der große Vorteil gegenüber anderen Verfahren ist, dass die Herstellung direkt vom Rohstoff zum Fertigteil führt [7].

Bei der Herstellung bedarf es so gut wie keiner Nacharbeit bei den Formteilen und es können Spritzlinge mit sehr komplizierten Formen in einem Arbeitsgang vollautomatisch hergestellt werden. Mit dem Spritzgießverfahren ist eine sehr hohe Reproduziergenauigkeit in der Fertigung zu erreichen.

Das Verfahren ist vielseitig einsetzbar und die Herstellung von Formteilen erstreckt sich

von kleinsten Zahnrädern bis hin zu großen Bauteilen wie Müllcontainern. Die Gewichte belaufen sich von 10^{-6} bis 10^2 kg. Die Aufbereitungsschritte lassen sich am Besten durch ein Verfahrensfließbild darstellen (Abb. 5).

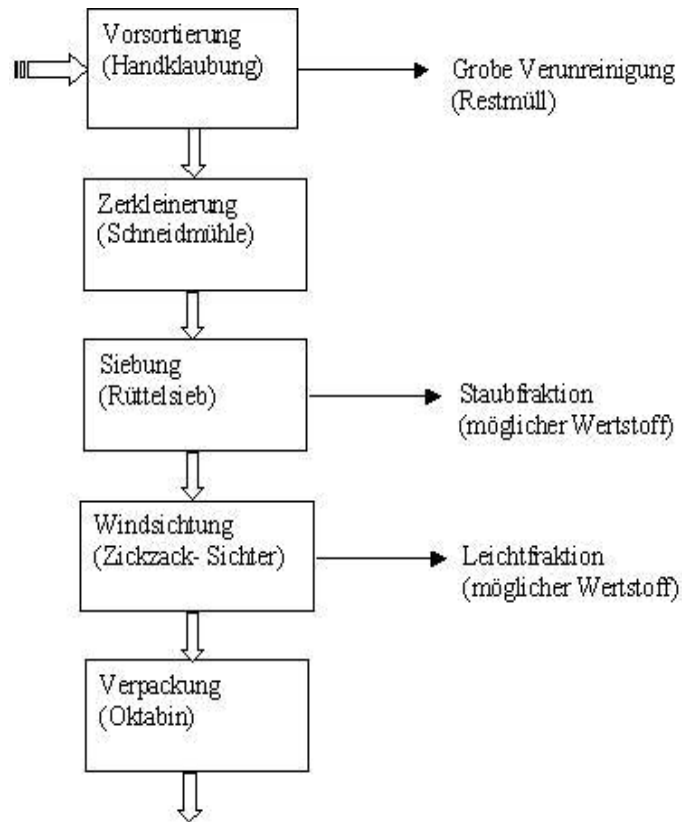


Abb. 5: Strukturbaum für eine Aufbereitung

5. ABSCHLUSSBETRACHTUNG

Das Hinterschäumen von Glasdeckeln im LFI-Verfahren stellt ein völlig neues Konzept dar. Da keine Erfahrungen aus Vorgängerprojekten vorlagen, versteht sich diese Arbeit als Grundlage für Folgeprojekte.

Das im Rahmen der Artikel erläuterte Verfahren zeigt, dass es möglich ist, Produktionsabfälle aus der LFI-Dachherstellung aufzubereiten und das entstandene Recyclat einem Einsatz in der Modultechnik zukommen zu lassen. Die aufgetretenen Probleme während der Prüfungen lassen aber darauf schließen, dass weiterführende Projekte folgen müssen.

Bei Folgeprojekten sollten die folgenden Ideen bzw. Vorschläge berücksichtigt werden:

- Mögliche andere Verfahren zur Trennung der Polyurethan-Thermoplast Verbindung;

- Optimierung der Prozessparameter beim Spritzgussverfahren um lange Standzeiten des Recyclats zu vermeiden;
- Verbesserung der Hafteigenschaften der GE-Recyclate, wenn möglich durch eine Zugabe von Additiven;
- Eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften durch gezielte Mischungen der Recyclate;
- Eine mögliche Optimierung der Klebeeigenschaften durch den Einsatz einer anderen Primer-Kleber-Verbindung.

Literaturverzeichnis

- [1] Verband der kunststoffverarbeitenden Industrie
- [2] Polyurethantechnik, Werkstoff mit vielen Gesichtern, *Erschienen:* Verlag moderne Industrie, 1991.
- [3] Polyurethantechnik,, Zukunftsorientierte PUR-Anwendungen im Automobilbau / Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Gesellschaft für Kunststofftechnik, *Erschienen:* Düsseldorf,VDI-Verl, 1998.
- [4] Interne Präsentation ArvinMeritor, Folienhersteller.
- [5] Interne Präsentation ArvinMeritor, LFI-Verfahren.
- [6] Michaeli, W., Einführung in die Kunststoffverarbeitung., Carl Hanser Verlag, München Wien, 1992.
- [7] Bader, H. J., Kunststoff-Recycling, 3. Aufl., Aulis Verlag, Deubner & CO KG, Köln, 1983.
- [8] Grassmann, Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik, Otto Salk Verlag, Frankfurt am Mein.
- [9] Gabor, Al., Erstellung eines Recycling – Konzepts (Schreddern, Stanzabfälle), Projekt 2004, ArvinMeritor GmbH Gifhorn – Light Vehicle Systems, Deutschland.
- [10] Niesner, T., Entwicklung einer Glasdeckelproduktion im LFI-Verfahren am Beispiel des W 10 Glasdeckel 1 (Audi A 2), Diplomarbeit, ArvinMeritor GmbH Gifhorn – Light Vehicle Systems, Deutschland.