In einem Prozess: Leitfähige Kunststoffe für Brennstoffzellen

Aufschmelzen, umformen, fertig

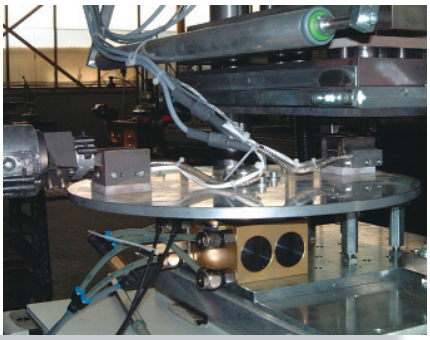
Im Prägeverfahren hergestellte Bipolarplatten

Im Rahmen eines Kooperations-Projektes hatten sich das Fraunhofer-ICT, Baier-Prägepressen und das Institut für Kunststoffprüfung (IKP) zur Aufgabe gestellt, mit gefüllten und somit leitfähigen thermoplastischen Kunststoffen Bipolarplatten für Brennstoffzellen in portablen Anwendungen herzustellen. Zielsetzung war die Gewichts- und Kostenreduzierung bei gleichzeitig hoher Güte im Prägeverfahren.

Aufgabe der Bipolarplatten ist die elektrische Kontaktierung von Anode und Kathode benachbarter Zellen sowie die Zufuhr der Reaktionsgase und Abfuhr der Reaktionsprodukte über eine strukturierte Oberfläche. Als Materialien für Bipolarplatten werden derzeit Metall-, Graphit- und Verbundwerkstoffe eingesetzt. Die Fertigung von Bipolarplatten erfolgt bislang häufig durch aufwändiges und kostenintensives Fräsen von sogenannten Flowfields, durch die die Edukte und Produkte der Reaktion des Prozesses zu- oder abgeführt werden. In Abhängigkeit von der jeweiligen Leistung enthalten Brennstoffzellen-Stacks zehn bis einige hundert Bipolarplatten.

Eine deutliche Kostenreduzierung von Brennstoffzellen ließe sich durch eine automatisierte Produktion von Bipolarplatten mit Verfahren der Kunststoffverarbeitung erreichen. Ein weiterer Vorteil polymerer Bipolarplatten besteht in der Gewichtsreduktion des Stacks. Heutige Bipolarplatten tragen bis zu 80% zum Gesamtgewicht des Stacks bei.

Die Zielsetzung der Entwicklung bestand darin, ein Material auf Basis eines



Materialextrusion und Prägevorgang mit zwei Werkzeugeinsätzen auf einem Drehteller (Bilder: Uni Stuttgart)

thermoplastischen und damit wieder verwertbaren aufschmelzbaren Kunststoffs in Verbindung mit elektrisch leitfähigen Füllstoffen zu entwickeln und ein Fertigungsverfahren bereitzustellen, welches über das Aufschmelzen und Umformen der Materialien eine Fertigung von Bipolarplatten in einem Herstellungsprozess ohne Nachbearbeitungsschritte erlaubt.

Als geeignete Fertigungs-/Formgebungsverfahren wurden die aus der Kunststofftechnik bekannten Verfahren der Extrusion und des Prägens gewählt und angepasst.

Die technologische Herausforderung bei der Materialentwicklung lag in der Abstimmung der Matrixpolymere und elektrisch leitender Füllstoffe durch Kombinationen, mit verschiedenen Partikelgrößen und -verteilungen, mit dem Ziel, gute Fließeigenschaften zu erreichen und gleichzeitig den Anforderungen (im wesentlichen der elektrischen Leitfähigkeit) eines Materials für Bipolarplatten zu genügen.

Die Herstellung der Platten erfolgte auf einer eigens hierfür konzipierten Prägepresse. Über die Extrusion eines Profils welches nach Austritt aus der Extruder-Düse abgelängt wird und im warmen teil-plastischen Zustand direkt in oberflächenstrukturierten Werkzeugen umgeformt wird, werden die strukturierten Bipolarplatten hergestellt.

Zur Aufnahme der Prägewerkzeuge wurde ein Drehteller eingesetzt, so dass eine quasi-kontinuierliche Fertigung möglich ist. Die Werkzeugtemperaturen können bei diesem Prozess konstant gehalten, wodurch eine Zykluszeit/Taktzeit von 10–20 s erreicht wird. Bei Einsatz eines Mehrfach-Werkzeuges kann die Taktzeit entsprechend verkürzt, oder die Ausstoßmenge an Platten pro Zyklus erhöht werden.

Vorteil dieser Technologie ist die äußerst preiswerte Anlagentechnik und der Einsatz einfach aufgebauter Werkzeugeinsätze. Dies ermöglicht eine extrem flexible Fertigung.

Als herzustellende Bipolarplatte wurde eine Variante für den Einsatz in Brennstoffzellen für portable Anwendungen mit wenigen Watt wie beispielsweise für Handhelds, Laptops oder Mobiltelefone gewählt. Diese Platten zeichnen sich durch extrem filigrane Oberflächenstrukturen mit Teilquerschnitten von 0,2–1,0 mm und geringen Plattenstärken von 1,0–1,5 mm aus.

Die elektrische Leitfähigkeit der hergestellten Bipolarplatten liegt bei 25 S/cm. Im Bereich kleiner Leistungen zeigten die Bipolarplatten mit einer aktiven Fläche von 10–15 cm^2 in einem Brennstoffzellenteststand ein ähnliches Verhalten wie herkömmliche gefräste Graphit-Bipolarplatten.

Die hier entwickelten Materialien und Verfahren können neben der Herstellung für Bipolarplatten für weitere Anwendungen bei denen eine Umformung elektrisch leitfähiger hochviskoser Materialien gefordert ist eingesetzt werden. Beispielsweise ist die Herstellung von Leiterplatten oder ähnlichen Produkten in der Energietechnik oder auch eine Kombination mit Folienbeschichtungen zur Erzielung von Oberflächeneffekten denkbar.

Die Projektergebnisse wurden von der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart mit dem f-cell Award in Silber ausgezeichnet.

Guntmar Rüb, IKP Universität Stuttgart, rueb@ikp.uni-stuttgart.de, Tel. 0711/685–2674
Axel Kauffmann, Fraunhofer-ICT Pfinztal, kauf@ict.fhg.de, Tel. 0721/4640–425