

Text: Carolin Schäufele | Fotos: Otto Bock, Fraunhofer Institut, Archiv

# Heilung aus der Zukunft

Die medizinische Forschung macht schon heute vieles möglich, was uns noch vor kurzem wie Zukunftsmusik vorkam. Was insbesondere in der regenerativen Medizin in den nächsten fünf, zehn oder zwanzig Jahren an Entwicklungen denkbar ist, setzt die Messlatte möglicher Heilungserfolge noch eine Stufe höher.



## Körperverbesserung

Aus der Science-Fiction sind Cyborgs längst nicht mehr wegzudenken. Die Mischwesen aus Mensch und Maschine finden sich aber nicht nur als Motiv in den Künstlerkreisen der 1920er Jahre im Dadaismus, neuerdings sind sie auch auf den Straßen der Gegenwart unterwegs. „Bodyhacker“ nennen sich diese „realen Cyborgs“, die ihre Körper durch Implantate besser machen oder Behinderungen umgehen, wie zum Beispiel eine angeborene Sehstörung. Der 30-jährige Brite Neil Harbisson ist Künstler und Komponist. Gleichzeitig ist er der erste Mensch, der offiziell von einer Regierung als Cyborg anerkannt worden ist und dessen Implantat als Teil des Körpers gilt. Weil er von Geburt an nur schwarz-weiß und Grautöne sehen konnte, trägt er nämlich einen „Eye-Borg“, ein kybernetisches Gerät, das Farben durch akustische Signale darstellt. Er hat eine Stiftung gegründet, die anderen Menschen helfen soll, zum Cyborg zu werden: die Cyborg Foundation. Die Stiftung ihrerseits stellt auf ihrer Homepage bereits diverse weitere Projekte vor, um die Leistungsgrenzen des menschlichen Körpers zu erweitern: Der Speedborg ist beispielsweise ein Radar, mit dem ein Mensch in der Lage sein soll, die genaue Geschwindigkeit von Bewegungen zu erfassen. Der Fingerborg ist eine Fingerprothese, die in der Kuppe eine Kamera eingebaut hat und es erlaubt, Fotos und Filme zu schießen.

Auch ohne einen körperlichen Defekt hat sich der Amerikaner Tim Cannon einen Magneten in einen Finger hat implantieren lassen, um damit elektromagnetische Ströme wahrzunehmen. Der Amerikaner ist Teil einer Bodyhack-Gruppe namens Grindhouse, die auf ihrer Website verschiedene Bodyhacking-Projekte vorstellt: Die sogenannte „Bottlenose“ zum Beispiel soll Sonar, UV-Licht, Hitze und sogar ein WLAN Netz aufspüren können. Eine „Denkkappe“ soll Intelligenz auf Knopfdruck liefern, indem sie das Gehirn elektrisch stimuliert. Das mag heute noch skurril klingen, doch schon in naher Zukunft, da sind sich viele Wissenschaftler einig, dürften solche Ideen in abgewandelter Form Teil unserer Realität werden.



## Hilfe vom Schwein

Ein Stück Schweinedarm kann nicht nur eine gute Wurst ummanteln, sondern auch Leben retten, zumindest in naher Zukunft, zum Beispiel bei Verletzungen der Luft- oder Speiseröhre. Bislang war es äußerst schwierig, nach Unfällen oder Tumorerkrankungen, die zu Beschädigungen der Luft- und Speiseröhren führten, den Heilungsprozess in Gang zu setzen. Jede Form von „Flicken“ aus künstlichem Gewebe oder Kunststoffen wurde wieder abgestoßen. Patienten konnten nur mit einer intensiven Krankenhausbehandlung überleben. Inzwischen ist es allerdings gelungen, menschliches Gewebe auf einem Schweinedarm zu züchten, der zuvor von allen Tierzellen befreit worden war, sodass nur noch das Netzwerk ehemaliger Blutgefäße übrig blieb. Dort wurden dann körpereigene Zellen gezüchtet. Bei einem älteren Patienten konnte das verantwortliche Team um Prof. Heike Walles, die Leiterin der Abteilung Zellsysteme am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart, dieses Verfahren bereits erfolgreich einsetzen, um eine Luftröhre zu reparieren. Nun sol-

len auch größere Gewebestücke von ca. fünf Zentimetern Länge transplantiert werden, ein Schritt, der den Aufbau einer eigenen Blutversorgung im Implantat nötig machte, damit dieses nicht abstirbt, weil die Blutgefäße des Körpers nicht schnell genug in das Implantat hineinwachsen.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit dieses Verfahrens besteht in der Züchtung künstlicher Organe, die es erlauben, Medikamente auf Nebenwirkungen und Wirksamkeit zu prüfen, ohne auf ungenauere Tierversuche oder direkte Patiententests am Menschen zurückgreifen zu müssen. Wieder werden menschliche Zellen auf einem Schweinedarm angesiedelt und über dessen Blutgefäßsystem bis zu drei Wochen lang versorgt, in diesem Fall solche, die im Körper für den Um- und Abbau von Medikamenten zuständig sind. Durch einen eigens entwickelten Bioreaktor können dann Blut- und Kreislauf simuliert werden. Schon in zwei Jahren könnten mit diesem Verfahren Tierversuche überflüssig werden, da es zuverlässig Aufschluss über die Wirkung von Medikamenten im Körper gibt.



## Kunstwerk: Hand

Ein kurzer Gedanke, und mit sanftem Griff hebt er das Glas und trinkt. Dass die Hand, die das Glas umfasst, nicht „echt“ ist, sieht man nur bei angestrengtem Hinschauen. Die Bewegungen sind täuschend echt, das Material dem natürlichen Erscheinungsbild perfekt angepasst. Erschaffen hat dieses Kunstwerk Otto Bock: die Michelangelo-Hand. Die Prothese funktioniert so wie die menschliche Hand durch Gedankensteuerung. Ob kraftvolles Zupacken oder vorsichtige Bewegungen, die künstliche Hand, die wie aus der Zukunft wirkt, verfügt über 4 bewegliche Finger und einen durch Muskel-signale separat positionierbaren Daumen. Kochen, Auto fahren, ein Buch lesen und umblättern oder das Schreiben auf einer Tastatur: Durch die zwei verschiedenen Antriebe in der Prothese sind vielfältige Bewegungsabläufe möglich. Dabei geht es dem weltweit agierenden Unternehmen nicht darum, Belastungsgrenzen auszuloten, sondern eine fehlende Gliedmaße im Alltag zu ersetzen. Beugen, strecken, greifen: Die Michelangelo-Hand tut genau das, was der Mensch sich denkt.



## Heilen mit Stammzellen

Wenn ein Schlaganfall das Gewebe einiger Bereiche im Gehirn geschädigt hat, kann es durch Blutgerinnsel zu Sprachstörungen oder Lähmungserscheinungen kommen, die die Betroffenen zu Pflegefällen werden lassen. Bisher war dies nur zu verhindern, wenn es innerhalb von ca. viereinhalb Stunden zu einer Thrombolyse-Behandlung kam, die das Gerinnsel löste. Die Therapie der Zukunft ist eine Stammzellen-Transplantation. Schon nach wenigen Tagen verschwinden die neurologischen Ausfallerscheinungen, die Sprache wird wieder deutlich, und die Lähmungen verschwinden.

Obwohl das noch wie Zukunftsmusik klingt, konnten in ersten Versuchen mit Ratten und Schafen positive Ergebnisse erzielt werden, die sich vielleicht auch auf Menschen übertragen lassen. Bei mittelschweren Schlaganfällen verschwanden Symptome, die sonst oft jahrelang anhalten, bereits wenige Tage nach einer Stammzellen-Transplantation. Dieser Therapieansatz könnte auch schwere Hirnerkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson heilen.

Er basiert darauf, dass Stammzellen in

der Lage sind, sich in etwa 300 andere menschliche Zelltypen auszudifferenzieren und so zum Beispiel sowohl Haut- als auch Herz- oder Gehirngewebe zu heilen. Ganz so einfach ist die Sache jedoch nicht. Die derart vielfältig einsetzbaren, embryonalen Stammzellen werden aus befruchteten menschlichen Eizellen gewonnen. Ihre Nutzung ist in Deutschland jedoch gesetzlich verboten. Adulte Stammzellen wiederum, die beispielsweise im Knochenmark, im Gehirn, in der Leber, der Haut oder auch dem Nabelschnurblut Neugeborener vorkommen, sind nur in der Lage, verschiedene Zelltypen eines einzelnen Organs auszubilden. Dafür besteht bei ihnen keine Abstoßungsgefahr, wenn sie in diesem begrenzten Gebiet eingesetzt werden. In Deutschland setzen viele Forscher deshalb auf die induzierten Pluripotenten Stammzellen (iPS), die zwar ähnliche Eigenschaften wie embryonale Stammzellen aufweisen, aber ethisch unbedenklicher sind. Diese iPS wurden in Japan aus Hautzellen erzeugt, in denen durch eine genetische Manipulation das embryonale Programm wieder eingeschaltet wurde.

## Das gedruckte Ohr

Mit 3-D-Druckern, die zunächst vor allem zur Herstellung von Prototypen und Modellen dienen, eröffnen sich der modernen Medizin gegenwärtig gänzlich neue Möglichkeiten. Diese digitalen Fabrikatoren könnten vielleicht schon bald menschliche Körperteile „drucken“. Forschern der Cornell Universität in den USA gelang es bereits, ein Ersatzohr mittels eines 3-D-Druckers und Injektionen lebender Zellen zu erzeugen. Wenn sich diese Technologie erwartungsgemäß entwickelt, könnten mit ihrer Hilfe „schnell anpassbare Implantate für jeden, der sie benötigt, hergestellt werden“, so Lawrence Bonassar von der Cornell Universität, Co-Autor der Studie über das „gedruckte“ Ohr. Das erste „menschliche“ Ohr wurde zwar aus Kuh-Knorpelgewebe hergestellt, aber die Wissenschaftler arbeiten bereits daran, im Labor aus dem vorhandenen Ohrknorpelgewebe eines Kindes mit nur einem Ohr genügend Material zu kultivieren, um ein gänzlich neues Ohr zu erzeugen. Dazu begannen sie zunächst damit, mit einer schnell um den Kopf des Kindes rotierenden 3-D-Kamera

ein Bild des verbliebenen Ohres aufzunehmen. Aus dieser Abbildung stellte der 3-D-Printer eine weiche Gussform des Ohres her. In dieser Gussform wuchs dann an einem speziellen Kollagen-Gel Knorpelmasse heran, bis nach drei Monaten ein flexibles und funktionsfähiges Außenohr fertiggestellt war. Inzwischen wurde dieser Prozess deutlich verkürzt, indem lebendige Zellen als eine Art „Druckertinte“ in das Kollagen-Gel eingebracht wurden. In einem nächsten Schritt sollen jetzt die Zellen des Patienten selbst benutzt werden. Bei aller Euphorie über die Möglichkeiten, die sich hier abzeichnen, gilt es jedoch, zu bedenken, dass sich wohl hauptsächlich Knorpelgewebe dazu eignet, denn im Unterschied zu anderen Gewebeformen benötigt es keine Durchblutung.



## Laufhilfe

Es dauert nur wenige Augenblicke bis die Gurte entsprechend angepasst sind, und der Signalgeber am Handgelenk befestigt ist. Dann steht das Exoskelett auf und geht – und mit ihm der gehbehinderte Mensch. Bislang galt die Aussicht sich selbstständig auf den eigenen Beinen fortzubewegen für rückenmarksverletzte Patienten als hoffnungslos. Doch mit der Nutzung eines Exoskeletts rückt diese Möglichkeit in greifbare Nähe. Erfunden hat den Elektroanzug der israelische Ingenieur Amit Goffer, der selbst seit Jahren querschnittsgelähmt ist, hat den 100 000 € teuren Prototypen entwickelt und vermarktet ihn nun weltweit mit seiner Firma ReWalk™.

Angetrieben mit Batterien und gesteuert durch einen Computer in einem Rucksack auf dem Rücken des Trägers kann der Nutzer mit dem künstlichen Skelett den Rollstuhl verlassen und sich in Gehgeschwindigkeit fortbewegen. Langsam zwar, aber ohne die Hilfe anderer. Das Exoskelett besteht

aus einem Hüftgurt, einer Beckenstütze, mit Gelenken versehenen Stützen, die an den Beinen befestigt werden und einer Schuheinlage, auf der die Füße stehen. Mit einer kurzen Neigung des Oberkörpers setzt sich das Exoskelett in Bewegung. Sitzen, stehen, sich drehen oder die Treppe hinauf- und hinunterzusteigen soll mit dem futurisch wirkenden Gerät wieder möglich werden. Durch den Einsatz des Exoskeletts wird nicht nur die Mobilität des Patienten erweitert, es hilft auch die Auswirkungen auf körperliche Funktionen, die durch das Sitzen massiv in Mitleidenschaft gezogen werden, zu mindern. Wissenschaftler haben während der Testphasen bei Patienten eine Erhöhung der Knochendichte gemessen, eine Reduzierung des Fettgewebes sowie eine Verbesserung der Atmung und der Herzfunktion festgestellt. Zurzeit nutzen weltweit 250 Patienten das Exoskelett und schon beginnen Rehabilitationszentren damit, die ReWalk-Lauftherapie in ihre Programme zu integrieren.