

# Das Imperium schlägt zurück

Ein 20-jähriger Steirer, der bei einem Starkstromunfall beide Arme verloren hat, soll mit Hilfe eines gedankengesteuerten, künstlichen Arms seine Beweglichkeit wiedererlangen. Im Wiener AKH fand bereits die operative Vorbereitung für eine spätere Prothesenanpassung statt.

Von Dr. Shureen Shabpar

Denkt man darüber nach, dass sich der Begriff „Science Fiction“ aus den Wörtern Naturwissenschaft und Fiktion zusammensetzt, überrascht es vielleicht weniger, dass manche Fortschritte in der Medizin tatsächlich an Filme und Bücher erinnern, die genau in dieses Genre passen. Luke Skywalker verliert in „Star Wars Episode V“ – das Imperium schlägt zurück – im Laserschwertkampf mit Darth Vader eine Hand. Diese wird bald darauf mit einer ebenbürtigen, makellosen Prothese ersetzt. Dass sich Skywalker dafür zwischenzeitlich auf einen Operationstisch begeben musste, haben uns die Drehbuchautoren möglicherweise verheimlicht.

## Nützung elektrischer Potenziale

Eine Amputation bedeutet für die Betroffenen nicht nur eine schlagartige Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten, sondern auch eine große psychische Belastung. Dank moderner Prothesentechnik sind die Zeiten, in denen Kriegsversehrte mit künstlichen Gliedmaßen aus Holz und Leder zurechtkommen mussten, aber vorbei. Was die moderne Medizin in puncto Gliedmaßenersatz leisten kann, zeigt ein Vorhaben, das derzeit am AKH Wien stattfindet: Einem 20-jähriger Steirer, der bei einem Starkstromunfall beide Arme verloren hat, sollen sich durch einen gedankengesteuerten, künstlichen, linken Arm wieder neue Bewegungsmöglichkeiten eröffnen. Die vorbereitende Operation für dieses Vorhaben leitete Univ.-Prof. Dr. Manfred Frey, Vorstand der Abteilung für Wiederherstellungs- und plastische Chirurgie am Wiener AKH. „Diese neue Methode ist kein Experiment, sondern eine Behandlungsmöglichkeit, die für die geeignete Patientengruppe nur Vorteile und wieder ein großes Stück Lebensqualität zurückbringt“, sagt Frey. Der künstliche, bionische Arm der Firma Otto Bock Healthcare Products GmbH, mit dem der Patient versorgt werden soll, beeindruckt im Vergleich zu seinen Vorgängern mit einer viel stärkeren Annäherung an die physiologischen Bewegungsabläufe. Die moderne Technologie spannt mit sechs eingebauten Motoren und einem Miniaturcomputer eine Brücke zwischen den Gedanken des Trägers und der zweieinhalb Kilogramm leichten Prothese.

## Vorbereitende Nerventransplantation

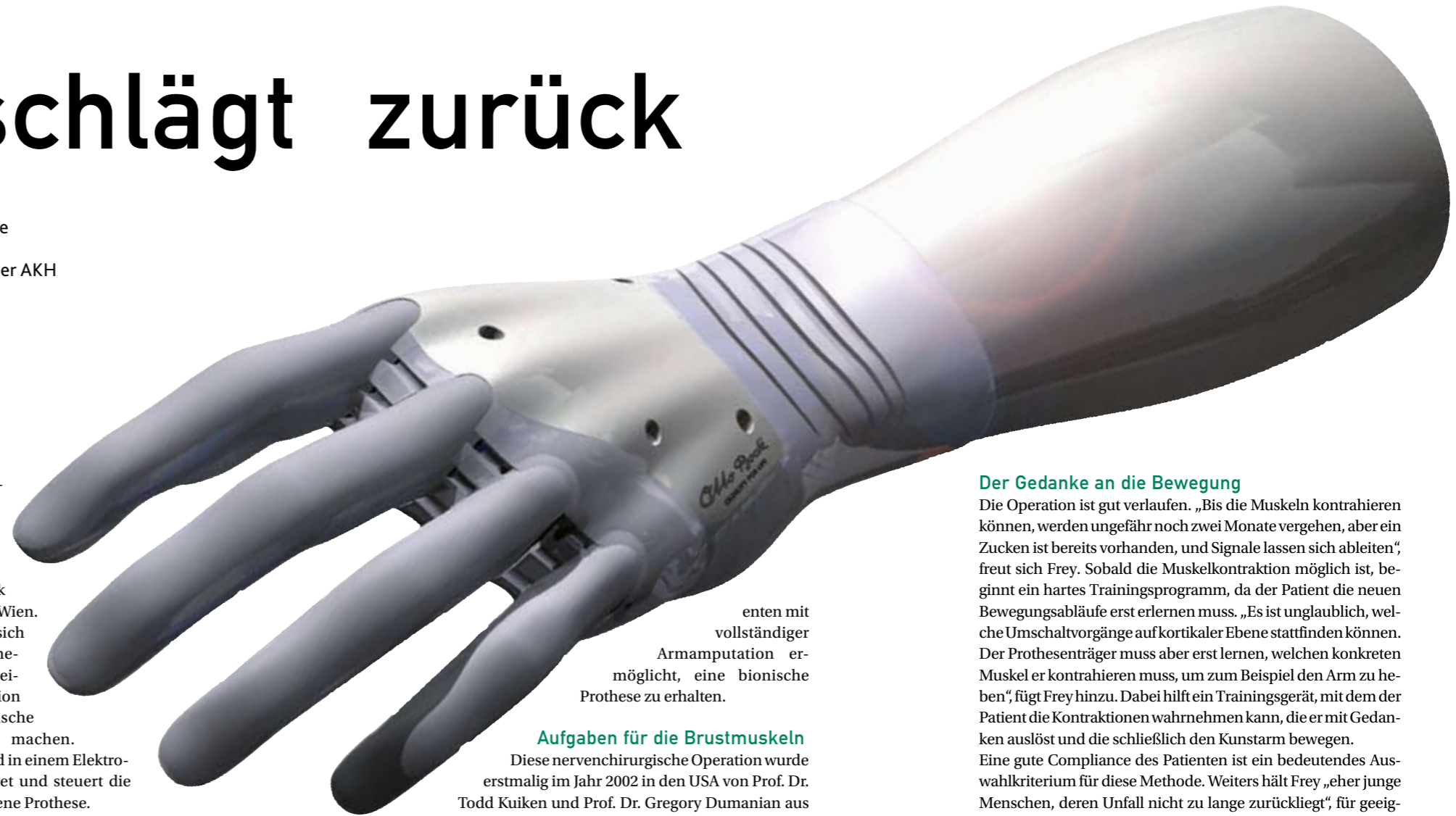
„Derzeitiger Stand der Technik sind die so genannten myoelektrischen Prothesen, die bereits seit ungefähr zehn Jahren

im Einsatz sind“, berichtet Univ.-Prof. Dr. Hermann Lanmüller vom Institut für Biomedizinische Technik und Physik am AKH Wien. Hierbei handelt es sich um Fremdkraftprothesen, die sich die bei einer Muskelkontraktion entstehende elektrische Spannung zunutze machen. Diese Spannung wird in einem Elektromyogramm abgeleitet und steuert die elektrisch angetriebene Prothese. Auch der neue, bionische Kunstart wird über Impulse der noch vorhandenen Nerven gesteuert, die über die Haut mit Elektroden abgetastet werden. Ein Mikrocomputer verarbeitet die Signale und wandelt sie über Elektromotoren in möglichst fließende Bewegungen um. Dabei hängt die Anzahl der Elektromotoren in der Prothese davon ab, wie viele Gelenke bewegt werden müssen. „Das Prinzip ist einfach, solange zum Beispiel der Unterarm des Patienten abgetrennt ist. In diesem Fall ist im Stumpf Restmuskulatur erhalten mit deren Hilfe der vordere Teil der Prothese bewegt werden kann“, erklärt Lanmüller. Ist aber auch der Oberarm betroffen, so Lanmüller, „müssen natürlich die Freiheitsgrade des Ellbogengelenks zusätzlich gesteuert werden. Unter Umständen ist eben gar keine Restmuskulatur erhalten, an der eine Ableitung stattfinden könnte, wie das eben bei diesem Patienten der Fall war“. Neu ist die vorbereitende Nerventransplantation, die es auch Pati-



**Lanmüller: „Wenn der Oberarm abgetrennt ist, müssen die Freiheitsgrade des Ellbogengelenks zusätzlich gesteuert werden.“**

Fotos: Med Uni Wien (2), Otto Bock Healthcare Products GmbH



enten mit vollständiger Armamputation ermöglicht, eine bionische Prothese zu erhalten.

## Aufgaben für die Brustmuskeln

Diese nervenchirurgische Operation wurde erstmalig im Jahr 2002 in den USA von Prof. Dr. Todd Kuiken und Prof. Dr. Gregory Dumanian aus Chicago durchgeführt. Die amerikanischen Kollegen Kuiken und Dumanian waren auch am Wiener AKH anwesend, als Frey und Univ.-Prof. Dr. Oskar Aszmann im Dezember 2006 in einer sechsstündigen Operation fünf Nerven, die ursprünglich den Arm des Patienten innervierten, zu einzelnen Bereichen der Brustmuskulatur verlagerten. „Wenn der Arm komplett abgetrennt ist, müssen für die Prothese die Restmuskeln im Thoraxbereich genützt werden. Der Musculus latissimus dorsi hilft uns zwar beim Schürzenumbinden, hat aber keinen Einfluss auf die Bewegungen im Ellbogengelenk. Das kann aber mit Hilfe eines fremden Nerven geändert werden“, veranschaulicht Frey. Auch der Musculus pectoralis des Patienten lernt, neue Aufgaben zu übernehmen. „Wir haben den Muskel aufgliedert und die Nervi ulnaris, radialis und musculocutaneus in drei bestimmte Areale des Pectoralis implantiert“, beschreibt Frey die Präparationen. Welches Areal des Muskels für welche neue Bewegung am besten geeignet ist, wird durch Elektrostimulation bestimmt.

„Die Elektrostimulation muss regelmäßig über Monate erfolgen, vor dem Hintergrund, dass die Nervenregenerationsgeschwindigkeit beim Menschen ungefähr einen Millimeter pro Tag beträgt und keine Muskelatrophie stattfinden darf. Weiters ist für eine bessere Signalableitung ein kleinerer Widerstand und damit eine dünnere Fettschicht von Bedeutung“, sagt Frey.

## Der Gedanke an die Bewegung

Die Operation ist gut verlaufen. „Bis die Muskeln kontrahieren können, werden ungefähr noch zwei Monate vergehen, aber ein Zucken ist bereits vorhanden, und Signale lassen sich ableiten“, freut sich Frey. Sobald die Muskelkontraktion möglich ist, beginnt ein hartes Trainingsprogramm, da der Patient die neuen Bewegungsabläufe erst erlernen muss. „Es ist unglaublich, welche Umschaltvorgänge auf kortikaler Ebene stattfinden können. Der Prothesenträger muss aber erst lernen, welchen konkreten Muskel er kontrahieren muss, um zum Beispiel den Arm zu heben“, fügt Frey hinzu. Dabei hilft ein Trainingsgerät, mit dem der Patient die Kontraktionen wahrnehmen kann, die er mit Gedanken auslöst und die schließlich den Kunstart bewegen. Eine gute Compliance des Patienten ist ein bedeutendes Auswahlkriterium für diese Methode. Weiters hält Frey „eher junge Menschen, deren Unfall nicht zu lange zurückliegt“, für geeignet. „Außerdem sind aufgrund des aufwändigen Trainingsprogramms beidseitig amputierte Patienten zu bevorzugen.“ Der Steirer, der rechts eine herkömmliche, myoelektrische Prothese trägt, wird auch am linken Arm vorerst mit einer solchen versorgt, bis ihm der individuell angefertigte „bionic arm“ angepasst werden kann. „Eventuell gelingt es in Zukunft, statt mit Elektroden, die über die Haut die Biosignale abgreifen, mit Hilfe von implantierbaren Sensoren unter der Haut bessere Ergebnisse zu erzielen“, beschreibt Lanmüller seine Vision der Zukunft. „Die bionischen Kunstarte verfügen über eine beeindruckende Software und raffinierte Motoren. Die Bewegungen sind nicht mehr so stockend wie mit myoelektrischen Prothesen“, so Frey, der auf die Frage nach der Zukunft bionischer Prothesen meint: „Was Geschwindigkeit, Beschleunigung und Koordinierbarkeit der Bewegungskomponenten betrifft, wird es hoffentlich weitere Qualitätssprünge geben. Aber im Großen und Ganzen ist das, was wir machen, schon Zukunft genug.“ ...



**Frey: „Die Bewegungen bei bionischen Kunstarten sind nicht mehr so stockend wie mit myoelektrischen Prothesen.“**