

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Giessen.)

**Die Verbreitung von Protoporphyrin in Vogeleischaalen.**Von **Otto Völker.**

Die Färbung der Vogeleischaalen ist im wesentlichen bedingt durch zwei Farbstoffe, die entweder allein oder mit einander vergesellschaftet der organischen Grundsubstanz der Kalkschale ein- bzw. aufgelagert sind, und durch deren von Fall zu Fall wechselnde Quantität die mannigfachsten Pigmentierungstypen der Vogeleier zustande kommen. Zunächst muss man scharf unterscheiden zwischen einer gleichmässig über die Eischale ausgebreiteten graugrünen bis bläulichen Grundfarbe und einer meist in Flecken der verschiedensten Form, Grösse und Dichte der Schale aufgelagerten rotbraunen bis schwarzen Fleckenfarbe. Stofflich hat sich die blaue Grundfarbe, das *Oocyan* — auch von den älteren Autoren bereits so genannt — als das Derivat eines echten Gallenfarbstoffes erwiesen. Die rotbraune Fleckenfarbe hingegen, der man als „Oorhodein“ (SORBY, KRUKENBERG) im früheren Schrifttum begegnet, ist nach den grundlegenden Untersuchungen von HANS FISCHER und seiner Schule ein Porphyrin, also ein Derivat des Blutfarbstoffes. Der von H. FISCHER und F. KÖGL (3, 4) im grossen Maßstab aus Lachmöwen- und Kiebitzeierschaalen isolierte, rein dargestellte und zunächst Ooporphyrin benannte Farbstoff erwies sich als identisch mit Protoporphyrin. Die innigen Beziehungen dieses Pigments zum Hämin — der Farbkomponente des Hämoglobins — sind somit eindeutig festgelegt, denn Protoporphyrin ist die eisenfreie Stammverbindung des Blutfarbstoffes (Hämins).

Es erhebt sich nun die Frage, ob das Vorkommen von Protoporphyrin in der Eischale stets nur an die Fleckenfarbe geknüpft oder ob es darüber hinaus — von quantitativen Verhältnissen ganz abgesehen — auch ein Bestandteil einfarbiger und gar weisser Schalen ist. Es erweist sich dabei als zweckmässig, die Ergebnisse der Untersuchung nach den Gruppen zu besprechen, die durch die wesentlichen Pigmentierungstypen der Eischaalen gegeben sind.

Für den Nachweis eines Porphyrins in geringen Mengen, um die es sich hier handelt, kommen hauptsächlich die spektroskopische Identifizierung und als weitaus empfindlichste Nachweisreaktion die Fluoreszenzprobe in Frage. Diese beruht auf der Eigenschaft des Porphyrins,

im filtrierten ultravioletten Licht in geringsten Mengen schön rot zu fluoreszieren.

a) *Gefleckte farbige Eischaln:*

H. FISCHER und F. KÖGL (3, 4) konnten, wie bereits erwähnt, aus den gefleckten Schalen von Lachmöwe und Kiebitz das Porphyrin isolieren und seine Identität mit Protoporphyrin sicherstellen. Weiter gelang es diesen Forschern (3), in den gefleckten Schalen der folgenden Arten spektroskopisch Protoporphyrin nachzuweisen: Silbermöwe, Grosser Brachvogel, Austernfischer, Rotschenkel, Bekassine, Turmfalk, Kuckuck, Rabenkrähe, Amsel, Misteldrossel, Rotrückenwürger, Feldspatz, Hausspatz, Goldammer, Rohrammer, Buchfink, Feldlerche und Gartengrasmücke<sup>1)</sup>. Ohne Zweifel liessen sich beim Ausdehnen der Untersuchungen diese Beispiele durch eine Unsumme weiterer vermehren. Auch in den nur sparsam gesprenkelten Schalen von Blaumeise und Kohlmeise lässt sich, wie ich mich überzeugt habe, Porphyrin nachweisen, allerdings nur durch die Rotfluoreszenz der salzsauren Lösung der Schalen, da die geringe Farbstoffmenge zur spektroskopischen Identifizierung hier nicht ausreicht.

Ganz allgemein kann man mit Bestimmtheit auf die Anwesenheit von Porphyrin schliessen, wenn die Eischaln Flecken besitzen, mögen diese auch noch so unscheinbar sein.

Bemerkenswert ist, dass die Schalenflecke im filtrierten ultravioletten Licht die typische Rotfluoreszenz des Porphyrins vermissen lassen, vielmehr dunkel matt, samtartig wirken. Das Fluoreszenzphänomen tritt hier erst beim Behandeln der Schalen mit verdünnter Salzsäure in Erscheinung, wobei der Farbstoff in Lösung geht<sup>2)</sup>. Das Porphyrin liegt hier zweifellos in einer nicht näher bekannten lichtstabileren Form vor, die es vor der zerstörenden Wirkung des Tageslichtes schützt. Denn es ist auffallend, wie selbst monatelange Sonnenbestrahlung der Schalen keine merkbare Veränderung ihrer Pigmentierung zur Folge hat. Aus diesem Grunde sind auch ältere Sammlungsstücke gefleckter Schalen

1) Die Federn der aufgezählten Arten erwiesen sich bei der spektroskopischen Prüfung als porphyrinfrei.

2) Dies erinnert an ein ähnliches Verhalten, welches das Porphyrin in dem Hautmuskelschlauch des Regenwurmes zeigt, das spontan ebenfalls nicht fluoresziert. In diesem Falle konnte W. J. SCHMIDT (9) nachweisen, dass das Pigment in Gestalt doppelbrechender krystalliner Granula in den Zellen vorliegt, die typische Rotfluoreszenz des Porphyrins jedoch erst nach Behandlung der Granula mit Pyridin als Lösungsmittel auftritt, da krystallines Porphyrin nicht fluoresziert.

ohne weiteres zum Nachweis des Porphyrins geeignet. Man vergleiche jedoch das gegensätzliche Verhalten des Porphyrins unter c). —

Häufig geht das in dieser Gruppe von Eiern neben dem Porphyrin abgelagerte Oocyan in den Salzsäureauszug und verleiht deshalb der Lösung grünliche Färbung. Diese Beimengung stört jedoch weder die Beobachtung des typischen Porphyrin-Absorptionsspektrums noch die der roten Fluoreszenz.

Interessanterweise sind auch fleckenfreie, rein blaue Eier der Sturmmöwe (*Larus canus*)<sup>1)</sup> nicht ganz frei von Porphyrin. Demnach ist das Porphyrin in diesem Falle nicht nur auf die Flecken beschränkt, sondern in geringem Masse auch noch Bestandteil der Grundfarbe.

Hier noch eine kurze historische Bemerkung: Nach DHÉRÉ (1 a, 2) gebührt KRUKENBERG das Verdienst, als erster 1883 (7) die Fluoreszenz eines natürlichen Porphyrins beobachtet zu haben und zwar an salzsäuren Auszügen porphyrin (oorhodein)-haltiger Eischalen. Wie ich jedoch sehe, hat dieses Phänomen C. LIEBERMANN (8) bereits im Jahre 1878 beschrieben. Somit ist die Priorität auf diesen zu übertragen.

#### b) *Fleckenlose farbige Eischalen:*

Da die Schalenflecke dieser Gruppe von Eiern fehlen, ist offenbar kein Grund für die Annahme eines Porphyrinvorkommens gegeben. In der Tat zeigen auch die einfarbigen, blaugrün gefärbten Eier von Star, Gartenrotschwanz und Heckenbraunelle keine Spur einer roten Fluoreszenz. Auch die Säureextraktion dieser Schalen lässt nicht den geringsten Porphyrinverdacht aufkommen. Um schliesslich die Möglichkeit eines geringen Porphyringehaltes zu erfassen, der erfahrungsgemäss durch längere Lagerung der Schalen am Licht leicht zerstört werden kann, wurden frisch gelegte Stareneier der Nisthöhle entnommen und bis zu ihrer Aufarbeitung dunkel gelegt. Insgesamt wurden die Schalen von etwa 10 frischen Stareneiern verschiedener Herkunft im U.V.-Licht geprüft und extrahiert. Das Ergebnis war in allen Fällen, wie zuvor, rein negativ. Genau so verhielten sich auch die frischen Eier vom Gartenrotschwanz<sup>2) 3)</sup>.

1) Beschrieben von H. WACHS (16), der mir auch in dankenswerter Weise ein solches aberrantes Ei für meine Untersuchungen überliess.

2) In der Schale des Eies vom Hausrotschwanz (Sammlungstück) fanden H. FISCHER und F. KÖGL (3) ebenfalls kein Porphyrin.

3) Ein frisches Ei der Heckenbraunelle hatte ich zu untersuchen noch keine Gelegenheit.

Eine Ausnahme dieser Befunde machten bis jetzt nur die ungefleckten Schalen von Nachtigall, Fasan und Rebhuhn<sup>1)</sup>. Diese erweisen sich bei der Extraktion als porphyrinhaltig. H. FISCHER und F. KÖGL (3) gelang es, im Fasanenei spektroskopisch Protoporphyrin nachzuweisen. Diese Befunde zeigen, wie unerlässlich in jedem dieser Fälle zur Sichtbarmachung offenbar diffus in der Schale verteilten Porphyrins die Säure-Extraktion der frischen Schale ist. Denn wie diese wenigen Beispiele zeigen, braucht Porphyrin keineswegs nur in Form von Schalenflecken aufzutreten.

c) *Weisse Eischalen:*

Bei dieser Gruppe von Eiern wurde zum Nachweis von Porphyrin fast ausschliesslich von der Fluoreszenzreaktion Gebrauch gemacht. Die Empfindlichkeitsgrenze dieser Probe liegt sehr hoch, für Protoporphyrin in der Grössenordnung von etwa 1 5000000. Es darf also nicht überraschen, wenn die Schalen gewisser „weisser“ Eier oder deren „farblose“ Extrakte im U.V.-Licht schön rot fluoreszieren.

Untersucht man Sammlungsstücke von weisslichen und von rein weissen Eiern, so wird man mit dem Nachweis von Porphyrin in der Regel wenig Glück haben. Da es sich hier günstigstenfalls um die Ablagerung nur geringer Porphyrinmengen handeln kann, ist die Untersuchung frischen oder solchen Materials, das dem Licht so gut wie nicht ausgesetzt gewesen ist, erste Voraussetzung.

Die Eischalen unseres Hausgeflügels sind ein geeignetes Objekt zum Studium der Porphyrinablagerung in weissen Schalen. Untersucht man die Schalen von Huhn, Taube, Ente und Gans bald nach ihrer Ablage, so kann man in allen Fällen vor der abgeschirmten Quarzlampe eine recht gleichmässig über die gesamte Schalenoberfläche sich erstreckende Rotfluoreszenz feststellen. Hier erfolgt die Fluoreszenz spontan, also ohne irgend welches Zutun. Dieses Verhalten steht im Gegensatz zu allen bisher genannten Fällen, in denen die Fluoreszenz erst nach Säurebehandlung der Schale auftrat. Dieser Umstand bringt es wohl auch mit sich, dass das Porphyrin sehr bald ein Opfer der Lichteinwirkung wird und man infolge dessen zu leicht über den ursprünglich geringen Porphyringehalt solcher Schalen hinwegtäuscht wird.

Auch die Schalen der Eulen-Eier lassen in frischem Zustand eine schöne rote Fluoreszenz der gesamten Oberfläche ihrer Schale erkennen, wie ich mich wenigstens an den Schalen von Waldkauz und Sumpfohreule überzeugen konnte. Doch sind die Porphyrinmengen

1) Die Fasan- und Rebhuhneier waren längere Zeit dem Licht ausgesetzt.

hier sehr gering und zur Extraktion keineswegs ausreichend, so dass eine spektroskopische Identifizierung noch nicht möglich war.

Völlig frei von Porphyrin sind dagegen die frischen Eier vom Wendehals (Eier mehrerer Bruten wurden untersucht) und vom Mauersegler. Eine Zerstörung ursprünglich etwa vorhanden gewesenen Porphyrins durch Lichteinwirkung auf die Schalen ist auszuschliessen, da diese unmittelbar nach ihrer Wegnahme vom Brutort bis zur Aufarbeitung dunkel gelegt wurden, und auch diese selbst erfolgte bei sehr gedämpftem Lampenlicht. Schliesslich wurden noch frische Eier von *Melopsittacus undulatus* (verschiedener Bruten) und von *Leptolophus novaehollandiae* untersucht und dank dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn HELMUT HAMPE † war es mir möglich, die Schalen teils erbrüteter<sup>1)</sup>, ebenfalls vor Lichtzutritt geschützter Eier von Papageienspezies der folgenden Gattungen zu untersuchen: *Agapornis*, *Aprosmictus*, *Aratinga*, *Neophema*, *Platyercus*, *Psephotus*, *Psittacula*, *Psittacus* und *Pyrrhura*. Das Ergebnis war bei sämtlichen untersuchten Arten dieser Gruppe rein negativ. Zur Kontrolle wurden natürlich sämtliche Schalen im U. V.-Licht eingehend extrahiert. Wie zu erwarten, mit negativem Erfolg.

Ueberblicken wir zusammenfassend die Verhältnisse von der Verbreitung und von der Form der Ablagerung des Porphyrins in Vogeleischalen, so ergibt sich folgendes Bild: Bei der weitaus grössten Zahl der Freibrüter, darüber hinaus auch bei einigen Höhlenbrütern (Meisen, Feldspatz) tritt Porphyrin in Form der bekannten Fleckenfarbe auf, die vom hellsten Rotbraun bis zum dunkelsten Schwarz variieren kann. Sie ist der Oberfläche der Schale aufgelagert und erweist sich als recht lichtbeständig. Die typisch rote Porphyrinfluoreszenz zeigen die Schalenflecke nicht spontan, diese tritt vielmehr erst bei der Säure-Extraktion der Schalen auf, wobei das Porphyrin in Lösung geht. In allen untersuchten Fällen hat sich bis jetzt das Porphyrin der Fleckenfarbe spektroskopisch mit Protoporphyrin identifizieren lassen. Auch bei den Trappen und Nachtschwalben, in deren Federn sich Koproporphyrin (14, 15) findet, ist der Fleckenfarbstoff ebenfalls das gewöhnliche Protoporphyrin. Fleckenlose farbige Eier sind in der Regel frei von Porphyrin, doch trifft man auch hier auf Ausnahmen

1) Die Schalen erbrüteter Eier sind zum Nachweis des Porphyrins geeignet, wie ich mich anhand der Schalen erbrüteter Hühnereier durch den Vergleich mit frischen Schalen derselben Rasse überzeugen konnte.

(Fasan, Rebhuhn). Daher kann nur die Extraktion frischer Schalen dieses Typs Aufschluss geben über das Vorhandensein oder das Fehlen von Porphyrin. In den mehr oder weniger weissen Eischalen des Hausgeflügels gibt sich das Protoporphyrin, falls diese Schalen dem Licht nicht ausgesetzt waren, durch spontane über die gesamte Schalenoberfläche gleichmässig verteilte rote Fluoreszenz zu erkennen. Auch hier tritt also Porphyrin ohne jegliche Fleckung der Schale auf. Enthalten solche Schalen nur wenig Porphyrin, so kann schon nach kurzer Lichteinwirkung der Farbstoffgehalt und somit die Grundlage der Rotfluoreszenz geschwunden sein. Sehr porphyrinreiche, braunrote Hühnereier<sup>1)</sup>, deren Färbung wohl fast ausschliesslich durch Porphyrin bedingt ist, lassen an Bruchstücken der Schale im U. V.-Licht erkennen, wie hier die gesamte Schalendicke von Farbstoff erfüllt ist, wenn schon in der Cuticula die Farbstoffanreicherung ein Maximum erreicht. Auch von der Innenseite her leuchten solche Schalen rot auf. Ganz gegensätzlich verhält sich daneben die Schale des Turmfalkeneies. Hier lässt sich mit einem mit Säure getränkten Wattebausch der gesamte Fleckenüberzug mühelos quantitativ abwischen, und darunter leuchtet die völlig pigmentfreie Kalkschale bzw. deren organische Grundsubstanz im U. V.-Licht mit intensiv blauer Fluoreszenz.

Aehnlich wie die Eischalen des Hausgeflügels zeigen auch die frischen vor Lichtzutritt geschützten Eulen-Eier eine schöne rote Fluoreszenz ihrer Schalenoberfläche als Ausdruck ihres geringen Porphyringehaltes.

Völlig frei von Porphyrin sind die Eischalen von Mauersegler, Wendehals und den Papageien.

Die Fälle, in denen das Porphyrin der Schale völlig fehlt, sind also offenbar gar nicht sehr zahlreich, und daher wäre es reizvoll zu erfahren, ob die farbigen Eier der Cursorcs (*Struthio*, *Dromaeus*, *Casuaris*) und der Crypturiden, denen nach KRUKENBERG (7) das Porphyrin (Oorhodein) fehlt, ferner die weissen Eier der Colii, Coraciae, Halcyones und Meropes, -- neben manch anderer Gruppe -- deren Schalen man schlechthin als pigmentfrei bezeichnet, nicht doch in einigen Fällen einen geringen Porphyringehalt aufweisen. Hier kann nur die Untersuchung frischen Materials den gewünschten Aufschluss geben, wie bereits das positive Ergebnis bei den Eiern der Tauben und Eulen gezeigt hat.

---

1) Gelegentlich sind die Schalen solcher Eier mit zahlreichen kleinen Flecken betupft.

Um die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen der Porphyrinablagerung in Eischalen und der in Federn zu prüfen, ist in der folgenden Tabelle das Vorkommen von Protoporphyrin in Eischalen dem von Koproporphyrin in Federn (14) bei den wichtigsten Vogelgruppen gegenübergestellt. Dabei wurden die an frischem Material gewonnenen Ergebnisse anderen vorgezogen.

Tabelle.

## Vorkommen von Porphyrin in Eischalen und Federn.

Ordnung <sup>1)</sup>	Protoporphyrin in Eischalen	Koproporphyrin in Federn
Galli	+	—
Columbae	+ in geringer Menge	(+) <sup>2)</sup> in Spuren
Ralli	(+) <sup>2)</sup>	(+) in Spuren, sporadisch
Otides	+	+
Laro-Limicolae	+	—
Anseres	+ in geringer Menge	(+) in Spuren, sporadisch
Accipitres	+ mit Ausnahmen?	(+) in Spuren, sporadisch
Cuculi	+ mit Ausnahmen?	(+) in Spuren, sporadisch
Psittaci	—	—
Striges	(+) in geringer Menge	+
Caprimulgi	+	+
Macrochires	—	—
Pici	—	—
Passeres	+ mit wenigen Ausnahmen	(+) in Spuren

Wie sich aus der Tabelle ergibt, lassen sich die dort angeführten Vogel-Ordnungen mühelos in 4 Gruppen einteilen.

Gruppe 1: Porphyrin in Eischalen und Federn bei den Otides, Caprimulgi und Striges. Bei den Trappen ist der beträchtliche Koproporphyringehalt der Federn bemerkenswert.

Gruppe 2: Porphyrin in Eischalen, in Federn jedoch nur in Spuren, z. B. bei den Accipitres und den Passeres. Die Zahl der Beispiele dürfte gegenüber den in der Tabelle aufgeführten noch eine Vermehrung erfahren.

1) Bei der Reihenfolge der Ordnungen wurde der Klassifikation von E. STRESEMANN (13) gefolgt.

2) Ein (+) bedeutet, dass das Porphyrin bis jetzt nur durch die Fluoreszenzreaktion nachgewiesen ist, die spektroskopische Identifizierung also noch aussteht.

Gruppe 3: Porphyrin nur in der Eischale und hier in beträchtlicher Menge. In erster Linie gehören hierzu die Laro-Limicolae. Beachtlich ist bei dem regelmässigen Porphyrinvorkommen in der Eischale dessen völliges Fehlen in den Federn. Die Angehörigen dieser Gruppe haben offenbar nicht die geringste Neigung, Porphyrin in den Federn auch nur in Spuren abzulagern, wie ich mich an den Federn lebender Jungvögel und mausernder Stücke überzeugen konnte. Hierher gehört zweifellos eine grosse Zahl von weiteren Beispielen dieser Art.

Gruppe 4: Völliges Fehlen von Porphyrin in Eischalen und Federn bei den Psittaci, Pici, Macrochires und sicher noch einigen anderen.

Man erkennt also aus den dargestellten Verhältnissen, wie schwierig es ist, innerhalb der verschiedenen Ordnungen einen sinnvollen Zusammenhang abzuleiten zwischen der Porphyrinablagerung in Eischalen und der in Federn. Dies ist umso bemerkenswerter, als in stofflicher Hinsicht engste strukturelle Beziehungen bestehen zwischen dem Protoporphyrin der Eischalen und dem Koproporphyrin III der Federn. Beide lassen sich, ebenso wie die Farbkomponente des Blutfarbstoffes, das Hämin, nach HANS FISCHER herleiten von ihrem gemeinsamen Grundfarbstoff, dem Aetioporphyrin III.

Folgenden Herren, die mir in freundlichster Weise bei der Beschaffung meist frischen Materials behilflich waren, sei auch an dieser Stelle für ihre Hilfe bestens gedankt: Dr. R. BERNDT, Steckby; FR. FREITAG, Wetzlar; Dr. P. HENRICI, Rendel; SEB. PFEIFER, Frankfurt/M.; Prof. Dr. E. STRESEMANN, Berlin und C. THIEL, Heidelberg.

#### Literatur.

1. DERRIEN, E., Note préliminaire sur quelques faits nouveaux pour l'histoire naturelle des porphyrines animales; Compt. rend. Soc. biol. **91**, p. 634 (1924).
- 1 a. DHÉRÉ, CH., Spectre de fluorescence de la coquille de l'oeuf de Poule; Compt. rend. Soc. biol. **112**, p. 1595 (1933).
2. — Nachweis der biologisch wichtigen Körper durch Fluoreszenz und Fluoreszenzspektren. ABDERHALDEN'S Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abtlg. 2, Teil 3, 1. Hälfte, p. 3097 (1934).
3. FISCHER, H. und F. KÖGL, Zur Kenntnis der natürlichen Porphyrine (IV). Ueber das Ooporphyrin; Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie **131**, p. 241 (1923).
4. — — Zur Kenntnis der natürlichen Porphyrine. IX. Ueber Ooporphyrin aus Kiebitzeierschalen und seine Beziehungen zum Blutfarbstoff; Ebd. **138**, p. 262 (1924).
5. — und H. ORTH, Die Chemie des Pyrrols II. Bd. 1. Hälfte: Porphyrine, Hämin, Bilirubin und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1937.

- 5 a. FURREG, E., Ueber die Kutikula des Vogeleies und einen Nachweis ihres Bildungsortes; *Biolog. Zentralbl.* **51**, p. 162 (1931).
  6. GROSSFELD, J., *Handbuch der Eierkunde.* Berlin 1938.
  7. KRUKENBERG, C. FR. W Die Farbstoffe der Vogeleierschalen; *Verhdlg. d. physik.-med. Gesellsch. Würzburg.* N. F. **17**, p. 108 (1883).
  8. LIEBERMANN, C., Ueber die Färbungen der Vogeleierschalen; *Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch.* **11**, p. 606 (1878).
  9. SCHMIDT, W J., Zur Morphologie des Porphyrins in dem Hautmuskelschlauch von *Lumbricus terrestris*; *Zeitschr. f. Morphol. u. Oekolog. d. Tiere* **28**, p. 178 (1934).
  10. SCHÖNWETTER, M., Vogeleier im filtrierten ultravioletten Licht; *Journ. f. Ornithol.* **80**, p. 521 (1932).
  11. — Ueber die Cuticula des Vogeleies; *Ornithol. Monatsber.* **40**, p. 73 (1932).
  12. SORBY, H. C., On the Colouring-matters of the Shells of Birds' Eggs; *Proceed. Zoolog. Soc. of London* **1875**, p. 351.
  13. STRESEMANN, E., *Aves. KÜKENTHAL-KRUMBACH, Handbuch der Zoologie, VII, 2. Hälfte,* Berlin und Leipzig 1927—1934.
  14. VÖLKER, O., Porphyrin in Vogelfedern; *Journ. f. Ornithol.* **86**, p. 436 (1938).
  15. — Zur Kenntnis des Porphyrins in Vogelfedern; *Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie* **258**, p. 1 (1939).
  16. WACHS, H., Ueber Farben- und Formenvariationen bei den Eiern von *Larus canus*; *Journ. f. Ornithol.* **85**, p. 703 (1937).
  17. WICKMANN, H., Die Entstehung der Färbung der Vogeleier. *Münster i. W* 1893.
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Journal für Ornithologie](#)

Jahr/Year: 1940

Band/Volume: [88\\_1940](#)

Autor(en)/Author(s): Völker Otto

Artikel/Article: [Die Verbreitung von Protoporphyrin in Vogeleischaalen  
604-612](#)