



# Die Kunst, mit dem Druck umzugehen

*Wie eine revolutionäre Technologie „individuelle Massenprodukte“ schafft*

**V**or knapp einem Jahrhundert schreibt Henry Ford den berühmten Satz: „Jeder Kunde kann ein Auto in jeder gewünschten Farbe haben, so lange es schwarz ist.“ Bis heute ist seine Grundidee der industriellen Massenfertigung erfolgreich: Kostensenkung und Qualität durch Standardisierung. Zwar hat der technische Fortschritt nach und nach eine größere Wahlfreiheit ermöglicht, doch die Kunden des 21. Jahrhunderts wollen mehr als vordefinierte Parameter. Der Trend geht zur Individualisierung. Wie lassen sich die wirtschaftlichen Vorteile der Massenfertigung beibehalten und gleichzeitig vom Markt geforderte Unikate schaffen? Eine Technologie hat das Potenzial, in der „Inline-Individualisierung“ eine Schlüsselrolle einzunehmen: der digitale Freiformdruck.

November 2020. An einem trübem Tag inmitten des Lockdowns passiert in Amtzell etwas, was die Stimmung eines kleinen Entwicklerteams schlagartig aufhellt. Ein Knopfdruck von vielen Tausenden zuvor, doch dieses Mal ist es anders. Denn mit ihm reiht sich der entscheidende Lösungsbaustein ein. Es gelingt der Sprung in eine neue Dimension – und damit eine technologische Revolution: In der Geschwindigkeit eines industriellen 2D-Drucks wird eine komplex geformte 3D-Oberfläche hochpräzise aufgewertet. Doch von vorn...

Bereits vor über zehn Jahren entwickelt fpt Robotik den InkBOT. Eine Kombination aus präziser Roboterkinematik und spezieller Druckköpfe für Tinten und Lacke bilden die Basis, um Oberflächen im laufenden Produktionsprozess zu veredeln. Ein intelligentes Verfahren, das auf der Grundtechnologie von Inkjet basiert: Aus vier Druckköpfen (CMYK) bildet sich eine Mischfarbe, mit der durch den gezielten Abschuss aus kleinen Farbdüsen ein Druckbild entsteht. Das Besondere: Inkjet

arbeitet kontakt- und werkzeuglos. Das einzige was zwischen zwei unterschiedlichen Produkten in dem Bruchteil einer Sekunde verändert wird, ist eine digitale Druckdatei. Mit der Robotik als Basis können bei der Fertigung individualisierter Produkte weitere Prozessschritte wie Montage oder Verpackung lückenlos und vollautomatisiert integriert werden. So lassen sich Oberflächen aus unterschiedlichsten Materialien und sogar leicht gewölbte Teile individuell unter massenfertigungstauglichen Bedingungen verzieren. Vom „einfachen“ Haltbarkeitsdatum auf Verpackungen, QR-Codes zur Identifizierung auf Kartonagen, Firmenlogos auf Kunststoffblenden bis hin zu Bildern auf 3D-Puzzlebällen. „Wir haben hier eine einzigartige Lösung entwickelt, die es so am Markt kein zweites Mal gibt“, erklärt Andreas Braun, Teamleiter im Bereich Entwicklung bei fpt Robotik, der gemeinsam mit seiner Mannschaft bereits eine Reihe an Digitaldrucklösungen für namhafte Unternehmen entwickelt hat.

Doch die Designsprache der Zukunft ist nicht flach, sondern zeigt vor allem organisch und dynamisch geschwungene Formen. Die Tüftler gehen einen Schritt weiter: Warum nur Flächen im laufenden Prozess bedrucken und nicht jede beliebige Form? Der entscheidende Unterschied: Für eine derart universell anwendbare Technik können Bauteile nicht wie gewohnt in einer 2D-Bewegung unter einem Druckkopf durchlaufen – sie müssen vielmehr in 100 Prozent synchronem Einklang mit diesem frei im Raum bewegt werden. Darüber hinaus gilt es, etwa Aufprallwinkel und Flugstrecke der feinen Inkjet-Tröpfchen zu managen. Ein komplexes System aus Robotik, Drucktechnologie und Software auf Mikrometer und Millisekunden genau. Eine technisch hochanspruchsvolle Aufgabe.

Denn es geht nicht nur um die technische Machbarkeit, sondern darum, eine universell einsetzbare Freiform-Inkjet-Druckanlage zu entwickeln, die sich modular in bestehende Vor- und Nachbehandlungs- sowie Logistikprozesse integrieren lässt.

Um eine funktionierende Serienproduktion für den digitalen Freiform-Druck entwickeln und eine Prozesskette real nachstellen zu können, wird 2018 eine umfangreiche Testumgebung aufgebaut. In Amtzell entsteht in einem ISO Klasse 7 Reinraum ein Anlagengewerk aus Vorbehandlungs- und Druckraum, Lackierroboter, UV-Trocknungsroboter und Konvektionstrockenofen sowie umfangreichem Prüfequipment. Das Herzstück ist eine High-Performance-Druckmaschine mit beeindruckenden Parametern: der eingesetzte Druckkopf hat vier Düsenreihen auf einer Breite von 3 mm mit insgesamt 1.280 einzeln ansteuerbaren Düsen, die in einem Abstand von 56,4 Mikrometern (Pixelraster) Tropfen in einer Größe von 10 bis 30 Pikolitern abgeben, und dies bis zu 45.000 mal pro Sekunde. Das erfordert

höchste Präzision in der Kinematik und in der Druckvorbereitung. Die Druckdatensätze werden an einen Druck auf 3D-Oberflächen angepasst und an den Druckkopf übermittelt, dabei wird der Aufprallwinkel für die individuelle Form exakt berechnet und mikrometergenau aufgetragen.

Viele Parameter, unendlich viele Möglichkeiten – und noch mehr Herausforderungen. Doch mit Ausdauer, Herzblut und einem hochkarätigen Partnernetzwerk in den Bereichen Drucksystemtechnik, Tintenentwicklung, CAM-Lösungen sowie Design und Lackiertechnik gelingt letztendlich die Sensation: Die Ingenieure halten das erste komplett digital bedruckte Bauteil in ihren Händen. So entsteht eine Lösung, welche die Individualisierung im industriellen Einsatz zur greifbaren Realität macht. Im High-Speed-Verfahren – direkt in der Produktionsstraße – bis hin zur Stückzahl 1. „Ob 2D, 2,5D oder 3D – wir wollen unsere Kunden von der ersten Idee bis zur 24/7-Produktion als Generalunternehmer dabei unterstützen, die Chancen dieser weltweit einzig-

Die Individualisierung bedeutet eine Ausdifferenzierung der Märkte, die in personalisierten Produkten mündet.

Dem gegenüber steht die Standardisierung: die Vereinheitlichung von Fertigungsprozessen, Bauteilen, Produkten und Dienstleistungen.

Diese Megatrends zu vereinen, gehört wohl zu den interessantesten Herausforderungen unserer Zeit.



artigen Technologie für sich zu nutzen“, skizziert Tim Spiering, verantwortlich für die strategische Ausrichtung und Unternehmensentwicklung bei fpt Robotik. Doch die Drucktechnik allein ist noch nicht alles. Wenn mechanische und chemische Widerstandsfähigkeiten von Tinten zu schwach für Anwendungsbereiche wie z. B. dem Automobil-Exterieur sind, kann das Expertenteam im Kompetenz-Center über thermische sowie UV-Schutzlackierung in Reinraumumgebung eine vollwertige Kleinserienfertigung umsetzen und verbaufähige Teile produzieren.

Schon heute sind Konsumenten in der Lage, Industrieprodukte mit Hilfe von Konfiguratoren nach ihren Bedürfnissen zu gestalten. Der Unterschied zur Individualisierung: Man wählt aus vorgegebenen Parametern jene aus, die am besten passen. Diesen Ansatz löst die neue Technologie ab: Produkte lassen sich zukünftig nicht nur konfigurieren, sondern individuell gestalten. Mit dem industriellen Freiform-Digitaldruck können gän-

zlich neue Marktzugänge und Vertriebswege erschlossen werden. Denn Produkte lassen sich mit Klick auf „Bestellung“ individualisiert und vollautomatisch fertigen – allein durch die Übermittlung eines Datensatzes. Das können individuelle Dekore für Zierleisten oder das Logo einer Autovermietung direkt im Innenraum eines Fahrzeugs sein oder auch die Bedienpanels von Waschmaschinen in unterschiedlichen Sprachen. Aber nicht nur die Materialien, die bedruckt werden, sind variabel, sondern auch, womit gedruckt wird. Leitfähige Digitaldrucktinte wird die Art, wie Elektronik gefertigt wird, zukünftig von Grund auf verändern. Funktionale Tinten für Sensoren, Schaltkreise, Batterien – all das kann auf geeignete Trägermaterialien gedruckt werden. Sie können elektrisch leiten, speichern, isolieren, Farben und Zustände ändern oder Licht emittieren. Die Möglichkeiten, welche sich dadurch ergeben, sind unendlich. Wer also lernt, richtig mit Druck umzugehen, wird (s)einen individuellen Weg finden.

kw