Zeitschrift: Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 36 (1990)

Artikel: Das Auge und die Sehweise des Mauerseglers Apus apus
Autor: Brückner, Roland
Kapitel: 7: Stereopsis?
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676530

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

«Landepiste», auf welcher der Bildpunkt beidseits exakt zu gleicher Zeit in die Fovea «hineinrollt». Ist das geschehen, «landet» – *letztes Ziel* – einen Sekundenbruchteil später das reale Objekt, das Insekt, unverfehlbar im geöffneten Schlund des Vogels, – in jedem Seglerleben wohl einige Millionen mal. Während des doppelten «Landemanövers» sind – so muss man annehmen – beide Netzhäute für neue Bildpunktreize gehemmt und erst nach vollendetem Manöver wieder frei. Ambivalenz wäre gewiss abträglich.

7 Stereopsis?

Wenn sich linkes und rechtes Gesichtsfeld frontal vor den Augen überschneiden, postulieren die einen – und reden die andern von – Stereopsis (d. h. plastischem Tiefensehen). Angesichts der *totalen* Sehnervenkreuzung, die bei Vögeln besteht, ist die Frage erlaubt, ob hier nicht nur eine hochpräzise doppelte Sicherung realisiert ist; doch um die Annahme einer *Koordination* der bi-monocular aufgenommenen Foveabilder zu einer einheitlichen Wahrnehmung im Gehirn kommt man nicht herum.

Chamäleons (Harkness 1977), auch Kröten (Collet 1977) messen die Distanz zu ihrer Beute mit der zur Scharfeinstellung aufgebrachten Innervation der Akkommodation. Sicher ist beim Segler (bei Schwalben, Fliegenschnäpper u. a.) die Akkommodation ebenfalls integral ins Insektenfangverhalten eingebaut.

In Experimenten an Karpfen, Stichlingen, Haushuhn und Eichelhäher hat man auf «echte» (?) Stereopsis geschlossen (Literatur bei Tansley 1965).

Bei einer narkotisierten Schleiereule *(Tyto alba)* tasteten Pettigrew et al. (1976) mit Mikroelektroden den Wulst (den Hirnteil, der beim Vogel dem Grosshirn der Säuger entspricht) ab und fanden u. a. bestimmte Zellen, die (nur) dann «feuerten», wenn Lichtreize gleichzeitig auf einander entsprechende Netzhautfelder *beider* Augen einfielen.

Wenn Eulen Stereopsis zugeschrieben wird, so hat meines Wissens niemand dabei berücksichtigt, dass die Augen der Eulen *unbeweglich* in die Augenhöhlen eingemauert sind. Der Säuger bringt in beiden Netzhäuten entworfene Bilder der Aussenwelt durch *Fusionsbewegungen* (Verschmelzungsbewegungen, bei denen jederseit 6 äussere Augenmuskeln agieren) miteinander zur Deckung. Diese Fusion funktioniert für jede beliebige Entfernung. Gälte für die Eule das gleiche Prinzip, könnte sie nur in der einzigen Entfernung, in welcher die Sehachsen der beiden Foveae einander schneiden, fusionieren (und ob die Sehachsen überhaupt einander schneiden, ist noch zu untersuchen). Alle Objekte, die sich weiter entfernt oder näher als der supponierte Kreuzungspunkt befinden, müssten der Eule doppelt erscheinen. Natürlich trifft das nicht zu; d. h. hinsichtlich des Binokularsehens und einer möglichen Stereopsis bleibt die Eule sogar unter den Vögeln ein Sonderfall, der nicht verallgemeinert werden kann.

Fox et al. (1977) experimentierten mit einem (nicht narkotisierten) Buntfalken *(Falco sparverius)*. Dieser hat bewegliche Augen; er kann konvergie-

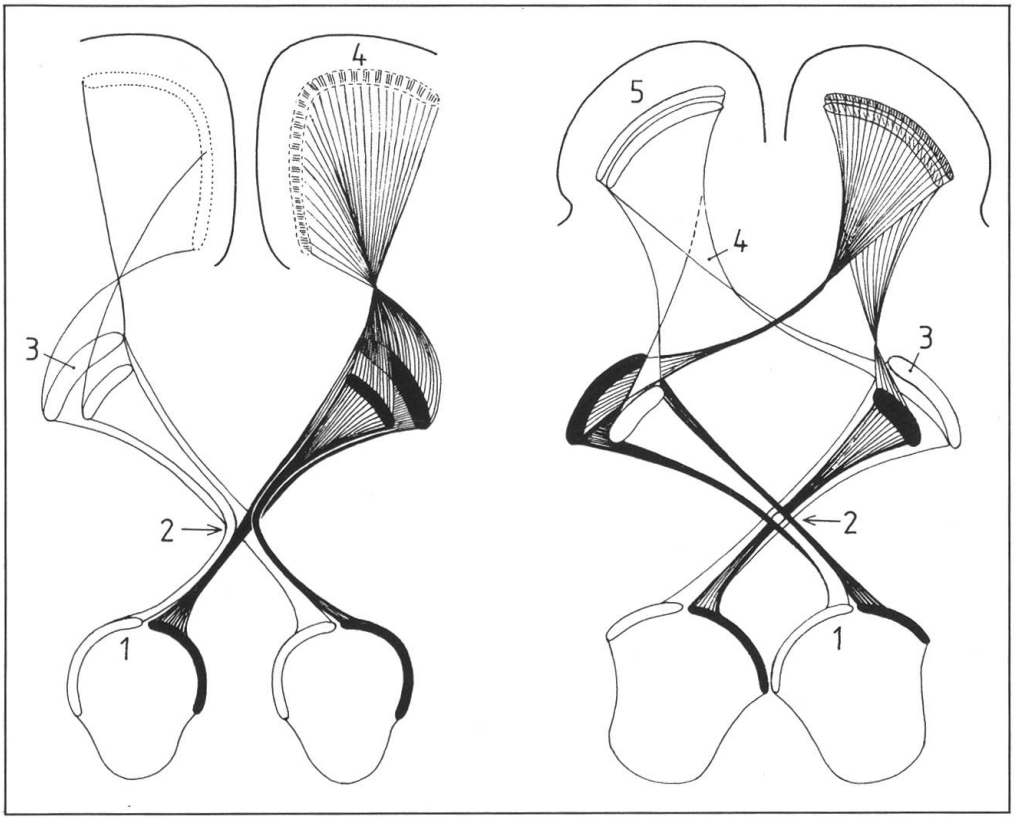

Abb. 15: Chiasma «infra»-opticum und Chiasma «supra»-opticum; Schemata.
Links, Katze: Darstellung der «üblichen» partiellen Nervenfaserkreuzung im Chiasma «infra»-opticum; Voraussetzung der Stereopsis beim Säuger.
Rechts, Vogel: Chiasma «infra»-opticum mit totaler Kreuzung aller Nervenfasern, und Chiasma «supra»-opticum mit partieller Kreuzung der Fasern; *vermutete* Grundlage der Stereopsis beim Vogel.
Rechte Netzhauthälften beider Augen farblos, linke Netzhauthälften schwarz gezeichnet.
1 = Netzhaut; 2 = Chiasma «infra»-opticum; 3 = Corpus geniculatum externum (Katze) bzw. Tectum opticum (Vogel); 4 = Sehstrahlung zur Sehrinde, ungekreuzt bei der Katze, bzw. partiell kreuzend (4, hypothetisch) beim Vogel. Nach PETTIGREW et al. (1976).

ren und die Konvergenz entspannen. Mit einer Rot-Grün-Brille ausgerüstet, traf er angesichts von Rot-grün-Random-Dot-Stereogrammen so viele Richtigwahlen, dass für ihn echte Stereopsis bewiesen ist; qualitativ ist diese sogar ebenso gut wie die optimal mögliche Stereopsis des Menschen.

Beim *Säuger* setzt Stereopsis die *minutiöse Auseinandersortierung der Sehnervenfasern im Chiasma in kreuzende und nicht kreuzende* voraus, so dass in der linken Hirnhälfte die Fasern aus beiden linken Netzhauthälften, in der rechten Hirnhälfte (jeweils in der Occipitalrinde) alle Fasern aus beiden rechten Netzhauthälften sich zusammenfinden (*Abb. 15,* links). Da beim *Vogel sämtliche* Fasern von der rechten ebenso wie von der linken Netzhaut

im Chiasma zuerst einmal zum gegenüberliegenden Tectum opticum hinüberkreuzen, entwarfen PETTIGREW et al. die Vorstellung von einem zweiten Chiasma auf höherer Ebene, einem *Chiasma supraopticum,* in welchem dann erst die Fasern aus beiden linken und aus beiden rechten Netzhauthälften auseinander sortiert werden (*Abb. 15,* rechts).

Wie dem auch sei, man wird die beim kleinen, Heuschrecken essenden, dem Aussterben geweihten Buntfalken nachgewiesene echte Stereopsis den andern Falkenartigen sowie wohl generell den Greifvögeln zusprechen dürfen. Verfügt die Amsel, die vom Boden aus in 1 m hohen Flugsprüngen zielsicher eine Beere nach der andern aus einer Efeuhecke mit dem Schnabel herausreisst, über echte Stereopsis? Sie hat nicht einmal eine temporale Fovea. Dem Mauersegler, denken wir, stände echte Stereopsis zu, aber wir wissen es nicht.

8 Die unterschiedlichen Funktionen der temporalen Netzhautperipherie und der Netzhautmitte

Bei Landvögeln, die sich vorwiegend auf dem Boden bewegen (z. B. Grosstrappe, *Otis tarda;* Braunkehlchen, *Saxicola rubetra;* Schmätzer, *Oenanthe oenanthe*), bei Uferbewohnern und bei auf oder kontinuierlich über dem Wasserspiegel aktiven Vögeln, z. B. *Limicolae* (ausser den Schnepfenartigen), *Laridae, Alcidae, Anseres, Motacillae;* nicht bei Waldvögeln (STRESEMANN 1927–1934; BRÜCKNER 1961 b) gibt es noch ein *horizontal durch die Netzhaut verlaufendes Band* mit höherem Auflösungsvermögen. (Dieses als «dritte Fovea» zu bezeichnen [STRESEMANN 1927–1934], ist nicht richtig). Es entspricht einem analogen Streifen in der Netzhaut der Huftiere (BRÜCKNER 1961 a), den ich als Alarmstreifen bezeichnet habe. Nahe über dem Boden oder über dem Wasser erscheint nämlich die gesamte biologisch wichtige Umwelt in perspektivischer Verkürzung auf einen schmalen horizontalen Streifen reduziert. Das horizontale höher sensible Band in der Netzhaut, welches bei normaler Kopfhaltung die Reize aus eben diesem biologisch wichtigsten Umweltstreifen auffängt, lenkt, bzw. soll die Aufmerksamkeit auf ungewöhnliche *Bewegungen* in der ebenen Umgebung lenken. Es dient *nicht* der Analyse, steuert *nicht* die Körpermotorik, dient auch (wie PENNYCUICK 1960 erwägt) nicht der Astronavigation und ist hier nicht Gegenstand der Diskussion.

8.1 Die temporale Netzhautperipherie

Bei Tieren mit *seitlichem Sitz der Augen am Kopf* sieht *allein* die temporale Netzhautperipherie *gerade nach vorn,* vor die Nase, vor den Schnabel. *Nur* die temporale Netzhautperipherie sieht auch in *Richtung der Vorwärtsbewegung* des Organismus (siehe *Abb. 16*). In der Vorwärtsbewegung arbeiten die temporalen Netzhautperipherien beider Augen, begleitet von entsprechenden Konvergenzbewegungen, miteinander koordiniert. *Sie steuern Marsch- und Flugziele an, sie lenken Pick- und Hüpfbewegungen, den Stoss auf Beute und das Landemanöver aus dem Flug.*