

## Erzeugung der Eindrücke

Mit den doppelten Gegenfarbennzellen sind wir nun in der **primären Sehrinde**, dem sogenannten Areal V1, angekommen. Dieser 3 mm dicke, scheckkartengroße Bereich sitzt an den hinteren Enden der beiden Hirnhälften und weist gut 200 Millionen Nervenzellen auf. Wie wir aus Tierversuchen wissen, integriert sie neben bewegungs- und orientierungssensitiven Nervenzellen auch solche, die ausschließlich auf Wellenlängenreize, nicht aber auf Farben ansprechen. Objekte von unterschiedlicher Farbe, aber gleicher spektraler Reflektanz, erweckten dieselben Reaktionen in diesen Zellen. Obwohl das Wissen über die Farbverarbeitung ab der primären Sehrinde bislang nur bruchstückhaft ist, können wir deshalb festhalten, daß die Farbeindrücke nicht in der primären Sehrinde, sondern in einer höheren Verarbeitungsebene entstehen müssen. Als Bühne dieser Eindrücke legen Semir Zekis Tierversuche das in der zum Schläfenlappen führenden „Was-Bahn“ gelegene Areal V4 nahe (Zeki 1973). Dorthin projizieren die Zellen von V1 über das zwischengeschaltete Areal V2. Zellen in V4 reagieren nämlich umgekehrt wie in der

Sehrinde auf die Farbe eines Objekts und nicht auf dessen spektralen Gehalt. Zekis später durchgeführte PET-Scans (Positronen-Emissions-Tomographie, die die Stoffwechselfähigkeit sichtbar macht) an Menschen bestätigten die Bedeutung des Areals V4 für die Farbwahrnehmung (Zeki 1989). Einen weiteren deutlichen Hinweis auf die enorme Bedeutung dieses nur bohngroßen Bereichs für das Farbsehen liefert der Neurologe Oliver Sacks in seiner Fallbeschreibung des Malers Jonathan I., der durch eine Verletzung genau dieses Areals in Folge eines Unfalls seine Farbwahrnehmung verlor. Sacks skizziert dies so: *„Sein brauner Hund erscheint ihm dunkelgrau. Tomatensaft nimmt er als schwarz wahr. Und die Farbfernsehbilder sind für ihn ein grauer Mischmasch ... Ihn plagte ... das unappetitliche, «schmutzige» Aussehen dessen, was er sah – jedes Weiß schmierig, wie verschimmelt oder verwaschen, jedes Schwarz wie verstaubt. Alles sah falsch, unnatürlich, verschmutzt und unrein aus. ... Die Haut anderer Menschen, seiner Frau, auch seine eigene Haut nahm er in einem abstoßenden Grauton wahr; «fleischfarben» erschien ihm nun «rattenfarben» und das änderte sich auch nicht, wenn er die Augen schloß, denn sein lebhaftes Vorstellungsvermögen war ihm zwar erhalten geblieben, nur hatte es ebenfalls jegliche Farbigkeit verloren.“* Sacks folgert dar-

## Die Wahrnehmung von Helligkeit und Farbe

aus: „Der Patient I. sah mit den Zapfenzellen seiner Netzhäute und mit den auf Wellenlängen reagierenden Zellen von V1, während die farbgenerierenden Mechanismen von V4 auf höherer Ebene versagten. Für uns ist das Ergebnis einer Reizverarbeitung in V1 unvorstellbar, weil es nie als solches wahrgenommen, sondern sofort einer höheren Ebene zugeleitet wird, wo es nach weiterer Verarbeitung eine Farbwahrnehmung hervorbringt. Der reine V1-Output dringt also nie in unser Bewußtsein. I. hingegen nahm diesen Output wahr. Seine Hirnschädigung hielt ihn in einem fremdartigen Zwischenraum gefangen, der unheimlichen Welt von V1, einer Welt der abnormen und gewissermaßen vorfarblichen Empfindungen, die sich weder der Kategorie der Farbigkeit noch der der Farblosigkeit zuordnen ließen.“ (Sacks 2001, S. 19, 24-25).

Da die Nervenzellen in V4, ähnlich wie die in V1, eine Selektivität für die Form visueller Reize (ihre Länge, Breite und Ausrichtung) zeigen und zudem selektiv auf ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit reagieren, darf man annehmen, daß sich in diesem Areal neben der Farbwahrnehmung zahlreiche Verarbeitungsprozesse abspielen, die wichtige Vorstufen der Objekterkennung darstellen (Desimone, Schein 1987).

An dieser Stelle sind wir der Farbwahrnehmung nun so weit gefolgt,

wie es der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand zuläßt und können folgern, daß das Areal V4 offensichtlich der eigentliche Farbgenerator in unseren Gehirnen ist. Eine Aussage darüber, wie die Farbeindrücke letztlich wirklich entstehen, können wir jedoch noch nicht treffen. Denn auch V4 ist in das übergreifende Netzwerk aller Hirnteile eingebunden. Dazu zählen der Hippocampus, der große Bedeutung für die Speicherung von Gedächtnisspuren besitzt, das limbische System und die Amygdala, welche uns die Emotionen bescheren, und eine Anzahl weiterer Bereiche der Großhirnrinde, deren genaue Aufgaben noch unerforscht sind. Auf sie alle wirkt V4 und sie wirken wiederum auf V4 zurück, wodurch die dort generierten Farben mit Erinnerungen, Assoziationen, Gerüchen, Geschmackern und Geräuschen, kurz allen anderen Sinneseindrücken verbunden werden. Diese Verschmelzung ist es, die letztlich den fertigen Eindruck ausmacht, welcher wiederum eine für jeden unterschiedlich bedeutsame Welt erschafft.

Unabhängig von allen noch offenen Fragen ist jedoch eins klar geworden: Die Vorstellung von allein stehenden Farben, die wir nur auffassen, ist falsch. Die Objekte besitzen diese nicht wirklich selbst, sie existieren nicht

unabhängig von unserem Wahrnehmungsapparat, sondern erst unser Gehirn konstruiert sie in einer komplizierten Verarbeitung aus den kombinierten Reizmustern der drei Zapfen-Rezeptorarten in der Retina, die durch die einfallenden Wellenlängenmuster aktiviert werden.