

3D-Druck – Eine Alternative für die Verpackungsproduktion?

Anschauungsmuster und Prototypen aus dem 3D-Drucker sind für viele Verpackungshersteller mittlerweile Stand der Technik. Auch die Herstellung von Maschinenkomponenten und Werkzeugen mittels additiver Fertigung wird von einigen Unternehmen bereits erfolgreich umgesetzt. Doch bietet die additive Fertigung darüber hinaus noch weitere Potenziale für die Verpackungsbranche oder ist die Technik noch nicht ausgereift genug für die Herstellung von direkt einsatzfähigen Verpackungen aus Kunststoff? Mit dieser Frage hat sich das Forschungsvorhaben „Verpack3D“ des Instituts für Verpackungstechnik (IfV) des VVL e. V. in Dortmund in den letzten zwei Jahren beschäftigt und hat nun interessante Ergebnisse geliefert.

Verpackungen aus Kunststoff werden in der Regel in großen Stückzahlen hergestellt. Dies gilt insbesondere für Ladungs- und Werkstückträger, die in Produktions- und Logistikprozessen eingesetzt werden. Hier haben sich die „klassischen“ Fertigungsverfahren des Spritzgießens und des Thermoformens, die über mehrere Jahrzehnte hinweg kontinuierlich verbessert wurden, als optimal geeignet herausgestellt. In den letzten Jahren ist jedoch der Trend zur Individualisierung von Industriegütern stetig gewachsen. Forciert durch die fortschreitende Digitalisierung vieler Unternehmensprozesse hat hierbei das Thema der sogenannten „Mass Customization“, also der kundenindividuellen Massenproduktion, in den letzten Jahren einen enormen Schub erfahren. Hierbei werden von Produkten, die bislang standardisiert in großen Stückzahlen gefertigt wurden, unterschiedliche Varianten durch die Veränderungen einzelner Komponenten erzeugt. Für diese individualisierten Produkte werden jedoch auch ebenso individuelle Verpackungslösungen für den Transport, den Umschlag oder die Lagerung benötigt, da die kundenspezifischen Industriegüter oft nicht bzw. nicht mehr effizient mit den bisher hoch standardisierten Lösungen verpackt und transportiert werden können. Diese Verpackungen werden dann jedoch nicht mehr in so hohen Stückzahlen benötigt, dass der Einsatz der klassischen Fertigungsverfahren noch wirtschaftlich sinnvoll ist. Sowohl das Thermoformen als auch besonders das Spritzgießen erfordern teilweise aufwendig herzustellende Werkzeuge, deren Kosten bislang durch die hohen Stückzahlen der mit ihnen gefertigten Verpackungen kompensiert werden konnten.

Hier bieten sich die additiven Fertigungsverfahren an, die – abgesehen vom eigentlichen 3D-Drucker – keine zusätzlichen Werkzeuge benötigen, um unterschiedliche Formen von Verpackungen herzustellen. Diese Verfahren haben jedoch anderweitige Nachteile, die den flächendeckenden Einsatz in der Verpackungsbranche bislang behindert haben. Hierunter fallen – neben i. d. R. deutlich langsameren Fertigungsgeschwindigkeiten – insbesondere fehlende Standardisierungen zu Konstruktionsvorgaben und mangelnde Erfahrungen bezüglich der Qualitäten, die erzielt werden können. Auch das Vorhandensein technisch teilweise deutlich unterschiedlicher Verfahren, die alle unter dem Begriff der additiven Fertigung zusammengefasst werden und jeweils individuelle Vor- und Nachteile aufweisen, verunsichert viele Unternehmen noch bei der Entscheidung für die richtige Technik.

Ob und wenn ja für welche Arten von Verpackungen sich der Einsatz additiver Fertigungsverfahren tatsächlich lohnt, haben in den letzten zwei Jahren die Forscher des Instituts für Verpackungstechnik (IfV) des VVL e. V. in Dortmund im Rahmen des Projekts „Verpack3D“ wissenschaftlich untersucht. Das Projekt mit der AiF-Nummer 19405 N der Forschungsvereinigung Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs- und Umwelttechnik (DVEU) e. V., Hamburg, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Im Projekt wurden die Eigenschaften der aktuell am weitesten verbreiteten additiven Fertigungsverfahren auf ihre Eignung für die Verpackungsbranche hin analysiert und schließlich das Fused-Deposition-Modeling-Verfahren (FDM) und das Stereolithografie-Verfahren (SLA) für nähere Untersuchungen ausgewählt, da sie das größte Potenzial für eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung versprachen. Beim FDM-Verfahren wird ein Kunststoff zu einem Strang aufgeschmolzen und daraus das zu fertigende Objekt schichtweise aufgebaut. Beim SLA-Verfahren wird hingegen flüssiges Kunstharz verwendet, das mithilfe eines UV-Lasers gezielt zur Vernetzung gebracht wird.

Als Verpackungen, für die der Einsatz mit diesen Verfahren näher untersucht werden sollte, wurden Werkstückträger (siehe Abbildung 1) ausgewählt, die bisher im Vakuum-

Tiefziehverfahren hergestellt werden. Bei diesen Werkstückträgern wurde davon ausgegangen, dass sie bei der Herstellung von Produkt-Sondereditionen eingesetzt und dann nur für einen begrenzten Zeitraum und in geringer Stückzahl benötigt werden. Ausgegangen wurde von einer Stückzahl unter 50 Exemplaren und damit verbundenen Stückkosten, die unterhalb von 200 Euro liegen sollten.

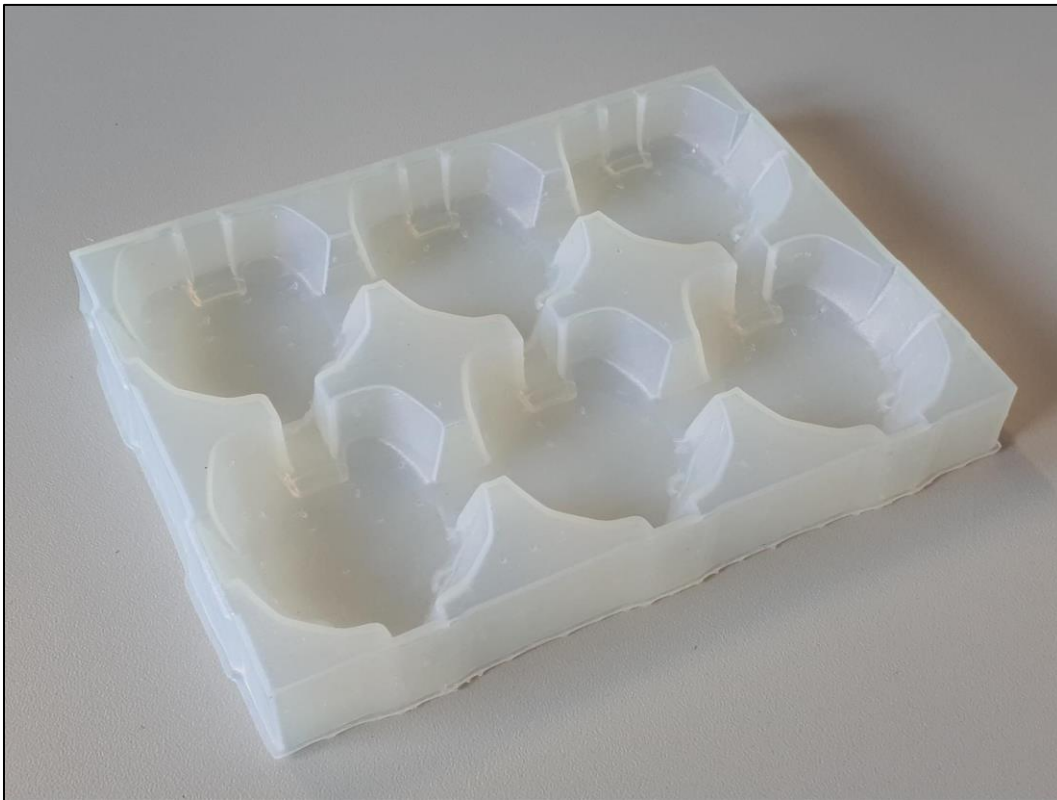


Abbildung 1: Versuchsmodell eines Werkstückträgers, im SLA-Verfahren hergestellt

Neben dem Kostenaspekt war jedoch auch von Bedeutung, dass die Werkstückträger den typischen Belastungen während der Transport-, Umschlag, und Lagerungsprozesse (TUL-Prozesse) standhalten können. Hierfür wurden 3D-gedruckte Materialproben und auch vollständige Werkstückträgermodelle im Labor des Instituts mechanisch und klimatisch auf ihre Widerstandsfähigkeit hin untersucht (siehe Abbildung 2). Aus diesen Versuchen ging hervor, dass die 3D-gedruckten Modelle noch nicht ganz die Festigkeiten klassisch gefertigter Werkstückträger erreichen. Durch entsprechende konstruktive Anpassungen und die optimale Einstellung der Druckparameter konnten diese jedoch allen typischen TUL-Belastungen und Anforderungen gerecht werden.

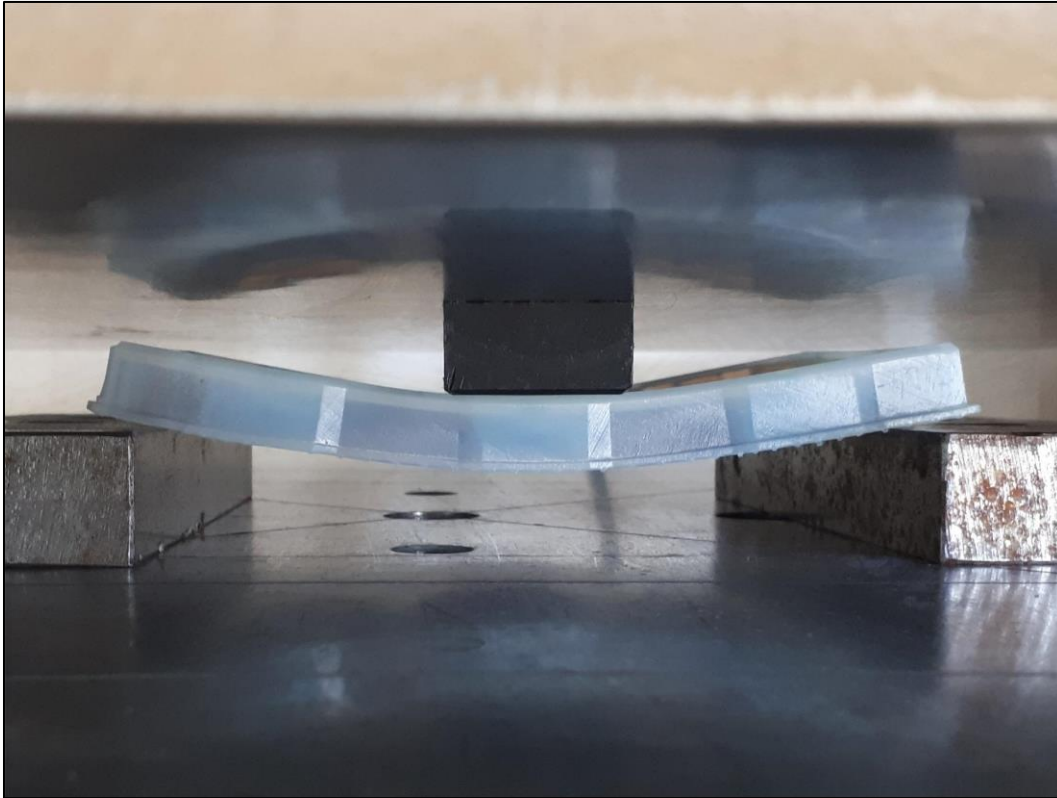


Abbildung 2: Belastungstest eines 3D-gedruckten Werkstückträgermodells

Neben der Erfüllung dieser grundsätzlichen Anforderungen an Verpackungen lag der weitere Schwerpunkt des Projekts darin, zu prüfen, ob derartig gestaltete Verpackungen mittels 3D-Druck tatsächlich wirtschaftlicher zu produzieren sind, als mit den klassischen Verfahren. Anhand durchgeführter Wirtschaftlichkeitsanalysen zeigte sich, dass von den untersuchten Verfahren aktuell nur das FDM-Verfahren einen möglichen Kostenvorteil gegenüber den klassischen Fertigungsverfahren bietet. Das SLA-Verfahren stellte sich aufgrund der derzeit noch sehr hochpreisigen Materialien als zu teuer dar.

Letztendlich zeigte sich, dass der Einsatz additiver Fertigungsverfahren zur Herstellung von Verpackungen durchaus wirtschaftlich umsetzbar sein kann. Allerdings ist dies nur bei einem eher eingeschränkten Produktkreis der Fall. Anhand der durchgeführten Analysen war der 3D-Druck nur sinnvoll nutzbar, wenn diese Verpackungen u. a.

- nur in geringen Stückzahlen (weniger als 50) benötigt werden,
- komplexe Geometrien aufweisen, die ansonsten komplexe und damit teure Werkzeuge erfordern,

- besonders schnell benötigt werden (time-to-market < 1 Monat),
- besonders oft kleineren Veränderungen unterliegen (mehrfach pro Jahr),
- und (bedingt) mehrwegfähig sein müssen (max. 10 Umläufe).

Auch wenn diese Ergebnisse die Hoffnungen auf eine baldige Revolution der Verpackungsherstellung deutlich dämpfen, so lassen die enormen Fortschritte, die bspw. bezüglich der Fertigungsgeschwindigkeit, dem Umfang der Materialauswahl und der Reproduzierbarkeit der Fertigungsqualität erzielt werden, auf eine in Zukunft deutlich breitere Anwendbarkeit schließen.

Für Unternehmen, die den Einsatz additiver Fertigungsverfahren planen, wurde aus den Projektergebnissen eine Entscheidungshilfe erstellt, die – ebenso wie der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens – auf der Webseite des Instituts heruntergeladen werden kann. Diese enthält u. a. Hinweise zu Aspekten, die beim Einsatz der jeweiligen 3D-Druck-Technik bspw. bei der Konstruktion berücksichtigt werden müssen und die einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Vorhaben wurde betreut von:

Forschungsnetzwerk
Mittelstand 



Deutscher Forschungsverbund
Verpackungs- Entsorgungs- und
Umwelttechnik e. V. Hamburg