

Das gezüchtete Herz ist immer noch Vision

Biologisch hergestellte Herzklappen gibt es schon, das künstliche Organ aus Fleisch und Blut ist noch weit, meint Lutz-Peter Nolte, Direktor des «ARTORG Center for Biomedical Engineering Research». Inzwischen versucht die Medizintechnik mit biokompatiblen Materialien ein Organ zu unterstützen.

Von Bettina Jakob

Die Medizintechnik entwickelt Ersatzkörperteile: Hüft- und Gefässprothesen, Bandscheiben- und Hörimplantate, gar die künstliche Luftröhre sind Fakt: Herr Nolte, wann wird das erste künstliche Herz verpflanzt?

Hier muss man zwischen dem technologischen und biologischen Ansatz unterscheiden. Verschiedene mechanische Herzen sind schon implantiert worden, wobei der Dauereinsatz immer noch ein Problem darstellt. Ein vollständig biologisch gezüchtetes Ersatzherz liegt noch in weiter Ferne. Fasst man den Begriff «künstliche Organe» ein wenig weiter, kann man sagen, dass es sie schon lange gibt.

Wie meinen Sie das?

Das künstliche Hüftgelenk wird seit mehr als 40 Jahren erfolgreich eingesetzt. Zudem existieren verschiedene mechanische Assistenzsysteme für Organe, die einzelne Organfunktionen unterstützen oder ersetzen. Entweder dauerhaft oder temporär – bis ein Transplantat zur Verfügung steht, oder bis sich der Zustand des Organs wieder normalisiert hat.

Sie sprechen von künstlichen Systemen, die Organe in ihrer Funktion unterstützen. Aber das künstliche Organ existiert bisher nicht?

Grundsätzlich ist es möglich, eine künstliche Bauchspeicheldrüse herzustellen: Ein implantierter Glukose-Sensor misst laufend den Zuckergehalt, und eine ebenso implantierte Mikro-Pumpe gibt je nach Glukosewert Insulin in den Körper des Diabeteskranken ab. Derzeitig haben solche Glukose-Sensoren noch eine unzureichende Funktionsdauer, etwa wegen der Einkapselung der implantierten Materialien. Auch die Insulinabgabe ist mit Hilfe von auf den individuellen Patienten zugeschnittenen Programmierungen zu optimieren, erst so kann man der normalen Organfunktion möglichst nahe kommen. Dies ist unter anderem Gegenstand unserer Forschung am «ARTORG Center for Biomedical Engineering Research».

Und ein künstliches Organ aus lebenden Zellen – gibt es das?

Nein, derzeit nicht. Die biologischen Ansätze befinden sich im Forschungsstadium und sind für den klinischen Routine-Einsatz nicht bereit. Trotzdem gilt es, diese in Kombination

mit den technologischen Konzepten weiter voranzutreiben. Wir verfolgen zum Beispiel ein Projekt, das sich mit der künstlichen Bandscheibe beschäftigt. Uns interessieren auch die biologischen Abläufe, die zu einer altersbedingten Degeneration der Bandscheibe führen. Mit dieser Kenntnis wird es dann möglich, neuartige Konzepte für die Regeneration oder den Gewebersatz an den Bandscheiben anzugehen.

Sie sprechen von mechanisch-künstlich und biologisch-künstlich. Ab wann ist ein Organ künstlich?

Künstlich ist alles, was man künstlich erzeugt, und entweder handelt es sich um einen Teil- oder um einen Vollersatz eines Organs. Es ist die grosse Hoffnung, dass man eines Tages ein komplettes Organ durch ein künstliches ersetzen kann. Dabei ist es sekundär, ob diesem ein biologischer oder technologischer Ansatz zugrunde liegt.

Und der Weg zum künstlichen biologischen Organ führt, wie es scheint, erst einmal über die Entwicklung von mechanischen Ersatzteilen.

Ja. Nehmen Sie als Beispiel Kunstgelenke aus metallischen und Kunststoffmaterialien, die heute am Knie und an der Hüfte erfolgreich eingesetzt werden. Damit wird aber die komplexe natürliche Situation im menschlichen Körper nach wie vor unzureichend nachgestellt. Oftmals führt dies dazu, dass bei körperlich aktiven Patienten ein solches Kunstgelenk oft einmal oder sogar mehrfach ersetzt werden muss. Darum sollte man neben der Optimierung des mechanischen Ansatzes – durch verbesserte Materialien und Formgebungen – auch den biologischen Weg verfolgen: nämlich den degenerierten Gelenkknorpel irgendwann regenerieren oder ersetzen zu können. Das wäre ideal, doch mittelfristig nicht realistisch.

Bis dahin müssen wir uns mit Hilfssystemen, die das körpereigene Organ unterstützen, zufrieden geben.

Genau – und das können rein mechanische oder biologisch-mechanische Systeme sein, etwa solche, die im Bereich des «Tissue Engineering» entwickelt werden.

«Tissue Engineering» – die Züchtung von Gewebe. Wie funktioniert sie?

Beim «Tissue Engineering» verwendet man lebende

menschliche Zellen oder Gewebe für die Regeneration von bestimmten Körperteilen. Nehmen wir an: Wir fallen hin und verletzen unser Knie, der Knorpel wird in Mitleidenschaft gezogen und degeneriert mit der Zeit. Der Wunsch der Forschenden ist es, zum Beispiel Knorpelzellen zu entnehmen und nach der Züchtung auf geeigneten Trägermaterialien und unter Zugabe von Biomolekülen und Wachstumsfaktoren in das Gelenk einbauen zu können, um wieder funktionstüchtige Gelenkflächen zu erhalten. Trotz 20-jähriger Forschung steht eine solche Therapie leider noch nicht verlässlich zur Anwendung bereit. Die Standardtherapie ist nach wie vor das künstliche Gelenk.

Welche Therapien sind denn heute mit Gewebezüchtung möglich?

Forschung und Entwicklung in «Tissue Engineering» gibt es schon lange. Obwohl das Gebiet ein hohes Entwicklungspotential hat, sind etablierte Fertigprodukte für den Einsatz an der Patientin eher rar. Neben dem Hautersatz, der etwa bei Verbrennungen erfolgreich angewendet wird, gibt es erste Ansätze für Knorpelersatztherapien. Weitere biologische Konzepte – für künstliche Herzklappen, Blasen, Luftröhren und Gefässe – befinden sich noch im Laborstadium oder in der frühen klinischen Erprobung.

Und auf welche Organe richtet die Forschung hauptsächlich ihren Fokus?

Es gibt eigentlich keinen Bereich, der von der Forschung nicht abgedeckt wird. Konzepte und Techniken sind oft organübergreifend. Aber wie gesagt: Die meisten dieser guten Ansätze befinden sich im Forschungsstadium. Nicht alle werden zum Erfolg führen, und einige brauchen einfach Zeit. Wichtig ist: Hauptziel ist nicht immer gleich der Ersatz eines ganzen Organs, sondern die schrittweise Behandlung einzelner Organfunktionen. Gleichzeitig ist es unentbehrlich, die bestehenden, klassischen Therapien zu optimieren.

Nach dem Motto: Das Herkömmliche ist bislang gut?

Absolut. Einerseits ist es eine Revolution, wenn ich ein ganzes Organ dauerhaft ersetzen kann. Andererseits ist es von grosser Bedeutung, dass bestehende Behandlungsverfahren stetig verbessert werden, da sie den Standard für die heutige Versorgung der Patientinnen und Patienten darstellen.

Wo liegen die Schwerpunkte des ARTORG Centers?

Unser Fokus ist derzeit auf die technologische Forschung gerichtet – wir halten jedoch immer die Augen offen für kombinierte Strategien. Zurzeit konstituiert sich das ARTORG Center aus den Zentren für Wirbelsäulenforschung, Computergestützte Chirurgie und Herz-Kreislauf-forschung sowie den Forschergruppen Dialyse- und Ophthalmologische Technologien, Künstliche Hörsysteme und Numerische Biosimulationen. Vier weitere Gruppen befinden sich im Aufbau.

Das ARTORG Center deckt also ein breites Forschungsspektrum ab.

Das Konzept des Centers sieht vor, die Forschung direkt bei den klinischen Problemen anzusetzen. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Inselspital und seinen therapeutischen Fächern fokussieren wir nicht nur auf ein Organ-System. Wir setzen zudem auf Vernetzung der Forschungsgruppen, denn zum Teil ähneln sich die Ansätze bei den

verschiedenen Organen. So arbeiten wir gerade an neuartigen Zugangstechnologien für die Dialyse, deren Grundkonzept aus der Hals-, Nasen-, und Ohrenchirurgie stammt. Damit hoffen wir, einen Durchbruch zu erzielen.

Werfen Sie einen Blick auf die aktuelle Forschung. Welches Organ könnte als erstes, als in sich abgeschlossenes System, hergestellt werden?

Durch die technologische Brille betrachtet, kann dies in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren die Bauchspeicheldrüse sein, die ich schon erwähnt habe. Aber auch bei den Hör-Implantaten sind wir bereits relativ weit. Im Bereich des Auges gibt es erste elektronische Chips, die, auf der Netzhaut eingepflanzt, vielleicht ein Grundsehvermögen wiederherstellen können.

Und von der biologischen Seite her betrachtet?

Bei rein biologischen Ansätzen bin ich eher pessimistisch, dass in absehbarer Zeit ganze Organe hergestellt werden können. Man sollte jedoch technologische Lösungen mit biologischen Ansätzen kombinieren; hier versprechen wieder die Cochlea-Implantate im Ohr einiges: Nämlich dann, wenn man die Implantate mit geeigneten biologischen Beschichtungen versieht, um die Hörnerven anzuregen und damit die Cochlea-Implantat-Technik wesentlich zu verbessern. Das ist zurzeit Gegenstand der Forschung.

Kontakt: Prof. Dr. Lutz-Peter Nolte, ARTORG Center for Biomedical Engineering Research, lutz.nolte@artorg.unibe.ch

Lutz-Peter Nolte

Lutz-Peter Nolte ist Direktor des neu gegründeten «ARTORG Centers for Biomedical Engineering Research» an der Uni Bern. Der Professor für Chirurgische Technologien und Biomechanik hat ursprünglich Konstruktiven Ingenieurbau studiert und in Theoretischer Mechanik promoviert.

Nach Grundlagenforschungen im Zusammenhang mit der Berechnung komplexer Bauwerke und einem Abstecher in die Sicherheitstechnologie wechselte er durch ein persönliches Erlebnis Ende der 80er Jahre ins Gebiet der klassischen Biomechanik. 1993 wurde Nolte Leiter der Abteilung für orthopädische Biomechanik am Maurice E. Müller (MEM) Institut für Biomechanik in Bern, wo er die Verantwortung für die technologische Seite der orthopädischen Forschung übernahm. Nolte gilt als einer der Pioniere der computergestützten orthopädischen Chirurgie. Seit 2001 ist er Co-Direktor des Nationalen Forschungsschwerpunkts Co-Me (www.co-me.ch) und wurde 2003 Co-Direktor des MEM Centers. Im Zusammenhang mit der Universitätsstrategie 2012 übernahm er 2007 die Aufgabe, das neue ARTORG Center zu etablieren, für das die Universität Bern elf neue Assistenzprofessuren zur Verfügung stellt. Die medizintechnische Forschung und Entwicklung wird am ARTORG Center auf der Basis einer engen Zusammenarbeit zwischen Klinikern und Technologen der Medizintechnikindustrie und anderen Schweizer Technologie-Institutionen betrieben.

