

Nano Circle

Innovative Technologien und Trends
März 2010

An der Schnittstelle von Mensch und Maschine

Die utopische Vorstellung, eine Maschine mit unseren Gedanken zu steuern, ist zur Realität geworden: Das Zusammenspiel neuartiger Technologien ermöglicht eine Interaktion von Mensch und Elektronik auf einer neuronalen, direkten Ebene. Wir stehen jedoch erst am Anfang einer Entwicklung mit noch völlig ungeahntem Potenzial. In der aktuellen Ausgabe unseres Nano-Circle-Newsletters zeigen wir Ihnen, wie innovative Anwendungen die Überwindung körperlicher Einschränkungen ermöglichen.

Newsticker Nanotechnologie und Innovation **3**

Dolmetscher des Gehirns Neuronale Prothetik **4**

Die fühlende Handprothese Ein Fallbeispiel **6**



Liebe Leserin, lieber Leser

Der Wunsch, körperliche Beeinträchtigungen beheben zu können, ist ein Urbestandteil des menschlichen Mitgefühls. Innovationen beflügeln unsere Möglichkeiten, um diesen Bedürfnissen zu begegnen. Möglichst vielen Menschen soll das Leben erleichtert werden mit fortschrittlichen Prothesen oder ähnlichen Hilfsmitteln. Innovative Technologien aus verschiedenen Disziplinen fließen dabei zusammen, während die grossen globalen Trends, sogenannte Megatrends, die Entwicklungen auf der Welt immer schneller vorantreiben. Dies wurde mir neulich wieder bewusst an der Credit Suisse Thought Leadership Conference zum Thema «Creating New Worlds»: Der Futurist Ray Kurzweil referierte eindrücklich über zukünftige Technologien, die vielleicht noch viel schneller da sein werden, als wir vermuten.

Diese Ausgabe des Nano-Circle-Newsletters beleuchtet ungeahnte Möglichkeiten, die Neuroprothesen eröffnen, um körperliche Einschränkungen zu überwinden. Der Artikel unseres Aktienresearchs bietet einen Überblick zu diesem faszinierenden Thema. Einen bewegenden Einblick in eine individuelle Lebensgeschichte vermittelt der Gastartikel der Firma Otto Bock: Nach einem schlimmen Unfall kann die betroffene Person dank zweier High-Tech-Armprothesen wieder ein weitgehend selbständiges Leben führen.

Weiter finden Sie in dieser Ausgabe unseren globalen Nanotechnologie-Index und Informationen zu interessanten Entwicklungen in den Bereichen Forschung, Markt, Politik und Gesellschaft sowie zu Veranstaltungen, die wir unterstützen.

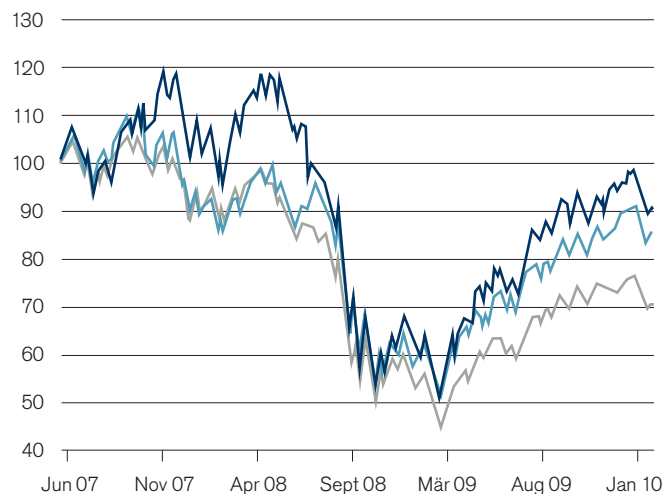
Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre. Für Fragen schreiben Sie mir einfach an die E-Mail-Adresse nano.circle@credit-suisse.com.

Ihr Dr. Arthur Vayloyan
Private Banking
Leiter Investment Services and Products

Der Credit Suisse Global Nanotechnology Index

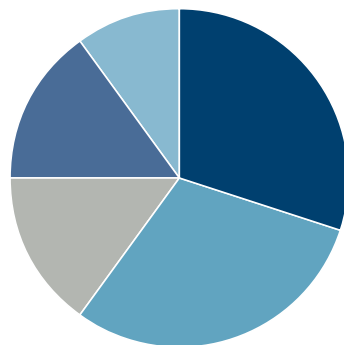
Performance seit Beginn

indexiert, 25. 6. 2007 = 100



— Credit Suisse Global Nanotechnology Index
— MSCI World
— Nasdaq Composite
Quelle: Bloomberg, Credit Suisse

Sektorgewichtung der 25 Indexmitglieder



■ Nano Materialien 30 %
■ Nano Informationstechnologie 30 %
■ Nano Healthcare 15 %
■ Nano Energie und anderes 15 %
■ Nano Tools 10 %
Quelle: Credit Suisse

Der Credit Suisse Global Nanotechnology Index (CSGNI) wurde konzipiert, um an der Entwicklung der Märkte für Nanotechnologie partizipieren zu können. Im Zeitraum von seiner Lancierung im Juni 2007 bis Februar 2010 übertraf der CSGNI sowohl den breit gefächerten MSCI World Equity Index als auch den Technologie-Index Nasdaq Composite. Während der allgemeinen Ausverkaufsstimmung an der Börse Ende 2008 verlief seine Performance im Gleichschritt mit diesen beiden Indizes. Mit der aktuellen Markterholung zeigt der CSGNI wieder eine relativ bessere Wertentwicklung.

Newsticker

Nanotechnologie und Innovation

Forschung

4.1.2010: RNA-Moleküle bekämpfen Gehirntumore

Forscher der Rutgers-Universität und der Universität von Kalifornien in Los Angeles konnten eine selektive Wachstumshemmung von Gehirntumorzellen beim Menschen durch das Zuführen von multifunktionalen kleinen interferierenden RNA-Molekülen (siRNA) nachweisen. Beim siRNA-Therapieansatz wird die Expression von Krebsgenen durch veränderte RNA-Moleküle sequenzspezifisch blockiert. Während der Studie wurden funktionalisierte Quantenpunkte eingesetzt, um eine hochselektive und effiziente Einbringung der RNA-Moleküle in die Tumorzellen zu erreichen.

7.12.2009: Leitfähiges Papier als Ersatz für Elektroden

Forschern der Stanford University ist es gelungen, gewöhnliches Papier durch Tränken in einer Lösung mit Kohlenstoffnanoröhren oder Silber-Nanodrähten hochleitungsfähig zu machen. Das auf diese Weise präparierte Papier wurde auf seine Eignung als Elektrodenersatz für Akkus und Superkondensatoren geprüft und zeigte eine höhere Leistung und Widerstandsfähigkeit als herkömmliche gedruckte Nanoröhren-Anwendungen.

Markt

15.2.2010: Finanzierung für die Smart-Sensing-Materialien von Peratech

Peratech, das kürzlich Lizenzverträge für seine patentierte «Quantum Tunneling Composite»-Technologie mit Nissha und Samsung Electro-Mechanics unterzeichnet hat, erhält von der YFM Group GBP 1,1 Millionen, um seine Aktivitäten im Bereich neuer Touch-Technologien auszubauen.

16.12.2009: Nanoemulsion gegen Lippenherpes

GlaxoSmithKline und NanoBio geben eine exklusive Lizenzvereinbarung in den USA und Kanada für das neuartige Präparat NB-001 zur Behandlung von Lippenherpes bekannt. Mithilfe der NanoStat™-Technologie von NanoBio wird eine Nanoemulsion hergestellt, die selektiv toxisch auf das Herpesvirus wirkt, ohne Haut und Schleimhäute zu reizen.

30.9.2009: Spektakuläres IPO von A123 Systems

Der Erlös des Initial Public Offering von A123 Systems betrug fast USD 440 Millionen – gegenüber erwarteten Einnahmen in Höhe von USD 225 Millionen. Das Unternehmen mit Sitz in Massachusetts entwickelt und fertigt moderne Lithium-Ionen-Akkus und Akkusysteme für den Transportsektor, Stromversorgungsnetze und den Konsumgütermarkt.

Politik und Gesellschaft

2.12.2009: Lancierung des Nanotech Regulatory Document Archive

Drei Rechtsdozenten der Arizona State University lancieren das Nanotech Regulatory Document Archive, eine globale Datenbank mit staatlichen Bestimmungen für den Bereich Nanotechnologie, die unter <http://nanotech.law.asu.edu> kostenlos konsultiert werden kann.

Rückblick auf von der Credit Suisse unterstützte Events

5.–9.1.2010: Konferenz für Molekularelektronik

Die International Conference on Molecular Electronics in Emmetten in der Schweiz bot den Rahmen für einen anregenden wissenschaftlichen Austausch zwischen 140 Forschern aus 15 Ländern. Hauptschwerpunkt war die Charakterisierung der Eigenschaften von Einzelmolekülen im Kontext der Molekularelektronik sowie in den Bereichen Optoelektronik, Spintronik und Plasmonik. Jüngste Entwicklungen zeigen dabei Möglichkeiten zur Optimierung von Solarzellen, Akkus und Computern auf. www.molecular-electronics.ch

3.12.2009: Thought Leadership Conference

Das Motto der Credit Suisse Thought Leadership Conference 2009 lautete «Creating New Worlds». In einem exklusiven Rahmen mit wichtigen Kunden beleuchtete Geschäftsmann, Wissenschaftler und Zukunftsforscher Ray Kurzweil die rasante technische Entwicklung und ihre Folgen für die Menschheit. Giles Keating und Philipp Baretta stellten in ihren Beiträgen eine Verbindung zwischen der Credit Suisse und den Finanzmärkten der Welt sowie tiefgreifenden gesellschaftlichen Entwicklungen, sogenannten Megatrends, her.



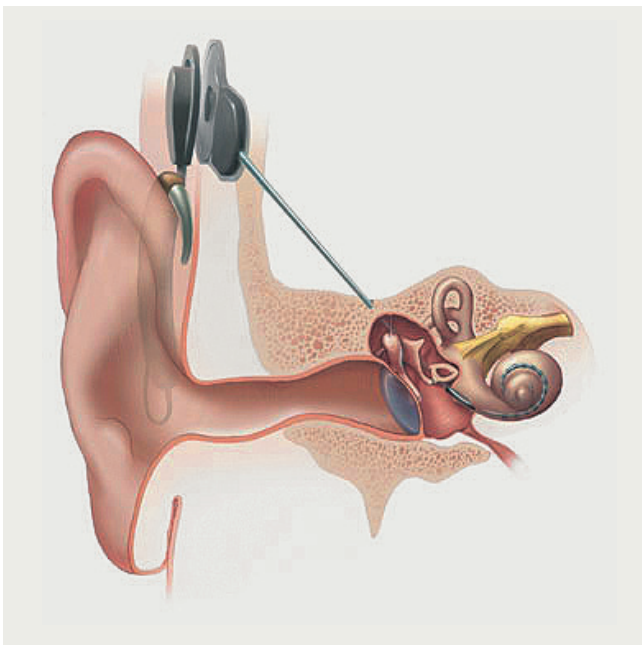
Ray Kurzweil präsentierte auf der Konferenz seine Leseanwendung mit Vorlesefunktion für Mobiltelefone. Diese Anwendung kann Texte in 16 Sprachen vorlesen sowie zwischen all diesen Sprachen übersetzen.

Dolmetscher des Gehirns – Fortschritte in der neuronalen Prothetik

Entwicklungen aus den verschiedensten wissenschaftlichen Zweigen haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass in der Prothetik ganz erstaunliche Dinge erreicht werden können. Die Forschung ist mittlerweile so weit, dass es meist nicht mehr eine Frage der prinzipiellen Machbarkeit, sondern vielmehr eine der Umsetzung ist.

Zwischen dem Gehirn, den Nerven und den Muskeln herrscht ein reger Austausch. Das Gehirn steuert die verschiedenen Funktionen an, die Endorgane führen diese aus und liefern Feedback zurück ans Gehirn. Ist eine der drei Komponenten nicht mehr funktionell, so wird versucht, diese mittels neuronaler Prothetik zu ersetzen. Dabei macht man sich zu Nutze, dass die Signalübertragung sowohl beim Gehirn wie auch in der Elektronik auf elektrischen Impulsen beruht: Beim Gehirn handelt es sich um einen ionenbasierten Strom, während beim Computer herkömmlicher elektronenbasierter Strom zum Einsatz kommt.

Bereits 1958 wurde der erste implantierbare Herzschrittmacher der Firma Siemens eingesetzt. Dieser versorgt den Herzmuskel mit elektrischen Impulsen und sorgt damit für einen regelmäßigen Herzschlag. Auf ähnliche Weise profitieren auch Querschnittsgelähmte von einem Blasenschrittmacher, der auf die Nerven der Blasenmuskulatur wirkt.



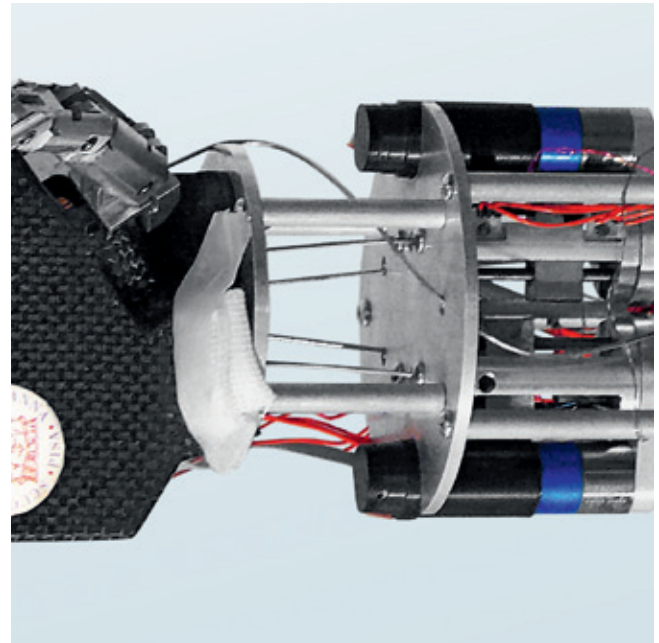
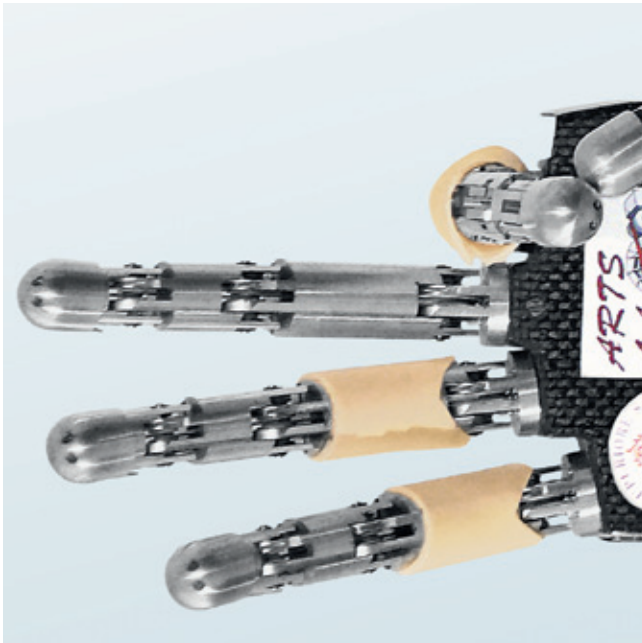
Das Cochlea-Implantat, eine Hörprothese für Gehörlose mit intaktem Hörnerv. Quelle: National Institutes of Health

Die neuronale Prothetik

In der neuronalen Prothetik verschmelzen Medizin, Elektronik, Robotik, Computer- und Materialwissenschaften ineinander. Es wird versucht, Informationen via vorhandene Nervenbahnen an das Gehirn weiterzuleiten oder – in einer weiteren Entwicklungsstufe – Befehle vom Gehirn an eine ausführende Einheit weiterzugeben.

Ersteres wird in der Form des Cochlea-Implantates bereits bei etwa 200'000 Patienten weltweit mit Erfolg angewendet. Diese Implantate haben zum Ziel, den verloren gegangenen Übertragungsmechanismus von Schall ins Innenohr zu ersetzen, sollten herkömmliche Hörgeräte wegen beschädigter Haarzellen versagen. Dabei wird der von einem externen Mikrofon eingefangene Ton in ein elektrisches Signal umgewandelt, das über ein Implantat direkt an die zuständigen Nervenenden in der Hörschnecke (Cochlea) weitergeleitet wird. Hier kommen bis zu 22 verschiedene Elektroden zum Einsatz.

Ein weiterer faszinierender Versuch besteht darin, erblindeten Menschen über ein Retina-Implantat zu ermöglichen, Seheindrücke wieder wahrzunehmen. Dabei wird das Signal einer externen Kamera von einem Computer verarbeitet und über eine Matrix von Elektroden direkt an die entsprechenden Zellen der Netzhaut (Retina) weitergegeben. Von dort gelangen die Signale über den Sehnerv ins Gehirn und werden als Bildinformation erkannt. Es handelt sich dabei um ein stark verpixeltes Bild, dessen Auflösung von der Anzahl der eingesetzten Elektroden abhängt. Erste Versuche mit solchen Implantaten haben erfolgversprechende Resultate gezeigt, jedoch ist noch kein Retina-Implantat zum Verkauf zugelassen, da sie sich noch im Entwicklungsstadium befinden. Diese Methodik kann beispielsweise bei Retinitis pigmentosa oder bei einer Makuladegeneration verwendet werden, nicht aber in Fällen, wo die Zellschichten der inneren Netzhaut in erheblichem Mass beschädigt sind (wie etwa beim grünen Star).



Das Projekt LifeHand der Universität Campus Bio-Medico in Rom. Quelle: Universität Campus Bio-Medico, Rom

Gedankenlesen

In der Entwicklung moderner Arm- und Beinprothesen sollen die natürlichen Impulse vom Gehirn in eine mechanische Bewegung der Prothese übersetzt werden. Dies würde es dem Patienten erlauben, die Prothese wie einen normalen Arm zu steuern, anstatt neue Muster mühsam erlernen zu müssen. Es gibt verschiedene Ansätze, wie dieser Kontakt zwischen Gehirn und Prothese hergestellt werden kann.

Eine vielversprechende Methode ist die der gezielten Neuverbindung von noch vorhandenen Nervenbahnen mit Muskelgewebe, die sogenannte Targeted Muscle Reinnervation, bei der das natürliche Signal des Gehirns in der Kontraktion eines neuerschalteten Muskels resultiert. Dies wird von Elektroden der Prothese erkannt und in eine entsprechende Bewegung übersetzt. Diese Methode erlaubt es auch, sensorisches Feedback weiterzuleiten (siehe Gastbeitrag der Firma Otto Bock, S. 6/7).

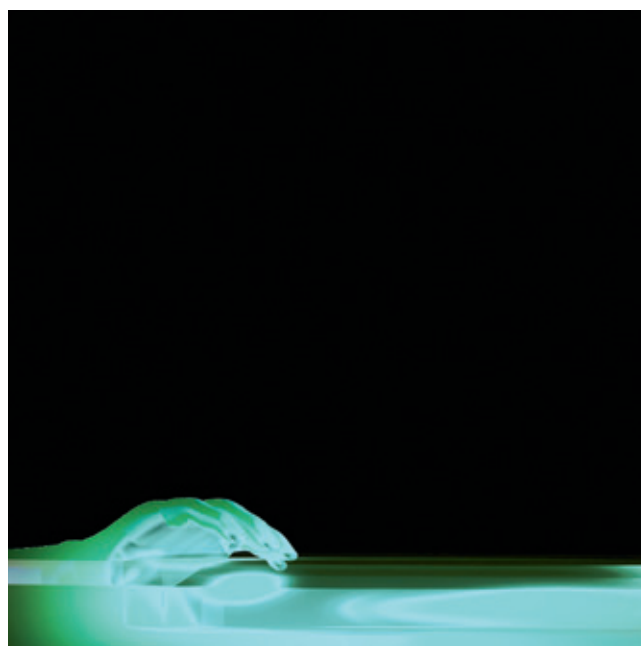
Ein anderer Ansatz besteht darin, die nach der Amputation noch vorhandenen Nerven direkt mittels Elektroden zu kontaktieren. Erst kürzlich ist es einem Team von Wissenschaftlern in Italien gelungen, eine Handprothese direkt an die Nerven eines Armes anzuschliessen. Der Patient kontrollierte die Handbewegung nur mittels seiner Vorstellungskraft. Nach einer kurzen Angewöhnungsphase gehorchte die Prothese 95% seiner Befehle. Gleichzeitig erhielt der Patient auch sensorisches Feedback. Das Experiment mit dem Namen LifeHand konnte allerdings nur über den Zeitraum eines Monats durchgeführt werden, da bis anhin noch unklar ist, wie lange sich die haardünnen Elektroden im Körper halten lassen.

Noch mehr Zukunftsmusik

Das letzte fehlende Element für eine möglichst naturgetreue Prothese ist eine künstliche Haut, die – analog zur natürlichen Haut – sensorische Eindrücke an das Gehirn zurückgibt. Entsprechende Bestrebungen sind im Gang: Wissenschaftler arbeiten in einem Projekt namens FILMskin daran, die einzigartigen Eigenschaften von Kohlenstoff-Nanoröhrchen (carbon nanotubes, CNTs) zu verwenden, um dem Prothesenträger einen Tast- sowie einen Temperatursinn zu vermitteln. Des Weiteren ermöglicht die Nutzung von CNTs, dem ursprünglichen Hautmaterial in Sachen mechanischer und thermischer Eigenschaften sehr nahe zu kommen. Man untersucht auch die Fähigkeit von CNTs, aus Solarenergie oder Körperwärme Energie für die Sensoren zu gewinnen.

Die Entwicklungen der letzten Jahre haben gemeinsam, dass sie einen möglichst natürlichen Ersatz für die verlorene Körperfunktion anstreben. Für den Patienten bedeutet dies, dass bisher für unmöglich gehaltene Optionen in greifbare Nähe rücken. Darüber, wie die Informations- und Kommunikationstechnologien in Zukunft direkt mit unserem Gehirn interagieren, lässt sich heute nur spekulieren.

Dr. Thomas C. Kaufmann
Private Banking, Aktienresearch
Globale Pharma und Nanotechnologie



Mit Gedanken gesteuert: Die fühlende Handprothese reagiert auf Befehle aus dem Gehirn. Quelle: Otto Bock HealthCare Products GmbH

Die fühlende Handprothese

Mit der Prothesenhand fühlen wie mit der eigenen Hand. Und den Prothesenarm bewegen wie den eigenen Arm. Für Menschen mit fehlenden Gliedmassen bedeutet das einen Quantensprung in ihrer Lebensqualität. Ein Fallbeispiel demonstriert es.

Christian Kandlbauer hatte im Alter von 17 Jahren durch einen Unfall an einer 20'000-Volt-Hochspannungsleitung schwere Verbrennungen erlitten und dabei beide Arme verloren. Seitdem war er ständig auf fremde Hilfe angewiesen. Dank High-Tech-Prothesen von Otto Bock ist sein Leben wieder weitgehend das, das er vor dem Unfall führte. Er übt inzwischen nicht nur seinen Beruf als Lagerist in einer Kfz-Werkstätte wieder aus, sondern legt sogar den Weg zur Arbeit mit seinem eigenen Auto zurück, das er wie ein Fahrer mit gesunden Armen lenkt und bedient.

Die Verschmelzung von Mensch und Technik

Leistungsstarke Mikroprozessoren in der Grösse eines Fingernagels machen das, was vor Jahrzehnten noch als Sciencefiction galt, inzwischen möglich. Sie errechnen aus elektrischen Aktionspotenzialen motorischer Nervenfasern in Echtzeit die ihnen zugrunde liegende Information. Nicht mehr als 80 Millisekunden werden benötigt, um die beabsichtigte Bewegung einer Hand, eines Ellbogen- oder Schultergelenks zu ermitteln. Gelingt es nach einer Armamputation, die Aktionspotenziale motorischer Nervenreste in eine High-Tech-Armprothese zu leiten, können die dort befindlichen Mikroprozessoren die Bewegungen des Phantomarms ermitteln. Der Patient stellt sich die Bewegung vor – die Prothese führt sie aus.

Das Einbeziehen der motorischen (efferenten) Nervenreste ist jedoch nur der Anfang eines faszinierenden Weges zu einer High-Tech-Armprothese. Die Fortsetzung der Arbeit besteht

darin, auch die sensorischen (afferenten) Nervenreste zu nutzen. Mikrosensoren im Zeigefinger der Prothesenhand messen Druck, Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit eines gegriffenen Objektes. Von diesen zum Gehirn weitergeleitet, bewirken sie dieselbe Sinneswahrnehmung wie eine gesunde Hand.

Der Weg zur gedankengesteuerten Armprothese

Die chirurgische Umleitung der vier wesentlichen Armnerven zum grossen segmentierten Brustmuskel führte zur Reinnervation, das heisst zu einer Neuverbindung zwischen motorischen (efferenten) Nervenfasern und Muskelfasern der einzelnen Segmente sowie zu einer Neuverbindung zwischen den Rezeptoren der Haut und den sensiblen (afferenten) Nervenfasern. Rund vier Monate nach der chirurgischen Umleitung konnten erste Muskelkontraktionen im linken Brustbereich beobachtet werden. Diese wurden bei der gedanklichen Vorstellung über eine bestimmte Armbewegung ausgelöst. Erst nach zwei Jahren schien sich der Prozess allmählich zu stabilisieren. Der Grossteil der motorischen Nervenreste des amputierten Armes hatte also inzwischen vermutlich neue Muskelfasern gefunden. Das Versorgungsprogramm mit der neuartigen Armprothese konnte beginnen.

Während eine Bewegung der Armprothese eindeutig zu spezifizieren ist, kann eine «nur vorgestellte Bewegung» zunächst weder spezifiziert noch dargestellt werden. Sie findet ja ausschliesslich im Kopf des Patienten als «Phantombewegung» statt. Vom Therapeuten durchgeführte Hand- und Armbewegungen musste

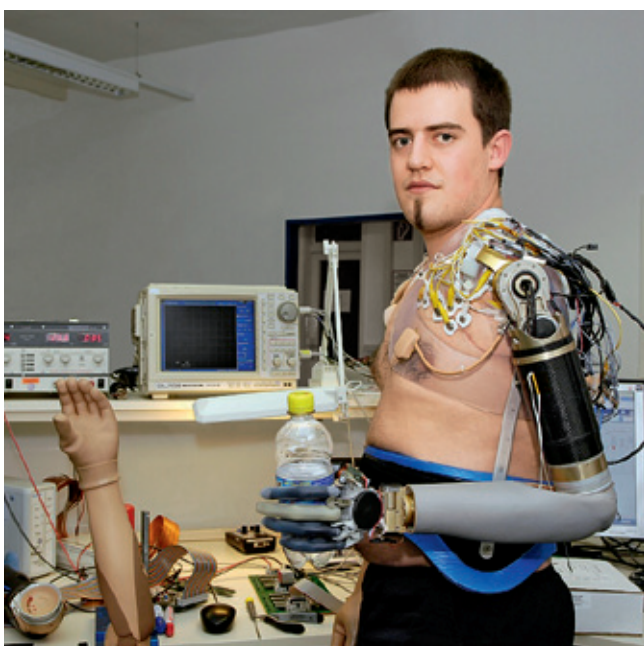
Christian Kandlbauer beobachten und in seiner Vorstellung möglichst exakt nachmachen. Umgekehrt musste sich der Patient im nächsten Trainingsabschnitt selbst für eine Bewegung entscheiden und sie während der Ausführung laut benennen. Mit dieser Methode konnte eine eindeutige Zuordnung zwischen den gewonnenen Mustern der elektrischen Signallandschaft und der durchgeführten Phantomarmbewegung geschaffen werden. Nach Abschluss der Trainingsprozedur konnte sich Christian die Bewegungen seines Phantomarms vorstellen und die Prothese führte sie aus – ein Erlebnis, das alle Beteiligten nicht so schnell wieder vergessen werden.

Inzwischen ist der Prototyp der gedankengesteuerten Armprothese zur Alltagsprothese weiterentwickelt worden. Das Verhalten der Prothese in Verbindung mit dem optischen Feedback führt zu einer Verschmelzung der Technik im Körperbild des Menschen.

Der Weg zur fühlenden Handprothese

Die Freude im Team war gross, als Christian Kandlbauer nach etwa dreieinhalb Monaten bei Otto Bock anrief und sagte: «Mir war heute Morgen beim Duschen, als ob das Wasser über Stellen des Unterarms geflossen wäre.» Die Untersuchung beim nächsten Termin im Labor bestätigte die Wahrnehmung von Christian Kandlbauer. Wenn ich mit dem Zeigefinger leicht an bestimmte Stellen der Brust klopfte, sagte Christian nicht: «Ich spüre das Klopfen auf meiner Brust», sondern er sagte: «Ich spüre das Klopfen auf meinem Unterarm.» Dies war der erste Beweis dafür, dass die seit der Amputation rezeptorlosen sensiblen Nervenden des Unterarms mit Rezeptoren in der Haut der Brustregion eine Verbindung hergestellt hatten. Immer grössere Areale des Unterarms bildeten sich auf der Brust ab, gefolgt von der Hand und schliesslich von einzelnen Fingern.

Wenn Christian Kandlbauer seine Hand auf seiner Brust fühlt, ist – sensorisch betrachtet – die Brust nicht Brust, sondern Hand. Gelingt es, Messgrössen aus der Prothesenhand, wie die



Mehr Selbständigkeit dank fühlenden Prothesen – Christian Kandlbauer im Labor der Otto Bock HealthCare Products GmbH. Quelle: Otto Bock HealthCare Products GmbH

Otto Bock®
QUALITY FOR LIFE

Die Otto Bock HealthCare Products GmbH wurde 1919 in Berlin gegründet und hat ihren Hauptsitz im südniedersächsischen Duderstadt (Deutschland). Etwa ein Drittel der über 400 Mitarbeitenden ist im Forschungs- und Entwicklungsbereich beschäftigt. Mit einem Netzwerk von 40 Vertriebs- und Servicestandorten in aller Welt und Exportkontakten in 140 Ländern ist das Medizintechnik-Unternehmen hervorragend aufgestellt und setzt als Weltmarktführer in der Prothetik die Standards der Branche. Weitere Geschäftsfelder sind die Orthetik, Rollstühle und seit 2006 die Neurostimulation. Otto Bock hat sich dem Credo «Quality for Life» verpflichtet. Das Unternehmen folgt der Vision, die Mobilität und Lebensqualität von Menschen mit Handicap durch technologisch herausragende und qualitativ hochwertige Produkte und Dienstleistungen zu verbessern.



Dr. Hubert Egger ist seit 2000 bei der Otto Bock HealthCare Products GmbH tätig. Er ist Forschungsteamleiter der gedankengesteuerten, fühlenden Armprothese in Wien. Nach dem Studium der Elektrotechnik und Nachrichtentechnik an der Technischen Universität Wien und einigen Jahren in der Entwicklung von Schnurlostelefonen begann er ein Studium der Humanmedizin an der Universität Wien, das er mit einer Dissertation auf dem Gebiet der funktionellen Elektrostimulation von Hemiplegiepatienten abschloss. Im Jahr 2008 wurden er und sein Team mit dem Zukunftspreis der Stadt Wien für die Arbeit an der gedankengesteuerten Armprothese ausgezeichnet.

Griffkraft, die Temperatur eines gegriffenen Objektes oder seine Oberflächenbeschaffenheit, zur virtuellen Hand zu leiten, dann fühlt Christian Kandlbauer das gegriffene Objekt in der Hand und nicht auf der Brust! Und zwar so, wie er es fühlen würde, hätte er seine gesunde Hand noch. Das Ergebnis darf genau genommen nicht verwundern. Schliesslich wird die Information über das gegriffene Objekt genau an jene sensiblen Nervenfasern übertragen, die vor der Amputation Information aus der gesunden Hand an das Gehirn geleitet hatten.

Im Prototyp der fühlenden Prothesenhand wurden Mikrosensoren eingebaut, die Temperatur, Vibration und Druck auf der Kuppe des Zeigefingers messen. Ein mikroprozessorbasiertes Regelsystem leitet die Information zur Zeigefingerkuppe der virtuellen Hand. Die Vibrationsempfindung hat zu deutlicher Begeisterung geführt. Seit dem Unfall konnte Christian das erste Mal wieder mit seiner Hand erleben, wie sich ein Gegenstand anfühlt. Den höchsten Stellenwert ordnete Christian allerdings der Wahrnehmung der Griffkraft zu. Mit der Prothesenhand muss er besonders vorsichtig sein, um einen filigranen Gegenstand, wie etwa ein Glas, nicht zu zerbrechen. Die fühlende Handprothese ermöglicht es ihm, zu spüren, wie stark er zugreift; damit kann er die Griffkraft allein durch mentale Vorstellung des «Zupackens» dosieren.

Dr. Hubert Egger
Projektleiter gedankengesteuerte, fühlende Armprothese
Otto Bock HealthCare Products GmbH

Dieses Dokument ist nicht das Ergebnis einer Finanzanalyse und beinhaltet keine Anlage- und/oder Finanzempfehlungen im Sinne der Richtlinien der Schweizerischen Bankiervereinigung. Die Informationen und Meinungen in diesem Bericht wurden von der Credit Suisse zum angegebenen Datum erstellt und können sich ohne vorherige Mitteilung ändern. Der Bericht wurde einzig zu Informationszwecken publiziert. Die Informationen stammen aus oder basieren auf Quellen, die die Credit Suisse als zuverlässig erachtet. Dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen geleistet werden. Die Credit Suisse lehnt jede Haftung für Verluste aus der Verwendung dieses Berichts ab. Weder der vorliegende Bericht noch Kopien davon dürfen in die Vereinigten Staaten versandt, dorthin mitgenommen oder an US-Personen abgegeben werden. Örtliche Gesetze oder Vorschriften können die Verteilung von solchen Berichten in bestimmten Rechtsordnungen einschränken. Dieser Bericht wird von der Schweizer Bank Credit Suisse verteilt, die der Zulassung und Regulierung durch die Eidgenössische Bankenkommission untersteht. Das vorliegende Dokument darf ohne schriftliche Genehmigung der Credit Suisse weder ganz noch auszugsweise vervielfältigt werden. Copyright © 2010 Credit Suisse Group AG und/oder mit ihr verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

CREDIT SUISSE AG

Private Banking
Investment Services and Products
Business Support, SEI 1
Postfach
CH-8070 Zürich
nano.circle@credit-suisse.com

www.credit-suisse.com/nano