

Physikalisch geschäumte TPE-Dichtungen

Unterstützt von der KTI entwickelten Forscher am IWK ein Verfahren, um thermoplastische Elastomere physikalisch aufzuschäumen und als Zweitkomponente konturgenau an ein Kunststoffteil zu spritzen. Die integrierte Dichtfunktion erschliesst völlig neue Konstruktionsmöglichkeiten bei hoher Wirtschaftlichkeit.



Professor Frank Ehrig (links) und Maschineningenieur Florian Gschwend mit einem Prototypen.

Wo einzelne Bauteile eingefügt werden, wie im Automobilbau, spielen Dichtigkeit und Toleranzausgleich eine wichtige Rolle. Es gilt, die Module vor Luft, Wasser oder Chemikalien zu schützen und schwankende Toleranzen auszugleichen. Dieses Problem lösten bisher Dichtungsbänder und Schaumraupen, die Roboter nach dem Spritzgiessen zusätzlich auf das Thermoplast-Bauteil auftrugen. Doch das bedingt Investitionen und das Wissen um die Handhabung der Polyurethan (PUR)-Technologie. Wieso also nicht die Kosten senken, indem man das Kunststoffbauteil mit der integrierten Dichtfunktion in nur einem Arbeitsgang herstellt?

Integrieren statt aufsetzen

Das fragte sich auch Prof. Frank Ehrig, Leiter des Instituts für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) der Hochschule Rapperswil HSR. Mit dem Problem konfrontiert wurde Ehrigs Team durch den Kontakt zum Kunststoffverarbeiter Biro – Edwin Bischof AG,

der spezialisiert ist auf Entwicklung und Herstellung von Einzelkomponenten und Modulen der Fahrzeugtechnik. Im Sommer 2006 initiierte Ehrig deshalb ein Projekt, das auch die Förderagentur für Innovation KTI unterstützte. Mit ins Boot stieg zudem die Sulzer Chemtech AG, ein führender Anbieter in Misch- und Reaktionstechnik. Ziel dieses Projekts war die Entwicklung einer Produktionstechnologie für Mehrkomponentenbauteile mit physikalisch geschäumter Dichtung aus thermoplastischen Elastomeren (TPE). Die zu realisierenden Dichtungen sollten Verformungswege von mehreren Millimeter erlauben – und zwar bei geringem Kraftbedarf. Das stellte die IWK-Forscher vor verschiedene Herausforderungen. Sie mussten die Dichte um 65 % reduzieren, und der Druckverformungsrest sollte weniger als 50 % betragen. Ein wichtiges Augenmerk galt der Haftung der TPE auf dem Thermoplast. Der Bruch durfte unter Zugbelastung nur in

der Weichkomponente erfolgen, jedoch nicht in der Grenzschicht. Um homogene Eigenschaften zu erreichen, musste die Grössenverteilung der Blasen im Querschnitt zudem angussnah und angussfern nahezu identisch sein.

Kooperation als Erfolgsbasis

Um all diesen Anforderungen zu entsprechen, waren neue Erkenntnisse in Prozessentwicklung, Werkzeuggestaltung und Materialentwicklung nötig. Zur Entwicklung eines serientauglichen Prozesses musste das Forscherteam zunächst die Zusammenhänge von Einstell- und Prozessparametern sowie die Bauteileigenschaften kennen. Einen wesentlichen Einfluss auf die Prozessparameter hat die Gestaltung der Werkzeuge. Formteil- und Angussgeometrie bestimmen den Druckbedarf, die in die TPE eingebrachte Scherung und die Massetemperatur. Dies wiederum beeinflusst die Haftung am Thermoplast und die Blasenbildung. Ausserdem galt es, geeignete TPE-

Materialien zu finden, welche die nötigen Dichtungseigenschaften gewährleisten. All diese Schritte geschahen im Rahmen klar definierter Meilensteine, dank derer die Projektpartner etappenweise den Stand der Arbeiten überprüfen konnten. «Innovativ am Projekt ist die systematische Analyse des Prozess-Knowhows für das Schäumverhalten der TPE», kommentiert Frank Ehrig. «Damit schufen wir ein umfangreiches und bisher nicht verfügbares Basiswissen – die Grundlage für die Prozesskombination von physikalischem Schäumen von TPE mit der Mehrkomponententechnik.» Zur Auswertung und Beurteilung der Material- und Bauteileigenschaften stellte die Biro den Forschern Materialexperten und ein Labor für kunststoffspezifische Prüfungen zur Verfügung. Gleichzeitig unterstützten Ingenieure der Sulzer Chemtech die IWK-Crew bei der statischen Mischtechnik und dem physikalischen Schäumen. Das IWK seinerseits liess sein Wissen in kunststoffgerechter Gestaltung von Spritzgiessbauteilen, der Werkzeugtechnik für Mehrkomponentenbauteile und der Prozesstechnik ins Projekt einfließen.

Optifoam-Verfahren

In den IWK-Labors wurde ein Versuchsstand aufgebaut. Diplomingenieur Florian Gschwend: «Damit können wir Drücke und Temperaturen in der Spritzgiessmaschine messtechnisch erfassen und die Tests eingehend auswerten.» Anhand einer Plattengeometrie gewann das Team Einblick in die Zusammenhänge zwischen Materialeigenschaften, Verarbeitungsparameter und Werk-

zeuggeometrie. Für die Versuche zum physikalischen Schäumen von Kunststoffschmelzen stellte Sulzer Chemtech ihr Optifoam-Verfahren zur Verfügung. Kunststofftechniker Micha Loibl, der die Apparatur bedient: «Dieses Verfahren kombiniert die Treibmitteldosierung anhand einer Fluid-Injektionsdüse mit Sulzers Mischer-Technologie als nachrüstfähiges Gesamtkonzept.» In ersten Versuchen erprobten die Forscher das Schäumverhalten an einer einfachen 2-Komponenten-Geometrie. Die gewonnenen Erkenntnisse übertrugen sie danach auf ein Praxisformteil, das den technischen und wirtschaftlichen Ansprüchen gewachsen war. Die ersten im 2-Komponenten-Spritzgiessverfahren entstandenen Prototypen setzten sich zusammen aus einer Hartkomponente und einer konturgenauen physikalisch geschäumten TPE-Dichtung mit sehr guter Haftung. Felix Weiss, Geschäftsführer der

Biro: «Unser Ziel war eine Reduktion der Dichte um 35 % mit einer homogenen Blasenverteilung in der Schaumdichtung, mit einer sauberen Binde naht der Fließfronten und mit einem Druckverformungsrest, der bei 80°C unter 50 % liegt.» Die Hauptherausforderung bestand darin, Materialbeschaffenheit, Prozessführung und Werkzeugtechnik so aufeinander abzustimmen, dass diese Vorgaben prozesssicher erreicht wurden.

Grosses Kundeninteresse

Die Projektergebnisse erschliessen der Biro neue Marktchancen. Bisher brachte sie kompressible Dichtungen meist als PUR-Schaumraupen und in einem separaten Arbeitsgang nach dem Spritzgiessen auf das Bauteil auf. Das neue Verfahren erlaubt es dem Unternehmen nun, eine Dichtung in einem einzigen Arbeitsgang direkt im Spritzgusswerkzeug aufzubringen. Da die Weichkomponente

im Werkzeug kontrolliert aufgeschäumt, ist die Dichtungsgeometrie formgebunden und lässt sich frei gestalten. Die Funktionsintegration erspart Prozessschritte und minimiert so den Aufwand an Zeit und Logistik. «Die Forschungsergebnisse zeigen, dass wir mit geschäumten TPE-Dichtungen vergleichbare Resultate wie bei PUR-Dichtungen erzielen können», bilanziert Felix Weiss. Dies erlaubt eine grössere Gestaltungsfreiheit der Dichtung und senkt die Herstellkosten. Aufgrund der teureren 2K-Spritzgusswerkzeuge lohnt sich die Fertigung ab 100 000 Stück pro Jahr. Erste Kundenanfragen liegen bereits vor. «Wir erwarten, dass wir ab 2010 erste Serienaufträge für dieses neue Verfahren akquirieren können», so Weiss. Künftig soll die Wirtschaftlichkeit des Prozesses weiter verbessert werden. Potenzial sieht das IWK vor allem bei der Anwendung der Prozesstechnologie auf

weitere Bereiche. Ein Sektor mit hoher Wertschöpfung stellt die Medizintechnik dar, wo auch bereits Gespräche mit Unternehmen stattfinden.

Win-win-Situation

Nicht nur die Industrie, sondern auch die HSR profitiert von Kooperationen, die zum Aufbau von Kompetenzen und Erfahrung beitragen und die Attraktivität der Schule erhöhen. Praxisnahe Arbeiten ermöglichen den Studierenden, ein Projekt bis zur Marktumsetzung zu verfolgen. Sie lernen auf diese Weise «mit dem Material zu denken» und die konstruktiven Möglichkeiten des Kunststoffs auszuschöpfen. Frank Ehrig: «Bereits beim Design muss an die technische Realisierung und die damit verbundenen Kosten gedacht werden.»

Elsbeth Heinzelmann
Journalistin Technik
und Wissenschaft



Spitzenplatz dank Weiterbildung.



Unsere praxisnahen Weiterbildungsangebote führen zum Master, Diploma oder Certificate of Advanced Studies.

Aktuelle Kurse:

- Integriertes Risikomanagement (MAS)
- Barrierefreies Webdesign (CAS)
- PTP and Redundancy (WBK)
- Ethernet/IP (WBK)
- ProfiNet (WBK)

www.engineering.zhaw.ch/weiterbildung
Telefon +41 58 934 74 28
weiterbildung.engineering@zhaw.ch