Fraunhofer ICT

Programmierbare Materialien

Ein Paradigmenwechsel in der Materialtechnik

Programmierbare Materialien bergen das Potenzial, die Gestaltung, Herstellung und Verwendung von Produkten dramatisch zu verändern, indem sie Systemfunktionalitäten auf Materialebene umsetzen. Hierfür werden Materialien aus kleinen Wiederholungseinheiten, sogenannten Einheitszellen aufgebaut. Die Gestaltung der Einheitszellen ermöglicht es, definiertes mechanisches Verhalten und sogar Algorithmen in das Material einzubauen, also vorbestimmte, komplexe Verhaltensweisen als Reaktion auf äußere Einflüsse.

Ein Beispiel für ist die Umsetzung einer lokalen Formänderung (»Shape-Morphing«) durch die Verwendung von Einheitszellen mit unterschiedlich ausgeprägten auxetischen Eigenschaften (Abb. 1). Die Programmierung des Materials erlaubt es unter anderem, eine asymmetrische Verformung eines Bauteils als Funktion einer einachsigen Belastung zu definieren (Abb. 2).

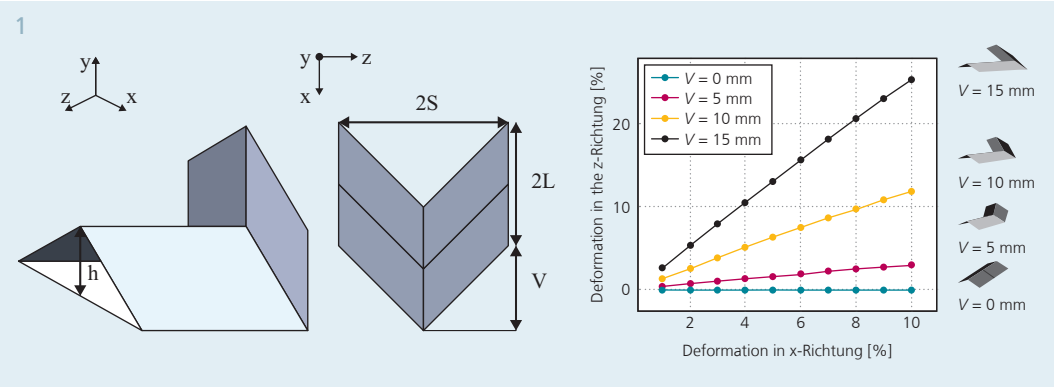

Abb. 1: Miura-Ori-Struktur mit Geometrieparameter Versatz V (links) und Korrelation zwischen Dehnung in z-Richtung und x-Richtung in Abhängigkeit des Versatzes (rechts).
Abb. 2: Testbauteil aus Einheitszellen mit variierendem Versatz zur asymmetrischen Breitenänderung unter einachsiger Druckbelastung.

Anwendungsbeispiel

Programmierbare Materialen können zum Beispiel in Schuhsolen zum Einsatz kommen (Abb. 3). Eine örtliche Variation der Einheitszellengeometrie und -struktur über das Volumen der Sohle hinweg lässt sich die Drucksteifigkeit lokal variieren. In höher belasteten Bereichen wie Vorderfuß und Ferse kann die Sohle auf ein definiertes Steifigkeitsniveau einstellt und gleichzeitig im mittleren Bereich weniger drucksteif und möglichst flexibel gestaltet werden. Ferner könnte sich der Schuh selbsttätig auf externe Einflüsse wie das Gewicht des Trägers und den Untergrund während einer sportlichen Tätigkeit einstellen, um die Belastung der Gelenke zu reduzieren und den Tragekomfort zu erhöhen.

Technische Produkte

Das Fraunhofer Exzellenzcluster »Programmierbare Materialien« (CPM) entwickelt Programmierbare Materialien zur Anwendung im industriellen Umfeld. Es bündelt hierzu die Kompetenzen mehrerer Fraunhofer-Institute. Insbesondere für mechanische Programmierbare Materialien wurde eine Entwicklungsumgebung (ProgMatCode) geschaffen, die vom Design der Einheitszellen über ihre Kombination und Parametrierung hinsichtlich eines Anwendungsfalls bis hin zur Herstellung wesentliche Entwicklungsschritte digital simuliert.

Die im CPM vereinigten Fraunhofer-Institute entwickeln neben den mechanischen Programmierbaren Materialien auch Materiallösungen für programmierbaren Stoff- und Wärmetransport sowie programmierbare Reibung.

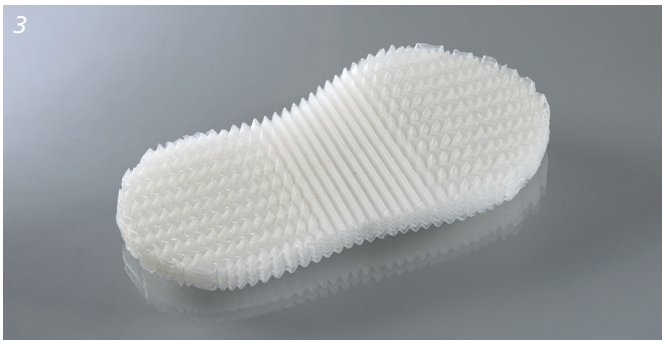

Abb. 3: Anwendungsbeispiel einer Schuhsohle.

Produktionstechnik

Der Aufbau mechanischer Programmierbarer Materialien aus einer großen Anzahl von Einheitszellen macht es erforderlich, die Herstellbarkeit des Materials schon beim Design der Einheitszellen zu berücksichtigen. Zum Teil sind neue Herstellungsverfahren nötig, beispielsweise Kombinationen unterschiedlicher Techniken, um die serienfähige Herstellbarkeit der Materialien zu gewährleisten.

Mit der Entwicklung von Herstellungsmethoden polymerbasierter Programmierbarer Materialien beschäftigt sich das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal, das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz hingegen legt einen Forschungsschwerpunkt auf Methoden zur Herstellung metallbasierter Programmierbarer Materialien.

Unser Angebot

Haben Sie eine Idee für ein neues Produkt auf der Basis Programmierbarer Materialien? Möchten Sie Ihre Bestandprodukte mit neuen Funktionen durch Programmierbare Materialien aufwerten? Oder möchten Sie sich grundlegend über das Potenzial und die Einsatzmöglichkeiten Programmierbarer Materialien austauschen? Dann nehmen Sie Kontakt mit uns auf! Wir unterstützen Sie gern dabei, Ihre Produktpalette mithilfe Programmierbarer Materialien weiterzuentwickeln und zu erweitern.

Weitere Informationen

Mehr über Programmierbare Materialien finden Sie auf unserer Website:
www.cpm.fraunhofer.de
Der QR-Code führt Sie direkt dorthin.

Kontakt

Dr.-Ing. Christof Hübner
Materialentwicklung und Compoundiertechnologien
Tel. +49 721 4640-458
christof.huebner@ict.fraunhofer.de

M.Sc. Angela Schwarz
Materialentwicklung und Compoundiertechnologien
Tel. +49 721 4640-825
angela.schwarz@ict.fraunhofer.de

Fraunhofer ICT
Joseph-von-Fraunhofer Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

www.ict.fraunhofer.de