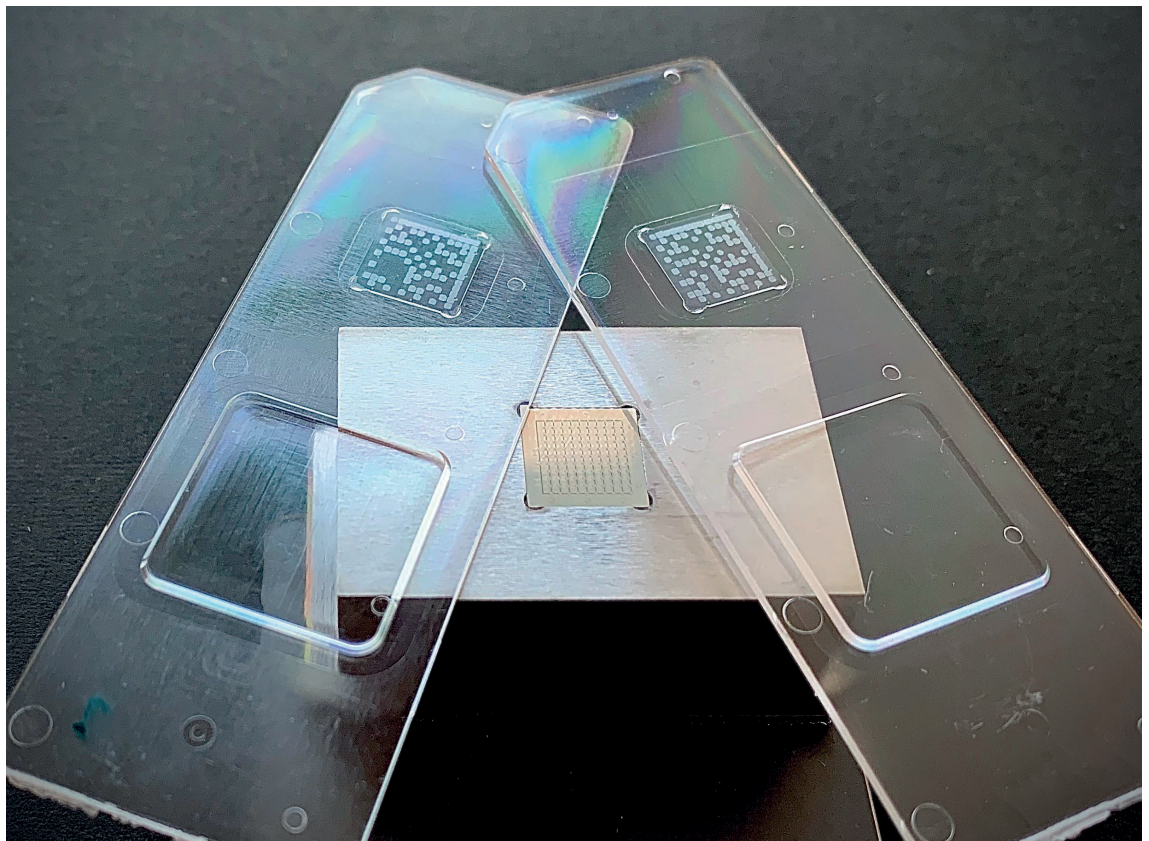


# Elektronischer Lebenslauf für jedes Kunststoffprodukt

## Zwei Institute entwickeln neue In-Mold-Markierungstechnik auf Basis von DM-Codes

Die OST – Ostschweizer Fachhochschule hat in Kooperation mit der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F) eine Lösung für eine neuartige In-Mold-Markierungstechnik „DynamicMold“ entwickelt. Aus dem Forschungsprojekt resultiert der erste Prototyp für einen digitalen Datumstempel, den das Schweizer Unternehmen matriq im nächsten Schritt serientauglich im Markt einführen will.

Musterbauteile,  
individuell  
gekennzeichnet  
mit einem  
DataMatrix-  
Code © matriq

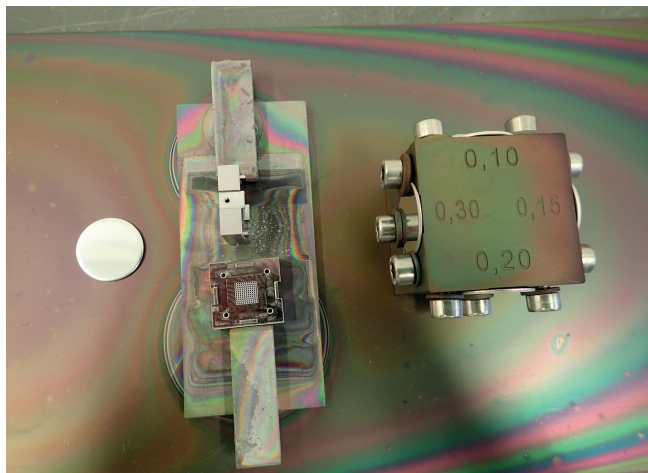


Die Digitalisierung und die Nutzung vorhandener Daten sind in der Kunststoffbranche auf dem Vormarsch. „Smart Machine“ und „Smart Production“ sind hier die Schlagwörter. Produktionsanlagen wie Spritzgießmaschinen werden in die Produktionsleitsysteme eingebunden. Neben der kontinuierlichen Erfassung und Speicherung von Prozessdaten im MES (Manufacturing Execution System) ge-

winnt die produktbezogene Zuordnung fertigungsbezogener Daten – also zum Beispiel die Frage, wann welches Produkt auf welcher Maschine gefertigt wurde –, zunehmend an Bedeutung. Viele Parameter, wie die genutzte Kavität, Soll- und Ist-Prozessparameter oder auch das Rohmateriallos zum einzelnen Bauteil, werden vom Endkunden immer mehr nachgefragt. Jedes Einzelteil wird damit zum

identifizierbaren Individuum, dessen Herkunft genau nachvollziehbar ist – ein spezifischer Lebenslauf für jedes gefertigte Kunststoffbauteil.

Ein Beispiel, wo die Gesetzgebung die Rückverfolgbarkeit von Produkten schon jetzt einfordert, ist die Europäische Medizinprodukte-Verordnung (MDR), die eine UDI-Markierung (unique device identification) vorschreibt. Konventionelle Mar-



**Bild 1.** Versuchsaufbau für die Beschichtung der Werkzeugeinsätze © KIMW-F

Spaltgängigkeit und 3D-Prozessfähigkeit von Beschichtungen nachweisen, die auf Zirkoniumoxid basieren und die im Niedertemperatur-MOCVD-Verfahren (metallorganische chemische Gasphasenabscheidung) appliziert werden. Durch gezielte Auswahl der Beschichtungsparameter konnten Bohrungen und Spalte bis zu einem Aspektverhältnis (Breite/Tiefe der Bohrung) von bis zu 1:60 homogen beschichtet werden. Dies wurde durch den Einsatz spezifischer Demonstratoren nachgewiesen. Dabei ermöglicht die Verwendung metallorganischer Precursoren die Beschichtung der Werkzeuge bei Temperaturen unterhalb 500°C. So werden die Maßhaltigkeit der Präzisionswerkzeuge und ihre mechanische Stabilität auch nach Beendigung des thermischen Prozesses gewährleistet.

### **Beschichtung von 121 Bohrungen mit Durchmessern von 0,8 mm**

Die von der KIMW-F genutzte Multilagenbeschichtung aus alternierend kristallinem Yttrium-dotiertem Zirkoniumoxid und amorphem Phosphor-dotiertem Zirkoniumoxid zeigte in Vorversuchen (**Bild 1**) eine exzellente elektrische Isolation und war damit für die Anwendung der OST bestens geeignet. Um die Abriebfestigkeit der Beschichtung zu erhöhen, wurde eine amorphe Siliziumoxidbeschichtung als Toplayer auf der Multilagenbeschichtung appliziert. Nach erfolgreicher Funktionsprüfung im Spritzgießwerkzeug wurden die Präzisionseinsätze hinsichtlich ihrer Geometrie weiter optimiert. »

kierungstechniken haben insofern eine Schwäche, als sie einen separaten Fertigungsschritt in dem Verarbeitungsprozess notwendig machen. Die Markierung erfolgt entweder im Vorfeld durch den Einsatz spezifischer Einlegeteile oder im Nachgang durch Markierungen mittels Laserbeschriften oder Etikettieren. Der zusätzliche Produktionsschritt erhöht somit zwangsläufig die jeweiligen Stückkosten des Bauteils.

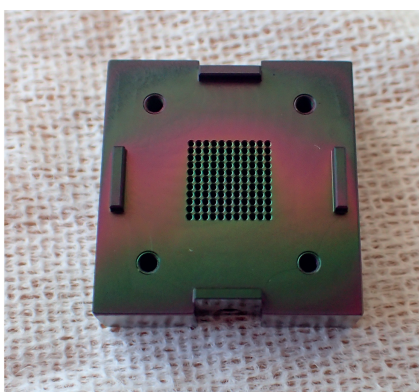
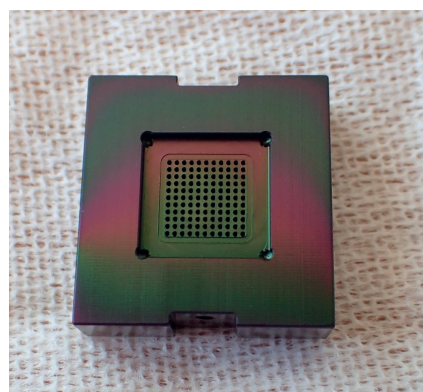
### **Anspruchsvolle Isolierung im Inneren von Mikrobohrungen**

Durch die Entwicklung der neuen In-Mold-Markierungstechnik DynamicMold erübrigen sich derartige zusätzliche Fertigungsschritte. Die Grundlagen dafür haben die Spezialisten vom Institut für Mikrotechnik und Photonik IMP der OST – Ostschweizer Fachhochschule in Buchs geschaffen, die einen elektronisch ansteuerbaren Chip als Teil eines Formeinsetzes entwickelten, der jeweils einen produktindividuellen Abdruck in jedem einzelnen gespritzten Bauteil hinterlässt.

Die Oberfläche dieses Formeinsetzes sieht wie eine Matrix aus, mit der sich ein 2D-Code vergleichbar einem QR-Code herstellen lässt. Der Prototyp eines Markierungsstempels mit einer Stirnfläche von 1 cm<sup>2</sup> beinhaltet eine filigrane Technik. Der Chip kann so angesteuert werden, dass ein individueller Code auf jedem Bauteil erzeugt wird.

Zum Einbau in das Spritzgießwerkzeug muss der Formeinsetzung die übliche mechanische Festigkeit und Bearbeitbarkeit von Stahl mit elektrisch isolierenden Eigenschaften kombinieren, um eine fehlerfreie elektrische Kontaktierung zu ermöglichen. Die elektrische Isolierung auf den Innenflächen der kontaktführenden Elemente stellte dabei eine technische Herausforderung dar, weil die filigranen Strukturen auf dem ersten Versuchseinsetzung Innendurchmesser von nur 0,23 bis 0,41 mm aufwiesen.

Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F), Lüdenscheid, konnte bereits im vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) geförderten ZIM-Forschungsprojekt „3D CVD“ die enorme



**Bild 2.** Die 121 Bohrungen werden mit einer Multilagenbeschichtung elektrisch isoliert © KIMW-F

## Der Autor

**Volker Gogoll** ist Inhaber des Redaktionsbüros vogomedia in Meinerzhagen; gogoll@vogomedia.de

### Kontakt

KIMW-F, Vanessa Frettlöh,  
frettlloh@kunststoff-institut.de  
matriq AG, Klaus Dietrich,  
klaus.dietrich@matriq.ch

## Service

### Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter  
[www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)



**Bild 3.** Homogene Beschichtung: Bauteile in stehender Anordnung und Probenplättchen

© KIMW-F

Die Formeinsätze wiesen dabei insgesamt 121 kleine Bohrungen mit einem Durchmesser von 0,8 mm und einer Länge von 10 mm auf (**Bild 2**). Diese dienen als Kabelkanäle, durch die dann die elektrische Verbindung zwischen dem Werkzeugeinsatz und einer Elektronikbox erstellt wird. Die Elektronikbox steuert den Formeinsatz und dient optional als Schnittstelle zum MES.

Die Schichtdicken wurden an verschiedenen Stellen auf den Werkzeugeinsätzen, u. a. auf den an die Bohrungen angrenzenden Flächen, ermittelt. Dabei konnte sogar auf den Auflageflächen der Werkzeugeinsätze eine Schicht nachgewiesen werden. Dies liegt an dem sehr spaltgängigen Beschichtungsverfahren. In der ersten Beschichtungscharge wurden die Werkzeugeinsätze stehend und liegend angeordnet, um die optimale Position für die Beschichtung mit dem Substrat zu ermitteln. Der liegend beschichtete Werkzeugeinsatz wies auf der Oberseite eine Schichtdicke von 2,8 µm auf. Auf der Unterseite konnte in der Vertiefung, auf der Fläche, die an die Bohrungen angrenzt, eine Schichtdicke von 1,35 µm nachgewiesen werden.

Durch eine aufrechte Anordnung (**Bild 3**), wie sie später auch für die weiterentwickelten Bauteile verwendet wurde, konnte eine sehr homogene Beschichtung mit Schichtdicken zwischen 2,20 und 2,45 µm auf der Vorder- und Rückseite des Substrats erzeugt werden. Da

eine Messung der Schichtdicken innerhalb der Bohrungen im Werkzeug technisch nicht möglich war, wurde ein Demonstrator mit definierten Spalten (0,1 bis 0,3 mm zwischen dem Block und einem Probenplättchen) mitbeschichtet. An den Probenplättchen konnten die Spaltgängigkeit sowie die Schichtdicke in Abhängigkeit vom Aspektverhältnis ermittelt werden.

### **Positive Eigenschaften der Beschichtung**

Neben der elektrischen Isolation zeigt die zum Einsatz kommende Beschichtung gute thermische Isolationseigenschaften, sie ist mediendicht und damit als Korrosionsschutz geeignet. Je nachdem, welcher Kunststoff verarbeitet wird, wirkt sie sich positiv auf die Hafteigenschaften aus und trägt so dazu bei, Belagbildung auf dem Werkzeug zu vermeiden.

Der so beschichtete Werkzeugeinsatz wurde dann an der definierten Position in das Musterwerkzeug der OST eingebaut. Im Rahmen des von der Schweizerischen Agentur für Innovationsförderung Innosuisse unterstützten Projekts konnten bereits erste Musterbauteile auf einer konventionellen Spritzgießmaschine gefertigt werden (**Titelbild**), die jeweils mit einer individuellen Markierung in Form eines DataMatrix-Codes (DM-Codes) gekennzeichnet wurden.

Der Prototyp mit 12x12 Matrix zur Erzeugung von DM-Codes erlaubt mit ECC200 bereits die individuelle Markierung von bis zu zehn Milliarden einzelner Bauteile. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde das Spin-off matriq AG mit Sitz in St. Gallen gegründet. Das junge Schweizer Unternehmen entwickelt diese Technik nun weiter und wird auf dieser Basis individuelle smarte Markierungslösungen anbieten.

### **Vielfältige Vorteile**

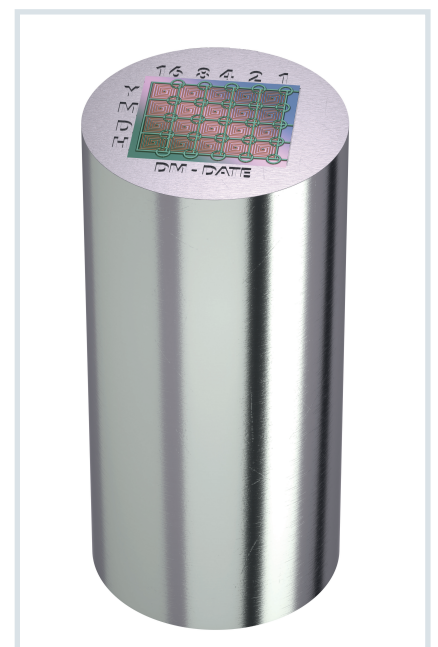
Die Vorteile der DynamicMold-Technik sind vielfältig. Dabei wird ein Formeinsatz (**Bild 4**) in die einzelnen Kavitäten des Werkzeugs eingelassen und mit einer kleinen, platzsparenden Elektronikbox am Werkzeug verbunden. Die Lösung kann praktisch für jede Spritzgießmaschine angewendet werden, da die Ansteuerung ausschließlich intrinsisch, demnach autonom, erfolgt. Um die erzeugten

Codes gemeinsam mit weiteren Fertigungsparametern im MES abzulegen, bedarf es einer optionalen Verbindung (Datenschnittstelle).

Zusätzliche Peripheriegeräte wie etwa Förderbänder, Greifer oder Handlingssysteme zur Bauteilpositionierung sind nicht nötig. Die Bauteilmarkierung findet vollständig während des eigentlichen Spritzgießprozesses statt. Die Prozesszeit bleibt dabei unverändert. Schnelles Rüsten einer Maschine und kleine Fertigungslose, kombiniert mit teileindividueller Markierung, lassen sich damit wirtschaftlich umsetzen. Dabei ist der generierte Code, ein industriüblicher DataMatrix-Code, für konventionelle Codereader-Kameras lesbar.

Beachtenswert ist zudem die Tatsache, dass die Markierung komplett ohne Additive im Kunststoff oder zusätzlich aufgebrauchte Materialien auskommt. Das ist besonders für medizinische Anwendungen interessant.

Die matriq AG wird in Kürze das erste Produkt auf den Markt bringen. Im ersten Schritt wird auf Basis dieser Technik der weltweit erste digitale In-Mold-Datumsstempel umgesetzt, der „DM-date“ (**Bild 4**), der eine Datierung der gefertigten Bauteile bis in den Bereich von einzelnen Minuten erlaubt und vor allem die zeitaufwendige und unsichere Umstellung der mechanischen Datumsstempel ersetzt. ■



**Bild 4.** Der In-Mold-Datumsstempel erlaubt eine Datierung gespritzter Bauteile bis in den Bereich von Minuten © matriq