



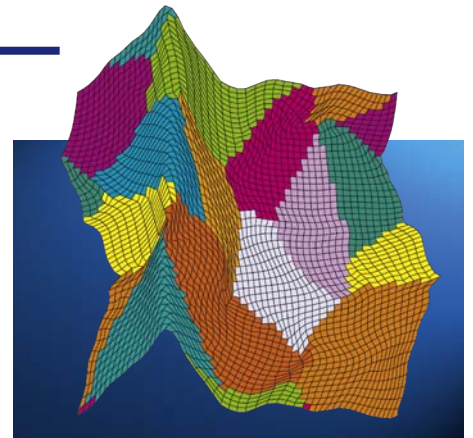
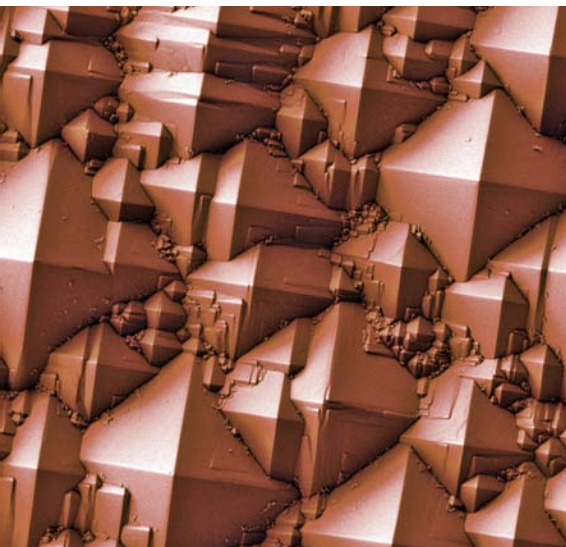
**Fraunhofer** Institut  
Werkstoffmechanik

# Jahresbericht 2007

Aktive Verbundwerkstoffe für  
peristaltische Mikropumpen

Leistungsbereich  
Verbundwerkstoffe

Dr. Bärbel Thielicke  
Wöhlerstraße 11  
79108 Freiburg  
Telefon +49(0)761/5142-192  
[baerbel.thielicke@iw.fraunhofer.de](mailto:baerbel.thielicke@iw.fraunhofer.de)



# Aktive Verbundwerkstoffe für peristaltische Mikropumpen

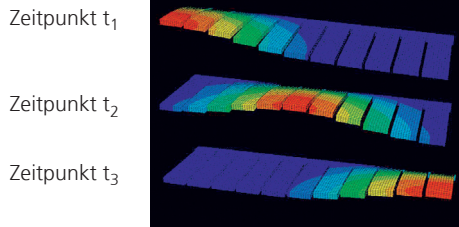


Abb. 1  
Finite-Elemente-Simulation der Verformung des Pumpenarrays, Achtel-Modell, Verformung überhöht dargestellt.

## Aufgabenstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer nach dem peristaltischen Prinzip operierenden Mikropumpe, die als Kernkomponente in implantierbaren Infusionspumpen sowie auch in Dosiereinrichtungen für Mikrofertigungsprozesse einsetzbar sein soll. Das peristaltische Prinzip weist Vorteile auf (z.B. selbstansaugend, blasentolerant, in beiden Richtungen zu betreiben, flexible Dosierbarkeit, kein Totvolumen und keine Ventile), die geringen Verschleiß, gute Durchlässigkeit von Partikeln und Luftblasen sowie einfache Sterilisierbarkeit erwarten lassen. Die Arbeiten werden vom BMBF gefördert und sollen mit einem prototypischen Funktionsmuster abgeschlossen werden.

## Vorgehensweise

Anhand numerischer Parameterstudien wurde das Aktor- und Pumpendesign konzipiert und im Zusammenspiel mit den Kooperationspartnern, deren Aufgaben in der Fertigung der Werkstoffe und Komponenten sowie im Bereich Ansteuerelektronik und Biokompatibilität liegen, optimiert. An den gefertigten Bauteilen werden fortlaufend experimentelle Untersuchungen zu Einsatzgrenzen und Lebensdauer der entwickelten Verbundmaterialien durchgeführt.

## Die Herausforderung

Für den Einsatz im menschlichen Körper müssen mit nur 60 Volt Ansteuerung ein Hub von mindestens  $20\ \mu\text{m}$  erreichbar und sehr kleine, kontinuierliche Flussraten (0,2 bis 2 ml/Tag) regelbar sein.

## Werkstoff- und Bauteildesign

Das Design basiert auf zwei seitlich miteinander verbundenen, aktiven Platten. Die peristaltische Verformung wird durch sukzessive elektrische Ansteuerung von in Reihen angeordneten piezoelektrischen Biegeelementen erzielt. Der dabei genutzte Bimorph-Biege-

Effekt ergibt sich durch einen Aktoraufbau aus passivem Faserverbund-Substrat und aktiven PZT-Schichten. Zur Entwicklung dieses Aktoraufbaus und Pumpendesigns wurden verschiedene Finite-Elemente-Modelle erstellt (s. z.B. Abbildung 1). Gezielt wurden Materialeigenschaften und -aufbau sowie Anzahl und Abmessungen der Biegeaktoren variiert, bis die geforderte Pumpen-Performance erreicht wurde. Das am Rechner optimierte Design wurde schließlich von den Projektpartnern als Versuchsmuster gefertigt.

## Qualifizierung der Werkstoffe

Die in der Peristaltikpumpe eingesetzten Werkstoffe, Verbunde und Komponenten werden am Fraunhofer IWM im Hinblick auf ihre mechanische Zuverlässigkeit geprüft. Aufgrund der kleinen Abmessungen der Bauteile wurden miniaturisierte Tests, insbesondere Zug- und Biegeversuche (s. Abbildung 2), eingerichtet und unter quasistatischer und zyklischer Belastung durchgeführt.

## Stand der Arbeiten

Mit den einzelnen Biegeelementen sowie den ersten Pumpen-Versuchsmustern wurden die vorherberechneten Biegungen erreicht und mit laseroptischen Methoden nachgewiesen. Dabei bleiben die erreichten Verformungen jeweils deutlich unterhalb der Bruchdehnungen der verwendeten Materialien.

## Leistungsbereich Verbundwerkstoffe

Die Aufgaben bestehen in der mechanischen Charakterisierung und in Lebensdauervorhersagen von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden unter Einsatzbedingungen.

## Ansprechpartner

Dr. Bärbel Thielicke

[baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de](mailto:baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de)

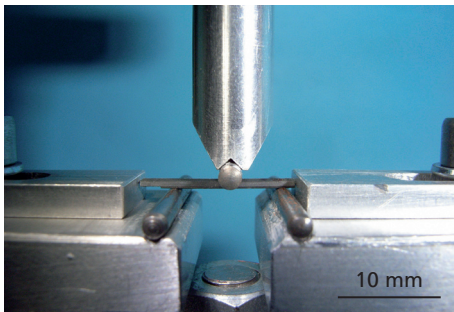


Abb. 2  
Miniaturisierte 3-Punktbiegeanordnung zur Ermittlung von Bruchdehnung und Lebensdauer der Bimorph-Elemente.