

# Programmierbare Materialien revolutionieren Produktdesign

Forschung verleiht Werkstoffen neue außergewöhnliche Fähigkeiten. Dafür sorgt seit 2018 das Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM. Ein siebenköpfiges Team um PD Dr. Heiko Andrä, stellvertretender Abteilungsleiter »Strömungs- und Materialsimulation«, liefert die passende Mathematik und stellt Simulationsexpertise aus dem Fraunhofer ITWM.

Sportschuhe mit einer eingebauten Dämpfung, die sich je nach Belag automatisch an den Untergrund anpasst – ob Waldboden oder Asphalt. Autositze, die sich an die Körperspannung anschmiegen oder Außenbauteile, die schnell beim Crash auf Fußgänger weich werden. Klingt nach Zukunftsmusik? Um nichts Geringeres als die Zukunft neuer Materialien geht es im Cluster.

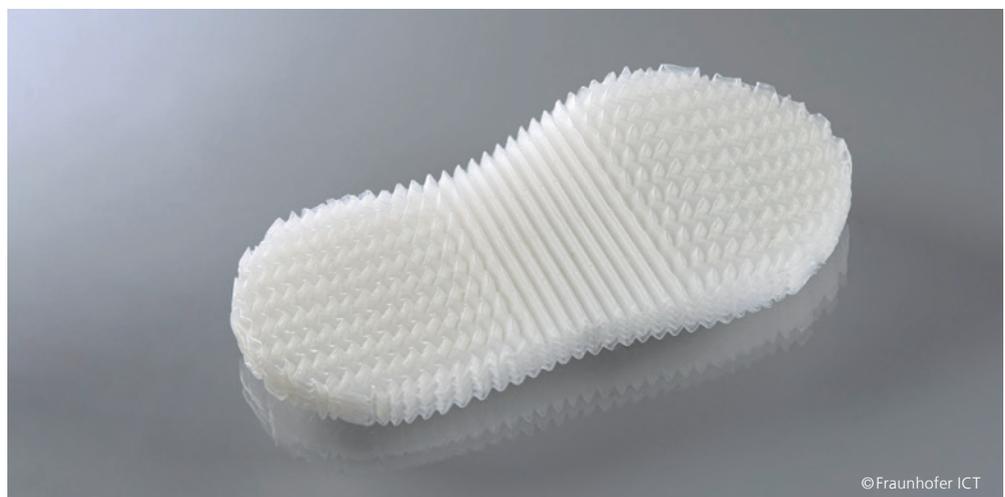
Im Fraunhofer CPM werden die Kompetenzen verschiedener Fraunhofer-Institute gebündelt und an verschiedenen Projekten zum Thema »Programmierbare Materialien« gearbeitet. Nach vier Jahren ist die erste Förderphase beendet. Seitdem ist viel passiert, auch beim ITWM-Team.

## Die inneren Werte zählen

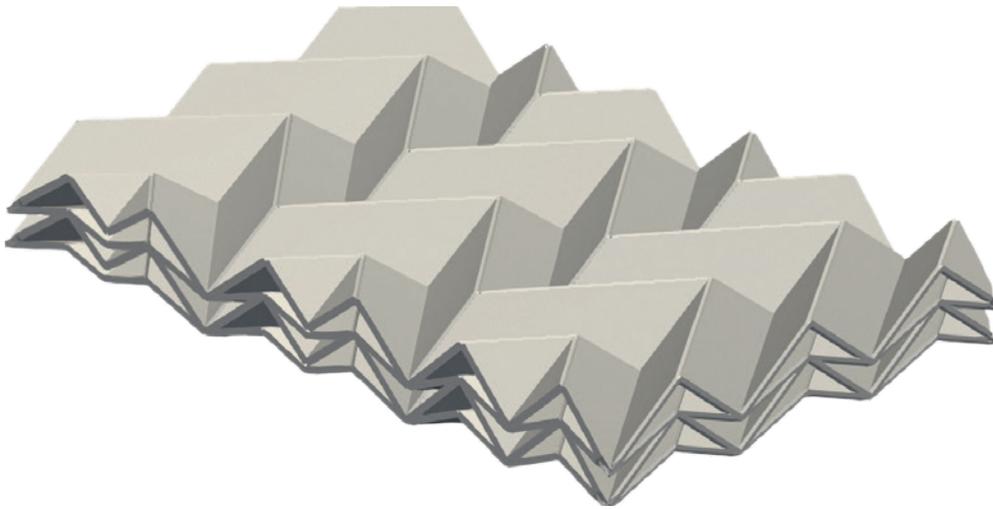
Neue Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck machen es möglich, gezielt programmierbare Strukturen im Mikrometerbereich herzustellen, die vorher am Computer entwickelt wurden.

Bei »Programmierbaren Materialien« kommt es auf die innere Struktur an, durch sie können Eigenschaften gezielt kontrolliert werden und der Werkstoff sich reversibel ändern. Im Inneren bestehen sie aus einer dreidimensionalen Anordnung von vielen kleinen Einzelzellen. Diese dienen als Basiselemente, werden auch Einheitszellen genannt und fügen sich zu Gittern zusammen. Bei der Entwicklung orientieren sich die Forschenden an der Natur. Denn genau

*Die Zukunft der Werkstoffe:  
Produktdesign einer Kunststoffsohle aus Programmierbarem Material*



©Fraunhofer ICT



*Origami-Mathematik: Die Einzelzellen sind gefaltete Elemente aus Kunststoff-Folien.*

wie dort hat jede Zelle nicht nur eine eigene Struktur, sondern auch Eigenschaften und Funktionen, die das Material im Ganzen ausmachen. Die Anordnung tausender Zellen bietet Optionen zur Gestaltung neuartiger Werkstoffe mit einem örtlichen Verhalten, das sich an äußere Bedingungen anpasst. Das Besondere der Materialien: Sie reagieren auf gezielte Trigger von außen. Solche Schaltauslöser sind z. B. Temperatur, Last oder Feuchtigkeit. Doch was haben Unternehmen von dieser Entwicklung?

### Softwaretools machen Entwicklungen reif für die Industrie

»In unserer Idealvorstellung kommt ein:e Ingenieur:in mit bestimmten Wunschfunktionen des Produktes auf uns zu und unsere Tools helfen, eine Kombination aus Einheitszellen zu finden, so dass das aus Einheitszellen zusammengesetzte Material die gewünschten Funktion erfüllt«, erklärt Andrä. »Dazu sind im Cluster die Softwaretools ProgMatDesign und ProgMatSim entstanden, die durch Auswahl und Anordnung der Zellen virtuelles Experimentieren ermöglichen.«

Mithilfe von Optimierungsmethoden wird jede einzelne Stelle im Bauteil mit unterschiedlichen Parametern versehen und moderne mathematische Algorithmen sind gefragt. Als Schnittstelle stellen die Forschenden eine grafische Oberfläche (ProgMatDesign) für die Konstruktion der Materialien bereit – die Nutzung ist einfacher

als ein CAD-Programm in der Architektur. »Außerdem bauen wir eine Datenbank auf, in der alle Informationen zu Einheitszellen zu finden sind, quasi die Rohlinge zum Bau des Materials. Mithilfe unserer selbstentwickelten Tools ProgMatSim werden Strukturen berechnet, die direkt als Eingabe für den 3D-Druck genutzt werden.« Anschließend druckt und prüft ein Team das fertige Material und es wird neu gerechnet. »Denn ganz so ideal wie in den digitalen Zwillingen ist das in der Praxis am 3D-Drucker noch nicht realisierbar. Das Material verzieht sich manchmal oder es gibt andere Störaspekte, die beim virtuellen Zwilling nicht auftauchen,« so Andrä. Aber der Mathematiker ist zuversichtlich.

### Mathematische Origami-Kunst

Aktuell legt das Fraunhofer CPM wissenschaftliche Grundlagen und identifiziert Anwendungspotenziale. Dabei entsteht in institutsübergreifenden Teams auch wahre Materialkunst, wie die Origami-Materialien, die eine gewünschte Form annehmen, wenn man an ihnen zieht. Die Einzelzellen sind gefaltete Elemente aus Kunststoff-Folien. In seiner Promotion berechnet Tobias Lichti mit Unterstützung des Fraunhofer ICT und IWM die optimale Größe der Falte für jede Zelle, damit das Origami-Material schließlich die Wunschform annimmt. Das wäre ohne Mathematik nicht möglich – am Ende sind die Faltstrukturen hoffentlich mindestens so nützlich wie formschön.

### Kontakt

PD Dr. Heiko Andrä  
Themenfokussprecher »Programmierbare Formänderung und Mechanik«  
im Fraunhofer CPM  
Telefon +49 631 31600-4470  
heiko.andrae@itwm.fraunhofer.de

