



**TU Bergakademie Freiberg, Institut für Maschinenbau
Lehrstuhl für Hütten- Gießerei- und Umformmaschinen**



Abschlußbericht zum Projekt

Substitution von Polystyrol durch Stärkeschäume oder andere alternative Materialien als Modellwerkstoff beim Vollformgießen

Berichtszeitraum: 1. 05. 1997-30. 04. 2000

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. J. Bast

**Bearbeiter: Dr.-Ing. habil. W. Hopf
Dipl.-Ing. (FH) A. Müller**

Gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

FKZ: 96NR124-F

Freiberg, 29. 04. 2001

Referat

Ausgangspunkt der Projektidee war die Substitution der Polystyrolmodelle durch Schaummodelle aus nachwachsenden Rohstoffen für das Vollformgießverfahren. Im ersten Verarbeitungsjahr wurden Stärkeschäume als Extrusionsstränge erfolgreich im Niederdruckgießverfahren vergossen. Es wurde aber auch klar, daß komplizierte Geometrien für das Vollformgießen aus extrudierten Stärkeschäumen nicht herzustellen sind. Deshalb wurde im zweiten Bearbeitungsjahr eine Technologie zur Erzeugung von Stärkeschaummodellen in Anlehnung an die Produktion der Polystyrolschaummodelle konzipiert. Die wesentlichen Technologieschritte sind:

1. die Herstellung von Stärkegranulaten mit einem ausreichenden Anteil an physikalisch gebundenem Wasser als Treibmittel. Zusätzlich wurden Substanzen zugesetzt, die sich in der Wärme in Wasser und Gase zersetzen. Diese Substanzen sollen als zusätzliche Treibmittel wirken.
2. Vorschäumen unter Einwirkung von Wärme und Druck.
3. Fertigschäumen der Formteile in speziell zu konstruierenden Formen.

Im dritten Bearbeitungsjahr schloß sich die systematische Untersuchung der technologischen Bedingungen zum Vorschäumen im Autoklaven an.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die konzipierte Technologie geeignet ist, Formteile aus geschäumten Stärkegranulaten herzustellen. Allerdings ist das technologische Fenster zum Aufschäumen der Granulate in einem Autoklaven sehr klein, so daß eine reproduzierbare Erzeugung von Stärkeschaummodellen nicht vollzogen werden konnte. Aus diesem Grund konnten im Bearbeitungszeitraum des Projektes auch keine Gießversuche durchgeführt werden. Außerdem blieb aufgrund fehlender finanzieller Mittel das Problem der Konstruktion und des Bauen einer Vorrichtung für die Formteilherstellung ungelöst. In Weiterführung der Projektarbeiten laufen derzeit Untersuchungen, die von der Industrie finanziert werden, um die noch ungelösten Probleme einer Lösung zuzuführen. Dies betrifft insbesondere die reproduzierbare Fertigung von Stärkeschäumen, wobei neben der Technologie im Autoklaven weitere Verfahren eingesetzt werden.

1.	THEMA UND ZIEL	3
<hr/>		
2.	LÖSUNGSWEG	3
<hr/>		
2.1.	SUBSTITUTIONSWERKSTOFFE UND LIEFERANTEN	3
2.2.	VOLLFORMGIEßVERFAHREN	4
2.2.1.	VERGLEICH DES NIEDERDRUCK- UND SCHWERKRAFT-VOLLFORM- GIEßVERFAHRENS	7
2.3.	DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN UND ERGEBNISSE	10
2.3.1.	SCHÄUME	10
2.3.1.1.	Papierschäume	14
2.3.1.2.	Preßteile aus Kleie	14
2.3.1.3.	Preßteile aus Stärke und Pappe	15
2.3.2.	SCHLICHTEN UND KLEBER	16
3.	AUFGABEN UND ZIELSTELLUNG	19
<hr/>		
3.1.	LÖSUNGSWEG ZUM STÄRKESCHAUMMODELL ANALOG DEM POLSTYROLSCHAUMMODELL	20
3.2.	CHARAKTERISIERUNG DER AUSGANGSPRODUKTE	25
3.2.1.	KARTOFFELSTÄRKE UND WEIZENSTÄRKE	25
3.2.2.	TREIBMITTEL	27
3.3.	VORUNTERSUCHUNGEN ZUR STÄRKEGRANULIERUNG	30
3.4.	WIRBELSCHICHTGRANULIERUNG DER STÄRKE	33
3.4.1.	CHARAKTERISIERUNG STÄRKEGRANULATE MIT ELEKTRONENMIKROSKOPIE	44
3.5.	STÄRKESCHÄUME	47
3.5.1.	AUTOKLAVIERUNG	47
3.5.2.	MODELLHERSTELLUNG	51
3.5.3.	MIKROWELLE	52
4.	ZUSAMMENFASSUNG	57
<hr/>		

1. Thema und Ziel

Das Vollformgießen stellt ein neues innovatives Gießverfahren dar, das in Zukunft zunehmend die klassischen Gießverfahren verdrängen wird. Bei diesem Gießverfahren wird üblicherweise ein Polystyrolschaumstoffmodell durch eine Schmelze vergast. Das flüssige Metall nimmt den Platz des Schaumstoffmodells ein und ist ein originales Ebenbild des Modells. Bei der Modellersetzung entstehen aus dem Polystyrolschaumstoffmodell große Mengen Pyrolyseprodukte.

Da bei der Verbrennung oder Vergasung nachwachsender Rohstoffe keine umweltbelastenden Verbindungen entstehen, sollen Schäume aus Stärke oder anderen nachwachsenden Rohstoffen als Modellwerkstoff für das Vollformgießen untersucht werden.

Im Zeitraum 01.05.97-30.04.98 waren folgende technologisch relevante Schwerpunkte zu untersuchen:

1. Welche Schäume nachwachsender Rohstoffe oder anderer alternativer Materialien sind geeignet, Polystyrolschäume zu ersetzen?
2. Es waren Stärkeschäume unterschiedlicher Materialdichte zu produzieren, die eine hinreichende Formfüllgeschwindigkeit beim Gießen gestatten aber auch das Erstarren der Schmelzen verhindern.
3. Es waren Modelle durch Pressen oder andere Verfahren herzustellen.
4. Da die Modelle aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt sein können, waren Kleber für die alternativen Schäume zu untersuchen.
5. Es waren Schichten zu entwickeln, die auf Grund des hydrophilen Charakters der Schäume diese nicht zerstören.

2. Lösungsweg

2.1. Substitutionswerkstoffe und Lieferanten

Kooperationsvereinbarungen konnten mit nachfolgend aufgeführten Firmen getroffen werden:

Hubert Loick VNR

Stärkeschaumhersteller

PSP Priehs AG

Papierschaumhersteller

TU Chemnitz-Zwickau

Prof. Nendel (Kleieformteile)

Biotec, Biologische Naturverpackungen GmbH Preßteile aus Stärke
Hüttenes-Albertus Schlichtehersteller

Es wurde vereinbart, daß die genannten Firmen ihre Produkte zur Verfügung stellen, um sie auf ihre Eignung zur Vergießbarkeit zu testen.

Stand der Technik ist es, mit Hilfe eines Extruders Stärkeschäume als Chips (Stränge) bzw. Preßteile aus Stärke zu produzieren. Die Zersetzungsprodukte wurden massenspektroskopisch und gaschromatographisch bestimmt.

2.2. Vollformgießverfahren

Für die Eignungsprüfung der Stärkemodelle als vergasbare Komponente des Vollformgießverfahrens mußte am Lehrstuhl für Hütten- und Gießerei- und Umformmaschinen der TU Bergakademie Freiberg eine Schwerkraft- und eine Niederdruckgießanlage konzipiert und aufgebaut werden. Diese beiden Gießverfahren werden bei der Erzeugung von Gußteilen mit Hilfe des Vollformgießens in der Praxis eingesetzt, wobei als Gießgut Aluminium- und Eisenlegierungen zum Einsatz kommen. Beim Schwerkraftgießverfahren war es möglich beide Legierungen zu vergießen. Mit dem Niederdruckgießverfahren konnten nur Aluminiumlegierungen vergossen werden, da mit dem Ofen die Schmelztemperatur von Gußeisen nicht erreicht werden konnte.

Mit den Gießanlagen wurden der Einsatz von

- Klebern,
- Schlichten,
- Modellsubstanzen und die
- Gußstückqualität geprüft.

Schwerkraftvollformgießen

Abbildung 1 zeigt die Versuchsanordnung für das steigende Schwerkraftvollformgießen zur Eignungsprüfung von Stärkemodellen. Der Einguß mit Eingußtrichter 4 wurde mit bentonitgebundenem Sand geformt. Der Querlauf wurde zur besseren Stabilität mit wasserglasgebundenen Sand gestaltet. In den Querlauf hinein ragt das Stärkemodell. Diese