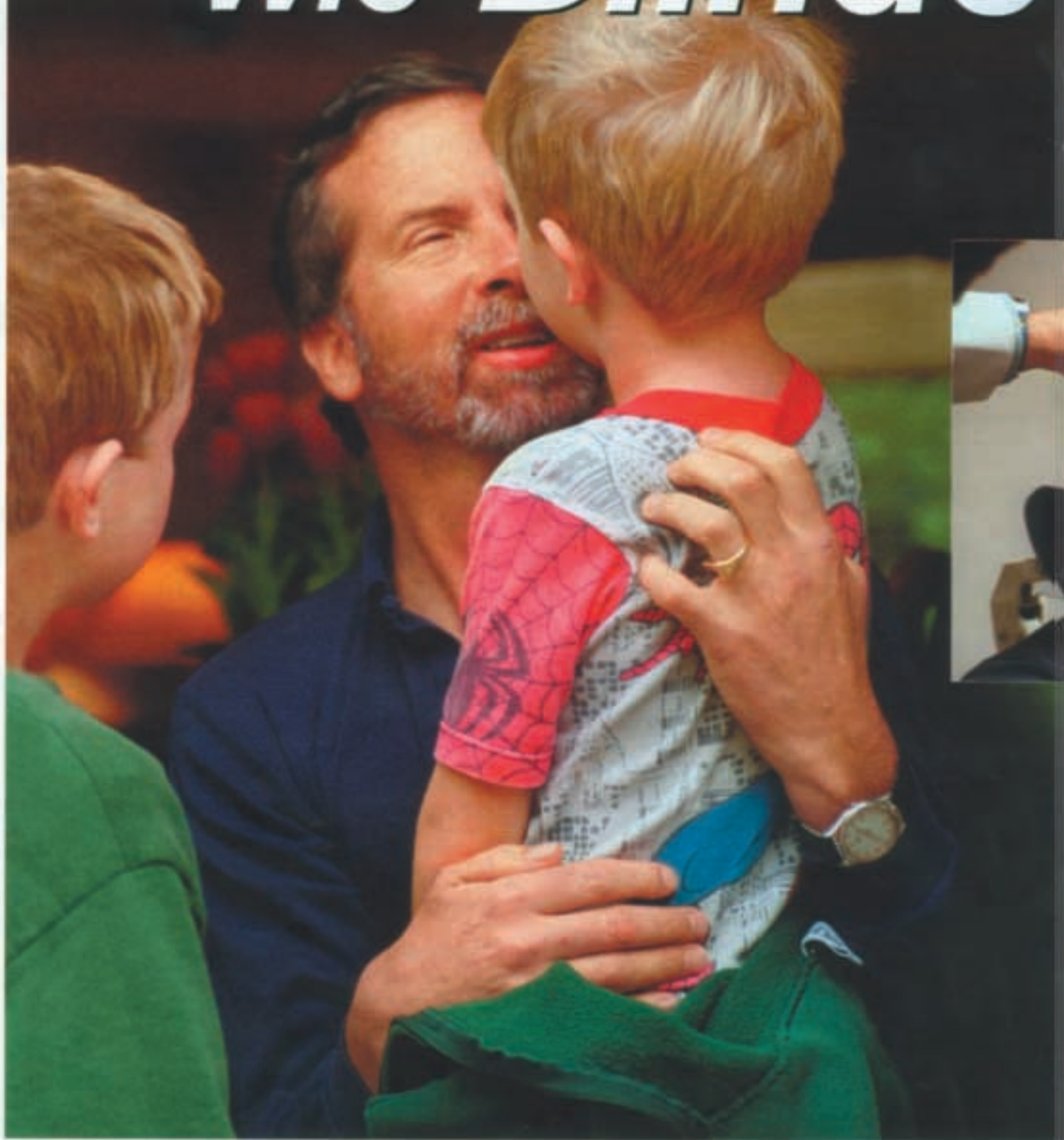


# Wie **Blinde** wieder **sehen**

Mediziner sind zuversichtlich: Noch nie gab es so viele erfolgversprechende Forschungsansätze, um stark sehbehinderten Menschen zu helfen. Wie die neuen Methoden funktionieren sollen – und wer von ihnen profitieren könnte



**Erste Augenblicke:** Der US-Amerikaner Mike May nach der Hornhaut-Operation, die ihm das Augenlicht zurückbrachte. Zum ersten Mal sieht er seine Frau (oben) und seine Kinder (links). Beim Ballspielen verlässt sich May manchmal noch auf die Zuerufe seiner Mitspieler – zu ungewohnt ist das Sehen nach mehr als 40 Jahren Blindheit

**M**anchmal traut Mike May einfach seinen Augen nicht. Dann muss er das, was er zu sehen meint, zunächst berühren und prüfend abtasten. „Erst dann“, berichtet der 49-jährige Computer-Spezialist aus dem US-Bundesstaat Kalifornien, „kann ich entscheiden, ob es sich beispielsweise um einen Baumstamm oder eine Skulptur handelt.“

Sehen ist für Mike May immer noch etwas Ungewohntes. Im Alter von drei Jahren verletzte er sich bei einer Explosion die Hornhaut seiner Augen so sehr, dass er erblindete. Alle Versuche, dem Patienten mit einer Hornhaut-Spende zu helfen, schlugen fehl, weil die Zellen der neuen Schutzhaut sich nicht erneuern konnten und das Auge daher schnell eintrübte. Erst am 7. März 2000, nach mehr als 40 Jahren Blindheit, schafften die Ärzte das Unglaub-

liche: Mike May erhielt sein Augenlicht zurück, sah zum ersten Mal seine Frau und seine heute acht- und zehnjährigen Söhne. Möglich gemacht hatte das eine neue Therapie: Die Ärzte betteten das Hornhaut-Transplantat in einen Ring aus Stammzellen ein, die ebenfalls von einem Spender kamen. Das Zellbett im Auge sorgt nun dafür, dass sich die Hornhaut laufend regeneriert und nicht mehr trüb wird.

Die Geschichte von Mike May – mittlerweile sind weltweit mehrere hundert Patienten mit der Kombinations-OP behandelt worden – steht stellvertretend für hoffnungsvolle Fortschritte im Kampf gegen Blindheit, die noch vor wenigen Jahren als kühne Forscherträume galten. So arbeiten deutsche und US-amerikanische Wissenschaftler an Sehchips, die erblindeten Patienten mit erblicher Netzhauterkrankung (*Retinitis pigmentosa*) helfen ➤

Foto: Florence Lew (3)

könnten – bereits in diesem Jahr sollen erste Praxistests in Deutschland starten. In Planung ist außerdem eine Brillenkamera, die Patienten mit nicht behandelbarer Hornhauttrübung wieder etwas Sehvermögen verschaffen soll. Gen- und Zelltherapeuten suchen nach neuen Wegen, um zerstörte Zellen am Auge reparieren zu können – und Erbkrankheiten wie *Retinitis pigmentosa* vielleicht schon im frühen Stadium zu stoppen.

Perspektiven gibt es auch für manche Patienten, bei denen die Ärzte keine Chance haben, das Augenlicht zu retten: Die Betroffenen könnten in Zukunft lernen, Seh-Eindrücke über Tonsignale oder den Tastsinn ihrer Finger wahrzunehmen.

### Immer mehr Menschen erblinden

Als blind gelten in Deutschland rund 155 000 Menschen. Die wenigsten von ihnen (etwa ein Prozent) sind ohne Augenlicht auf die Welt gekommen; die meisten erblinden im Lauf ihres Lebens, zum Teil durch Verletzungen des Auges (wie bei Mike May), am häufigsten aber durch Krankheiten an der Netzhaut.

„Vor allem in der Gruppe der über 80-Jährigen nimmt die Zahl der Erblindungen im Moment stark zu“, weiß Prof. Dr. Karl Ulrich Bartz-Schmidt,

Leiter der Uni-Augenklinik in Tübingen. „Bei ihnen kommt es besonders häufig zu altersbedingten Verschleißerkrankungen an der Netzhaut.“

Blind zu sein bedeutet nicht in jedem Fall, dass die Patienten gar kein Augenlicht mehr haben. Nach der deutschen Rechtslage ist blind, wer ein Sehvermögen von maximal zwei Prozent eines gesunden Menschen hat. „Das heißt: Die Patienten können manchmal gerade noch eine Hand vor den Augen schemenhaft erkennen“, erläutert Bartz-Schmidt. Andere, die nach dem Gesetz als blind gelten, sehen beispielsweise nur noch in kleinen Bereichen des normalen Blickfelds einigermaßen, etwa an den Rändern.

So ergeht es auch Kurt Schorn. Der 51-jährige Aachener leidet an *Retinitis pigmentosa*, bei der die Sinneszellen auf der Netzhaut nach und nach zerstört werden. „Gesichter erkenne ich praktisch nicht mehr“, erzählt Schorn. „Besonders belastet mich, dass ich nur mit fremder Hilfe auf unbekanntem Straßen zurechtkomme.“ Schon vor über zehn Jahren musste er deswegen seinen Beruf als Chef einer Außenhandelsfirma aufgeben. Um eine Zeitung zu lesen, braucht er einen Sprachcomputer, der den Artikel vorliest. Kurt Schorn, der sich inzwischen in einer Selbsthilfegruppe für Patienten mit



Text vom Band: Briefe lässt sich Mike May noch von einem Computer vorlesen

Netzhauterkrankungen engagiert, weiß: Eines Tages kann ihm die Krankheit auch den Rest des Augenlichts rauben. Denn eine wirksame Behandlung kennen die Ärzte bislang nicht. Dramatische Folge: Jeder zehnte der rund 30 000 Erkrankten in Deutschland ist bereits erblindet.

### Der Sehchip: Revolution am Auge

Doch für Menschen wie Kurt Schorn gibt es jetzt Hoffnung. Ein raffinierter Mikrochip, der in das Auge eingepflanzt wird, soll die Funktion der zerstörten Netzhaut-Sinneszellen zumindest teilweise übernehmen. „Ein Meilenstein in der Augenheilkunde“, sagt Dr. Peter Walter, Spezialist für *Retinitis pigmentosa* an der Universitäts-Augenklinik Köln. „Zum ersten Mal haben wir die Chance, Netzhaut-Patienten mit komplettem Sehverlust wieder zu einem Stück Augenlicht zu verhelfen.“

Noch in diesem Jahr will der Chip-Hersteller, die Bonner Firma IIP-Technologies, mit Praxistests an vollständig blinden Betroffenen starten. „Bewährt sich die Technik hier, könnten langfristig auch Patienten mit einem Rest Sehvermögen von dem Chip profitieren“, hofft Dr. Holger Becker, Geschäftsführer von IIP-Technologies.

Spannend bleibt die Frage, was die Patienten mit dem Sehchip – in der Fachsprache Retina-Implantat genannt – tatsächlich wahrnehmen. „Sie werden nicht wie ein Gesunder sehen können“, stellt Becker klar. „Das Auge verfügt über rund 110 Millionen Sinneszellen, die eine riesige Informa-

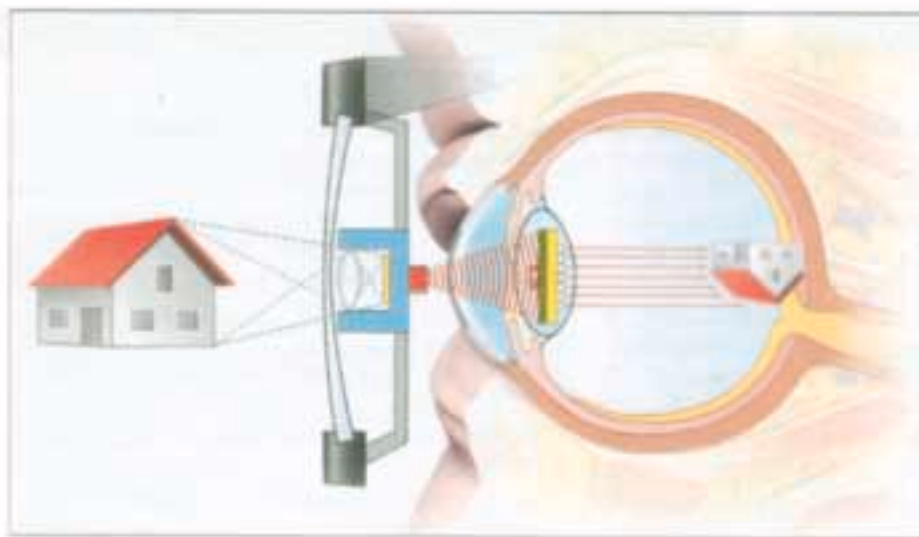
tionsfülle verarbeiten. Das ist von keiner noch so ausgefeilten Technik kopierbar.“ Vor allem in puncto Schärfe dürfte der Chip-Eindruck dem natürlichen Sehen weit hinterherhinken.

Dass das künstliche Sehen überhaupt ein verlässliches Bild der Umgebung liefert, will Becker unter anderem durch eine Funk-Fernsteuerung des Chips erreichen: „Nachdem das Implantat eingepflanzt wurde, programmieren Arzt und Patient gemeinsam die Einstellung: So, dass ein rundes Objekt auch als rund wahrgenommen wird – und nicht als grauer Fleck.“

Bis zu zehn Prozent der normalen Sehkraft könnten Blinde mit dem Retina-Implantat zurückerobern, schätzt Augenarzt Walter: „Das klingt wenig, bedeutet aber für die Betroffenen einen enormen Gewinn an Lebensqualität. Die Chip-Träger sind dann in der Lage, Gegenstände in ihrer Nähe – zum Beispiel einen Tisch, aber auch ein fahrendes Auto – mit den Augen auszumachen.“ Damit wäre ein erstes Etappenziel der Chip-Forscher erreicht: Die Patienten könnten sich auch in einer fremden Umgebung sicher bewegen.

In einem zweiten Schritt, mit verbesserter Chip-Technik, will Becker den Patienten sogar das Lesen ermöglichen: „Damit hätten wir die entscheidende Brücke geschaffen, um ▶

## Gegen trübe Hornhaut: Sehen mit der Kamera



**Kunst-Auge für besseren Durchblick:** Eine Kamera im Brillengestell fängt die Bilder auf, die normalerweise das gesunde Auge sehen würde. Die Bilddaten werden per Funk an eine Leuchtdiodenfolie in der Linse des Auges übertragen. Dort entsteht das ursprüngliche Bild erneut – und wird von hier auf die Netzhaut des Auges projiziert. Wie beim natürlichen Auge stehen die Bilder auf dem Kopf, was vom Gehirn korrigiert wird

## Sehen mit den Fingern



**Gefühl für Bilder:** Die Kamera in der Brille setzt optische Eindrücke in ein Kantensbild um, das der Patient mit den Fingern auf einem Display abtastet. Die Geräte arbeiten bisher stationär. Ziel sind tragbare Tastsensoren

erblindete Menschen wieder zurück ins Berufsleben zu bringen.“

Die Firma IIP-Technologies steht mit ihrer Entwicklung nicht allein. Bereits vor zwei Jahren hat das US-amerikanische Unternehmen Optobionics sechs Patienten mit *Retinitis pigmentosa* einen Sehchip eingesetzt. Über die dabei erzielten Erfolge gibt die Medizintechnik-Firma aus Illinois nur verhalten Auskunft. Immerhin, so heißt es in ihren Mitteilungen, habe die künstliche Netzhaut bislang keine nennenswerten Abstoßungsreaktionen im Auge hervorgerufen.

Der Unterschied zwischen dem US-Modell und dem Implantat aus Deutschland liegt im Detail: Der Sehchip von IIP-Technologies befindet sich auf der Netzhaut (siehe Grafik), während die Hightech-Folie von Optobionics unter die Netzhaut geschoben wird. „Die Praxistests müssen zeigen, welcher Ansatz den Patienten auf Dauer besser hilft“, kommentiert Walter. Für Kurt Schorn steht jedenfalls fest: „Die Retina-Implantate sind eine großartige Chance, zumindest für ein bescheidenes Sehen – selbst wenn es eine ungewohnte Vorstellung ist, einen Fremdkörper im Auge zu tragen.“

Die Begeisterung von Kurt Schorn ist verständlich, hoffen Ärzte und Patienten doch schon seit Jahrzehnten auf den immer wieder versprochenen Sehchip. Dass die Hightech-Bauteile jetzt endlich Praxisreife erlangt haben, hängt unter anderem mit den Fortschritten der Computertechnik zusammen: Sie erlauben es, die nötigen Datenmengen für die optischen Eindrücke auf einem nur wenige Millimeter großen Chip zu verarbeiten. Außerdem stehen den Forschern heute Materialien zur Verfügung, die vom Körper besser vertragen werden – sonst könnte es passieren, dass der Chip im Auge Entzündungen hervorruft.

#### Durchblick mit Brillenkamera

Die technischen Errungenschaften, die den Sehchip möglich gemacht haben, nutzt auch Prof. Bartz-Schmidt. Zusammen mit Ingenieuren der Universität Duisburg arbeitet der Tübinger Augenarzt an einem Kamerasystem, das die optische Barriere einer eingetrübten Hornhaut auf raffinierte Weise umgehen soll: Eine Leuchtdioden-Folie, die in der Linse des Auges sitzt,



**Höchste Präzision:** Ein Techniker der Firma iip-Technologies präpariert einen Sehchip. Die Implantate sollen die Arbeit von zerstörten Netzhautzellen übernehmen. Wie gut die Patienten damit wirklich sehen, ist unklar

projiziert ein Bild auf die Netzhaut, die bei Patienten mit Hornhauterkrankung in der Regel intakt ist (siehe Grafik auf Seite 42).

„Kandidaten für die Sehkamera sind Menschen mit trüber Hornhaut, bei denen die übliche Hornhaut-Transplantation nicht in Frage kommt“, erläutert Bartz-Schmidt. „Dazu zählen auch Millionen von Blinden in Entwicklungsländern, die ihr Augenlicht durch eine bakterielle Infektion der Hornhaut verloren haben.“

Noch müssen die Forscher technische Detailfragen klären. „So ist unklar, ob wir mit der geplanten Konstruktion ein konstant scharfes Bild auf der Netzhaut hinkriegen“, nennt Bartz-Schmidt ein Beispiel. In etwa drei Jahren könnten die ersten Hornhaut-Patienten von der Brillenkamera profitieren. Ein Prototyp soll schon im Herbst dieses Jahres vorgestellt werden.

#### Schützt Gentherapie vor Blindheit?

Hoffnung setzen die Augenärzte auch auf die Gentherapie. „Für Patienten mit erblich bedingtem Sehverlust wäre das natürlich die konsequenteste Lösung“, sagt Dr. Markus Preisung. Der Biologe an der Universität Regensburg untersucht gemeinsam mit der Augenärztin Prof. Dr. Birgit Lorenz die Voraussetzungen einer Gentherapie für *Retinitis pigmentosa*: „Dass eine Gentherapie prinzipiell machbar ist, haben uns schon Tierversuche in den USA gezeigt.“

Preisung schätzt, dass die Erfolgchancen einer Gentherapie für Patienten mit *Retinitis pigmentosa* vom richtigen Zeitpunkt abhängen. „Wir müssten mit dieser Behandlung so früh wie möglich ansetzen, um den Zellverlust im Augenhintergrund zu stoppen“, erklärt der Wissenschaftler. „Denn die Chance, einmal zerstörte Sinneszellen an der Netzhaut mit einer

Gentherapie zu reparieren, dürfte auch in Zukunft gering sein.“

#### Sehen mit Fingern und Ohren

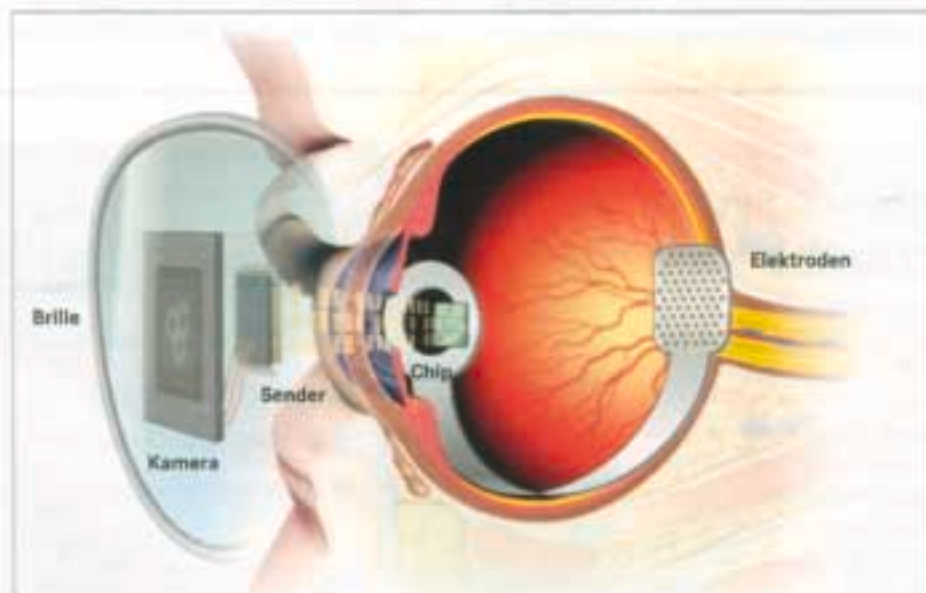
Aber auch mit den neuen Methoden werden die Ärzte vorerst nur einem kleinen Teil der Blinden das Augenlicht zurückgeben können. Deshalb arbeiten Forscher auch an Techniken, die das Sehvermögen durch andere Sinnesindrücke so gut wie möglich ersetzen sollen. „Besonders vielversprechend ist das bei Kindern, die entweder von Geburt an blind sind oder ihr Sehvermögen schon in den ersten Lebensjahren verloren haben“, weiß Dr. Anne De Volder, Neurologin und Hirnforscherin an der Universität im belgischen Leuven. Der Grund: In dieser frühen Lebensphase können die Hirnbereiche, die eigentlich für das Sehen

zuständig sind, noch gut auf Ersatz-Sinnesinformationen programmiert werden. „Tastreize und akustische Signale aktivieren die Sehregionen im Gehirn nach einer gewissen Trainingszeit genauso, wie es optische Eindrücke beim Gesunden tun“, sagt De Volder.

Erste Erfolge gibt es schon: Britische Wissenschaftler haben einen Signalgeber entwickelt, der wichtige Blickinformationen (wie die Konturen eines Gegenstandes) in Töne umsetzt. Und Forscher der Uni Heidelberg um Prof. Dr. Karlheinz Meier nutzen den Tastsinn als Seh-Ersatz. Spezialgeräte sorgen dafür, dass optische Bilder für die Patienten mit Händen fühlbar werden (Grafik S. 43). Die Tests an einer Blindenschule laufen erfolgversprechend.

Durch solche Methoden, schätzt Ärztin De Volder, könnte sich bei den Patienten ein „geistiges Auge“ entwickeln. Wie wichtig die inneren Bilder für Sehbehinderte selbst nach erfolgreicher Behandlung bleiben, bestätigt Mike May: „Auf eine unbekannte Skipisteträue ich mich erst mit einem Führer. Dann kann ich die Strecke bei weiteren Abfahrten im Kopf vorwegnehmen und mich auf Hindernisse einstellen.“ Wer immer gesehen hat, mutmaßt May, würde solche geistigen Bilder wohl nie im gleichen Maß entwickeln. □

### Bei zerstörter Netzhaut: Sehen mit dem Chip



**Lichtblicke in Etappen:** Eine Kamera (in der Brille) nimmt die Bilder über künstliche Sinneszellen (Photosensoren) auf und überträgt sie zunächst an einen Sender. Von hier aus gelangen die Signale (und die Stromversorgung) drahtlos zur Chipfolie an der Linse des Auges, die über Elektroden die Seh-Nervenzellen im Augenhintergrund stimuliert