

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

29. Oktober 2025 || Seite 1 | 5

Ästhetische Handprothetik: Multistabiler Finger aus programmierbarem Metamaterial ermöglicht vereinfachten Prothesenbau

Im Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM haben Forschende ein multistabiles Fingergelenk für eine Handprothese entwickelt, welches vier stabile Verformungszustände annehmen kann. Die Fraunhofer-Institute LBF, IWM, ITWM und IAP arbeiten im Projekt »ProFi« zusammen, um die bisherige mehrteilige und verschraubte Lösung durch ein einzelnes programmierbares Metamaterial zu ersetzen, was den Montageaufwand erheblich reduziert. Diese passive, günstige Handprothese bietet zwei Gelenke, die eine Beugung um eine Achse erlauben und verschiedene Fingerstellungen fixieren kann. Ein großer Fortschritt für Handprothesennutzer, die Wert auf Ästhetik und Funktionalität legen.

Passive Handprothesen mit gelenkigen Fingern sind wegen der geringen Kosten attraktiv für den Endnutzer. Im Rahmen des Projekts »ProFi« (Programmierbarer Multistabiler Finger) hat ein Fraunhofer-Forscherteam einen Finger für Handprothesen konzipiert, der die herkömmlichen mehrteiligen und verschraubten Lösungen durch ein einzelnes, leicht anpassbares multistabiles Metamaterial ersetzt. Ziel war es, die Montage zu vereinfachen und gleichzeitig die Funktionalität zu erhöhen. Der Finger kann in vier Positionen in 30°-Schritten fixiert werden.

Ästhetische Handprothese durch programmierbare Metamaterialien

Die am Fraunhofer LBF entwickelte Gelenkstruktur basiert auf einem Metamaterial, das ursprünglich für den Ellenbogenersatz konzipiert wurde und nur die Biegung um eine Achse ermöglicht, während die anderen Freiheitsgrade möglichst steif sind. Die Übertragung in einen kleineren Bauraum wurde durch spezielle Anpassungen realisiert, die eine 90°-Beugung in einem geringen Radius ermöglichen und gleichzeitig die Steifigkeit in der Beugungsrichtung minimieren. Unterstützt durch FEM-Simulationen wurde die Struktur optimiert, um Spannungen zu reduzieren und die Lebensdauer zu steigern.

Die am Fraunhofer IWM entwickelten bistabilen Einheitszellen, die in das Gelenk integriert sind, basieren auf einem Konzept, das elastische Balken verwendet, die bei Zugbelastung in einen zweiten stabilen Zustand übergehen. Zur Analyse der Bistabilität und zur Optimierung der Einheitszellen-Geometrie wird mit Unterstützung des Fraunhofer ITWM die Software »ProgMatCode« eingesetzt. Die Kombination aus

Redaktion

Anke Zeidler-Finsel | Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF | Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz |
Bartningstraße 47 | 64289 Darmstadt | www.lbf.fraunhofer.de | anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de | Telefon +49 6151 705-268

Gelenkstruktur und mehreren bistabilen Einheitszellen ergibt das multistabile Fingergelenk. Am Fraunhofer IAP wurde ein Finger mit zwei Gelenken aus einem Bauteil additiv gefertigt, sodass weiterhin eine individuelle Außenkontur möglich ist, aber der Montageaufwand entfällt.

Das Gelenk kann in der Orthetik und als Greifsystem in der Automatisierungstechnik zum Einsatz kommen, wo es Effizienz und Sicherheit steigert.

#Bistabilität, #Programmierbare Metamaterialien, #Prothetik

Mehr zum Projekt »[ProFi](#)«

Wissenschaftlicher Kontakt:

Jannik Krohn M. Sc., +49 6151 705-627, jannik.krohn@lbf.fraunhofer.de
Dr.-Ing. William Kaal, +49 6151 705-440, william.kaal@lbf.fraunhofer.de

PRESSEINFORMATION

29. Oktober 2025 || Seite 2 | 5

Hintergrund: Was sind programmierbare Materialien und Metamaterialien?

Komplexer werdende Anforderungen an das Materialverhalten bringen die klassischen Konzepte der Materialauswahl und -auslegung an ihre Grenzen. Das Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM ist ein Zusammenschluss aus verschiedenen Fraunhofer-Instituten mit überschneidenden und sich ergänzenden Kompetenzen. Das Ziel ist die Entwicklung sogenannter »programmierbarer Metamaterialien«, die sich an Umgebungsbedingungen adaptieren, klassische Systemansätze ersetzen oder zwischen verschiedenen Eigenschaften geschaltet werden können.

Mechanische Metamaterialien bestehen aus Werkstoffen, deren makroskopischen Eigenschaften durch eine mesoskalige (μm -cm) Strukturierung aus sogenannten Einheitszellen gezielt eingestellt werden. In programmierbaren Metamaterialien ist diese Mesostruktur nicht mehr fest, sondern verändert sich unter bestimmten Randbedingungen oder durch äußere Stimulierung reversibel. Des Weiteren können geometrische Parameter in der Struktur variiert werden, um die Funktionalität eines makroskopischen Bauteils zu optimieren.

Was bieten programmierbare Materialien?

Programmierbare Materialien haben das Potential einen Paradigmenwechsel im Umgang mit und beim Gestalten von Materialien einzuleiten, da sie technische Systeme aus vielen Bauteilen und Materialien durch ein einzelnes, lokal konfiguriertes Material ersetzen. Sie ermöglichen damit kleinere Systemgrößen und reduzieren die Komplexität des Gesamtsystems sowie die Abhängigkeit von großen Infrastrukturen. Gerade in hoch technologisierten Bereichen wie der Soft-Robotik können programmierbare

Materialien helfen, die zunehmende Anfälligkeit durch komplexe Miniaturisierung wieder zu reduzieren.

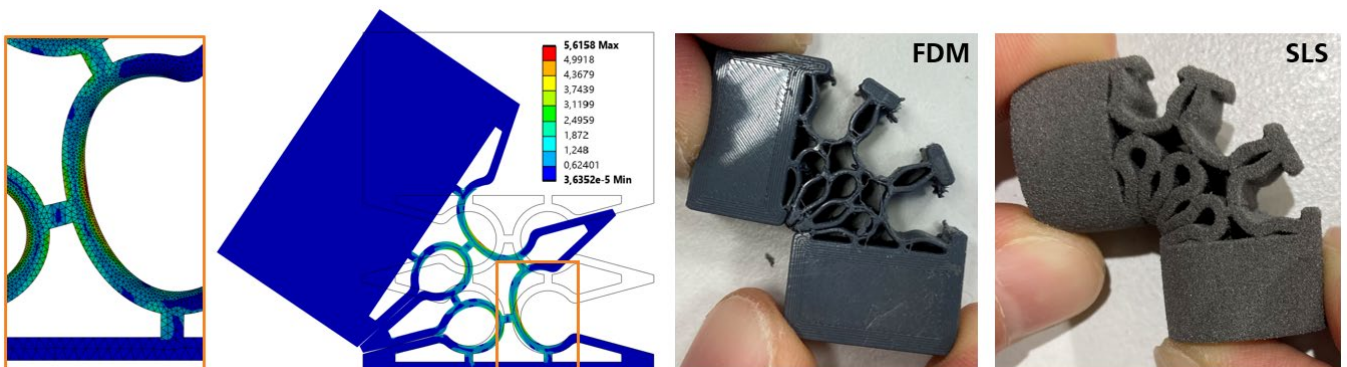
Neben der höheren Funktionsintegration und der damit verbundenen Ressourceneffizienz gestatten programmierbare Materialien in Zukunft auch gänzlich neue Funktionalitäten, die sich bisher nicht realisieren ließen. Besonders hohes Potenzial bieten sie dort, wo eine hohe Effektivität oder Komfort, ein geringer Platzbedarf oder eine hohe Individualität gefordert sind.

Das Cluster erwartet insbesondere in den Branchen Medizin- bzw. Gesundheitstechnik, Umwelttechnologie und Miniaturisierung von Technologien vielversprechende Lösungen mit programmierbaren Materialien.

Mehr zum [Fraunhofer-Cluster Programmierbare Materialien](#)

PRESSEINFORMATION

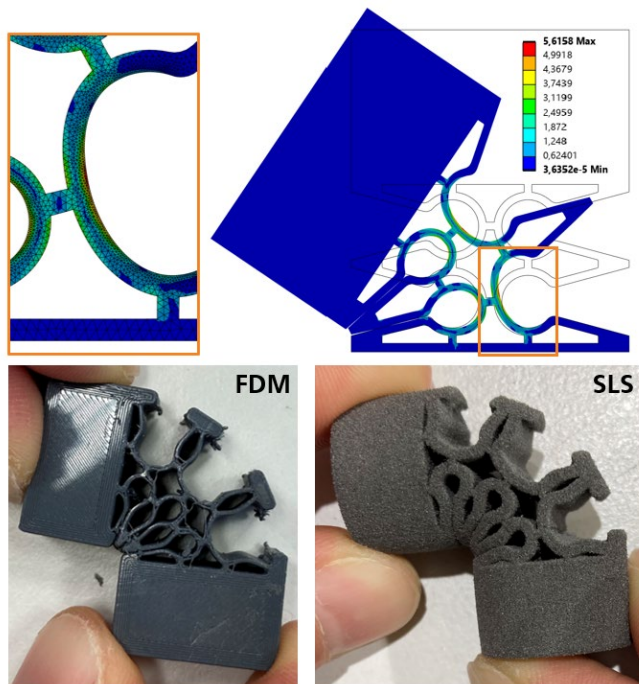
29. Oktober 2025 || Seite 3 | 5



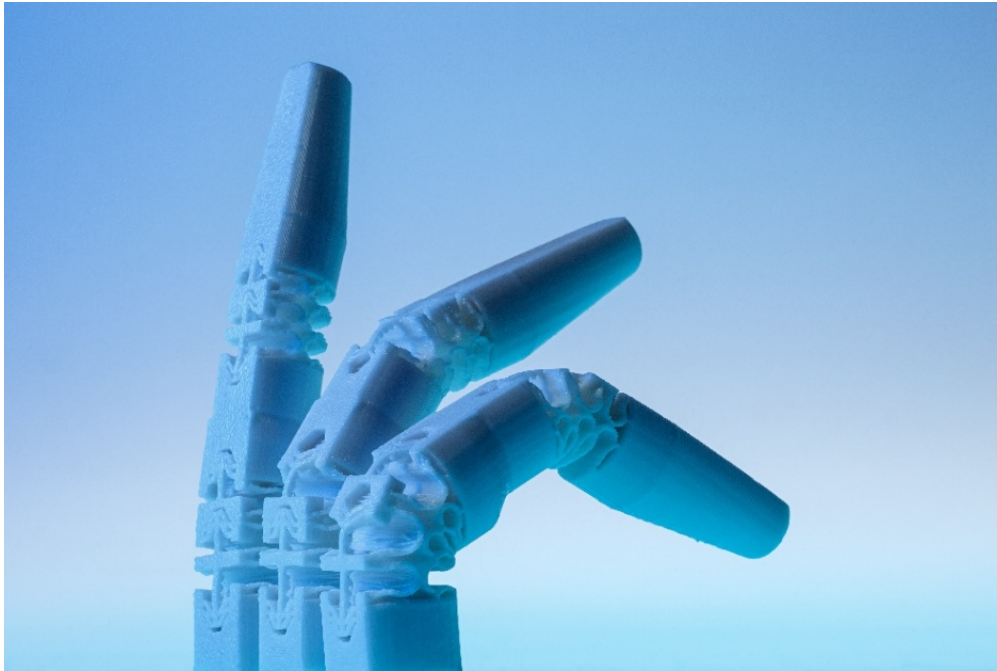
FEM-Simulation der Gelenkstruktur mit Vergleichsspannung in MPa (links) und die additiv gefertigte Struktur mittels Fused Deposition Modeling (FDM) und Selective Laser Sintering (SLS) (rechts). Grafik: Fraunhofer LBF.

PRESSEINFORMATION

29. Oktober 2025 || Seite 4 | 5



FEM-Simulation der Gelenkstruktur mit Vergleichsspannung in MPa (oben) und die additiv gefertigte Struktur mittels Fused Deposition Modeling (FDM) und Selective Laser Sintering (SLS) (unten). Grafik: Fraunhofer LBF.



PRESSEINFORMATION29. Oktober 2025 || Seite 5 | 5

Die neue Fingerprothese mit zwei Gelenken, fixiert in drei unterschiedlichen Stellungen.

Foto: Fraunhofer LBF, Raapke.

Das **Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF** in Darmstadt steht seit 1938 für Sicherheit und Zuverlässigkeit von Leichtbaustrukturen. Mit seinen Kompetenzen auf den Gebieten Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Schwingungstechnik und Polymertechnik bietet das Institut heute Lösungen für drei wichtige Querschnittsthemen der Zukunft: Systemleichtbau, Funktionsintegration und cyberphysische maschinenbauliche Systeme. Im Fokus stehen dabei Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen, wie Ressourceneffizienz und Emissionsreduktion sowie Future Mobility, wie die Elektromobilität und das autonome, vernetzte Fahren. Die Auftraggeber kommen u.a. aus dem Fahrzeugbau, der Luftfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energietechnik, der Elektrotechnik, der Medizintechnik sowie der chemischen Industrie. Sie profitieren von ausgewiesener Expertise der rund 400 Mitarbeitenden und modernster Technologie auf mehr als 17 900 Quadratmetern Labor- und Versuchsfläche. www.lbf.fraunhofer.de

Pressekontakt: Anke Zeidler-Finsel | anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de | Telefon +49 6151 705-268

Wissenschaftlicher Kontakt: Jannik Krohn M. Sc., +49 6151 705-627, jannik.krohn@lbf.fraunhofer.de
Dr.-Ing. William Kaal, +49 6151 705-440, william.kaal@lbf.fraunhofer.de
