

# **TEILPROJEKT 1: Entwicklung innovativer Textilkonfigurationen zur Leistungssteigerung von linearen und volumetrischen Aktorfasern für den Einsatz in i-FEV**

CH. CHERIF in Zusammenarbeit mit S. WIEßNER; externer Betreuer: E. JAGER

## **Motivation**

Faserförmige elektroaktive Polymeraktoren (EAP) weisen für den Einsatz in interaktiven Faser-Elastomer-Verbunden (i-FEV) besondere Potentiale aufgrund ihrer Nähe zu menschlichen Muskeln und der textiltechnischen Integrationsmöglichkeit in eine Verstärkungsstruktur auf. Darüber hinaus sind die Mechanismen der Aktorik und der Sensorik in vielen Fällen nahezu identisch, so dass faserförmige oder textile Aktorstrukturen auch als strukturell kompatible Sensoren fungieren können, was die Echtzeit-Erkennung von Dehnungen, Verformungen und Degradationen ermöglicht.

## **Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten**

In der ersten Kohorte wurden gerade dielektrische Elastomer-Aktuatorfasern (DEA) entwickelt [1], währenddessen in der zweiten Kohorte ionische EAP-Aktorfasern untersucht und entwickelt wurden [2]. Die auf leitfähigen Polymeren (LP) basierten Aktorfasern erzielten bei geringen Aktivierungsspannungen von  $<1,5$  V wiederholbare, lineare Aktuationsdehnungen von etwa 1,8 % (max. 2,2 %) und Spannungen von ca. 1 MPa.

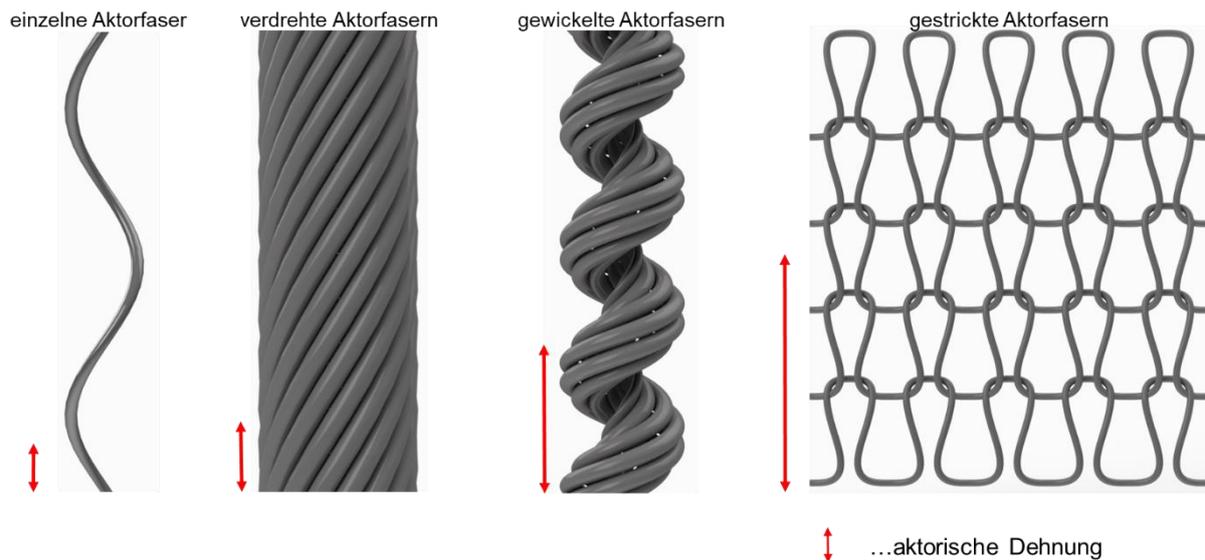
Da es sich bei der Aktuation von CP-Aktorfasern um eine volumetrische Expansion/Kontraktion in jede Raumrichtung handelt, können textile Verfahren wie z. B. Stricken oder Verdrehen und Wickeln von LP-Aktorfasern die aktorischen Eigenschaften einer einzelnen Faser um mehrere Größenordnungen erhöhen, so dass aktorische Dehnungen von  $>10$  % (max. 33 %) und Spannungen von 5 MPa erreicht werden können [3, 4]. Dies macht Aktor-Textilien auf Basis der in der zweiten Kohorte entwickelten Aktor-Fasern für den Einsatz in i-FEV äußerst vielversprechend. Eine weitere vielversprechende Aktorklasse auf Basis textiler Strukturintegration einzelner Garne sind hochverdrehte Polymeraktoren (engl: Twisted Coiled Polymer Actuators, TCPA) – Hochverdrehte Polymeraktoren), die durch thermisch aktiviert werden und hohe aktorische mechanische Eigenschaften erzielen [5].

## **Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele**

Ziel des TP 1 der Kohorte III ist die Entwicklung von faserbasierten textilen Aktoren mit besonderem Fokus auf den Zusammenhang zwischen der Struktur bzw. Morphologie des Textils und den aktorischen Eigenschaften, um diese für den Einsatz in i-FEV zu erhöhen und anzupassen.

Insbesondere werden durch die Entwicklung angepasster Spinnverfahren (inkl. der Zugabe von passenden Additiven) die mechanischen Eigenschaften der zu entwickelnden LP- oder TCPA Garne für die weitere textiltechnische Verarbeitung zur Herstellung hoch performanter textiler Aktorstrukturen maßgeschneidert eingestellt. Die textile Verarbeitung der zu entwickelnden Fasern erfolgt mittels verschiedener spezifisch angepasster Textiltechnologien, wie z. B. Flechten, Wickeln oder Stricken.

Zur Realisierung eines leistungsfähigen i-FEV wird in Kooperation mit TP 3 ein passendes Elastomer entwickelt, das als Verbundmaterial für die zu entwickelnde textile Aktor- und Sensorstrukturen dient. Ein angepasstes Regelungssystem wird in Kooperation mit den TP 9 entwickelt. Ein Modell der Aktorgarne, und -textilien sowie des iFEV wird in Kooperation mit den TP 2, 5 und 10 entwickelt.



Schematische Darstellung möglicher Textilstrukturen zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Faser- und Textilstruktur und der Leistung der Aktorstruktur mit dem Ziel, diese für den Einsatz in I-FEV zu verbessern.

## References

- [1] Grellmann, H.; Bruns, M.; Lohse, F.M.; Kruppke, I.; Nocke, A.; Cherif, C.: Development of an Elastic, Electrically Conductive Coating for TPU Filaments. *Materials*, 2021, 14: 7158, DOI: 10.3390/ma14237158
- [2] Bruns, M; Mehraeen, S; Martinez, J.G.; Mersch, J.; Kruppke, I.; Jager, E.W.H.; C. Cherif: A straightforward Approach of Wet-Spinning PEDOT: PSS Fibers for Use in all Conducting Polymer-Based Textile Actuators". *Advanced Intelligent Systems*, 2024, *under review*
- [3] Maziz, A.; Concas, A.; Khaldi, A.; Staland, J.; Persson, N.-K.; Jager, E.W.H.: Knitting and weaving artificial muscles. *Science Advances*, 2017, 3: e1600327, DOI: 10.1126/sciadv.1600327
- [4] Hu, H. et al.: Artificial Muscles Based on Coiled Conductive Polymer Yarns. *Advanced Functional Materials*, 2024, 2401685, DOI: 10.1002/adfm.202401685
- [5] Mersch, J.; Witham, N.S.; Solzbacher, F.; Gerlach, G.: Continuous textile manufacturing method for twisted coiled polymer artificial muscles. *Textile Research Journal*, 2023, 93(19-20): 4623-4638, DOI: 10.1177/0040517523118109