

## Elektrogesponnene Vliese mit gerichteten Fasern für die Sehnen- und Bänderrekonstruktion

*Sportunfälle und der demografische Wandel sorgen für eine gesteigerte Nachfrage an neuen Möglichkeiten zur Regeneration von Bändern und Sehnen. Eine Kooperation aus italienischen und deutschen Wissenschaftler\*innen forschen gemeinsam an neuen Materialien, um dieser Nachfrage gerecht zu werden. Dem Team ist es gelungen elektrogesponnene Vliese mit hochgerichteten Fasern zu generieren, die eine geeignete Basis für Ersatzmaterialien für Sehnen und Bänder darstellen. Durch die zusätzliche Plasmabehandlung des Materials konnte die Zellbesiedelung und die Ausbildung von Gewebestrukturen noch weiter verbessert werden.*

### Der Bereich Biomaterialien bei INNOVENT

Wissenschaftler\*innen der Industrieforschungseinrichtung INNOVENT e.V. arbeiten im Bereich Biomaterialien seit über 10 Jahren auf dem Gebiet des Electrospinning für medizinische Anwendungen. Die Schwerpunkte bilden die Gebiete Drug-Delivery-Systeme, Wundauflagen und Gewebeersatz. Ein Forschungsfokus liegt dabei auf der Entwicklung geeigneter Materialien für die Behandlung von Sehnen- oder Bänderupturen. Auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielt.

Durch Kombination unterschiedlicher Verfahren und Technologien wie Polymersynthese, Electrospinning und Plasmabehandlung konnten die Kompetenzen ständig ausgebaut werden. Basierend darauf wurden die Materialeigenschaften den mechanischen, biochemischen und biologischen Anforderungen für künstliche Gewebestrukturen von Sehnen und Bändern ständig weiter angepasst. In einer interdisziplinären Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Valentina Russo (Universität Teramo, Italien) ist es gelungen, anhand umfangreicher anwendungsrelevanter Untersuchungen geeignete Materialien zu finden.

### Elektrogesponnene Vliese helfen bei der Heilung

Aufgrund wachsender Zahlen an Sportunfällen und dem demographischen Wandel, der aufgrund verstärkter Gewebeabnutzung ebenfalls zu erhöhten Fallzahlen an Sehnen- und Bänderupturen beiträgt, besteht ein hoher Bedarf an geeigneten Ersatzmaterialien. Die Heilung gerissener Bänder und Sehnen ist ein schmerzhafter, langwieriger Prozess und mitunter äußerst problematisch. Oft verheilen diese Gewebe schlecht oder unter Narbenbildung, wodurch Beweglichkeit und Belastbarkeit stark eingeschränkt werden. Aus diesen Gründen wird nach innovativen Ansätzen gesucht, die die Heilungschancen verbessern und die Narbenbildung des Gewebes reduzieren. Künstliche Gewebestrukturen basierend auf elektrogesponnenen Vliesen mit gerichteten Mikrofasern sind eine Möglichkeit, diese Ziele zu erreichen und nach dem Heilungsprozess die Funktionsfähigkeit nahezu vollständig wiederherzustellen.

Mit Hilfe des Electrospinning-Prozesses lassen sich aus einer Vielzahl von Polymeren Nano- und Mikrofasern herstellen. Außerdem ist mit geeigneten Prozessparametern die Herstellung von Materialien mit gerichteten Fasern möglich (Abbildung 1). Solche gerichteten Fasern eignen sich besonders gut als Sehnen-Ersatzmaterial. Ausgehend von einem vom Körper abbaubaren Biomaterial ist es nun gelungen, Matrices mit hochgerichteten Fasern zu

#### INNOVENT e.V.

Verein zur Förderung von Innovationen  
durch Forschung, Entwicklung und  
Technologietransfer e.V.

#### Vorstand:

Dr. Bernd Grünler und Dr. Arnd Schimanski  
Amtsgericht Jena VR 230470

#### Bankverbindung:

Commerzbank AG

Konto 0342 658 000

BLZ 820 800 00

BIC DRES DE FF 827

IBAN DE28 8208 0000 0342 6580 00

Steuer-Nr. 162/142/02 542

#### Sparkasse Jena

Konto 2011

BLZ 830 530 30

BIC HELA DE F1 JEN

IBAN DE73 8305 3030 0000 0020 11

USt-IdNr. DE 161181730

generieren, die eine geeignete Basis für Ersatzmaterialien für Sehnen und Bänder darstellen.

### **Die Ergebnisse der Untersuchungen.**

Die bei INNOVENT generierten Vliesmaterialien wurden von den Forscher\*innen eingehend untersucht. Dabei stellte sich die generelle Eignung der Materialien heraus. Sowohl die mechanischen Eigenschaften als auch der Abbau des Materials entsprachen den Zielanforderungen. Weiterhin konnte in umfangreichen In-vitro-Tests die Bioverträglichkeit des Materials demonstriert werden. Insbesondere wurde gezeigt, wie sich Faserdurchmesser und die Orientierung der Fasern auf die Zelldifferenzierung, die Zellproliferation und die Zellausrichtung sowie auf die Ausbildung einer geeigneten extrazellulären Matrix auswirken. Durch eine zusätzliche Plasmabehandlung eines ausgewählten elektrogenesponnenen Materials konnte die Zellbesiedelung und die Ausbildung von Gewebestrukturen weiter verbessert werden. Dieses Material bildet die Grundlage für weiterführende Untersuchungen zur Behandlung von Bänder- bzw. Sehnenrupturen und kann in Dimensionen von 10 x 35 cm<sup>2</sup> (B x L) in unterschiedlichen Vliesstärken hergestellt werden.

Die Zusammenarbeit mündete 2020 bereits in mehreren Publikationen, wobei in der aktuellen Arbeit (M. El Khatib et al., *Molecules* 2020, 25, 3176; doi:10.3390/molecules25143176) über plasmabehandelte elektrogenesponnene Vliesmaterialien mit hochgerichteten Fasern berichtet wird. Gegenwärtig werden weitere Forschungsk Kooperationen, u. a. auch mit dem Universitätsklinikum Jena (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Britt Wildemann, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie) als potentiellm Anwender der neuen Technologie etabliert.

Die Arbeiten wurden durch das Italienische Ministerium für Bildung, Universitäten und Forschung (MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA (MIUR)), dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziell unterstützt.

Autor: Dr. Ralf Wyrwa

### **Über INNOVENT**

Die Industrieforschungseinrichtung INNOVENT e.V. analysiert, forscht und entwickelt seit über 25 Jahren in den Bereichen Oberflächentechnik, Primer und chemische Oberflächen, Magnetisch-Optische Systeme, Biomaterialien und Analytik. Das Institut aus Jena beschäftigt etwa 130 Mitarbeiter, leitet verschiedene Netzwerke und führt bundesweit Fachtagungen durch. INNOVENT ist Gründungsmitglied der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse.

### **Kontakt:**

INNOVENT e.V. Technologienentwicklung Jena  
Prüssingstraße 27B  
07745 Jena

Marketing und Öffentlichkeitsarbeit:  
Stephan Stern  
E-Mail: ss1@innovent-jena.de

Bereich Biomaterialien:  
Dr. Ralf Wyrwa  
E-Mail: rw1@innovent-jena.de

**Bilder:**



**Abb. 1:** Elektrogesponnenes Vlies mit gerichteten Polymerfasern