

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Giessen.)

## Uebersicht der aus Vögeln isolierten und identifizierten Pigmente.

Von Otto Völker.

---

Beim Zustandekommen der Pigmentfarben der Vögel sind bekanntlich Farbstoffe aus ganz heterogenen Stoffklassen beteiligt. Die grundlegenden Verschiedenheiten der Pigmente sind begründet in ihrer mikroskopischen Struktur und ihrem Verhalten gegenüber organischen Lösungsmitteln. Die ungemein weit verbreiteten Melanine bilden eine morphologisch wohl abgegrenzte Gruppe, da sie am Orte ihrer Ablagerung stets Körnchen- oder Stäbchenstruktur erkennen lassen und überdies in organischen Solventien unlöslich sind. Diesen steht eine aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzte Gruppe von Farbstoffen gegenüber, die dadurch ausgezeichnet sind, dass sie in der Regel keinerlei mikroskopische Struktur aufweisen, jedoch in organischen Flüssigkeiten löslich sind, und die man aus praktischen Gesichtspunkten heraus als Diffusfarbstoffe<sup>1)</sup> zusammengefasst hat. Man versteht darunter Pigmente, die in fett- und lipoidreichen Geweben, sowie in der Hornmasse der Federn und Schuppen dilut verteilt — gelöst — sind.

Während die Melanine infolge ihrer geringen Lösungstendenz der chemischen Erforschung trotzen, so dass sie bis heute noch nicht als chemische Individuen charakterisierbar sind, liegen die Verhältnisse bei einer Anzahl von Diffusfarbstoffen ungleich günstiger. Ihre meist recht prägnanten spektralen Eigenschaften gestatten zusammen mit ihren Löslichkeitsverhältnissen in vielen Fällen sehr bestimmte Aussagen über ihre chemischen Eigenschaften zu machen, die über die Ermittlung der Klassenzugehörigkeit oftmals hinausgehen. Im weiteren Verlauf der Forschung vermochte schliesslich die moderne Biochemie in einer Reihe besonders günstig gelagerter Fälle die Farbstoffe in kristallisierter Form abzuscheiden und schliesslich, nach weitgehender Reinigung der Kristallisate, bis zur Analyse der Pigmente vorzudringen. Was hier an Tatsachen während der vergangenen drei Dezennien erarbeitet wurde und zum gesicherten Besitz unseres Wissens gehört,

1) FRANK, F., Die Färbung der Vogelfeder durch Pigment und Struktur; Journal f. Ornithol. 87, 426—523 (1939); VÖLKER, O., Die stofflichen Grundlagen der Pigmentierung der Vögel; Biol. Zentralbl., im Druck.

ist in der Tabelle (p. 138/139) verzeichnet. Dabei sind nur diejenigen Pigmente aufgenommen, die in kristallisiertem Zustand isoliert sind.

#### Carotinoide (Lipochrome).

Nach vielfachen Bemühungen älterer Autoren gelang WILLSTÄTTER und ESCHER die präparative Darstellung des Hühneridotterfarbstoffes. Damit wurde erstmals ein tierisches Lipochrom in kristallisierter Form abgeschieden, und gleichzeitig wurde damit der Eidotter des Huhnes zum klassischen Objekt der Pigmentforschung bei den Vögeln erhoben. Das wohlkristallisierte Präparat, das sie erhielten, war dem Blattxanthophyll überraschend ähnlich und zeigte auch dessen Zusammensetzung. Abweichend davon fanden sie nur den Schmelzpunkt beträchtlich höher als beim Blattxanthophyll, so dass sie das Präparat für isomer mit Xanthophyll hielten und es deshalb mit dem Namen „Lutein“ belegten.

Eine Klärung der Verhältnisse brachte erst die Zerlegung des Eidotterpigmentes mittels der chromatographischen Adsorptionsanalyse nach TSWETT, die in der Folge von R. KUHN gewissermaßen wieder entdeckt worden war. Auf diese Weise vermochten KUHN, WINTERSTEIN und LEDERER zu zeigen, dass das Dotterpigment aus einem Gemisch der beiden isomeren Xanthophylle Lutein und Zeaxanthin besteht. Für die erstere, quantitativ überwiegende Komponente haben die Autoren den bisher für das Farbstoffgemisch des Eidotters geltenden Namen Lutein beibehalten. Das Gemisch kann in sehr weiten Grenzen schwanken, denn je nach Fütterung der Hühner lassen sich Eidotter gewinnen, die fast ausschliesslich Lutein oder ganz überwiegend Zeaxanthin enthalten. Damit wurde erstmals der Nachweis erbracht, dass Lutein und Zeaxanthin, die im Pflanzenreich weit verbreitet sind, aus der aufgenommenen Nahrung ohne chemische Veränderung in den Dotter des Huhns gelangen, aus dem sie in kristallisierter Form wieder abgeschieden werden können. Im Prinzip gilt das Gesagte auch für die Pigmentierung der Feder durch Carotinoide, doch fehlen hier aus Mangel an Material noch die präparativen Grundlagen.

Auch im Fett des Haushuhns ist die Lipochromanreicherung immerhin so beträchtlich, dass ZECHMEISTER und TUZSON daraus die Isolierung von Lutein gelang. Die Spezifität der Carotinoidaufnahme ist hier ebenso ausgesprochen wie im Eidotter, da die praktisch vollständige Abwesenheit des Kohlenwasserstoffs Carotin selbst bei einem Ausgangsmaterial von 2 kg Hühnerfett sich auch chromatographisch bestätigen lässt.

Aus den gelben Oelkugeln der Hühnerretina vermochten WALD und ZUSSMAN Lutein (Xanthophyll) neben anderen Carotinoiden (siehe unten) als Kristallinat zu erhalten.

Ein weiterer Ort beträchtlicher Carotinoidanreicherung sind die blutroten „Rosen“ des Jagdfasans (*Phasianus colchicus*). Aus ihnen isolierten erstmals BROCKMANN und VÖLKER nach vorausgegangener alkalischer Verseifung ein rotes Carotinoid in kristallisierter Form, dessen Identität mit Astacin ihnen festzustellen gelang, und WALD und ZUSSMAN erhielten nach demselben Vorgang Astacin als weiteres Kristallinat aus den Oelkugeln der Retina des Huhnes.

Spätere Untersuchungen von KUHN, STENE und SÖRENSEN haben indessen gezeigt, dass nicht Astacin, sondern Astaxanthin das native Pigment der „Rosen“ des Fasans und der Hühnerretina ist. Denn man erhält stets diesen wasserstoffreicheren Farbstoff, der Xanthophyllcharakter besitzt (2 Hydroxylgruppen), wenn man die Aufarbeitung des Ausgangsmaterials unter Vermeidung von alkalischer Verseifung durchführt.

Aus dem rotem Fett eines Flamingos vermochte MANUNTA in geringer Menge einen roten carotinoiden Farbstoff, „Fenicotterin“, isolieren, der in einigen seiner Eigenschaften an Astacin erinnert. zu Seine Identifizierung steht indessen noch aus.

#### Pyrrolfarbstoffe.

Mit der kristallisierten Abscheidung des Fleckenfarbstoffes aus den Eischalen der Lachmöwe und bald darauf auch aus denen des Kiebitzes durch FISCHER und KÖGL wurde erstmals der Nachweis eines Pyrrolfarbstoffes (Porphyrins) für die Vögel erbracht. Entsprechend seiner Herkunft wurde das rote Pigment zunächst Ooporphyrin benannt, dessen Identifizierung mit Protoporphyrin dann auch fast gleichzeitig gelang. Das Eischalenporphyrin — die Fleckenfarbe — ist also identisch mit der eisenfreien Stammverbindung des Hämins bzw. der Farbkomponente des Hämoglobins, aus der das Eisen abgespalten ist. Es ist bemerkenswert, dass in den Eischalen der verschiedensten Vogelarten der von Rot bis Schwarz variierenden Fleckenfarbe stets nur dieses Porphyrin zugrunde liegt.

Ein weiteres Porphyrin höherer Oxydationsstufe konnte VÖLKER aus den vor Licht geschützten, rosenroten Federregionen afrikanischer Trappen nach weitgehender chromatographischer Reinigung zur Kristallisation bringen und mit Koproporphyrin III identifizieren. Da dieses Porphyrin in seiner Struktur, d. h. der Stellung seiner Seitenketten

am Porphinkern, dem Protoporphyrin der Eischalen völlig entspricht, sind beide, ebenso wie der Blutfarbstoff — das Hämin — von einem gemeinsamen Grundfarbstoff, dem Aetioporphyrin III, herzuleiten.

Dass die Porphyrinsynthese im Organismus der Vögel auch unabhängig von der des Blutfarbstoffes, gleichsam auf einem Nebenweg, erfolgen kann, beweist das Auftreten von Koproporphyrin I, das SCHØNHEYDER aus dem Hühnerembryo isolieren konnte. Welcher Isomerenreihe das in nennenswerter Menge in den Federn der Eulen und der Nachtschwalben abgelagerte Koproporphyrin angehört, kann erst nach dessen Isolierung entschieden werden.

Zur Isomerenreihe I gehört schliesslich auch noch der rote Farbstoff in den Federn der *Musophagiden*, das Turacin. Aus ihm erhielten FISCHER und HILGER nach der Abspaltung des komplex gebundenen Kupfers kristallisiertes Uroporphyrin I. Der Nachweis, dass im Turacin das Kupferkomplexsalz des Uroporphyrins I vorliegt, erfolgte durch den Vergleich des natürlichen mit dem synthetischen Produkt, die in allen Eigenschaften völlig übereinstimmen. Was die Frage nach dem Typ des Uroporphyrins betrifft, so steht im Gegensatz zu dieser Feststellung der Befund RIMINGTONS, der in neuerer Zeit aus dem Turacin aller von ihm untersuchten 11 Turacusarten nach Entkupferung und Decarboxylierung überraschenderweise nur Koproporphyrin III erhalten konnte. — Es verdient jedoch an dieser Stelle hervorgehoben zu werden, dass CHURCH<sup>1)</sup> bereits den amorphen, kupferhaltigen Farbstoff in nahezu analysenreiner Form in Händen gehabt hat — wie wir heute durch die klassischen Untersuchungen von H. FISCHER wissen.

Das Turacin der Bananenfresser und das Koproporphyrin III der Trappen sind bis jetzt die einzigen unter den Feder-Pigmenten, die in reiner, kristallisierter Form vorliegen.

Das Bild unserer Kenntnisse von den aus Vögeln isolierten Pigmenten bliebe unvollständig ohne das Wissen um ein weiteres Pigment der Eischale, das in vielen Fällen zusammen mit dem Fleckenfarbstoff auftritt: den blaugrünen Grundfarbstoff der Schalen, das Oocyan SORBYS. LEMBERG nahm sich in neuerer Zeit der Konstitutionsaufklärung dieses Pigmentes an. Es gelang ihm, aus den Eischalen der Lachmöwe das Oocyan als kristallisierten Ester abzuscheiden und

---

1) CHURCH, A. H., *Researches on Turacin, an Animal Pigment containing Copper*; *Philosoph. Trans. Roy. Soc. London* 159, II, 627—636 (1870); 183, 511—530 (1893).

seine nahe Verwandtschaft (vielleicht sogar Identität) mit dem Uteroverdin, einem grünen Farbstoff aus den Placenta-Hämatomen des Hundes, sicherzustellen. Dieser erwies sich als identisch mit Dehydrobilirubin und steht dem Gallenfarbstoff, dem Bilirubin, sehr nahe. Das Oocyan ist also nach diesen Feststellungen ebenfalls ein Gallenfarbstoffabkömmling und als solcher ein Derivat des Blutfarbstoffes. Sehr wahrscheinlich ist dabei das Protoporphyrin (= Ooporphyrin) ein Zwischenprodukt auf dem Wege vom Blutfarbstoff zum Gallenfarbstoffabkömmling, dem Oocyan. Damit wird die Gallenfarbstoffnatur des Oocyan bestätigt, die von den Klassikern der Eischalenpigmentkunde: WICKE, SORBY, LIEBERMANN, KRUKENBERG postuliert wurde.

Der von DINELLI aus den Eischalen des Kasuars in Kristallen erhaltene grüne Farbstoff ist, da er die GMELINSche Reaktion zeigt, wohl ebenfalls den Pyrrolfarbstoffen zuzuordnen, mag auch seine eingehendere Charakterisierung noch ausstehen.

Die bis jetzt aus den Vögeln isolierten und identifizierten Pigmente gehören ausschliesslich den Carotinoiden und den Pyrrolfarbstoffen an, also jenen beiden grossen Pigmentklassen, die bei den Vögeln nächst den Melaninen zweifellos auch am weitesten verbreitet sind. Es ist jedoch zu erwarten, dass mit dem Fortschreiten der Pigmentanalyse unter der Fülle des noch Unbekannten auch Farbstoffe gefunden werden, die die bisher nur optisch empfundene Mannigfaltigkeit der Pigmentfarben der Vögel auch in stofflicher Hinsicht zum Ausdruck bringen.

Tabelle.  
Aus Vögeln isolierte und identifizierte Pigmente.

Farbstoffklasse	Farbstoff	Zusammensetzung	Ausgangsmaterial	Literatur
Carotinoide (Lipochrome):	Eierlutein	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>	Hühnereidotter	WILLSTÄTTER, R. u. H. H. ESCHER, Zeitschr. physiol. Chem. 76, 214—225 (1912).
	Lutein und Zeaxanthin	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>	Hühnereidotter	KUHN, R., A. WINTERSTEIN u. E. LEDERER, Zeitschr. physiol. Chem. 197, 141—160 (1931).
	Lutein	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O <sub>2</sub>	Hühnerfett; Hühnerretina	ZECHMEISTER, L. u. P. TIZSON, Zeitschr. physiol. Chem. 225, 189—195 (1935); WALD, G. and H. ZUSSMAN, Nature 140, 197 (1937).
	Astacin bzw. Astaxanthin	C <sub>40</sub> H <sub>48</sub> O <sub>4</sub> C <sub>40</sub> H <sub>52</sub> O <sub>4</sub>	„Rosen“ von <i>Phasianus colchicus</i> , Hühnerretina	BROCKMANN, H. u. O. VÖLKER, Zeitschr. physiol. Chem. 224, 193—215 (1934); VÖLKER, O., Journ. f. Ornithol. 82, 439—450 (1934); WALD, G. and H. ZUSSMAN, Nature 140, 197 (1937); KUHN, R., J. STENE u. N. A. SÖRENSEN, Ber. deutsch-chem. Ges. 72, 1688 bis 1701 (1939).
	Roter Farbstoff aus dem Fett eines Flamingos: Fenicotterin	?	Flamingo-Fett	MANUNTA, C., Helv. Chim. Acta 22, 1151—1153 (1939).

Pyrrol- farbstoffe:	Protoporphyrin (Ooporphyrin)	$C_{34} H_{34} O_4 N_4$	Eischalen: <i>Larus ridibundus</i> , <i>Vanelhus vanellus</i>	FISCHER, H. u. F. KÖGER, Zeitschr. physiol. Chem. 131, 241—261 (1923); 138, 262—275 (1924); FISCHER, H. u. F. LINDNER, ebd. 142, 141—154 (1925).
	Koproporphyrin III	$C_{36} H_{38} O_8 N_4$	Federn: <i>Lophotis v. ruficrista</i> , <i>Lophotis v. gmelina</i> , <i>Lissotis melanogaster</i>	VÖLKER, O., Journ. Ornithol. 86, 436—456 (1938); VÖLKER, O., Zeitschr. physiol. Chem. 258, 1—5 (1939).
	Koproporphyrin I	$C_{36} H_{38} O_8 N_4$	Hühnerembryo	SCHÖNHEYDER, F., Journ. biol. Chem. 123, 491—497 (1938).
	Turacin (Uroporphyrin I-Cu-Salz)	$C_{40} H_{36} O_{16} N_4 Cu$	Turacus-Federn	FISCHER, H. u. J. HILGER, Zeitschr. physiol. Chem. 128, 167—174 (1923); 138, 49—67 (1924); RIMINGTON, C., Proc. roy. Soc. Lond. B, 127, 106—120 (1939); Zeitschr. physiol. Chem. 259, 45—47 (1939).
	Oocyan	$C_{37} H_{40} O_8 N_4$ Oocyanester	Eischalen: <i>Larus ridibundus</i>	LEMBERG, R., Liebigs Annalen 488, 74—90 (1931); 499, 25—40 (1932).
	Grünes Pigment aus Kasuarrei	?	Eischalen: <i>Casuaris</i>	DINELLI, D., Atti R. Accad. naz. Lincei, Rend. [6] 22, 464—467 (1935), Rom, Univ.

# 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: 1944

Band/Volume: [92\\_1944](#)

Autor(en)/Author(s): Völker Otto

Artikel/Article: [Uebersicht der aus Vögeln isolierten und identifizierten Pigmente 133-139](#)