

1 3-Punkt-Biegeversuch  
einer Faltstruktur.

## PROGRAMMIERBARE MATERIALIEN ALS TECHNISCHE SYSTEME

### Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

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

Ansprechpartner

Angela Schwarz M.Sc.  
Telefon +49 721 4640-825  
angela.schwarz@ict.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Christof Hübner  
Telefon +49 721 4640-458  
christof.huebner@ict.fraunhofer.de

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)

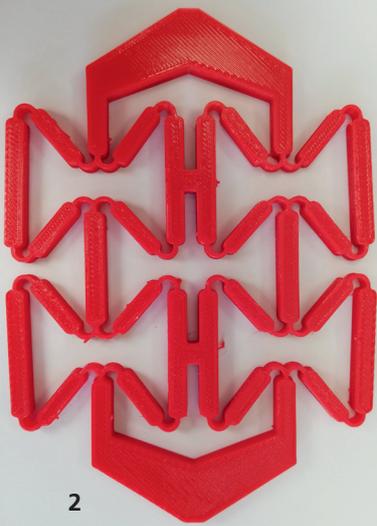
Im Rahmen des Fraunhofer Cluster of Excellence Programmierbare Materialien (CPM) wird eine neuartige Art von Materialien untersucht, bei denen die innere Struktur eine reversible, einprogrammierte (System-)Funktion ermöglicht.

Durch die Programmierung kann das Material in Abhängigkeit eines oder mehrerer äußerer Einflüsse unterschiedliche Zustände, Formen oder Eigenschaften annehmen bzw. Funktionen ausführen. Für die Implementierung eines programmierten Materials werden vier unterschiedliche Komponenten benötigt:

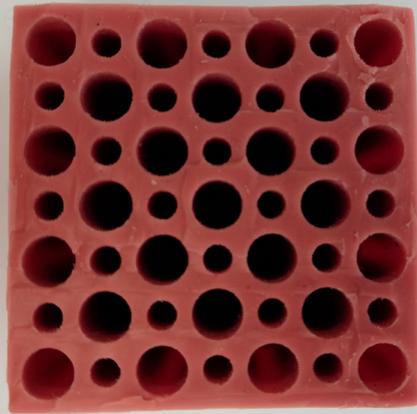
- If-then-else Beziehungen
- Realisierung von Schleifen
- Reversibles nichtlineares Verhalten
- Speicherung von definierten Zuständen

Durch eine gezielte Kombination dieser Komponenten kann ein programmierbares Material beispielsweise eine Sensor-/Aktor-Systeme ersetzen. Dies hat den Vorteil, dass kleinere Bauräume realisierbar sind, eine höhere Funktionsintegration erreichbar ist und gleichzeitig die Systemkomplexität reduziert wird.

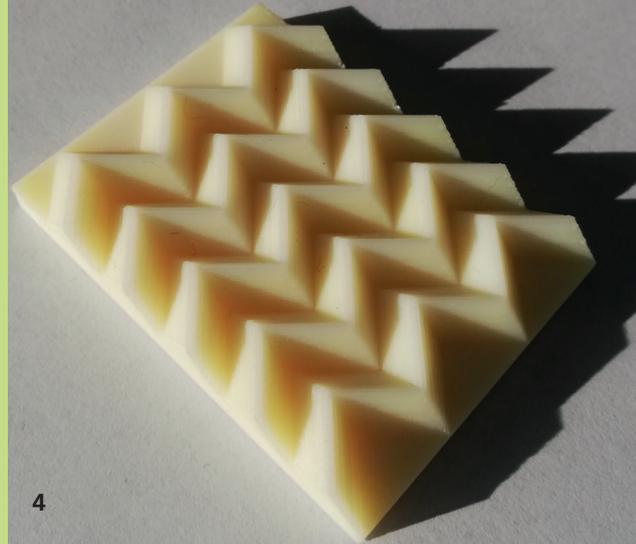
Innerhalb des Forschungsclusters werden an verschiedenen Fraunhofer-Instituten Themenschwerpunkte zur Entwicklung programmierbarer Materialien untersucht: Die behandelten Schwerpunkte sind: Stofftransport, Wärmetransport, Veränderlichkeit mechanischer Eigenschaften, Formänderung, programmierbare Reibung, Fertigung und Skalierung sowie Produktentwicklung von programmierbaren Materialien.



2



3



4

## Anwendungsfelder

Programmierbare Materialien ermöglichen die Realisierung neuartiger, technologischer Lösungen für bestehende Systeme. Durch die Reduzierung komplexer Systeme auf ein einziges Material werden verfügbare Ressourcen effizienter und nachhaltiger verwendet. Die angepasste Materialstruktur ermöglicht beispielsweise den Ersatz eines Sensorsystems, indem die innere Materialstruktur ein Limit selbstständig erkennt und anschließend ein Warnsignal auslöst (Funktionalitätsausführung). Alternativ kann ein Material realisiert werden, welches wegabhängig beim Erreichen eines definierten Deformations-zustandes seine Steifigkeit ändert (if-then-else Beziehung) oder nach Durchlaufen einer zyklischen Belastung eine Funktionalität initiiert (Schleifen-Realisierung).

Auch das Abspeichern von Zuständen kann durch ein programmiertes Material realisiert werden, indem eine Bi-Stabilität in der Struktur diese Zustände abrufbar macht (Zustandserhalt).

## Abgrenzung zu Smart Materials

Ein Smart Material hat die Fähigkeit auf eine äußere Anregung mit einer Eigenschaft zu reagieren. Ein programmierbares Material dagegen hat die Fähigkeit auf einen Trigger lokal unterschiedlich zu reagieren und besitzt eine reversible Funktionalität.

## Aufgabengebiet Fraunhofer ICT

Wir untersuchen im Rahmen des Forschungsclusters den Themenschwerpunkt Fertigung und Skalierung. Durch die Vielseitigkeit eines programmierbaren Materials muss die Funktionalität schon innerhalb der Herstellung berücksichtigt werden, um langfristig die großserienfähige Herstellbarkeit zu gewährleisten. Auch die Skalierbarkeit in große oder kleine Dimensionen kann, abhängig von der Anwendung für die Herstellung relevant werden. Zur Umsetzung und Herstellung von programmierbaren Materialien bieten wir Grundlagenuntersuchungen und Machbarkeitsstudien an.

## Beteiligte Fraunhofer-Institute

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)

## Weitere Infos

Finden Sie auf den Webseiten des Clusters:

- <https://www.fraunhofer.de/de/institute/institute-einrichtungen-deutschland/cluster-of-excellence/programmable-materials.html>
- <https://cpm.fraunhofer.de/>

- 2 *Mechanische Einheitszellen.*
- 3 *Schaumförmige Einheitszellen.*
- 4 *3D-gedruckte Pressform der Faltstruktur.*