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: 4: Der Augenhintergrund
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: 11.07.2025

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

4 Der Augenhintergrund

4.1 Ophthalmoskopisch

4.1.1 **Fächer** (Pecten)

Leuchtet man mit dem Ophthalmoskop aus 20 oder 10 cm Distanz ein lebendes Vogelauge an, so ist der Reflex aus der Pupille nicht rot oder rosa wie beim Menschen, nicht grün, blaugrün oder gelb wie bei Katze oder Hund, auch nicht orange oder rot oder so herrlich himmelblau wie bei manchen Pferden und beim Zebra, sondern fahl rosagrau (Vögel haben kein Tapetum - mit Ausnahme [?] einiger Dämmerungsvögel [Triel, *Burhinus bistriatus;* und Nachtschwalben, deren Augen in der Nacht im Gegenlicht leuchten; VAN ROSSEM, 1927]); und dann ist zur Überraschung plötzlich die Pupille schwarz verdunkelt; «etwas» kommt innen im Auge in den Weg; es ist der sogenannte Fächer, den mit Ausnahme des Kiwi *(Apteryx),* einem flugunfähigen Nachtvogel, der sich vorwiegend geruchlich orientiert, alle Vögel besitzen.

Der Fächer, mit dem Fremdwort Pecten (Kamm) genannt, ist ein Gebilde, das der Stirnfläche des Sehnervs innen im Auge aufsitzt und plastisch in den Glaskörper vorragt. Oft erhält man den Eindruck, er berühre beinahe die Linse; er befindet sich etwas unterhalb und nasal der Pupillenachse. Schaut man von oben temporal ins Auge, fällt man darauf. Die Struktur, die man Sehnervenpapille nennen würde, ist beim Vogel durch den Fächer verdeckt (siehe *Abb. 6*). Seine Oberfläche ist von einem dunkelbraun-schwarzen Epithel bedeckt und in regelmässige kammartige Berge und Täler erster, zweiter und dritter Ordnung allerfeinst gefurcht; innerlich ist er mit Blutkapillaren so dicht ausgefüllt, dass er nach Art eines Tauchsieders wärmend oder kühlend die Temperatur im Auge regulieren hilft. Weiter wird ihm eine dem Ciliarkörper ähnliche Funktion zugeschrieben: Nachlieferung von Kammer- und Glaskörperwasser, notwendig, um die Form des Augapfels zu gewährleisten. Sicherlich ist der Fächer auch am Stoffwechsel der gefässlosen Netzhaut beteiligt.

Nähern wir uns mit dem Ophthalmoskop dem Mauerseglerauge auf 5 - 3 - 2 cm mit der Linse +10 dpt in der Recossscheibe des Ophthalmoskops, sehen wir die vordere Oberfläche des Pecten scharf. An seiner oberen, schräg temporalwärts gerichteten Spitze schimmern durch die hier weissliche glasige Epithelschicht Blutgefässe durch. In Richtung nach nasal unten erscheint die Pectenoberfläche wie spiralig gedreht und in der Nähe des unteren Gesichtsfeldrandes die Bräune mehr rötlich wegen Durchschimmerns von Blutgefässen (Feststellung vom 25.7.67). Wir drehen die Recossscheibe schrittweise auf Null und klettern auf diese Weise von der Kuppe des Pecten auf den «Boden», d. h. auf die Oberfläche der Netzhaut hinunter, die nun scharf eingestellt ist. Zu beiden Seiten des Pecten ist der Augenhintergrund fast weiss. Bei einem Tier (25.7.67) sah ich am oberen Ende des Pectenfusses feinste rötliche Schlänglein, wahrscheinlich Blutkapillaren. Das Pecten ist ungefähr 45° gegen die Horizontale geneigt. Hinter ihm, senkrecht

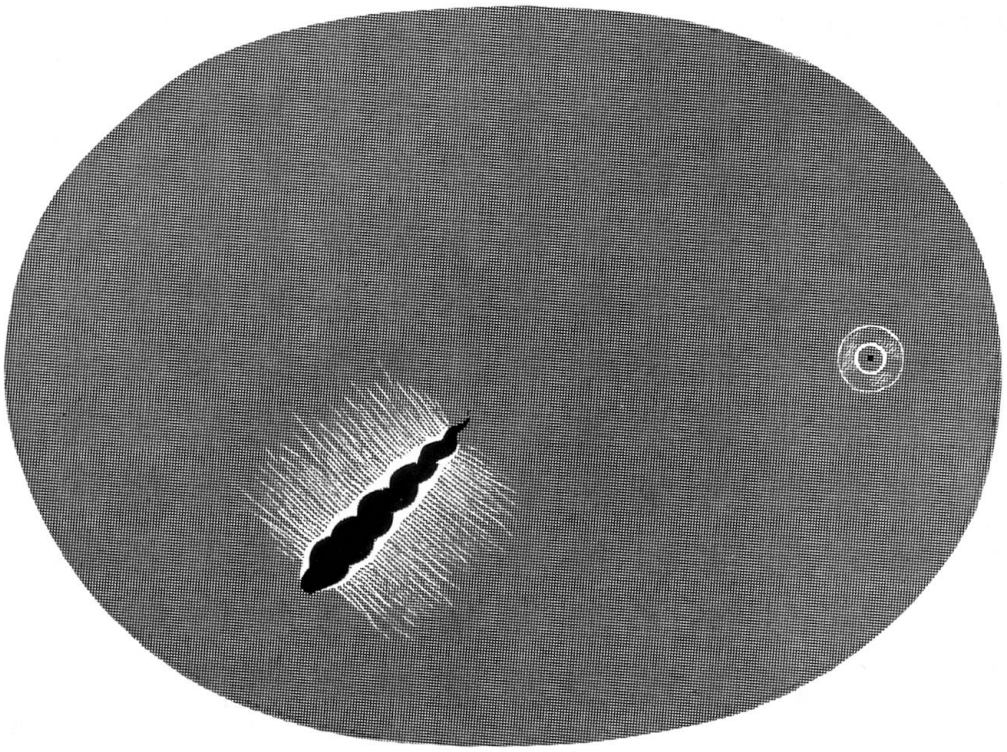

Abb. 6: Linker Augenhintergrund von *Apus apus,* halbschematisch, aus zwei nach dem Leben gezeichneten Skizzen kombiniert; siehe den Text.

zu seiner «Schräge» strahlen die weisslichen Nervenfasern aus, – d. h. nach oben nasal bzw. unten temporal. Um das temporale (obere) Ende des Pecten herum streben die Nervenfasern radiär auseinander. Gegen die Peripherie werden sie unsichtbar *(Abb. 6).*

4.1.2 Netzhaut

Die Grundfarbe der Netzhaut des Mauerseglers ist hell-schiefergrau-blau. Bei den verschiedenen Individuen immer wiederkehrend, sahen wir auf dem blauen Grunde, regelmässig locker verstreut, feinste goldene Pünktchen. In der nasalen Peripherie wird die Netzhaut so dünn, dass hier Aderhautgefässe von hellkarmin- bis ziegelroter Farbe in parallel laufenden Mustern zutage treten. In der temporalen Peripherie zeigen sich Unregelmässigkeiten: Die hier bläulich-grünliche Grundfarbe ist stellenweise heller und dunkler (in *Abb. 6* nicht ausgeführt).

In dieser Gegend, in grünlichschiefergrauer Umgebung, finden wir die «einzige» *Fovea.* Ihre Mitte ist durch einen dunklen, grünlichschwärzlichen nicht auffälligen Punkt gekennzeichnet; manchmal ist dieser Punkt an etwas dunklerer Farbe nur zu erahnen. Um diesen herum entdeckt man einen sehr

schmalen, zartblau schillernden Kreis. Dieses Interferenzfarbenschillern läuft bei sachtem Hin- und Herbewegen des Lichtbündels rechts oder links im Kreis herum. Beim 40 Tage alten Vogel mit der Ringnummer 80 918 (25.7.70) sowie auch bei einem andern 40 Tage alten Jungen (25.7.67) konnte ich in geringem Abstand und konzentrisch zum ersten Kreis noch einen zweiten, etwas breiteren flachen Ring zum Schillern bringen, wie in der *Abb. 6* angedeutet. Die *ideale* Form des kleinen Kreises, die zarten irisierenden Farbenspiele, die goldenen Sternchen auf dem bläulichen Grund – sind ein grosses Erlebnis.

4.2 Histologisch

Abb. 7 ist einer Darstellung von Oehme (1962) nachgezeichnet, die *einzige laterale* Fovea in einem Seglerauge. Oehme hat entsprechend *Abb. 8* aus der Fovea (f) und aus weiteren Stellen fixierter Seglernetzhäute (t, c, n, v, d) je 2×2 mm messende Gewebestückchen entnommen und in Flachschnitten die Sehelemente gezählt; siehe *Tab. 1.* Ausgehend von der Fovea fällt der enorme Zapfenreichtum im horizontalen Meridian (f, t, c) auf, aber auch weiter nasal (n), und unten (v) beträgt der Zapfenanteil noch immer 88%, nur oben (d) sinkt der Zapfengehalt auf 72% und steigt der Stäbchenanteil auf 28% – letzteres von Bedeutung für den Flug in der Nacht. Aus Kol. 5 und 6 der

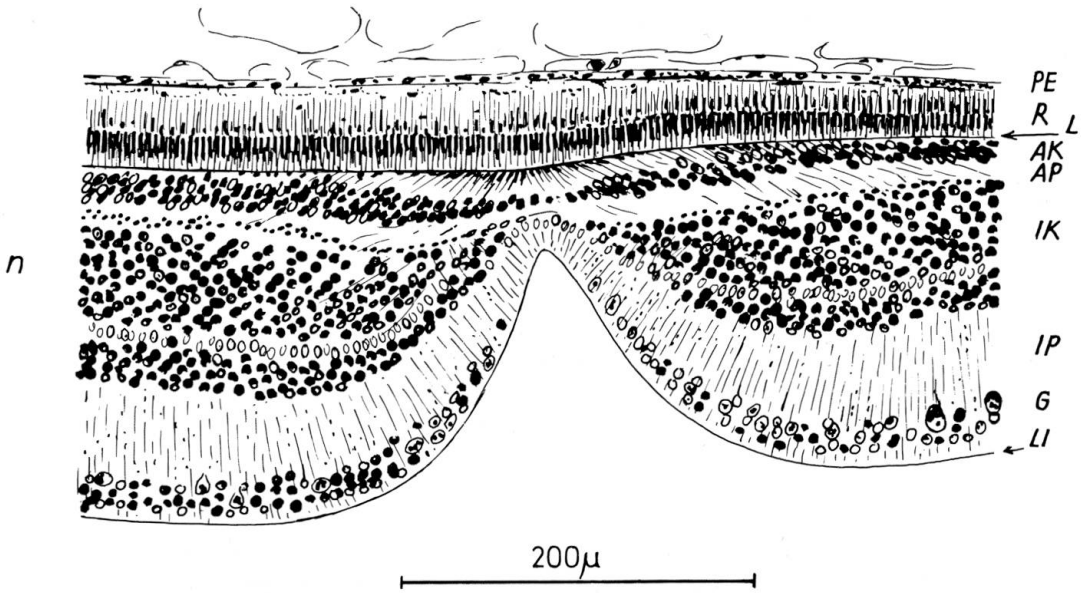

Abb. 7: Die einzige temporale Fovea in einer linken Netzhaut von *Apus;* siehe Text (nach Oehme 1962).
PE = Pigmentepithel; R = Rezeptoren (Zapfen; Stäbchen fehlen hier); L = Membrana limitans externa; AK = Äussere Körnerschicht; AP = Äussere plexiforme Schicht; IK = Innere Körnerschicht; IP = Innere plexiforme Schicht; G = Ganglienzellschicht; LI = Membrana limitans interna.

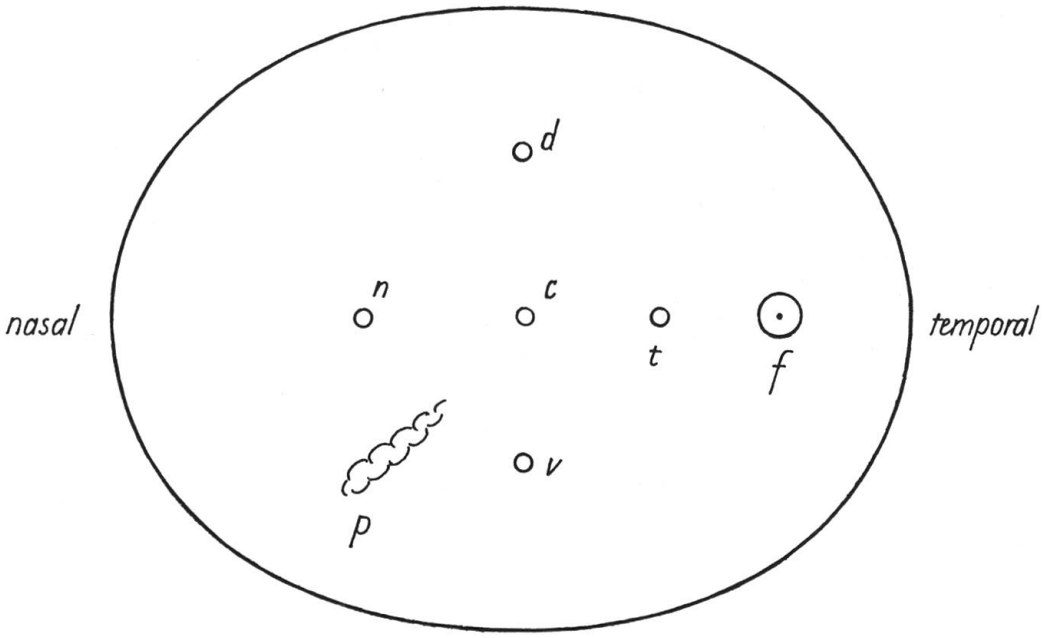

Abb. 8: Äquatorial aufgeschnittenes linkes Seglerauge. Die Buchstaben f (Fovea), t, c, n, d und v geben die Entnahmestellen der Gewebsproben an. p = Pekten (Fächer); nach OEHME 1962; siehe den Text.

Tabelle könnte man entnehmen, *ein* Foveazapfen vermöge über 20 Zwischenzellen schliesslich 2–3 Ganglienzellen in Aktion zu versetzen («negative» Summation). Die temporale Fovea des Seglers hat dieselbe hohe Qualität, wie sie OEHME (1962) für die zentralen Foveae von Star *(Sturnus vulgaris)* und Amsel *(Turdus merula)* angibt, deren Sinneszellen er auf gleiche Weise gezählt hat.

Von den Fischen, Amphibien und Reptilien «überliefert» findet man bei Tagvögeln an der Basis des Aussengliedes der Zapfen, im peripheren Ende des Innengliedes gefärbte Ölkügelchen von verschiedener Grösse: gelbe, orange, rote, grünliche, auch farblose. Sie filtern bestimmte Bereiche aus dem Spektrum heraus. Bevorzugung der einen oder anderen Farbe und die regionale Verteilung der Kügelchen in der Netzhaut variieren von Art zu Art. Man versucht, sie aus der Lebensweise heraus zu verstehen (Frühaufsteher; Spätaufsteher; über dem Meer oder auf dem Land Lebende). Entsprechend der Feinheit seiner Zapfen besitzt der Mauersegler «kleine» Öltröpfchen, aber in grosser Zahl; sie erscheinen «bleich» (ROCHON-DUVIGNEAUD 1943; siehe dort weitere Einzelheiten zur Histologie).

Entsprechend der Stäbchenarmut sieht der Mauersegler in der Dämmerung nicht gut. Ein Jungvogel aus Herrn WEITNAUERS Kolonie, der um 22.00 Uhr erstmals ausgeflogen war, ging gezwungenermassen direkt auf den Zug nach Süden. Einem anderen Spätheimkehrer half Herr WEITNAUER mit der Taschenlampe sein Einflugloch zu finden.

Zapfen sind die Voraussetzung zur Unterscheidung von *Farben.* Soweit man es geprüft hat, sind Tagvögel farbenempfindlich, wahrscheinlich auch der Mauersegler; aber bei ihm dürfte es schwierig sein, dies zu verifizieren.

Tabelle 1: **Quantitative Verteilung der zellulären Elemente in der Seglernetzhaut *(Apus apus)* nach Oehme (1962)**

	1	2	3	4	5	6
Netzhautort gem. Abb. 8	Sehzellen pro mm^2 in Tausend	Abstand zwischen 2 Zapfen (μ)	Zapfen %	Stäbchen %	Zahl der Sehzellen, die auf eine Ganglienzelle entfallen	Zahl der Schaltzellen, die auf eine Sehzelle entfallen
f	296,1	197	100,0	-	0,4	7,9
t	117,9	-	99,0	1,0	3,8	3,6
c	113,5	-	97,2	2,8	4,3	3,6
n	59,1	-	88,6	11,4	4,3	3,1
v	59,1	-	88,6	11,4	4,3	3,1
d	72,2	-	71,9	28,1	6,3	2,9

5 Öffnungswinkel, Gesichtsfeld, Fixierpunkt

Zur ungefähren Bestimmung der Gesichtsfeldaussengrenzen eines lebenden Tierauges bedient man sich der Pupillenmethode *(Abb. 9)*. Visiert man die *schwarze* Pupille von der Seite an, so kommt man an einen Grenzwinkel, aus welchem die Schwärze innerhalb des Pupillarrandes gerade noch erkennbar ist, und die bei weiterer Bewegung des Beobachters in die Peripherie dann unsichtbar wird, siehe *Abb. 9*. Auf diese Weise visiert man mehrmals im Kreis herum und misst jedes Mal den Winkel, die diese Visierlinien mit der Pupillenachse bilden. Jeder gemessene Winkel wird als Punkt auf entsprechend vorbereitetes Papier übertragen; die Verbindung der Punkte durch eine Linie entspricht den Aussengrenzen des Gesichtsfeldes. SCHNEIDER (1954) hat auf diese Weise das Gesichtsfeld einer Kröte bestimmt.

Statt an der «schwarzen» Pupille zu messen, kann man mit dem Ophthalmoskop die Pupille zum Aufleuchten bringen (Transillumination, siehe *Abb. 10* und *13*). Mit dem Ophthalmoskop im Anschlag misst man nun an der *erleuchteten* Pupille wiederum im Kreis herum die Grenzwinkel, in denen ins Seglerauge eingestrahltes Licht gerade noch zurückgeworfen wird. Die in den *Abb. 11* und *12* gezeichneten Winkel wurden, während der Durchleuchtungsakte von meinem Sohn Ulrich nach Augenmass in jeder Richtung aufgezeichnet und später von mir mit dem Transporteur ausgemessen. In Anbetracht der Ungenauigkeit der Methode betrachte man die *Abb. 11* und *12* als Näherungswerte der angegebenen Winkel.

Es ergibt sich *(Abb. 11) senkrecht nach unten* ein toter Winkel von 90°; *nach oben* endet der tote Winkel in 9 cm über dem Kopf. Aus dieser Distanz konnte ich beim Hin- und Herschwenken des Ophthalmoskopes in beiden Augen peripheres Pupillenleuchten erzeugen. Das monokulare Gesichtsfeld misst vertikal 135°. Die Gesichtsfelder beider Augen überlappen sich senkrecht über dem Kopf um je 5°. Gesamtes binokulares Feld *über dem Kopf* = 10°.