

## Künstliche Sehnen aus Bikomponentfasern

**Nicht nur Organe können transplantiert werden, auch an anderer Stelle ist manchmal ein Ersatz nötig – so zum Beispiel bei Sehnen. Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachbereichen beschäftigen sich bei der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) in St. Gallen mit der Entwicklung von künstlichen Sehnen zur chirurgischen Anwendung. Eingesetzt werden dabei Bikomponentfasern, die eine hohe Abbaurate im Körper auszeichnet.**

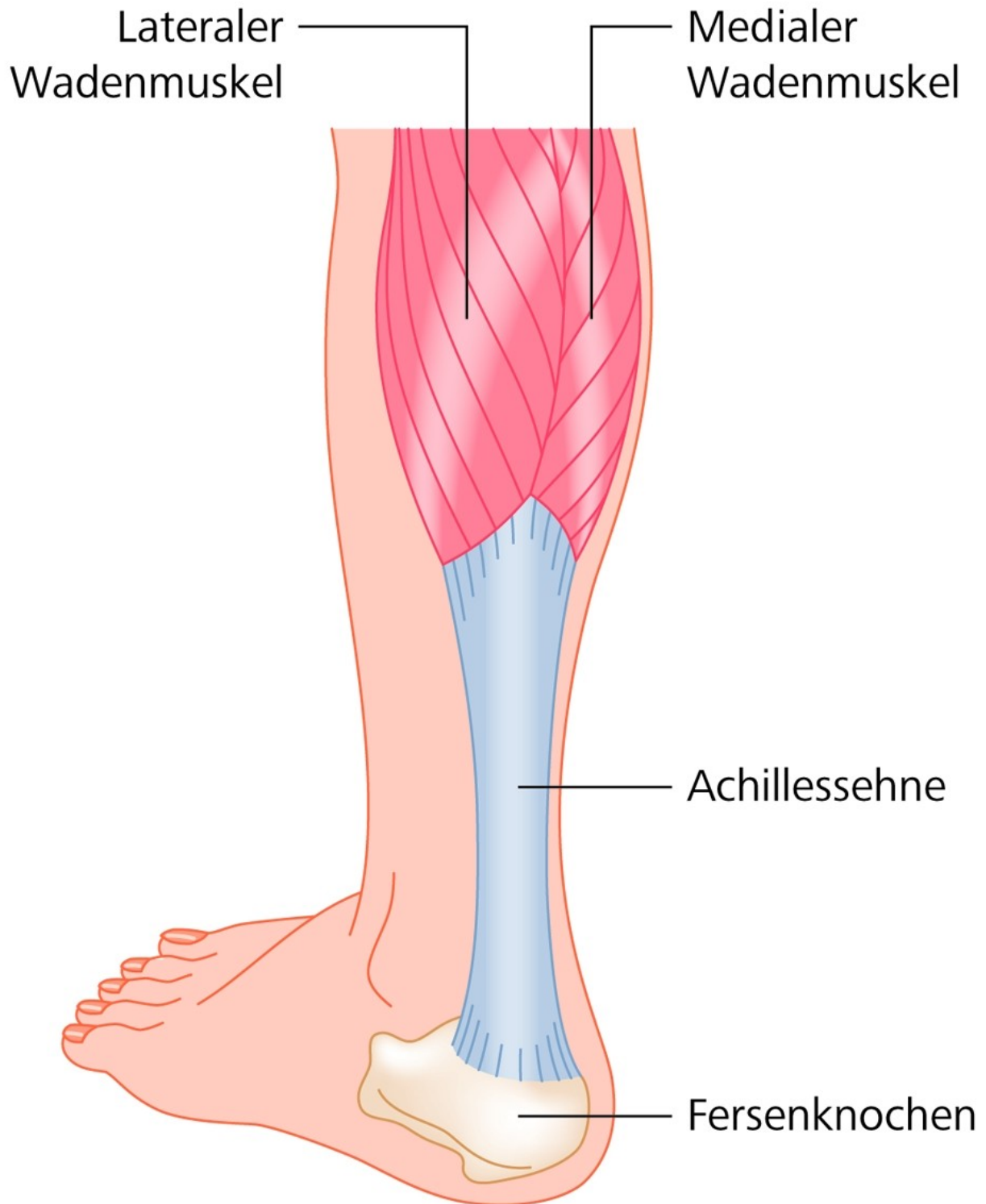
Das Ziel ist es, eine künstliche Sehne zu entwickeln, die als Platzhalter für eine natürlich nachwachsende Sehne dient, das Nachwachsen der neuen Sehne begünstigt und sich nach einem bestimmten Zeitraum im Körper selbst zersetzt. Die Eigenschaften der künstlichen Sehnen wie beispielsweise deren Reißfestigkeit sollen der natürlichen Sehne möglichst ähnlich sein. Dazu wurden Achillessehnen von Schafen verschiedenen mechanischen Tests unterzogen, um die Zielerfordernungen für die Entwicklung der künstlichen Sehne zu bestimmen.

### Kleine Helfer auf dem Weg zur Gesundheit: Bakterien

Auf dem Weg zur perfekten künstlichen Sehne spielen Bakterien der tiefsten Biosicherheitsklasse eine bedeutende Rolle: *Cupriavidus necator* und *Pseudomonas putida*. Denn die Sehnen werden aus Bikomponentfasern hergestellt. Diese Bikomponentfasern bestehen aus Polymeren, die durch die genannten Bakterien produziert werden. „*Cupriavidus necator* ist vor allem für die Herstellung thermoplastischer Polyhydroxyalkanoate geeignet, während *Pseudomonas putida* auch funktionale Elemente herstellen kann, die für Matrixfunktionen geeignet sind“, kommentiert Dr. Manfred Zinn, der Projektleiter und Leiter der Gruppe Biomaterialien an der Empa in St. Gallen.

Die Bikomponentfaser besteht aus zwei Komponenten: aus Poly-3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate (PHBV) im Kern und aus L-Polylactid (PLLA) als Mantel. Die Kombination dieser beiden Stoffe ermöglicht die Steuerung der Materialeigenschaften der künstlichen Sehne, vor allem der Abbaurate im Körper. „PLLA wird schneller abgebaut als PHBV, so dass durch eine unterschiedliche Wahl der Gewichtsanteile die Abbaurate im Körper sehr präzise gesteuert werden kann“, so Dr. Manfred Zinn. Im Gegensatz zu den meisten anderen Fällen ist bei Sehnen meistens eine Verweildauer von mindestens sechs Monaten üblich.

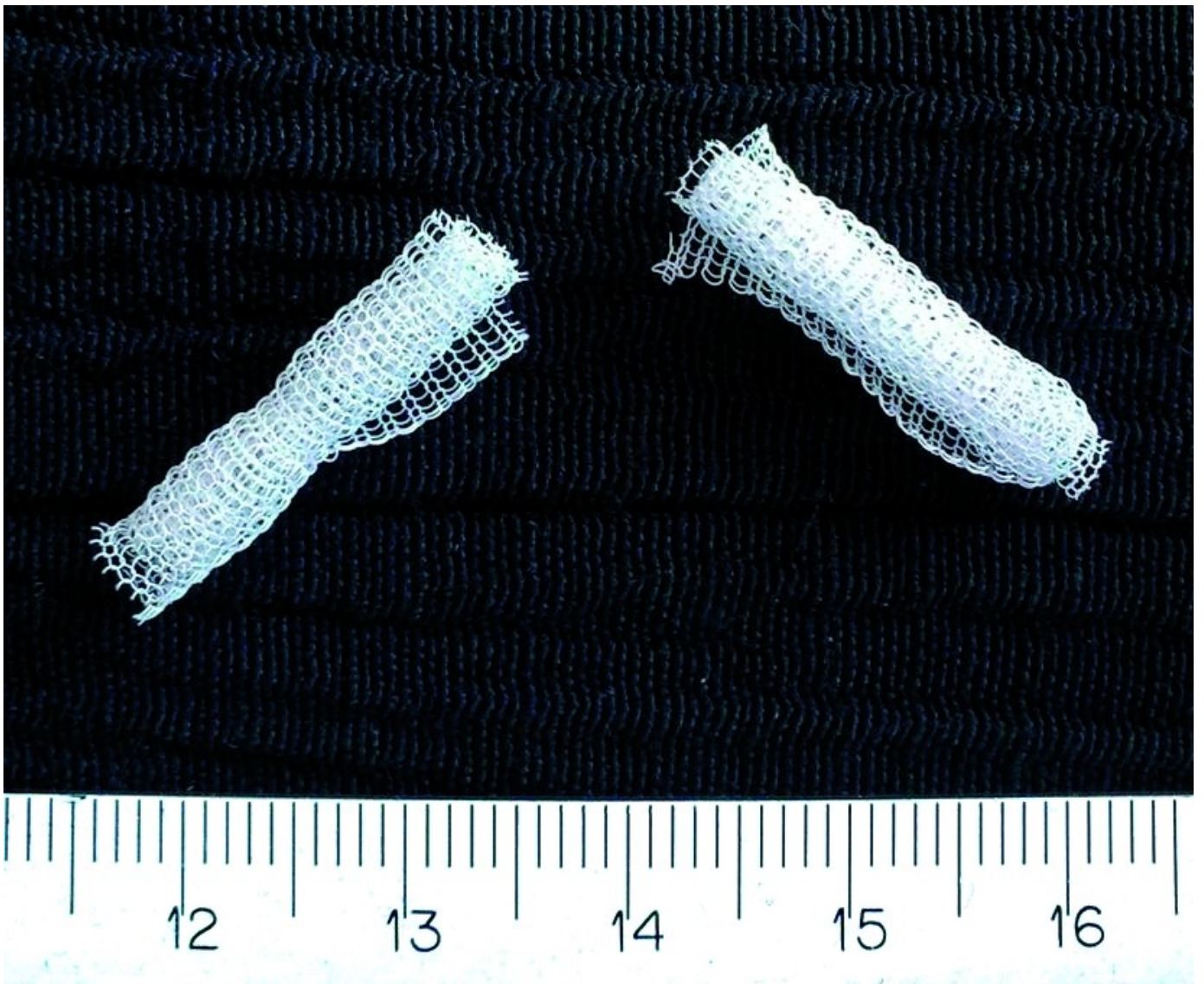
Hergestellt werden die Sehnen dann durch das Verschmelzen der durch die Bakterien erzeugten Biopolymere in der Schmelzspinnanlage der Empa-Abteilung „Advanced Fibers“. Die dadurch erreichte offenporige Struktur der Filamente ermöglicht das Durchwachsen des Sehngewebes und damit ein besseres Nachwachsen der natürlichen Sehne.



Unterschenkel und Fuß eines Menschen  
© Empa - Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

Reinheit – oberstes Gebot bei der Produktion von medizinischen Implantaten

Ein wichtiges Merkmal von Implantaten jeglicher Art ist die Biokompatibilität. Die Biokompatibilität



Die Biopolymere werden in der Schmelzspinnanlage zu Fasern gesponnen und anschließend zu Textilien gewirkt.  
© Empa - Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

gibt an, ob ein Material für medizinische Anwendungen eingesetzt werden kann. „Für Implantate wird von der Food and Drug Administration (FDA) der USA ein Limit von weniger als zwanzig Endotoxineinheiten pro Implantat verlangt“, so Dr. Manfred Zinn. Um das geforderte Limit zu unterschreiten, waren mehrere Schritte notwendig.

Zum einen wurde mit Hilfe eines speziellen LAL-Bioassays, der die Gerinnung des Blutes von Pfeilschwanzkrebse misst, die Menge der Endotoxineinheiten gemessen. Zum anderen wurden Tests mit In-vitro-Kulturen sowie Tierversuche durchgeführt. „Versuche mit Ratten lassen auf eine sehr gute Biokompatibilität schließen. Dadurch konnten wichtige Informationen über Anhaftung und Akzeptanz von Zellen auf der Materialoberfläche gewonnen werden“, berichtet Dr. Manfred Zinn. Außerdem war es nötig, ein neues Aufreinigungsverfahren für die Polyhydroxyalkanoate zu entwickeln, um Verunreinigungen während des bakteriellen Herstellungsprozesses zu vermeiden. Als Ergebnis dieser Anstrengungen konnte eine Reinheit von weniger als zwanzig Endotoxineinheiten pro Gramm Implantat erreicht und damit die Reinheitsanforderungen der FDA erfüllt werden.

Auch die mechanischen Anforderungen an die künstliche Sehne wurden erfüllt. So wurden unter anderem Elastizität, Dehnbarkeit und Reißfestigkeit der Sehne mit einem positiven Ergebnis getestet: Sie stehen natürlichen Sehnen in keinem der Punkte nach.



Dr. Manfred Zinn forscht an der Empa in St. Gallen.  
© Empa - Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

## Interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht den Fortschritt

Bei der Entwicklung der künstlichen Sehnen waren Forscher aus vielen verschiedenen Disziplinen beteiligt, Biologen, Ingenieure, Medizinfachleute und natürlich Materialwissenschaftler. „Die größte Hürde für diese stark interdisziplinäre Zusammenarbeit war zu Beginn das Entwickeln einer gemeinsamen Sprache“, meint Dr. Manfred Zinn. Vor allem die vielen medizinischen Fachbegriffe und deren Anwendung stellte für die Empa-Forscher eine Herausforderung dar. Polymerchemiker, Materialingenieure und Zellbiologen mussten sich plötzlich mit fachfremden Anforderungen wie zum Beispiel dem Umgang mit der Sterilität von Materialien beschäftigen. Doch nachdem diese Herausforderungen gemeistert waren, konnte das Projekt erfolgreich zu Ende geführt und mit der Arbeit an Folgeprojekten begonnen werden.

04.07.2011  
Philip Allinger  
BioLAGO  
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

---

## Weitere Informationen

Dr. Manfred Zinn  
Empa  
Biomaterials  
Lerchenfeldstr. 5  
CH - 9014 St. Gallen  
E-Mail: Manfred.Zinn(at)empa.ch  
Tel.: +41 58 765 76 98

---

## Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Implantate von morgen: bioaktiv, korrosionsresistent und antibakteriell



Materials Science & Technology