



5.10.

Konvergenz (schematisch): Die Erregungen mehrerer Photorezeptoren werden über konvergente Verschaltungen der Bipolarzellen gebündelt. Es gibt weniger Ganglienzellen als Photorezeptoren

Mehrere Photorezeptoren werden über zwischengeschaltete Bipolarzellen gebündelt, deren Signale dann über eine geringe Anzahl von Ganglienzellen an den Sehnerv weitergeleitet. Jede einzelne der etwa 1 Million Ganglienzellen trägt eine Nervenfasern zum Sehnerv bei.

Der Nutzen dieser Datenreduktion in der Retina hängt mit der begrenzten Kapazität des Gehirns zusammen: Die Retina ist vergleichbar mit einem lichtempfindlichen Sensor, bestehend aus 126 Megapixeln – zuviel Information, um in Echtzeit an das Gehirn übertragen und dort verarbeitet werden zu können. Stattdessen findet eine lokale Datenreduktion auf effektive 1 Megapixel statt, bevor die Daten an den visuellen Kortex weitergegeben werden.

Interessant ist, dass diese enorme Datenreduktion,

die abseits des fovealen Sehens auch die Auflösung des Bildes betrifft, im Alltag nicht als Beeinträchtigung wahrgenommen wird. Das liegt daran, dass die visuelle Wahrnehmung nicht auf einzelnen Schnappschüssen der kompletten Szene basiert, sondern auf dem Prinzip des blickenden Auges, das in kurzer Folge verschiedene Gegenstände anvisiert, während dessen das Gehirn die einzelnen Teilinformationen zu einem Gesamtbild der Umgebung integriert. In Abschnitt 6.4 zum visuellen Bildaufbau werden wir noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen.

Eine simple Konvergenz durch Addition der Signale, wie sie in Abbildung 5.10 gezeigt ist, tritt in den extrafovealen Verschaltungen der Stäbchen auf, wobei diejenigen Photorezeptoren, die auf eine einzelne Ganglienzelle verschaltet werden, zu einem *rezeptiven Feld* gehören. Eine solche Konvergenz dient der Signalverstärkung bei gleichzeitiger Reduktion des Rezeptorrauschens: Bei Leuchtdichten unterhalb von 0.001 cd/m^2 ist die Wahrnehmungsschwelle der Zapfen bereits unterschritten. Die Stäbchen sind etwa 100-fach empfindlicher, sollten also bei 0.00001 cd/m^2 aussteigen. Dennoch liegt die Wahrnehmungsschwelle des dunkeladaptierten Auges nochmals um einen Faktor 10 darunter (siehe Tabelle 5.3) – eine Folge der Signaladdition durch rezeptive Felder. Manche Digitalkameras bedienen sich derselben Technik, um durch Bündelung mehrerer Pixel ihre Lichtempfindlichkeit zu steigern.

Es sind vornehmlich Stäbchen der extrafovealen Retina, die zu konvergenten rezeptiven Feldern verschaltet werden, während Zapfen in der Fovea meist jeweils individuellen Ganglienzellen zugeordnet sind. Dies erklärt die hohe Auflösung des Auges im zentralen Bereich des Gesichtsfeldes während des Tagessehens.

Die Verschaltungen von Nervenzellen in der Retina können jedoch weit komplexere Aufgaben erfüllen. Die Abbildung 5.11 zeigt das Beispiel der *lateralen*