

Carbon Nanotubes lassen „Light-Sticks“ leuchten. Das Fraunhofer ICT compoundiert das elektrisch leitfähige Material selbst und verarbeitet es dann im AKF-Verfahren mit dem Freeformer (© Arburg)



Einleuchtende Idee

Fraunhofer ICT verarbeitet leitfähiges Material in der additiven Fertigung

Mit der additiven Fertigung beschäftigt sich das Fraunhofer ICT seit den 1990er-Jahren. Auf der Fakuma 2017 erregten die Wissenschaftler mit leuchtenden USB-Sticks aus funktionalisiertem PC+ABS Aufsehen. Dazu hatten sie den Kunststoff mithilfe von Carbon Nanotubes elektrisch leitfähig gemacht und das Composite im sogenannten Arburg Kunststoff-Freiformen verarbeitet.

Kernkompetenz des Produktbereichs Polymer-Engineering am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfnitztal ist die anwendungsnahe Forschung an technischen Kunststoffen. Der Schwerpunkt in der Arbeitsgruppe Nanokomposite ist die Entwicklung funktionaler Composites mit definierten elektrischen, mechanischen oder thermischen Eigenschaften. Das Anlagenspektrum für die Rezepturenentwicklung reicht von Kleinstmengen bis zu Compoundier-Linien, an deren Ende das Composite als Granulat bereitgestellt wird.

„Wir beschäftigen uns hauptsächlich mit thermoplastischen Kunststoffen und deren Verarbeitung durch Extrusion oder Spritzgießen. Da lag es nahe, dieses Know-how auf extrusionsbasierte additive Fertigungsverfahren zu übertragen und damit neue Einsatzmöglichkeiten zu erschließen“, erläutert Dr. Christof Hübner, Gruppenleiter Nanokomposite am

Fraunhofer ICT. Seit 2016 ist in Pfnitztal auch ein Freeformer (Hersteller: Arburg GmbH + Co KG, Loßburg) im Einsatz, der Standardgranulate verarbeitet und den Kunststoff tröpfchenförmig auf die Bauplattform aufträgt. Die Erfinder nennen das Verfahren Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF).

Hübner weiter: „Der Freeformer und das AKF-Verfahren eröffnen uns die Freiheit, unsere selbst entwickelten Materialien zu verarbeiten und zu parametrieren, was bei geschlossenen Systemen ausgeschlossen ist. Außerdem sparen wir den Prozessschritt der Filamentherstellung ein, was die Materialentwicklung effizienter



Erst wird das schwarze funktionalisierte Material auf eine Grundplatte mit eingelegter Leuchtdiode additiv aufgetragen, dann die weiße Einhausung aus ABS (© Arburg)

macht und das Spektrum der einsetzbaren Composites erweitert.“

Sascha Baumann, AKF-Experte am ICT, hat sich intensiv in die additive Fertigung eingearbeitet und ergänzt: „In unserer projektbezogenen Forschungsarbeit mit dem Freeformer beschäftigen wir uns vor allem mit funktionalisierten Materialien, Bauteilkonzepten und Prozessentwicklungen.“ Außerdem unterstützt er Kollegen, etwa mit freigeformten Komponenten für Versuchsaufbauten oder Funktionsprototypen.

Leiterbahnen und Hüllkomponente additiv aufgetragen

Ein Novum, das die Wissenschaftler auf der Fakuma 2017 in Friedrichshafen einer breiten Öffentlichkeit präsentierten, waren sogenannte „Light-Sticks“, also leuchtende USB-Sticks, die neue Möglichkeiten der Anwendung funktionaler Composites in der additiven Fertigung aufzeigen. Der Clou ist das funktionalisierte Material: In den Standardwerkstoff PC+ABS sind nanoskalige Füllstoffe eincompoundiert. In diesem Fall machen Kohlenstoffnanoröhren (Carbon Nanotubes, CNT) das Bauteil ohne Einsatz von Metall elektrisch leitfähig, sodass eine eingelegte LED bei Zufuhr von Strom aufleuchtet. Darüber hinaus hat das Fraunhofer ICT auf diese Weise auch kapazitive Sensoren realisiert, die z.B. berührungs- oder näherungs-sensitiv Signale übertragen.

Der „Light-Stick“ besteht aus einer additiv oder im Spritzgießen herstellbaren Grundplatte aus ABS. Sie wird im Bau-raum des Freeformers platziert, dazu wird manuell eine Leuchtdiode (LED) einge-



Bei der Verarbeitung mit dem Freeformer lassen sich die Prozessparameter frei an das Material anpassen (© Arburg)

legt. Dann trägt die erste Austrageinheit eine dünne Schicht funktionalisierten Materials auf, das die LED mechanisch im Bauteil verankert und gleichzeitig die elektrische Kontaktierung vornimmt. Die zweite Austrageinheit fertigt additiv eine elektrisch isolierende Einhausung aus ABS. Für den additiven Auftrag der Leiterbahnen und der Hüllkomponente benötigt der Freeformer rund 6,5 min.

„Besonders bei hochgefüllten CNT-Composites, die spröde sind und zum Brechen neigen, oder bei sehr weichen Materialien bietet der Freeformer eine bessere Verarbeitung und eine höhere Prozessstabilität als filamentbasierte Drucksysteme“, weiß Sascha Baumann.

Materialfreiheit bedeutet zunehmende Komplexität

„Standardgeometrien und -materialien lassen sich im AKF-Verfahren problemlos verarbeiten, zumal Arburg die Software

des Freeformers ständig weiterentwickelt. Andererseits ist die Materialfreiheit meist mit zunehmender Komplexität verbunden, was wir in zeitlichen Planungen und in der Auswahl der Mitarbeiter be- »

Die Autorin

Dr. Bettina Keck arbeitet in der Unternehmenskommunikation der Arburg GmbH + Co KG, Loßburg.

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/5545948

English Version

» Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

Das Fraunhofer ICT hat nach demselben Prinzip auch kapazitive Sensoren realisiert, die z. B. berührungs- oder näherungs sensitiv Signale übertragen

(© Arburg)



Dr. Christof Hübner (rechts), Gruppenleiter Nanokomposite am Fraunhofer ICT, und AKF-Experte Sascha Baumann (© Arburg)

rücksichtigen müssen“, fasst Dr. Christof Hübner die bisherigen Erfahrungen zusammen. Eine Herausforderung seien unterschiedlich parametrisierte Bereiche innerhalb eines Bauteils, um z. B. Zonen mit

unterschiedlichen Füllgraden oder Dichten zu realisieren. „Bei sehr anspruchsvollen Fragestellungen greifen wir derzeit auf die Expertise von Arburg zurück“, so Hübner. ■



Fünf Fragen an ...

... Dr. Christof Hübner, Gruppenleiter Nanokomposite am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie in Pfnztal

Wie hoch ist der Anteil Carbon Nanotubes im Matrixwerkstoff und wie kostspielig ist dieses Material?

Diese Frage ist gar nicht so einfach zu beantworten. Der benötigte CNT-Anteil im Composite hängt ganz von den Anforderungen an das Bauteil, der zu erreichenden Funktion, dem Matrixmaterial sowie dem Typ der eingesetzten CNTs ab. Im Freeformer haben wir bislang bei Weitem nicht alle CNT-Composites getestet, die unserer Meinung nach erfolgreich eingesetzt werden können. Für viele Anwendungen sollte ein Anteil um 5% ausreichend sein. Der Preis der CNTs variiert je nach Typ in weiten Grenzen. Kommerziell erhältliche Multiwall-CNTs bewegen sich preislich um etwa 100 Euro pro Kilogramm.

Welche Schichtdicken tragen Sie für Leiterbahn und Hüllkomponente auf?

Die aufgedruckte Struktur besteht aus fünf Lagen je 0,2 mm. Die Höhe der Leiterbahnen für den „Light-Stick“ variiert dabei zwischen zwei und drei Lagen respektive 0,4 und 0,6 mm. Die Hüllkomponente deckt die leitfähige Struktur mit mindestens zwei Lagen bzw. 0,4 mm ab.

Was ist der Vorteil von CNT im Vergleich zu metallischen Leiterbahnen, die sich etwa mit Silbertinte auf die Bauteiloberfläche drucken oder mit einer Zinnlegierung spritzgießen lassen?

Die Hauptvorteile sehen wir darin, dass die fertigen Bauteile keine Metalle enthalten und daher auch in korrosiven Umgebungen eingesetzt werden können und dass das Recycling ohne die Trennung zwischen Kunststoff und Metall erfolgen kann. Letztendlich kommt es jedoch immer auf die Anforderungen an die herzustellenden Baugruppen im Einzelfall an, für welche Lösung man sich entscheiden wird.

Wie haben Sie auf diese Weise einen kapazitiven näherungs sensitiven Sensor hergestellt?

Der Aufbau eines solchen Sensors ist prinzipiell recht einfach, da man lediglich eine elektrisch leitfähige Struktur mit einer gewissen Mindestleitfähigkeit benötigt. Unser Sensor für den Messedemonstrator besteht daher ganz einfach aus einer elektrisch leitfähigen Fläche, die in zwei Decklagen eingebettet ist und elektrische Anschlusskontakte hat. Die notwendige Elektronik entspricht dem Stand der Technik, ist kostengünstig und weitestgehend fertig erhältlich. Hier sind lediglich einige Softwareanpassungen nötig.

Wie und wann führt der Weg in die industrielle Anwendung?

Elektrisch leitfähige Composites sind bereits seit Langem in der industriellen Anwendung. Hier werden sie z. B. im Bereich Antistatik oder für Gehäuse im Hinblick auf deren elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) verwendet. Allerdings hat das Aufkommen der elektrisch leitfähigen Kohlenstoff-Modifikationen CNT und Graphen, die mittlerweile in industriell relevanten Mengen erhältlich sind, der Werkstoffklasse – zusammen mit dem Additive-Manufacturing-Boom – in den letzten Jahren einen neuen Schub gegeben.