

Prothesen, die Gedanken lesen

Blinde wieder sehend machen, Taube hörend, und Lahmen wieder auf die Beine helfen. Ein uralter Traum der Menschheit. Modernste elektronische Hilfsmittel bringen uns dem Traum näher.

BEAT GLOGGER WISSENSCHAFTSJOURNALIST SCHWEIZ

Er war ein Star. Er gab Interviews in der Presse, trat im Fernsehen auf. Christian Kandlbauer, der erste Europäer mit einer Prothese, die allein mit Gedankenkraft gesteuert war. Der Österreicher verlor im Alter von 17 Jahren wegen eines dummen Streiches beide Arme. Beim Besteigen eines Starkstrommastes traf ihn der Schlag. Der rechte Arm musste knapp unterhalb der Schulter amputiert werden, links konnten die Ärzte auch das Schultergelenk nicht mehr retten. Doch vier Jahre später ging der junge Mann einer Arbeit als Lagerist nach, fuhr Auto und war mit seinen beiden künstlichen Armen zum Aushängeschild der Medizin geworden. Rechts trug er eine herkömmliche Prothese, links den Prototyp eines neuartigen Cyber-Arms, wie ihn die Presse nannte. Konventionelle Prothesen steuert der Patient mit den Resten des Bizeps- und des Trizepsmuskels im Oberarmstumpf. Die

Bewegungen sind wenig natürlich und die Bedienung kompliziert, weil der Arm durch Anspannen von nur zwei Muskeln in viele verschiedene Richtungen gesteuert werden soll.

Der Cyber-Arm hingegen erkennt die Gedanken des Patienten. Dazu musste das Ärzteteam von der Abteilung für plastische und rekonstruktive Chirurgie an der Universität Wien die für Arm und Hand zuständigen Nervenreste aus Kandlbauers Armnervengeflecht herauslösen und sozusagen neu verdrahten. Nach der Operation gelangten ihre Signale in den grossen Brustmuskel, wo sie von Sensoren an der Prothese empfangen wurden. Ebenfalls in der Prothese eingebaut: ein Minicomputer, der die Gedankenmuster des Patienten analysiert. Denkt er «Faust ballen», führt die Prothese selbstständig die entsprechende Aktion aus. Das klingt einfach, doch bis der Maschinenarm die Gedanken seines Trägers versteht, sind viele Stunden

Training nötig. Doch Christian Kandlbauer schaffte es. Trotzdem wirkte er bei seinen Auftritten nie so richtig glücklich. Doch davon später.

Hören mit dem elektronischen Ohr

Längst aus dem Prototypstadium heraus ist die elektronische Prothese für das Gehör. Über 300 000 Menschen tragen heute ein sogenanntes Cochlea-Implantat. Mit Cochlea wird in der medizinischen Fachsprache die Gehörschnecke bezeichnet, jener Teil unseres Gehörs also, der Schall in Nervenimpulse umsetzt. Normalerweise gelangen die Schallwellen über das Trommelfell, die raffiniert zusammenspielenden Gehörknöchelchen (Steigbügel, Hammer und Amboss) und eine gallertige Füllung in der Hörschnecke zu den sogenannten Haarzellen. Diese wandeln die mechanischen Wellen in Nervensignale um und leiten sie an den Hörnerv.

All diese Bestandteile funktionieren noch bei Menschen, die einfach etwas schwerhörig sind. Wenn aber die Haarzellen – durch Krankheit oder Unfall – verloren gehen, nützt auch ein Hörgerät nichts. Denn die Übersetzung von Schallwellen in Nervensignale ist nicht mehr möglich. Hier setzt das Cochlea-Implantat an.

Menschen, die eine solche Gehörprothese tragen, erwecken nicht im geringsten den Eindruck eines Cyborgs (aus engl. «cybernetic organism», Integrierung technischer Geräte in den Menschen), als der sich Kandlbauer beim Anschnallen seiner Prothesen bisweilen fühlte. Erst bei näherer Betrachtung erkennt man auf der Ohrmuschel ein Mikrofon und dahinter den Sprachprozessor, der ein wenig aussieht wie ein Hörgerät der älteren Art. Der Prozessor sendet das vom Mikrofon aufgefangene Signal an eine Spule am Schädel hinter dem Ohr. Diese gibt das Signal mittels Hochfrequenzwellen weiter zum eigentlichen Implantat, das unter der Kopfhaut sitzt. Von dort laufen Elektroden bis ins Innere des Schädels zu der Hörschnecke, wo sie anstelle der kaputten Haarzellen den Hörnerv stimulieren.



Der 20-Jährige verlor bei einem Unfall beide Arme. Rechts bekam er eine herkömmliche Prothese, links trug er den Prototyp einer neuartigen Prothese, die Gedanken lesen konnte. Dachte er «Faust ballen», führte die Prothese dies selbstständig aus.

Das erste derartige Implantat setzte der australische Arzt Graeme Clark bereits 1978 einem tauben Patienten ein. Seit 1990 ist dieses Implantat zur Verwendung am Menschen zugelassen.

Was die Patienten wahrnehmen, entspricht nicht dem normalen Höreindruck. Nach der Operation müssen sie intensiv trainieren, bis sie die neuen Signale den bekannten Hörmustern zuordnen können. Das Training kann gut und gerne zwei Jahre dauern. Einige vergleichen es mit dem Erlernen einer Fremdsprache. Und nicht alle kommen damit gleich gut zurecht. So erzählt die taub geborene Zürcherin Fiona Bollag in ihrem Buch «Das Mädchen, das aus der Stille kam» eine Erfolgsgeschichte. Negatives erlebt hat der ebenfalls taub geborene und später auch noch erblindete Peter Hepp in «Die Welt in meinen Händen». Dies zeigt, dass bei allen Erfolgen der Elektronik jeder Patient individuell reagiert.

Das künstliche Auge lernt zu sehen

«Die Auswahl der Patienten muss sehr sorgfältig erfolgen», sagt auch Christina Fasser aus Zürich. Sie ist Geschäftsführerin von Retina Suisse, der Selbsthilfeorganisation für Menschen mit Netzhauterkrankungen, und verfolgt seit Jahren die Entwicklung elektronischer Implantate für Sehbehinderte. «Im Moment gibt es zwei vielversprechende Ansätze», sagt sie, die im Alter von zirka vierzig Jahren selbst an einer Netzhautdegeneration (Retinitis pigmentosa) erblindete.

Beim System *Argus* der amerikanischen Firma *Second Sight* trägt der Patient eine Brille mit integrierter Kamera. Aus den aufgefundenen Bildern generiert ein tragbarer Minicomputer elektrische Impulse, die zum Auge gefunkt werden. Im Augenerinneren fängt eine implantierte Antenne die Signale auf und überträgt sie an einen Chip, der den Sehnerv stimuliert.

Anders beim Retinachip der Universität *Tübingen* und der Firma *Retina Implant AG*. Der lichtempfindliche, mit 1200 Pixeln bestückte Chip wird direkt ins Auge eingesetzt, genauer gesagt: hinter die Netzhaut (lateinisch *Retina*). Der Vorteil: Zum Sehen können die natürlichen Bewegungen der Augen ausgenutzt werden. Mit beiden Systemen künstlichen Sehens laufen zurzeit Versuche an Patienten. Zum Beispiel in den USA, England, Frankreich, Deutschland sowie Japan und Hongkong. Nach der Implantation des Chips sind die Menschen in der Lage, Hell von Dunkel



Christian Kandlbauer verfügt über eine gedankengesteuerte Armprothese Diese wird rein durch Nervenimpulse gesteuert.

zu unterscheiden. Sie finden auf einer schwarzen Tischdecke den weissen Teller, erkennen Lichter und einige sogar ein Gesicht. Ein Patient in Deutschland konnte nach der Operation aus 60 Zentimeter Abstand sechs Zentimeter grosse Buchstaben erkennen. Dies entspricht nach Angaben der Ärzte 2,1 Prozent der normalen Sehfähigkeit. Auf diese präzise Angabe legen die Forscher Wert. Denn offiziell gilt ein Mensch als blind, wenn er weniger als zwei Prozent der üblichen Sehfähigkeit besitzt.

«Der Retina-Chip ist heute vor allem eine Mobilitätshilfe und soll mithelfen, den Alltag leichter zu bewältigen», sagt Christina Fasser. Darum ist eine Bedingung für die Teilnahme an den Versuchen, dass die Patienten bis mindestens zur Pubertät eine gewisse Lesefähigkeit hatten. Denn wer immer im Dunkeln lebte, dem helfen helle Flecken nicht. Darum betont Fasser

noch einmal, wie wichtig die Betreuung der Probanden ist.

Erwartungen und Hoffnungen als Last

Dies zeigt auch der Fall von Christian Kandlbauer, der die weltweit fortschrittlichste Prothese trug. Sie konnte sogar fühlen. Dies dank Sensoren vorne in der Hand, welche Druck, Temperatur und Vibration registrierten. Nach einer Serie kompliziertester, neurochirurgischer Eingriffe erreichten die Signale aus der Maschine sogar das Gehirn des Mannes. Trotzdem machte ihn das Leben als Vorzeigepatient nicht glücklich, wie wir erfuhren, als wir ihn für diesen Artikel kontaktieren wollten. Zu belastend war wohl die Existenz als Prototyp. Denn kurz vor seinem 23. Geburtstag verabschiedete Kandlbauer sich per SMS von Freundin und Mutter. Dann fuhr er auf offener Strecke mit dem Auto gegen einen Baum. <