

# Hoffnung für Blinde <sup>FAZ</sup> <sub>20.4.2004</sub>

Sehchips sollen blinde Menschen wieder sehen lassen

Von Klaus Eichenberg

Nach dem wichtigsten Sinnesorgan befragt, nennen die meisten Menschen die Augen. Das Sehvermögen ist am schwierigsten durch andere Sinne zu ersetzen. Wer wie die rund 150 000 Blinden in Deutschland davon abgeschnitten ist, droht in die Isolierung zu geraten. Während Erkrankungen der Augenlinse fast immer erfolgreich behandelt werden können, gibt es für die Netzhautdegeneration noch keine zuverlässigen Behandlungsmöglichkeiten. Dies soll sich in Kürze ändern.

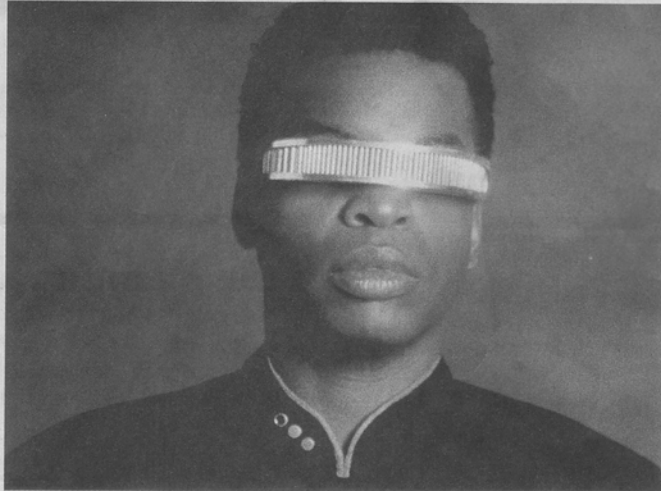
Bei einer Degeneration der Netzhaut (Retina) wie der Retinitis pigmentosa verengt sich im Laufe mehrerer Jahre das Gesichtsfeld. Die Fähigkeit, Kontraste und Farben zu sehen, nimmt ab, die Lesefähigkeit geht verloren. Die Lichtsinneszellen auf der Retina verfallen. Zuerst sterben die für das Dämmerungssehen verantwortlichen Stäbchen ab, später folgen die für Farb- und Kontrastsehen verantwortlichen Zapfen. Weltweit sind rund drei Millionen Menschen davon betroffen, darunter 40 000 Deutsche. Darüber hinaus erkranken Hunderttausende, vor allem alte Menschen, an der Makuladegeneration, bei der sich der Krankheitsherd vom Zentrum der Netzhaut her ausbreitet; hier bleibt ein peripheres Sehvermögen erhalten, das die grobe Orientierung ermöglicht.

## Elektronische Netzhautimplantate

Da Hilfsmittel wie Brillen hier nicht eingesetzt werden können, arbeiten Wissenschaftler seit über zehn Jahren an Lösungen, um ausgefallene Netzhautfunktionen durch „Prothesen“ zu ersetzen. Aktuelle Entwicklungen in der Medizin, der Computertechnologie, der Mikrosystemtechnik und die Miniaturisierung der modernen Elektronik begünstigen dabei die Entwicklung elektronischer Netzhautimplantate, sogenannter Sehchips.

Prinzipiell bestehen entlang der Sehbahn drei Möglichkeiten, Sehchips anzukoppeln: am Gehirn, an den Sehnerven oder an der Retina. Die meisten Forschergruppen favorisieren den Ansatz, Implantate direkt an die aufgefächerten Sehnervenfaserbündel an der Retinaoberfläche anzuschließen. Der retinale Ansatz ist prinzipiell vielversprechend. Als ungelöst galten bisher allerdings die Fragen, wie Elektroden dauerhaft und schädigungsfrei an das neuronale Gewebe anzukoppeln sind und wie die Stimulation zu erfolgen hat, damit die Nervenzellen über längere Zeit schädigungsfrei gereizt werden können (Biokompatibilität). Hinzu kommt die Frage, wie sichergestellt werden kann, daß die Elektronik den Angriffen von Körperflüssigkeiten und -zellen jahrelang standhält (Biostabilität) – schließlich ist das subretinale Implantat samt schützender Hülle fünfzigmal kleiner als ein Herzschrittmacher.

Bei der Entwicklung von Sehchips, die an Nervenzellen der Netzhaut angeschlossen werden, ist Deutschland mit führend. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), beschäftigen sich mehrere Gruppen mit sogenannten epiretinalen und subretinalen Implantaten. Ersteres liegt von der Pupille aus betrachtet auf, letzteres unter der Netzhaut. Beim subretinalen Ansatz wird ein Chip mit 1500 lichtempfindlichen Mikrophoto-



Sehen dank neuester Technik: High-Tech Augen wie im Film werden bald Wirklichkeit.

dioden (MPD-Array) direkt an die Stelle der Zapfen- und Stäbchenschichten gebracht, die weitgehend zerstört sind. Einen solchen Chip hat ein Verbund der Universitätsaugenkliniken Tübingen und Regensburg, des Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Instituts (NMI) Reutlingen sowie des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS) und des Instituts für Physikalische Elektronik (IPE) der Universität Stuttgart entwickelt. Die aus dieser Kooperation hervorgegangene Retina Implant AG, Tübingen/Reutlingen, soll das Wissen des Verbundes verwerten.

Mit einer Fläche von drei Millimetern im Quadrat und einem zehntel Millimeter Dicke deckt der Chip ein Sehfeld von zwölf Grad ab. Er wird von außen durch die Aderhaut unter die Netzhaut geschoben. Liegt er in der Position der degenerierten Sehzellen, koppelt er an die Nervenzellen der hinteren und mittleren Netzhautschicht an. Diese sind selbst nach langjähriger Blindheit zahlreich vorhanden. Die Methode bedarf keiner externen Elektronik. Die elektrisch angesteuerten Netzhautzellen verrechnen die Signale auf natürlichem Wege und leiten ihr Ergebnis an die Ganglienzellen weiter, deren Fasern zum Gehirn führen. Versuche mit Schweinen haben gezeigt, daß ein solcher Chip seine Lage beibehält und die kontaktierten Zellschichten auch über längere Zeiträume hinweg gut erhalten bleiben. Patienten in den Vereinigten Staaten haben die Siliziumchips über Jahre hinweg ohne Abstoßreaktionen getragen. Allerdings erwies sich natürliches Licht als zu schwach, um den Reizstrom zu erzeugen, der zu einem ausreichenden Sehen hätte verhelfen können.

## Aktiver Sehchip

Mit der Entwicklung eines aktiven Implantats, dem Energie von außen zugeführt wird, begann die Arbeitsgruppe um Zrenner und Hämmerle vor vier Jahren. Auch das aktive Implantat wird operativ unter die Netzhaut gepflanzt. Der natürliche optische Apparat des Auges aus Hornhaut und Linse bildet die visuelle Szene auf 1500 lichtempfindlichen Photodioden ab. Ein Schaltstrom von einem zehnmillionstel Ampere pro Elektrode lenkt die zugeführte Energie auf die Nervenzellen der Netzhaut, die Elektroden stehen in einem Abstand von 70 Mikrometer. Die Nervenimpulse, die mit subretinalen Elektroden zu erreichen sind, kommen in der Seh-

rinde an, die räumliche Auflösung reicht aus, um Bewegungen und Objekte zu erkennen. Der aktive subretinale Sehchip der Retina Implant AG ist das erste unter die Netzhaut verpflanzbare Implantat, das extern mit elektrischer Energie versorgt wird und mit einer ausreichenden Zahl von Elektroden ausgestattet ist. Nach den in Tierversuchen errechneten Werten ist eine Auflösung möglich, wie sie dem Blick durch ein Fenster aus zwei Meter Entfernung entspricht, dessen Fläche in 1500 Pixel aufgelöst wird.

Mittlerweile sind auch die Operationsverfahren entwickelt, die durch elektrische Stimulation maximal mögliche räumliche Auflösung ist realisiert. Auch die Stabilität des Chips ist sichergestellt und seine Verträglichkeit geprüft. Nun ist eine klinische Studie mit acht an Retinitis pigmentosa leidenden blinden Patienten in Vorbereitung. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, daß in allernächster Zeit ein Durchbruch bei der Wiederherstellung des Sehens zu vermelden sein wird.