

Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen

Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk

Fakultät Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. (0 78 03) 96 98-44 21

E-Mail: stefan.junk@fh-offenburg.de

1971: Geboren in Wadern

Ausbildung zum Werkzeugmechaniker bei DIEHL, Mariahütte

1999: Diplom-Ingenieur Konstruktions- und Fertigungstechnik, Universität des Saarlandes

2003: Promotion über „Inkrementelle Blechumformung“ bei Prof. Hirt, heute RWTH Aachen

2004 – 2008: Prozessentwicklung bei Eberspächer Abgastechnik, Neunkirchen

2008: Professur für Computer Aided Engineering CAE und Maschinenelemente

Forschungsgebiete: Produktentwicklung, Rapid Prototyping, Rapid Tooling



5.3 Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen

Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk

Abstract

3D colour printing (3DP) provides an early-stage modelling solution that not only allows the geometry to be described but also allows the texture of a surface to be shown. The integration of this functional information is very important to understand the technical principle of new products. This allows the function of an assembly to be checked immediately after the 3D printing process and the product to be optimised. A new approach uses the 3DP-technology for the production of thermoforming molds as well, and offers many new possibilities in producible geometries, and in manufacturing time and costs. The use of 3D-scanners offers the opportunity to generate 3D-Data not only in CAD-Software but from a wide variety of different objects.

Rapid-Technologien in der Produktentwicklung

Die Produktentwicklung hat sich in den letzten 20 Jahren drastisch geändert. Sichtbares Zeichen dieser Entwicklung ist der Einsatz von Computer Aided Engineering (Rechnerunterstützte Entwicklung), das heute in allen mittleren und großen Unternehmen angewendet wird [1].

Mithilfe von modernen Softwarepaketen, wie z. B. CATIA V5 von dem franzö-

sischen Anbieter Dassault Systèmes, können nicht nur neue Produkte am Rechner im dreidimensionalen Raum entworfen und die benötigten Zeichnungen sowie Stücklisten abgeleitet werden. Darüber hinaus bieten diese Pakete auch viele Möglichkeiten zur Bewertung und Optimierung der entworfenen Produkte. So können z. B. einfache Festigkeitsuntersuchungen mithilfe von integrierten Simulationswerkzeugen auf Basis der Finite-Elemente-Methode FEM durchgeführt werden.

Auch das Anbinden an die Fertigung ist mit diesen modernen Programmen möglich. So werden Module zur Erzeugung der Werkzeugpfade für Werkzeugmaschinen (Computer Aided Manufacturing, CAM) oder auch zur Planung und Optimierung von Fertigungsprozessen (Digitale Fabrik) angeboten.

Als Folge der 3D-Modelle, die heute bei der Produktentwicklung verwendet werden, haben sich seit Mitte der 1990er Jahre auch die Verfahren zur schnellen und direkten Umsetzung von virtuellen 3D-Daten in reale Modelle und Produkte sehr stark weiterentwickelt. Zu diesen Verfahren, die unter dem Schlagwort „Rapid Prototyping“ und „Rapid Tooling“ bekannt sind, zählen z. B. die Stereolithografie, das Laserintern oder auch das 3D-Drucken [2].

Diese Verfahren bieten zum einen die Möglichkeit, Ideen und Entwürfe schnell in reale Bauteile zu übersetzen und sie so „begreifbar“ zu machen. Dabei nutzt man insbesondere den Vorteil, dass für die Umsetzung keine speziellen Werk-

zeuge oder konventionelle Maschinen benötigt werden. Zum anderen eröffnen diese Verfahren, die in Regel generativ arbeiten, d. h. das Bauteil entsteht durch den Aufbau von vielen Schichten und nicht durch das Entfernen des nicht benötigten Materials, wie dies bei konventionellen Verfahren der Fall ist, eine neue, bisher unbekannte Bandbreite von möglichen Formen.

Rapid Prototyping durch 3D-Farbdrucken

Auf dem Campus Gengenbach ist seit Anfang 2009 ein 3D-Drucker im Einsatz. Dieser beruht auf einer Technologie, die ab 1994 am Massachusetts Institute of Technology MIT entwickelt wurde. Dabei wird zunächst eine Schicht aus losem Pulver mit einer Schichtdicke von ca. 0,1 mm aufgeschüttet. Darauf wird ähnlich wie bei einem handelsüblichen Tintenstrahldrucker farblosere Binder und Farbe aufgebracht. So entsteht Schicht für Schicht ein dreidimensionales Modell. In der Regel werden die Bauteile nach dem Drucken noch mit einem Harz infiltriert, um die Festigkeit und die Brillanz der Farben zu erhöhen.

Die Besonderheit dieses Verfahrens ist zum einen, dass der 3D-Drucker und das verwendete Material im Vergleich mit vielen anderen RP-Verfahren relativ günstig sind. Zum anderen bietet das 3D-Drucken eine breite Auswahl an Farben. Zusätzlich können mit wenig Aufwand auch Beschriftungen und Logos auf das Modell appliziert werden. Dadurch ist dieses Verfahren besonders für die Herstellung von Präsentationsmodellen geeignet. Einige typische Anwen-

dungsfelder sind z. B. die Herstellung von Modellen für Sportschuhe, Architekturmodelle oder Modelle von technischen Produkten.

Werden nicht nur Einzelteile, sondern ganze Baugruppen gemeinsam ausgedruckt, so „kleben“ diese nach dem Druck zusammen wie ein monolithischer Block. Aufgrund der geringen Auflösung des 3D-Druckers ist es heute nach Standard noch nicht möglich, eine Baugruppe zusammen auszudrucken, sodass sich die Bauteile einzeln bewegen lassen. Dies ist aber insbesondere dann erforderlich, wenn nicht nur die Geometrie, sondern auch die Funktion des Modells „begreifbar“ werden soll.

Deshalb wurde auf dem Campus Gengenbach das 3D-Drucken weiter entwickelt, sodass die Bauteile, die zusammen ausgedruckt werden, durch einen Spalt voneinander getrennt sind. Das lose Pulver muss nach dem Druckprozess entfernt werden, sodass die Bauteile dann beweglich sind. Dabei ist insbesondere auf die richtige Dimensionierung der Spaltbreite und die Zugänglichkeit zum Entfernen des losen Pulvers zu achten. Um diese Bedingungen zu erfüllen, kann es notwendig sein, die Geometrie der Baugruppe zu überarbeiten [3].

In Abbildung 5.3-1 ist ein Drosselventil zu sehen, das auch in der CAE-Ausbildung der Bachelor-Studenten zum Einsatz kommt. Durch entsprechende Bearbeitung der CAD-Daten konnte das vorher starre Modell zu einem funktionsfähigen Modell mit drehbarer Ventilplatte umgestaltet werden.

Neuer Ansatz zum Rapid Tooling

Über die klassische Anwendung des 3D-Druckens zur Herstellung von Präsentationsmodellen hinaus wurde das 3D-Druck-Verfahren am Campus Gengenbach auch zur Herstellung von Formen für das Thermoforming von Kunststofffolien weiterentwickelt.

Beim Thermoformen werden Kunststofffolien auf eine Temperatur von ca. 180°C erwärmt und dann über eine Form gezogen. Zusätzlich wird ein Vakuum gezogen, damit sich die Folie möglichst nahe an die Kontur der Form anlegt.

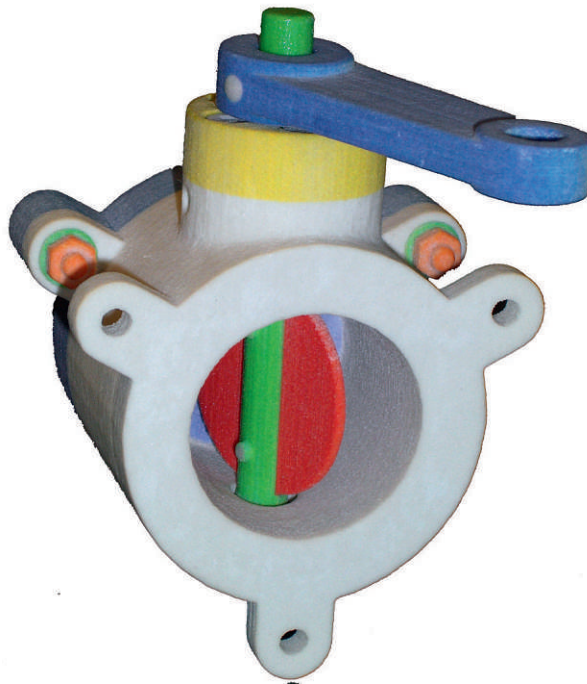


Abb. 5.3-1: Funktionsfähiges 3D-Farbmodell eines Drosselventils mit drehbarer Ventilplatte



Abb. 5.3-2: Formwerkzeug zum Thermoformen eines Automobilmodells („Schluckspecht“) (oben) und umgeformte Kunststoffolie

In einem ersten Versuch konnte ein Modell des „Schluckspechts“ von Prof. Dr.-Ing. Hochberg mithilfe einer Form aus dem 3D-Drucker hergestellt werden (siehe Abbildung 5.3-2). Hierbei konnte zum einen gezeigt werden, dass das Material des 3D-Modells für eine solche Belastung ausreichend ist. Zum anderen konnten die Vorteile des 3D-Druckens hinsichtlich des geringen Kosten- und

Zeitaufwands im Vergleich zur konventionellen Formherstellung (gefräste und gebohrte Formen aus Metall oder Holz) genutzt werden.

In einem aktuellen Projekt mit den Kollegen Prof. Dr. rer. nat. Vinke und Prof. Dr.-Ing. Hochberg wird der Einsatz der 3D-Drucktechnik fortgeführt. Dabei sollen insbesondere die Möglichkeiten zur

freien Gestaltung der Kanalverläufe und der Kanalformen, die beim Vakuumziehen erforderlich sind, untersucht werden.

Datenerfassung mithilfe von 3D-Scannern

In vielen Fällen sind aber am Anfang einer Produktentwicklung keine CAD-Daten vorhanden. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein „Handmuster“ oder ein Lehmmodell eines neuen Produkts in der Versuchswerkstatt erstellt worden ist. Aber auch bei älteren Bauteilen sind oftmals keine 3D-Daten vorhanden (z. B. bei der Rekonstruktion von Oldtimern). In diesen Fällen kann mithilfe eines 3D-Scanners die Geometrie von realen Objekten erfasst werden.

Diese erfasste Geometrie kann als 3D-Scan mithilfe von speziellen Softwarepaketen in ein CAD-System überführt werden, um hier weiter bearbeitet zu werden. Selbstverständlich kann das Ergebnis des 3D-Scans auch direkt vom 3D-Drucker als reales Modell (Replikat) ausgedruckt werden.

Am Campus Gengenbach ist ein 3D-Scanner als Ergänzung zum bereits vorhandenen 3D-Drucker angeschafft worden. Anfang 2010 wird der Scanner in Gengenbach in Betrieb gehen. Wichtiger Vorteil dieses Scan-Systems gegenüber anderen – meist stationären Systemen – ist dabei seine Mobilität. Der Scanner ist nicht an die besonderen Bedingungen in einen Laborraum gebunden, sondern kann in einem handlichen Koffer an den Einsatzort transportiert werden. Beim Einsatz wird er mit der Hand geführt und die erfasste Geometrie wird direkt auf dem Bildschirm eines Laptops angezeigt (siehe Abbildung 5.3-3). Anschließend erfolgt die Aufbereitung der Daten. Dies ist notwendig, da der Scanner mehrere Ansichten des Bauteils aus unterschiedlichen Perspektiven erzeugt. Diese Ansichten müssen mithilfe einer Software miteinander verbunden werden. Dabei auftretende Lücken oder Überlappungen müssen sinnvoll geschlossen werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Das 3D-Drucken bietet neue und preiswerte Möglichkeiten zur Herstellung von Präsentationsmodellen bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung. Durch die Entwicklung des Verfahrens

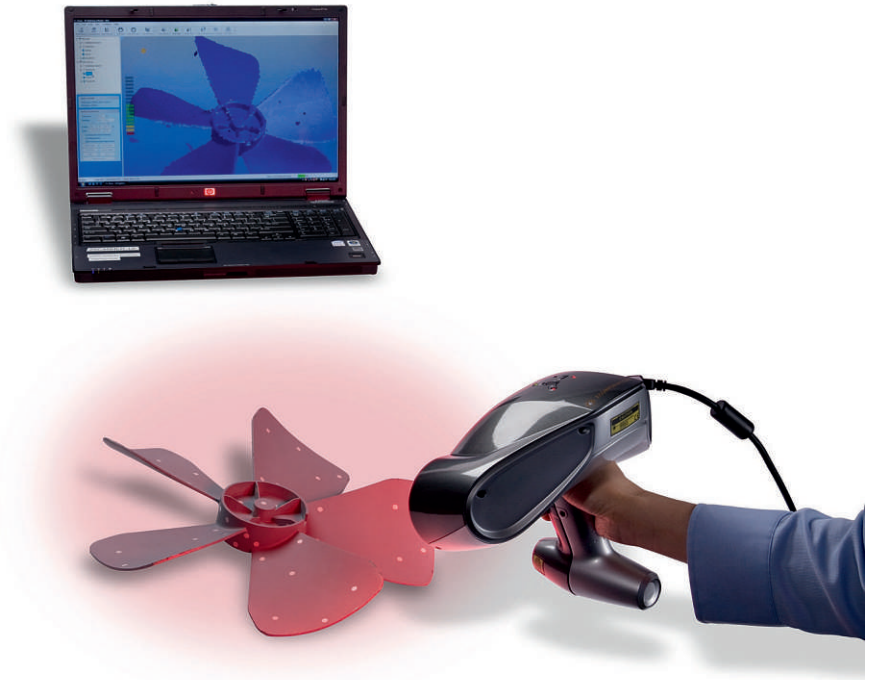


Abb. 5.3-3: Erfassen der Geometrie eines Bauteils mithilfe eines 3D-Handscanners (Quelle: ZCorporation)

zur Erstellung von Funktionsmodellen kann der Einsatzbereich des 3D-Druckens wesentlich erweitert werden.

Auch die neue Anwendung des 3D-Druckens zur Herstellung von Formwerkzeugen kann zur schnellen und kostengünstigen Umsetzung von Produktideen im Bereich Thermoforming genutzt werden.

Die Anschaffung des 3D-Scanners erweitert die Datenerstellung, die bisher auf Datenmodellen auf Basis von CAD-Software beschränkt war, wesentlich. Damit können auch Objekte, für die keine CAD-Daten vorhanden sind, geometrisch erfasst und später auch ausgedruckt werden.

Referenzen/References

- [1] Vajna S., Weber C., Bley H., Zeman K.: „CAX für Ingenieure - Eine praxisbezogene Einführung“, ISBN 978-3-540-36038-4, Springer, 2008
- [2] Gebhardt A.: „Generative Fertigungsverfahren: Rapid Prototyping – Rapid Tooling – Rapid Manufacturing“, ISBN 978-3-446-22666-1; Hanser Verlag, 2007
- [3] Junk S., Sämann-Sun J.: „Application of 3D-Printing for the rapid prototyping of functional models“; 4th International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping (VRAP 2009), Leiria, Portugal, 6. – 10.10.2009