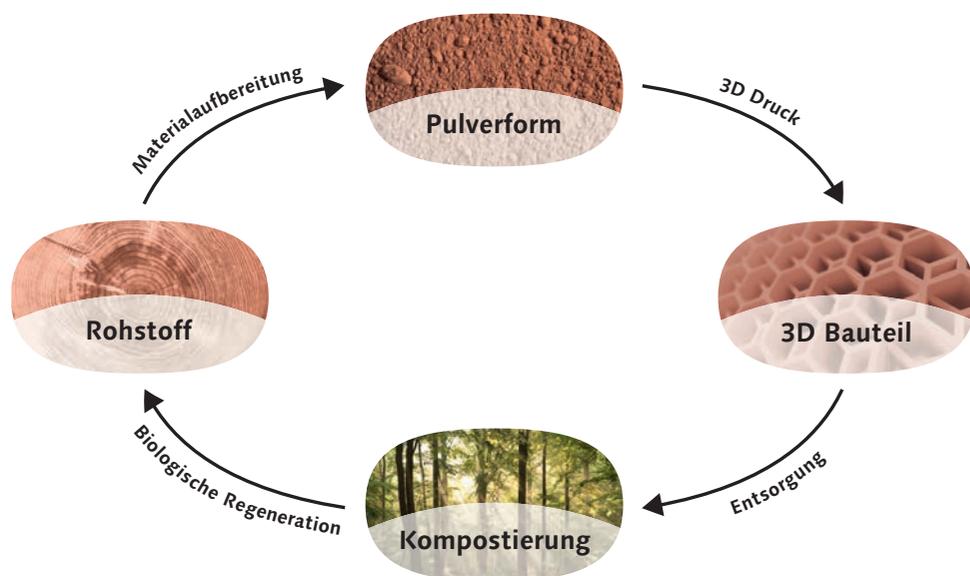




# 3D-Drucken von nachhaltigen Materialien

In einem interdisziplinären Forschungsprojekt haben drei Institute der ZHAW gemeinsam einen neuen 3D-Drucker entwickelt. Der Clou: er druckt mit biologisch gut abbaubaren Stoffen.

AUTOR: ANDREAS KIRCHHEIM, SCHWERPUNKTLEITER ADVANCED PRODUCTION TECHNOLOGY AM ZENTRUM FÜR PRODUKT- UND PROZESSENTWICKLUNG (ZPP) DER ZHAW SCHOOL OF ENGINEERING



rahmen mehr Design- und Konzept-Ideen ausdrücken lassen.

## Materialentwicklung

Das Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation (ILGI) beschäftigt sich bereits seit einiger Zeit mit dem nachhaltigen Druck von Lebensmittelrohwaren. Lebensmittel und verschiedene Abfallprodukte erfüllen als Materialien die Anforderung an neue, nachhaltige und günstige Stoffe, da sie organischen Ursprungs, biologisch gut abbaubar und vergleichsweise billig sind. Letzteres trifft insbesondere auf Neben- und Abfallprodukte zu. Im Projekt haben die ZHAW-Institute Pulver-Flüssigbinderkombinationen im 3D-Pulverdruckverfahren getestet. Wegen der Vielzahl an Pulver und Pulvermischungen ergaben sich entsprechend viele Kombinationsmöglichkeiten und damit sehr aufwendige Screening-Arbeiten. Mit einigen Pulvermischungen gelang es, ein mechanisch stabiles Produkt zu drucken. Um die Stabilität prüfen und reproduzieren zu können, hat das Projektteam eine einfache Messmethodik erarbeitet. Mittels einer numerisch auswertbaren Checkliste konnte so auch die Nachhaltigkeit der getesteten Materialien objektiv ermittelt werden. Die erweiterte Eignung dieser Materialien für mechanisch belastbare Prototypen müsste als Nächstes mit dem neu entwickelten 3D-Drucker getestet werden.

## Prozess- und Druckerentwicklung

In einer Vorabklärung wurden verschiedene Drucktechnologien miteinander verglichen, um das beste Verfahren für den Prozess zu bestimmen. Dabei hat sich herausgestellt, dass sich das Binder-Jetting-Verfahren am besten für diesen Druckprozess eignet. Beim Binder-Jetting-Verfahren wird ein Pulver durch

Der 3D-Druck birgt als Schlüsseltechnologie völlig neue Lösungsansätze und Anwendungen. So lassen sich zum einen komplexe Strukturen direkt aus dem Computermodell herstellen. Zum anderen sind Serien mit geringen Stückzahlen oder gar kundenspezifische Einzelanfertigungen wirtschaftlich realisierbar, da kostspielige Werkzeuge oder Giessformen wegfallen. Am Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) der ZHAW School of Engineering in Winterthur sind additive Fertigungsverfahren Gegenstand von zahlreichen Projekten in Forschung und Entwicklung. Da die erfolgreiche Anwendung auch ein Umdenken des Entwicklers und Konstrukteurs benötigt, ist diese neue Technologie zudem vermehrt Bestandteil im Maschinenbaustudium und in der Weiterbildung.

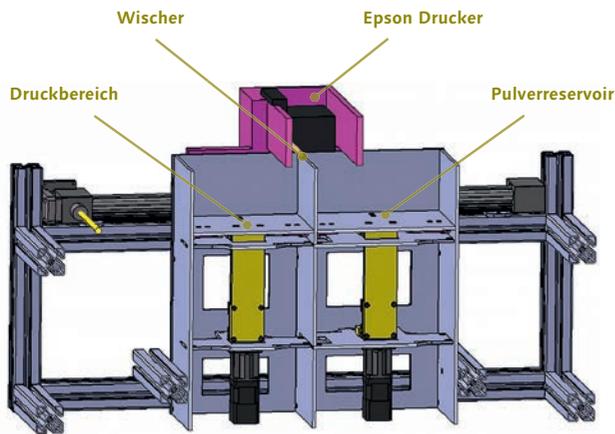
## Neuer Fertigungsprozess

Bei einem additiven Fertigungsverfahren wird ein herzustellendes Objekt schichtweise von

unten nach oben «gedruckt». Wie geht man dabei vor? Grundsätzlich wird ein vorhandenes 3D-CAD-Modell in Einzelschichten zerlegt. Mit dieser geometrischen Schichtinformation und den Prozessparametern kann ein additives Fertigungssystem wie der 3D-Drucker gesteuert werden. Ein Material wird schichtweise auf eine Arbeitsplatte aufgetragen und nach einem bestimmten additiven Fertigungsprinzip durch die jeweiligen Schichtinformationen selektiv verfestigt. Die Bauplatte wird anschliessend um die Schichtdicke abgesenkt, und der Prozess wiederholt sich, bis das ganze Bauteil von unten nach oben aufgebaut ist. Im 3D-Druckverfahren kommen bereits verschiedenste Materialien zum Einsatz – von Keramik und Metall bis zu Lebensmitteln. In einem Forschungsprojekt hat das ZPP gemeinsam mit zwei weiteren ZHAW-Instituten das Ziel verfolgt, den 3D-Druck um neue, nachhaltige und günstige Materialien zu erweitern. Ausserdem sollten Verfahren, Drucker und Kosten so optimiert werden, dass sich bei bestehendem Kosten-

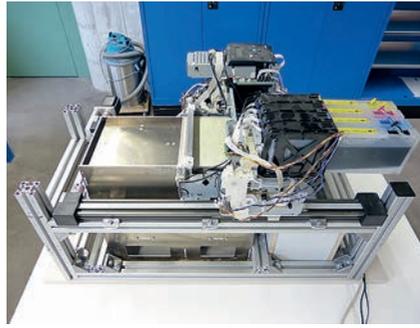
einen eingebrachten Binder verklebt. Eine Vielzahl von nachhaltigen Materialien wie Holz, Stroh, Tierreste und Gluten sind Feststoffe und oft als Abfallprodukt in Pulverform zu erhalten. Zusätzlich ist der Prozess sehr effizient, und komplexe Bauteile werden ohne Stützstruktur aufgebaut. Als Bindemittel finden bei diesem Verfahren verschiedenste Arten von Flüssigkeiten Verwendung. Das ganze System ist sehr flexibel in Bezug auf Materialwechsel. Nachteile dieser Pulverdrucker für das Binder-Jetting-Verfahren sind die hohen Anschaffungspreise und dass die Druckmaterialien meist durch die Hersteller vorgeschrieben sind. Deswegen eignen sich solche Drucker nicht für eine flexible Materialwahl in Forschung und Entwicklung. Kostengünstige flexible Varianten sind kaum vorhanden, und deren Druckprozess ist sehr langsam. Auch sind die Druckköpfe nur mit einem Bindemittel ausgestattet. Aus diesen Gründen hat das Projektteam einen bestehenden, handelsüblichen 2D-Drucker zu einem 3D-Drucker weiterentwickelt.

Druckgeschwindigkeit und Auflösung neuer 2D-Drucktechnologien sind sehr hoch und effizient. Zusätzlich ist der Treiber für die Datenverarbeitung bereits vorhanden. Als Drucker wurde ein EPSON B-510DN ausgewählt, da er mit der Piezotechnologie ausgestattet ist. Das heißt, die Tinte wird mechanisch aus der Düse herausgepresst. Durch Versuche mit anderen Technologien hat sich gezeigt, dass sich die Piezotechnik für diverse Bindemittel am besten eignet. Zusätzlich verfügt der Drucker über vier Tintenpatronen, die leicht zugänglich und auswechselbar sind. Somit kann mit verschiedenen Bindemitteln experimentiert und sogar farbig gedruckt werden.



## Funktionstüchtiger Prototyp

Der neue 3D-Drucker besteht aus einem Pulverreservoir, einem Druckbereich, einem Wischer und dem Epson-Druckkopf. Pulverreservoir sowie Druckgefäß wurden mittels einer kostengünstigen Blechkonstruktion umgesetzt. Für die exakten Hub- und Senkbewegungen (Z-Richtung) sorgen Spindelführungen, für die jeweiligen Zeilenbewegungen (Y-Richtung) des Druckkopfes wurden Zahnriemenführungen eingerichtet. Für die Druckbewegung (X-Richtung) der jeweiligen Zeilen können die vorhandenen Komponenten des Druckers verwendet werden. Der Wischer zum Pulverauftragen ist direkt am Drucker befestigt und mit einem kleinen Servomotor ausgestattet. Der Rahmen besteht aus Systemprofilen und ist dadurch sehr flexibel. Die Steuerung des Druckprozesses wurde am Institut für Mechatronische Systeme (IMS) mit der



Prototyp des 3D-Pulverdruckers

Software LabVIEW programmiert. Der Ablauf sieht wie folgt aus: Eine vorliegende Schichtinformation wird in eine PDF-Datei umgewandelt. Für den eigentlichen Druckprozess wird dem Drucker ein Word- oder PDF-Dokument über den Standard-Druckertreiber gesendet. Die Bewegungssteuerung (Y- und Z-Richtung) erfolgt ebenfalls mittels LabVIEW. Über den Befehl «Papiereinzug» wird das Auftragen einer Pulverschicht durch den Wischer in Y-Richtung simuliert. Den drei ZHAW-Instituten ist es in diesem interdisziplinären Projekt gelungen, einen Prototyp eines leistungsfähigen 3D-Pulverdruckers für das Binder-Jetting-Verfahren zu entwickeln. Der neue 3D-Drucker zeichnet sich sowohl durch seine Flexibilität für den Einsatz verschiedener nachhaltiger Materialien als auch durch seine hohe Druckgeschwindigkeit aus. **at**

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
School of Engineering  
www.engineering.zhaw.ch

### Ausblick

Der neue Drucker soll nun in weiteren Forschungsprojekten der ZHAW eingesetzt werden. Zunächst sind weitere Tests mit dem ILGI vorgesehen. In einem nächsten Schritt könnte die Druckgeschwindigkeit mit mehreren Druckköpfen erhöht werden. Danach könnten konkrete Entwicklungsideen wie eine biologisch abbaubare Zeckenfalle oder auch organische Implantate angegangen werden. Auch werden Industriepartner zur Weiterführung des Projektes gesucht. Abgesehen vom Einsatz in Forschung und Entwicklung können auch Studierende vom neuen Drucker profitieren und die 3D-Print-Technologie noch besser für ihre Projekt- und Bachelor-Arbeiten nutzen.

### Weiterbildungskurs additive Fertigung

Die ZHAW School of Engineering bietet ab Herbst 2015 den Weiterbildungskurs (WBK) Additive Fertigung (3D-Druck) an. Der Kurs vermittelt den Teilnehmern die unterschiedlichen additiven Fertigungsverfahren und die korrespondierenden Prozesse zur Vor- und Nachbereitung.  
www.engineering.zhaw.ch/weiterbildung

# Robust.



Könnte es sein, dass Sie sich auch für besonders schnelle, leichte, exakte, individuelle und günstige Infrarot-Thermometer und Infrarotkameras zur berührungslosen Temperaturmessung von  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+3000^{\circ}\text{C}$  interessieren? Schauen Sie doch mal rein: [www.optris.de](http://www.optris.de)

Wie Sie es auch drehen und wenden:  
Wir haben den kleinsten und zugleich robustesten IR-Sensor entwickelt, weil er bis  $250^{\circ}\text{C}$  Umgebungstemperatur aushält.



Innovative Infrared Technology