

**Press release****Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)  
Hochschulkommunikation**

05/08/2017

<http://idw-online.de/en/news674201>Research results, Scientific Publications  
Mechanical engineering  
transregional, national**Die vierte Dimension in der Fertigungstechnik**

**Wissenschaftler sprechen von 4D-Druck. Sie meinen damit die einfache Herstellung von Objekten, die sich zeitabhängig verändern können. Forschende der ETH Zürich haben diesen Ansatz nun einen entscheidenden Schritt weitergebracht: Ein von Ihnen entwickeltes Konstruktionsprinzip erlaubt tragfähige und vorhersagbare Strukturen.**

3D-Drucker sind zum Standard vieler Forschungslabors geworden. Derweil wagt eine noch kleine Zahl von Forschenden weltweit den nächsten Schritt: Sie erweitert die Technik um eine weitere Dimension – jene der Zeit. Zu diesen Wissenschaftlern gehört auch Kristina Shea, Leiterin des Labors für Produktentwicklung und rechnerbasierte Methoden an der ETH Zürich. Beim sogenannten 4D-Druck werden bewegliche und veränderbare Objekte hergestellt, wie etwa flache Bausätze, die sich zu einem späteren Zeitpunkt zu dreidimensionalen Objekten entfalten lassen, oder sogar Objekte, die ihre Form in Abhängigkeit von äusseren Einflüssen ändern können.

ETH-Professorin Shea und ihre Gruppe haben diesen Ansatz nun um einen entscheidenden Schritt weitergebracht. Sie schufen ein Konstruktionsprinzip, dank dem sich die Formänderungen genau kontrollieren lassen. «Unsere flach hergestellten Strukturen verändern ihre Konfiguration nicht irgendwie, sondern genau wie von uns vorgesehen», sagt Tian Chen, Doktorand in Sheas Gruppe. Ausserdem können die Strukturen mit Gewicht belastet werden. Solche tragfähigen 4D-Druck-Objekte konnte vor den ETH-Wissenschaftlern noch niemand herstellen.

Element mit zwei Zuständen

Kern des Konstruktionsprinzips ist ein von ihnen entwickeltes Hubelement, das einen von zwei möglichen Zuständen einnehmen kann: es ist entweder eingezogen oder ausgefahren. Die Forschenden kombinierten solche Elemente zu komplexeren Strukturen. Weil die Einzelelemente nur die beiden definierten Zustände einnehmen, können die Forschenden die stabilen dreidimensionalen Formen der Gesamtstruktur voraussagen. Möglich sind auch Strukturen, die mehrere stabile Formen einnehmen können. Und weil die Forschenden auch eine Simulationssoftware entwickelten, können sie Formen und Kraft, die für Formänderungen aufgewendet werden müssen, genau voraussagen. Dies dient ihnen beim Entwurf von Objekten.

Die Wissenschaftler druckten ihre Strukturen mit einem professionellen Multimaterial-3D-Drucker, mit dem sich Objekte aus bis zu vierzig verschiedenen Materialien drucken lassen. Die Objekte der ETH-Wissenschaftler bestehen aus zwei davon: einem starren Polymer, das in den Strukturen den Hauptteil ausmacht, sowie einem elastischen Polymer für die Stellen, die beweglich sein müssen. All dies drucken die Forschenden in einem Schritt.

Effizient und schnell

«Der 4D-Druck hat mehrere Vorteile», sagt ETH-Professorin Shea. «Eine flache Ausgangsform mit starren und beweglichen Abschnitten in einem Schritt zu drucken, ist äusserst effizient. Viel komplexer und zeitaufwendiger wäre es

hingegen, solche Objekte dreidimensional herzustellen oder sie aus mehreren losen Komponenten zusammenzubauen.» Ausserdem können die flachen Strukturen platzsparend transportiert und erst an ihrem Bestimmungsort entfaltet werden. Ähnliche Ansätze werden schon seit einiger Zeit in der Raumfahrt verfolgt, beispielsweise um Werkzeuge in einem komprimierten Zustand platzsparend ins All zu transportieren.

Die Raumfahrt ist daher eine von möglichen Anwendungsgebieten für den 4D-Druck. Die Wissenschaftler denken aber auch an die einfache Konstruktion von Strukturen für die Gebäudetechnik, etwa Ventilationssysteme oder Systeme zum Öffnen und Schliessen von Klappen, oder medizinische Anwendungen wie beispielsweise Stents (implantierbare Stützen für Körpergefässe).

Derzeit entfalten die Wissenschaftler die Strukturen noch von Hand. Die Forschenden sind aber daran, für ihre Elemente Antriebe zu entwickeln, welche die Strukturen temperaturabhängig ausfahren. Ebenfalls möglich wäre es laut den Wissenschaftlern, eine pneumatische Steuerung (mit Druckluft) zu verwenden oder quellende Materialien zu verwenden, welche ihre Form je nach Feuchte verändern.

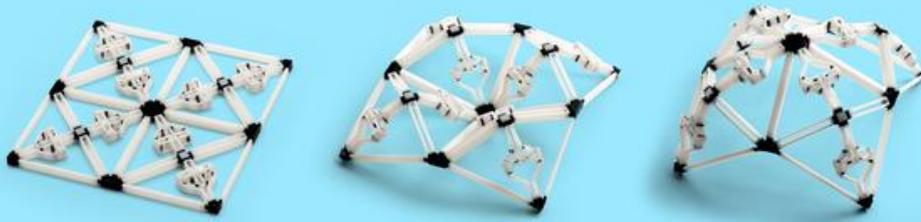
#### Literaturhinweis

Chen T, Mueller J, Shea K: Integrated Design and Simulation of Tunable, Multi-State Structures Fabricated Monolithically with Multi-Material 3D Printing. Scientific Reports 2017, 7: 45671, doi: 10.1038/srep45671 [http://dx.doi.org/10.1038/srep45671]

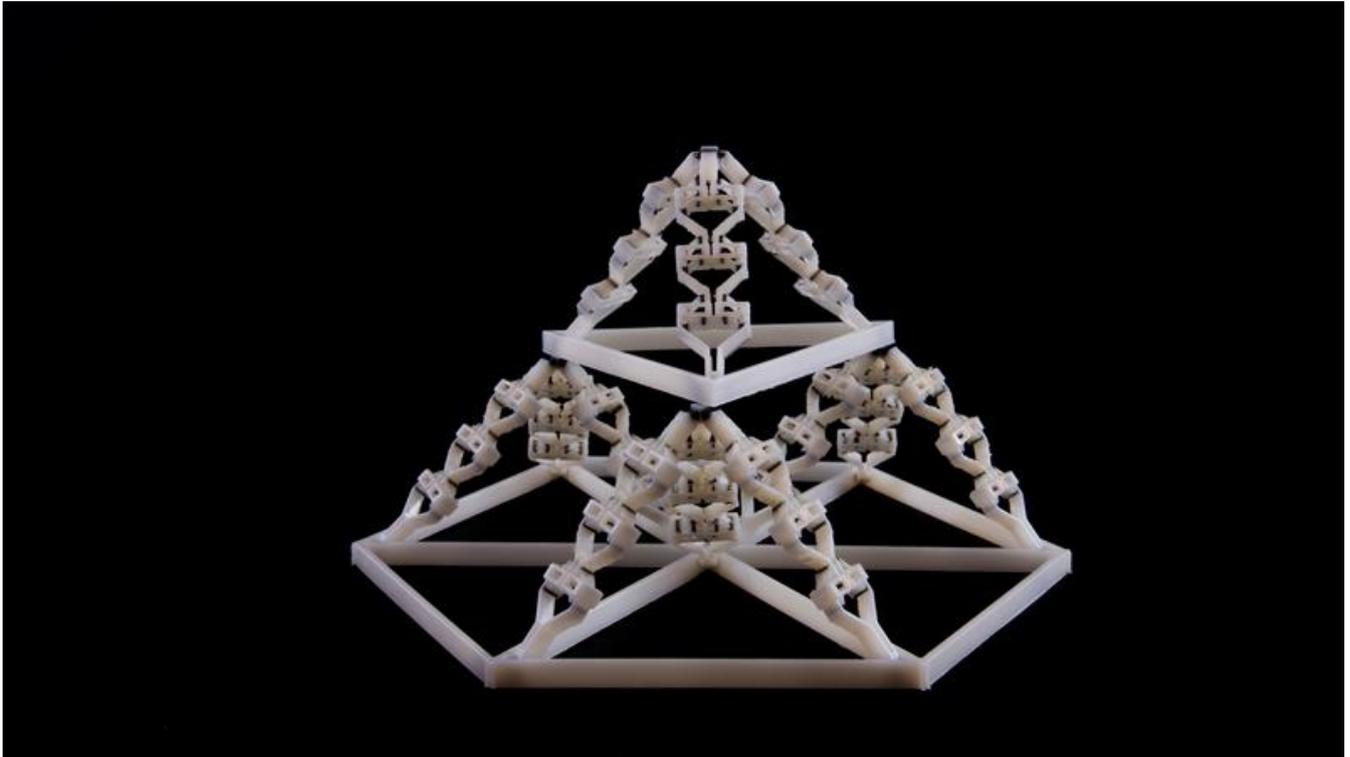
URL for press release: <https://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2017/05/vierte-dimension-in-der-fertigungstechnik.html>

URL for press release: <https://youtu.be/yCDITyiz2Vo>

URL for press release: <https://youtu.be/T9XP2E7RrcQ>



Dieses Objekt wird flach gedruckt (links) und kann später in zwei weitere stabile und tragfähige Formen gebracht werden (Mitte und rechts).  
ETH Zürich / Tian Chen



Tetraeder  
ETH Zürich / Tian Chen