



Nach Jahrzehnten der Transplantationspraxis rückt das Ziel, neue Organe aus körpereigenen Zellen zu züchten, näher. Einige Organe auf Basis von Tissue Engineering und mit patienteneigenen Zellen besiedelte Implantate haben es bis zum Tierversuch und sogar in die Klinik geschafft. „Wir alle sind eigentlich textile Produkte“, sagt Prof. Dr. med. Stefan Jockenhövel mit Blick auf die Bedeutung der biologischen Faserstrukturen für die biomechanische Stabilität des menschlichen Körpers. Der Experte von der RWTH Aachen ist Herzchirurg und Textilforscher zugleich; die Entwicklung von faserverstärkten Herzklappen zählen zu den weltweit beachteten Projekten seines Teams.

Textilinstitute arbeiten mit Medizinern

Jockenhövels Brückenprofessur mit Standbeinen in der Medizin und den technischen Textilien weist darauf hin, dass die Textilforschung, insbesondere die Schaffung neuer Materialien aus faserbasierten Werkstoffe, an Bedeutung gewinnt. Die 16 deutschen Textilforschungsinstitute nehmen dabei über die europäischen Grenzen hinaus eine führende Rolle ein. „Wir spielen in der internationalen Liga ganz weit vorn mit“, bestä-

Textilforschung

Viele Impulse für die Medizin

Bei der Entwicklung von biologisierten Implantaten erweist sich die Textilforschung als hilfreich. Beispiele sind Stents mit textilem Grundgerüst oder die textilbasierte tissue-engineerte Mitralklappe. Zu Besuch in Aachen, Bönningheim und Dresden

Herzklappen-Bioreaktor: Stefan Jockenhövel (links) treibt die Entwicklung zellbesiedelter Implantate auf textiler Grundlage voran.

tigt Prof. Dr. med. Dirk Höfer, Direktor der Abteilung Hygiene, Umwelt & Medizin in den Hohenstein Instituten in Bönningheim.

Dr. Klaus Jansen, Geschäftsführer des Forschungskuratoriums Textil e.V. (FKT), verweist auf die Vielzahl von textilen Medizinprodukten und -ideen, die aus dem Institut für Textil- und Verfahrenstechnik in Denkendorf, Deutschlands größtem Textilforschungszentrum, stammen: Gefäßprothesen und Stents sind ebenso darunter wie die Nervenleitschiene, ein Knorpelersatz für Ohrmuscheln auf textiler Basis und ein textile Haut für die Nachbehandlung von Brandwunden. Die Impulse, die die Medizin aus der Textilforschung gewinnt, sind vielfältig und zahlreich.

Das FKT-Strategiepapier „Perspektiven 2025“ formuliert für die nächsten zwei Jahrzehnte den Forschungsbedarf auch für die Schnittstelle zwischen Fasern und Regenerationsmedizin. Zum Stichwort Implantate wird die medizintextile Forschung auf die „Entwicklung von Knochen-, Bänder- und Sehnersatz sowie von Nervenfasern auf Basis textiler Strukturen“ hervorgehoben. Darüber hinaus wird die „Stammzellenzüchtung auf textilen Trägermaterialien“ unter anderem für leicht transplantierbaren Hautersatz sowie für endoskoptaugliche Implantate genannt. Schwerpunktmäßig gelte es, Gewebestrukturen für das Tissue Engineering als Grundlage für die Züchtung von künstlichen Organen und menschlichen „Ersatzteilen“ zu entwickeln.

Ein Forschungsthema in den medizintextilen Laboren zum Beispiel in Dresden und Bönningheim an dem gemeinsam mit benachbarten Kliniken und mittelständischen Industriepartnern gearbeitet wird, ist die Vitalisierung beziehungsweise Biologisierung von Scaffolds aus textilen Trägermaterialien. Dr.-Ing. Dilibaier Aibibu, die am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der Technischen Uni-



Foto: Peter Wilmshy

Vitale Stents: Kathrin Kurtenbach (ITA) bei der optischen Untersuchung eines geflochtenen vitalen Luftröhrenstents, der im Rahmen des europäischen Projektes „PulmoStent“ zur Behandlung von Lungenkrebs entwickelt wird.

versität Dresden die Forschungsgruppe Bio- und Medizintextilien leitet, gibt Einblicke in eine neue Methodik zur Knorpeldefektbehandlung.

Regenerationsstrategien für Knochenknorpel

Basis für die Innovation ist hochreines und damit für medizinische Zwecke geeignetes Chitosan – eine biologische Faser aus Naturstoff, die in Dresden nach eigenem Verfahren aus Krabenschalen zu einem Garn mit definierten Eigenschaften versponnen wird. Daraus entstehen für das anschließende Tissue Engineering von Gelenknorpel in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Translationale Knochen-, Gelenk- und Weichgewebeforschung am Universitätsklinikum Dresden biologisch abbaubare, deformationsstabile und zudem druckelastische 3-D-Flockcaffolds. Das zugrundeliegende NSN-Verfahren (Net-Shape-Nonvoven) wurde zum Patent angemeldet und zielt darauf ab, der Regenerationsmedizin geeignete Zellträgermaterialien zur Wiederherstellung des durch Unfall oder Krankheit zerstörten Gewebes bereitzustellen.

„Das Verfahren ist nicht nur für den Ersatz von Knochenknorpel, sondern auch für die Kieferorthopädie interessant“, erläutert Aibibu.

Auf patienteneigene, adulte Stammzellen für das personalisierte Tissue Engineering setzt das Kompetenzteam um Prof. Höfer, wenn es um das „Auffüllen“ des Weichteilapparates nach größeren Verletzungen geht. Ähnlich wie in Dresden werden in Bönningheim zunächst Scaffolds aus Biopolymerfasern erzeugt. Im Folgeschritt wird das faserbasierte Trägergerüst mit Stammzellen besiedelt. Nach 13 Tagen beginnen sich die multipotenten humanen Zellen in transplantierfähiges Fettgewebe umzuwandeln, das künftig zum Beispiel nach Tumoroperationen als „Verbau- und Verschiebematerial“ Anwendung finden soll. Derzeit, so Höfer, liefern an der Universität Bochum entsprechende Tierversuche. Als Ergebnis steht inzwischen fest: Aus Stammzellen lassen sich auf textiler Grundlage und in vitro nicht nur Fett-, sondern auch Muskel- und Knorpelzellen züchten.

Seitdem in der Mitte des vorigen Jahrhunderts entdeckt wurde, dass humanes Bindegewebe durch Textilstrukturen hindurch wachsen kann und sich dabei Zellen anlagern und ausprägen können, wird an textilen Materialien für den Gewebersatz geforscht. Dabei kommt dem Fasermaterial zugute, dass die Natur im menschlichen Körper mit Collagen oder Fibrin ähnlich ausgeprägte biologische Strukturen mit wiederum ähnlichen physiologischen und mechanischen Eigenschaften ausgeprägt hat. Daher werden neuartige Faserverbundmaterialien für starke mechanische Beanspruchungen in der Regenerationsmedizin intensiv erforscht.

Sie sollen, darin sind sich die Experten einig, vor allem biotolerant sein und im Körper ohne Abstoßungsprozesse und Zerfallsprodukte verbleiben können. Ein wesentlicher Faktor für die Biotoleranz ist die Fähigkeit der mit Stammzellen biologisierten Im-

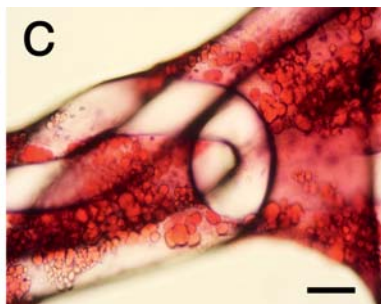
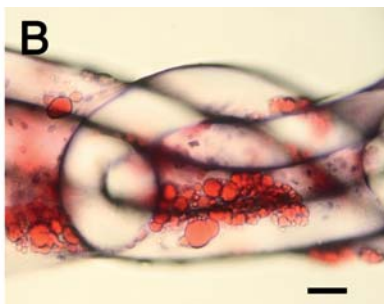
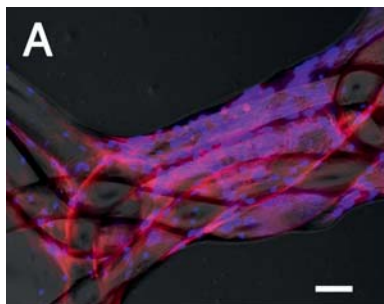


Foto: Hohenstein Institute

Fettzellen: Wissenschaftler aus Bönningheim arbeiten an transplantierbaren Fettzellen, die zuvor mit humanen Stammzellen besiedelt wurden.

plantate, die Neubildung von Blutgefäßen zu fördern. Mit dieser Frage beschäftigt sich das Team um Höfer bereits seit Jahren. Es gelang, dafür eine tierversuchsfreie Ersatzmethode zu entwickeln. Dabei werden Textilfasern mit mesenchymalen Stammzellen, die sich in Knochen-, Knorpel- und Fettgewebe umwandeln können, besiedelt und anschließend auf die mit Blutgefäßen durchzogene Membran eines sechs Tage alten bebrüteten Hühnerreis gegeben.

Bronchialstents mit textilem Grundgerüst

In der Biomedizintechnik entstehen darüber hinaus unter anderem am Universitätsstandort Aachen in interdisziplinärer Zusammenarbeit Biomaterialien und Medizinprodukte auf Polymerbasis, darunter Gefäßprothesen und spezielle Bronchialstents mit textilem Grundgerüst. Sie sollen Lungenkrebspatienten im Endstadium eine bessere Atmung ohne gefährliche Verschleimung der Bronchien ermöglichen, die durch herkömmliche metallische Stents nicht zu vermeiden ist.

Das Projekt zielt darauf ab, einen personalisierten Atemwegsstent zu entwickeln, der die herkömmliche Stenttechnologie mit dem Prinzip des Tissue Engineerings kombiniert. Dabei wird die Innenseite des mehrlagigen Röhrchens mit einer „tissue-engineerten“ Zellschicht besiedelt, die auf ihrer Oberfläche zahlreiche Härchen ausbildet und so für den Abtransport

von Schleim aus der Lunge in Richtung Mund sorgt.

Jockenhövel, der mit seiner Brückenprofessur „Tissue Engineering & Textile Implants“ die Kompetenzen des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen mit denen des Instituts für Angewandte Medizintechnik verbindet, konnte vor kurzem über die erfolgreiche Implantation der ersten „PulmoStents“ bei einem Schaf berichten. „Die textilen Stentstrukturen zeigen nach drei Monaten eine deutliche Überlegenheit gegenüber lasergeschnittenen Stents“, so ein erstes Fazit.

Die Studie läuft noch bis Mitte 2015. „In etwa zwei Jahren werden wir den Lungenstent und auch unsere im Tierversuch erfolgreich ausgetesteten Gefäßprothesen erstmals klinisch einsetzen“, prognostiziert Jockenhövel. Beim PulmoStent sei es das Ziel, die Besiedlung mit patienteneigenen Zellen nicht wie bisher im Labor, sondern erst im OP zu starten. Der Mensch fungiere dann als eigener Bioreaktor.

Mit Endothelzellen besiedelter Stent

Das Konzept des PulmoStents – die Kombination eines Metallstents mit lebendem Gewebe – ist nicht nur in den Luftwegen anwendbar. Für Verengungen der Blutgefäße wurde der „BioStent“ entwickelt, der auf dem gleichen Grundprinzip beruht: Hier wird der Stent von innen mit Endothelzellen besiedelt, die auch im Kör-

per die Blutgefäße auskleiden. Damit wird garantiert, dass das im Gefäß zirkulierende Blut eine echte körpereigene Oberfläche wahrnimmt. Käme das Blut mit einer fremden Oberfläche in Kontakt, würde es gerinnen; ein gefährliches Gerinnsel könnte sich bilden.

Neben Luftröhren und Blutgefäßen wird derzeit in Aachen auch ein weiteres Organ erforscht: die Speiseröhre. Dabei ist es besonders wichtig, dass die Nahrung von der Speiseröhre aktiv in den Magen transportiert wird und dieser Vorgang durch den Stent nicht erschwert oder gar verhindert wird.

Jockenhövels Ziel, neue Impulse in der Gewebezüchtung für die Schaffung textiler Implantate zu geben, rückt auch durch die Entwicklung einer textilbasierten und ebenfalls tissue-engineerten Mitralklappe ein Stück näher. Sie soll noch in der ersten Jahreshälfte 2015 im Tierversuch getestet werden. Damit die Leistung dieser Herzklappe von der ersten Sekunde an „top“ sei, müsse sie derzeit noch immer 14 Tage vorher im Labor vorkultiviert werden. Den Traum von der mitwachsenden Herzklappe, an der bereits zwölf Jahre geforscht werde, hält Jockenhövel weiterhin für realistisch, auch wenn die Aufgabenstellung alles andere als einfach sei. In „vier bis fünf Jahren“ könne aus heutiger Sicht eine solche Herzklappe als zugelassenes Produkt implantiert werden, zeigt sich der Aachener Forscher überzeugt.

Hans-Werner Oertel