

„Fehlkonstruktion Auge“: Am Ende nur ein Scherz?

Je mehr über die Eigenschaften des Wirbeltierauges erkannt wird, um so deutlicher erweist sich eine über 150 Jahre gern zitierte Einschätzung, das Auge sei eine mit Mängeln behaftete Konstruktion, als falsch. Fehleinschätzungen sind in der Wissenschaft Normalität; diesen Fall aber als bloßen Scherz abzutun, ist ein schlechter Versuch, den Verlust eines beliebten Argumentes zu bagatellisieren.

Henrik Ullrich

„Das Auge von Menschen und anderen Wirbeltieren ist von Anatomen ab und an scherzhaft als Fehlkonstruktion bezeichnet worden: Denn aus entwicklungsbiologischen Gründen ist unser Sehorgan falsch herum gebaut, also invertiert. ... Das Gegenteil ist allerdings der Fall: Tatsächlich verbessert der Retinaaufbau das Bild sogar, berichten Amichai LABIN vom Technion im israelischen Haifa und seine Kollegen“ (<http://www.spektrum.de/news/lichtleiter-schichtdienst-im-auge/1299836>).

Dieser Kommentar des Online-Wissenschaftsmagazins reiht sich ein in ähnlich klingende Wertungen der Entdeckungen israelischer Forscher zu den erstaunlichen Qualitäten von

Müller-Zellen in der Netzhaut der Wirbeltiere. Es dürfte den mit der Materie vertrauten Leser verwundern, dass die unzählige Male und oft vehement vorgetragene Behauptung der „Fehlkonstruktion“ nun plötzlich als „Scherz“ bezeichnet wird. Wird also das „Aus“ des Fehlkonstruktions-Arguments beim Linsenauge hiermit besiegelt?

Wie im Eingangszitat angedeutet, galt die inverse Lage der Netzhaut (Retina) oft als Argument für einen gravierenden Konstruktionsfehler: Die lichtempfindliche Schicht im Augenhintergrund sei falsch herum angebracht. Nicht nur von Anatomen, sondern vor allem von Evolutionsbiologen wurde der Befund gern zitiert. Dieser wiederum wurde dann regelmäßig als Argument gegen „Schöpfung“ verwendet. Der Fortgang der Forschung zeigte aber zunehmend ausgeklügelte Strukturen, zu denen die Müller-Zellen gehören. Nicht nur, dass die Zellfortsätze der Müller-Zellen wie Lichtfaserkabeln das Licht nahezu verlustfrei durch die Schichtpakete von Zellen bringen, welche den Sinneszellen (Stäbchen, Zapfen) in der Netzhaut überlagert sind (FRANZE et al. 2007). Sie sorgen durch ihren trichterartigen Aufbau an der Außenseite der Netzhaut (Einfallsseite des Lichtes) auch dafür, dass die diskreten Unterschiede der

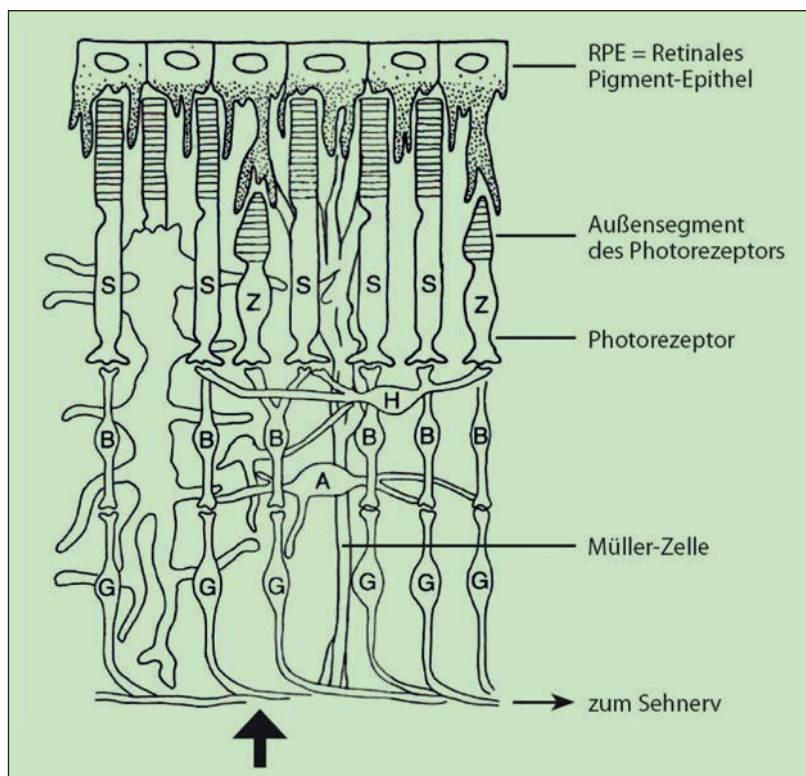


Abb. 1 Als vermeintlicher Konstruktionsfehler endgültig ausgemustert: Der Aufbau der Netzhaut bei Wirbeltieren (Retina), hier im schematischen Diagramm. Die Anordnung der Zellschichten in der Netzhaut ist invers, d. h. die lichtempfindlichen Zellen (Zapfen, Stäbchen) liegen auf der dem Licht abgewandten Seite des Zellverbundes. Diese Konstellation kann mit heutiger Kenntnis nicht mehr als fehlkonstruiert behauptet werden (siehe Text). Die inverse Konstruktion der Netzhaut der Wirbeltiere ist genial und hinsichtlich ihrer Funktion hochgradig optimiert. Der dicke Pfeil zeigt die Richtung des einfallenden Lichts an. A Amakrine Zelle, B Bipolarzelle, G Ganglienzelle, H Horizontalzelle, S Stäbchen, Z Zapfen. (Nach ADLER & FARBER 1986 und ergänzt nach FRANZE et al. 2007)

Lichtbrechung (chromatische Aberration) nicht zu einer Verschlechterung der Bildqualität führen (LABIN et al. 2010, vgl. dazu ULLRICH 2008, 2010).

Nun konnten die Forscher um Amichai LABIN weitere Details zur Funktion dieser Zellfortsätze aufdecken. Müller-Zellen leiten das einfallende Licht abhängig von seiner spezifischen Wellenlänge gezielt zu den Zapfen- oder Stäbchenzellen. Die für das Farbsehen zuständigen Zapfenzellen erhalten durch die spezielle Innenkonfiguration (z. B. hoher Brechungsindex) der Lichtleitkabel den grün-roten Anteil des einfallenden Lichtes; die Stäbchenzellen werden gezielt mit den blau-violetten Anteilen versorgt. Dieses Phänomen entdeckten die Forscher bei Untersuchungen an der Netzhaut von Schweinen und des Menschen und konnten es mit Hilfe computerbasierter Modelle erklären.

Das Auge muss nun endgültig – wie andere Organe zuvor auch – von der Liste evolutionär bedingter Mängel gestrichen werden.

Ihrer Ansicht nach sprechen die Ergebnisse dafür, den Lichttransport durch die Netzhaut mittels der Müller-Zellen als einen integralen Bestandteil und ersten Schritt des Sehprozesses zu betrachten, sozusagen als ersten Schritt der Datenverarbeitung. Dieses Design führt zu einer Maximierung der Absorption derjenigen Photonen, die tagsüber den Zapfen zur Verfügung stehen. Bei schwachem Licht (Nacht, Dämmerung), in dem der blau-violette Anteil des einfallenden Lichtes überwiegt, werden die hochsensitiven Stäbchen (Hell-Dunkel-Sehen) bevorzugt angesprochen, was physiologisch sinnvoll ist. Neben anderen Spezialanpassungen (z. B. Verteilung Chromatin zu Heterochromatin in den Zellkernen der Sinneszellen, vgl. ULLRICH 2010) legen diese Ergebnisse ein weiteres hochkomplexes Detail des Aufbaus und der Funktion des Auges offen. Wer angesichts der immer länger werdenden Liste faszinierender Eigenschaften der Wirbeltieraugen daran festhält, dass das Auge ein verbesserungswürdiger evolutionärer Flickenteppich sei, darf sich nicht wundern, wenn eine solche Sicht von der wissenschaftlichen Öffentlichkeit nunmehr zum Unsinn erklärt wird: „Dass die Photorezeptoren an der Hinterseite der Netzhaut gelegen sind, ist kein Verlegenheits-Design, es ist ein Design-Merkmal. Die Idee, dass das Wirbeltierauge, ähnlich einem von vorn zu belichtenden gewöhnlichen Fotoapparat, irgendwie verbessert werden könnte, wenn man nur die Verkabelung hinter die Photorezeptorenschicht brächte wie bei den Cephalopoden (Kopffüßer), ist unsinnig“ (<http://phys.org/news/2014-07-fiber->



optic-pipes-retina-simple.html).¹ Nein, es war tatsächlich kein Scherz, dem Auge und anderen Organen Konstruktionsmängel zu unterstellen. Charles DARWIN hat diese Sichtweise und heuristische Erwartungshaltung als logische Konsequenz aus seiner Abstammungslehre vorgegeben. Und viele Biologen sind im letzten Jahrhundert dieser Vorgabe gefolgt und meinten sie bestätigen zu können (z. B. McALPINE 2010). Das Auge muss nun endgültig – wie andere Organe zuvor auch – von der Liste evolutionär bedingter Mängel gestrichen werden. Andere Beispiele werden dank weiterer wissenschaftlicher Forschung folgen (vgl. ULLRICH 2013).

Anmerkung

¹ „Having the photoreceptors at the back of the retina is not a design constraint, it is a design feature. The idea that the vertebrate eye, like a traditional front-illuminated camera, might have been improved somehow if it had only been able to orient its wiring behind the photoreceptor layer, like a cephalopod, is folly.“

Literatur

- FRANZE K et al. (2007) Müller cells are living optical fibers in the vertebrate retina. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 104, 8287-8292.
- LABIN AM, SAFURI SK, RIBAK EN & PERLMAN I (2014) Müller cells separate between wavelengths to improve day vision with minimal effect upon night vision. *Nat. Comm.* 5: 4319, doi:10.1038/ncomms5319.
- LABIN AM & RIBAK EN (2010) Retinal Glial Cells Enhance Human Vision Acuity. *Phys. Rev. Lett.* 104, 158102
- McALPINE K (2010) Evolution gave flawed eye better vision. *New Scientist*, No. 2759, 6 May 2010; <http://www.newscientist.com/article/mg20627594.000-evolution-gave-flawed-eye-better-vision.html>.
- ULLRICH H (2008) Augenblicke – raffiniertes Design der Linsenaugen. *Stud. Integr. J.* 15, 32-35.
- ULLRICH H (2010) Intelligente Konstruktion für eine optimierte Nachtsicht. *Stud. Integr. J.* 17, 29-32.
- ULLRICH H (2013) „Die Narben der menschlichen Evolution“. *Der Körper des Menschen: Ein evolutionärer Kompromiss oder ein geschaffenes Wrack?* *Stud. Integr. J.* 20, 68-75.