

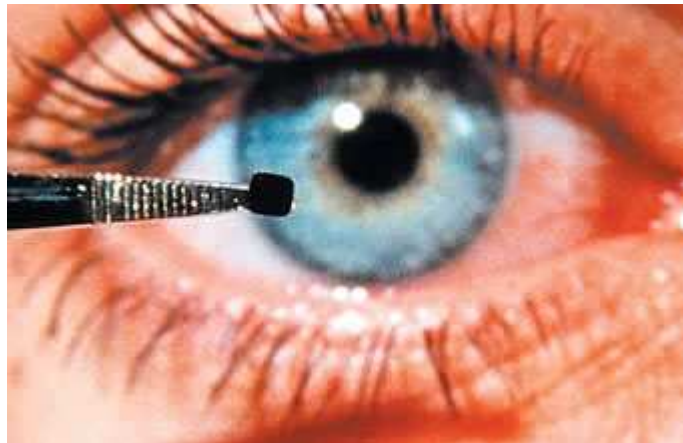
NEUROELEKTRONIK

Verzweifelte Suche nach gutem Kontakt

Ein großes Ziel schien dank Biochips greifbar nahe: eine Mischung aus künstlichen und natürlichen Hilfen für Blinde und Gehbehinderte. Doch davon sind die Forscher noch weit entfernt. Nun fassen sie andere medizinische Anwendungen ins Auge.

■ SILVIA VON DER WEIDEN

"Blinde können sehen und Lahme gehen": Derartige Schlagzeilen machten in den neunziger Jahren vielen Behinderten Hoffnung. Intelligente Prothesen sollten, so die Vision der Forscher, zerstörte Sinneszellen im Auge und blockierte Nervenbahnen überbrücken und damit Defekte buchstäblich ausschalten. Auch die Politik sah große Chancen und unterstützte die Entwicklung einer künstlichen Netzhaut mit großen Summen. Frohgemut verkündeten Experten, dass Fotozellen auf einer hauchdünnen, implantierbaren Folie den



Von winzigen Zellen auf einem Mikrochip bis zum Imitat einer Netzhaut – eine Vision, an der immer noch geforscht wird.

Foto: Markus Matzel/ Das Fotoarchiv

verloren gegangenen Lichtsinn ersetzen könnten. Ein so genannter Neurocomputer würde die in elektrische Signale umgewandelten Lichtreize in eine nervenverständliche Sprache übersetzen und sie zum Hirn weiterleiten, dorthin, wo der Sinneseindruck entsteht. Lichtblicke für Zehntausende Erblindeter!

Um die Hoffungsbranche von einst wurde es still. „Ein Neurocomputer ist nicht einmal in Ansätzen entwickelt. Die Probleme wurden massiv unterschätzt“, bilanziert Walter Wrobel vom Vorstand der Retina Implant AG in Reutlingen. Die Firma, 2003 von Augenchirurgen aus einem früheren Forschungsprojekt des Bundes ausgegründet, arbeitet trotz vieler Hürden weiter an der künstlichen Netzhaut. Sie hat den Prototyp eines Licht sammelnden Chips entwickelt, der keine „Dolmetscherfunktion“ braucht, und diesen im Tierversuch erfolgreich auf Verträglichkeit getestet. Ob sein Träger damit auch wie erhofft sehen kann, steht noch längst nicht fest.

Das Herzstück der künstlichen Retina ist ein Silizium-Mikrochip von drei Millimeter Durchmesser und fünfzigtausendstel Millimeter Dicke. Darauf sitzen 1500 Mikro-Fotodioden, die das Licht anstelle der zerstörten Netzhaut sammeln. Verglichen mit den etwa 130 Millionen Lichtsinneszellen des menschlichen Auges mutet diese Zahl bescheiden an.

Das Implantat wird nicht auf, sondern unter die Netzhaut geschoben und macht sich damit einen Vorteil zunutze: An dieser Stelle laufen die optischen Informationen, die die lichtempfindlichen Zellen liefern, in einer weitaus geringeren Zahl nachgeschalteter Nervenzellen zusammen. Die Sinnesinformationen durchlaufen einen Trichter, der sie verdichtet. Zugleich leistet die Natur an dieser Stelle biologische Übersetzungsarbeit, die menschliche Technik bislang nicht authentisch nachbilden kann: Aus Lichtreizen werden Nervensignale. Wie daraus im Gehirn ein Bild der Welt entsteht, gehört zu den großen Geheimnissen der Natur.

Forscher bemühen sich jedoch, die Sprache der Neuronen zu entschlüsseln. Als „Horchposten“ dient am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz ein biologischer Analysechip, auf dem sich Zellen züchten lassen. Aus deren Reaktionen leitet Melanie Jungblut, Doktorandin in der Abteilung Bioelektronik, das Vokabular ab: „Wir arbeiten mit Nerven- und mit Herzmuskelzellen. Beide Zelltypen eignen sich, weil sie elektrische Signale erzeugen, die sich im Zellverband ausbreiten und die wir messen können.“

Nachhilfe für die Nerven

Um das lebende Netzwerk auf dem briefmarkengroßen Chip zu beobachten, ist der Blick durch ein Mikroskop nötig. Deutlich wird ein zartes Geflecht aus einigen hundert Nervenzellen, das von einem Glasring umgrenzt in einem Kulturmedium gehalten wird. 60 Elektroden, jede nur halb so dick wie ein menschliches Haar, nehmen die schwachen elektrischen Signale der Zellen auf. Von dort aus geht es zur Auswertung an einen Computer.

Damit die Zellen wachsen können, haben die Forscher den Chip mit einer Nährlösung aus Eiweißen und Wachstumsfaktoren benetzt. Nicht immer aber breiten sich die Zellen auf der Oberfläche so aus, dass eine optimale Verbindung mit dem Chip möglich ist. Signale gibt es jedoch nur von jenen Zellen, die unmittelbar Kontakt mit den Elektroden aufnehmen. Damit die Nervenzellen wissen, wo es auf dem Chip langgeht, weist ihnen ein aufgedrucktes Eiweißmuster den rechten Weg.

Als buchstäblich richtungweisend erwies sich die Wahl eines sternförmigen Musters. Die sich daraus ergebende Maschenstruktur kommt der Struktur natürlicher Nervennetze sehr nahe. Entlang der Maschen orientieren sich die Nervenzellen mit ihren fadenförmigen Ausläufern und knüpfen Kontakte untereinander. Zudem bietet ihnen die Struktur Halt.

Dieser Neurochip taugt freilich nicht zum Sehen. Die Mainzer Forscher testen damit nur, wie bestimmte Wirkstoffe das Verhalten der Nervenzellen verändern. Erkennbar wird das an den elektrischen Signalen. Die Probe aufs Exempel machte man mit einer Substanz, die sich als einfacher Testfall für pharmazeutische Fragen eignet: Bicucullin, ein Wirkstoff, der gezielt die Ausschüttung eines bestimmten Nervenbotenstoffes hemmt. Würde sich diese Eigenschaft in einem reproduzierbaren Signalmuster widerspiegeln?

Tatsächlich verrieten die Signale, dass alle Nervenzellen unter dem Einfluss der Testsubstanz gleichzeitig zu feuern begonnen hatten. Die Reaktion des Nervennetzes auf dem Chip entsprach jener, wie sie aus Tierversuchen bekannt war. Nun wollen die Forscher prüfen, ob der Neurochip auch beim Kontakt mit anderen Substanzen in charakteristischer Weise antwortet.

„Eine Software“, so Melanie Jungblut, „könnte die Signale interpretieren und sie dann bestimmten Substanzen zuordnen.“ Das Ziel: „Eingebaut in ein mobiles Messgerät könnte ein solcher Chip Giftstoffe im Wasser oder in der Luft aufspüren.“ Viele Chemikalien bestehen aus zwei spiegelbildlich unterschiedlichen Formen, von denen nur eine giftig ist. Allein auf diese spricht der Neurochip an. Eine solche Unterscheidung schafft herkömmliche Technik bislang kaum.

Versuche mit neuen Arzneien

Das macht das biologische Testsystem auch für die Arzneimittelprüfung interessant. Die Mainzer Forscher haben für ihre Kollegen an der University of Florida in Gainesville einen Chip entwickelt, mit dem die Kollegen dort nun testen, wie sich die gefährliche Überdosierung eines Antidepressivums verhindern lässt. Die im Labor dazu erhaltenen Resultate waren eindeutig. Doch noch sind die Antworten solcher Hybridsysteme punktuell, ohne die prinzipiellen Sprachbarrieren zwischen Leben und Technik wirklich zu überbrücken.

Das ist auch Peter Fromherz, Professor für Biophysik und Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie in München, bewusst. „Zellen und Chip verstehen einander noch nicht“, konstatiert er. Der für seine Arbeiten vielfach prämierte Fromherz untersucht, wie sich Nervenzellen in einer künstlichen Umgebung, etwa auf der Oberfläche eines Halbleiterchips, zusammenfinden und wie sie Informationen austauschen.

Fromherz war 1991 als Erstem der „Lauschangriff“ auf Nervenzellen gelungen. Mit einem speziellen Mikrochip hatte er die Veränderung des elektrischen Feldes registriert, das die Erregung der Nervenzelle eines Blutegels ausgelöst hatte. Es dauerte vier Jahre, bis auch der umgekehrte Schritt möglich war: die Signalübertragung vom Chip zum Neuron.

Die Fachwelt wertete das als Beweis, dass es möglich sein sollte, die „Wasserwelt des Gehirns mit der Siliziumwelt des Computers zu koppeln“, wie Fromherz es ausdrückt. So sehr er sich um weitere Einsichten und Fortschritte bemüht, so warnt er vor zu schnellen Erwartungen.

Ob sich die grundverschiedenen Welten jemals sinnvoll verständigen werden, das weiß auch er nicht. Und „schlichtweg Science-Fiction“ nennt er die Vision, dass ein Chip im Gehirn das Gedächtnis verbessern könnte.

© Rheinischer Merkur Nr. 17, 28.04.2005



Kommentar zum Artikel

Nervenzellen: Trickreich gegen die Natur