

(Aus dem Institut für Pathologie des Kaiser-Wilhelm-Institutes
für medizinische Forschung, Heidelberg.)

Ueber den gelben Federfarbstoff des Wellensittichs (*Melopsittacus undulatus* (Shaw)).

Von Otto Völker.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Einleitung und Fragestellung.

Wie in früheren Arbeiten (1, 18) gezeigt wurde, besitzen die Vögel ein ausgesprochen scharfes Selektionsvermögen bei der Ablagerung pflanzlicher Carotinoide, die mit der Nahrung aufgenommen werden. Die Ablagerung erfolgt in fettreichen Geweben, bei einem Teil der Arten auch in Federn, Schuppen und Schnabel, wodurch die lebhaft gelbe oder Rotfärbung dieser Organe bewirkt wird. Um die exogene Natur dieser Lipochrome im Vogelorganismus, sowie die Möglichkeit ihrer Umbildung sicherzustellen, wurden nach vorausgegangener carotinoidfreier Ernährung der Versuchstiere, die ein völliges Schwinden der Lipochrome zur Folge hatte, Fütterungsversuche mit reinen Carotinoiden durchgeführt. Es zeigte sich, daß von den im Futter gereichten Carotinoiden nur Lutein ($C_{40}H_{56}O_2$), das ist die Hauptkomponente des meist nicht einheitlichen Blattxanthophylls, und sein Isomeres, das Zeaxanthin ($C_{40}H_{56}O_2$), als Pigmente Verwendung finden. Die Ablagerung des Luteins ist entweder eine direkte wie in den Federn des Goldhammers, Pirols und der Kohlmeise etc., oder sie erfolgt unter artlich spezifischer Veränderung — letztere meist nur in der Feder — wie beim Kanarienvogel, Stieglitz, Gimpel und Grünspecht etc. Kompliziertere Verhältnisse der Federpigmentierung finden sich beim Kreuzschnabel und Feuerweber. Hier wird das gelbe Lutein von rot gefärbten carotinoiden Zersetzungsprodukten überdeckt. Nicht abgelagert dagegen werden Carotin ($C_{40}H_{56}$) und Lycopin ($C_{40}H_{56}$) sowie die Xanthophylle, Taraxanthin ($C_{40}H_{56}O_4$) und Violaxanthin ($C_{40}H_{56}O_4$). Es ergibt sich also der interessante Befund, daß vom Vogel nur Xanthophylle, die zwei Hydroxylgruppen besitzen, abgelagert werden, während Xanthophylle, mit mehr als zwei Hydroxylgruppen sowie die Kohlenwasserstoffe Carotin und Lycopin zur Ablagerung in nennenswerter Menge nicht geeignet sind. Das als klassisches Färbemittel für Kanarienvögel bekannte Capsanthin ($C_{40}H_{58}O_3$) aus den Schoten von *Capsicum annuum*, gehört nach den neuesten

Forschungen (20) zu den Xanthophyllen mit ebenfalls zwei Hydroxylgruppen, wodurch seine Eignung als Federfarbstoff erklärt wird.

Im Gegensatz zum Vogel wird in den Fettgeweben des Säugers in erster Linie Carotin gespeichert, während Xanthophylle keine oder eine nur untergeordnete Rolle spielen.

Ein Federpigment, das auf den ersten Blick in die Reihe der Feder-carotinoide zu gehören scheint, jedoch bei genauer Untersuchung ganz andere Eigenschaften besitzt, ist der gelbe Federfarbstoff des Wellensittichs. KRUKENBERG (9) beschrieb als erster die chemischen Eigenschaften der gelben Federfarbstoffe der Papageien und nannte diese „*Psittacofulvin*“. Entscheidend für diese Benennung der gelben Federpigmente vieler Papageienarten war für KRUKENBERG das Fehlen von Absorptionsbanden der Lösung, sowie eine Reihe von Farbreaktionen bzw. Lösungseigenschaften dieser Farbstoffe.

Da die gelben Federfarbstoffe der Papageien *Melopsittacus undulatus*, *Lorius salvadorii*, *Platycercus eximius*, *Caica leucogaster* und *Ara ararauna* keineswegs in ihren Eigenschaften völlig übereinstimmen, schien es angebracht, die Verhältnisse beim gelben Wellensittich eingehend zu untersuchen als einem Vertreter dieser Vogelgruppe, die bezüglich ihres gelben Federpigments offenbar ganz im Gegensatz zu den früher untersuchten Arten steht (18, p. 443).

Da sich in Körperfett, Leber und Eidotter (10) der untersuchten Wellensittiche (gelbe, grüne und blaue Vögel) nur Lutein nachweisen ließ, ohne daß der gelbe Federfarbstoff hier auch nur in Spuren anzutreffen war, schien die Frage nach dessen Eigenart und Herkunft von erhöhter Bedeutung. Es sollen zunächst die spezifischen Eigenschaften dieses Pigments, die es im Gegensatz zu den bereits bekannten Feder-carotinoiden besitzt, besprochen werden. Ferner soll auf indirektem und direktem Wege zu zeigen versucht werden, ob eine Beziehung zwischen dem Carotinoidgehalt der Nahrung und dem Federpigment besteht, um hieraus Schlüsse auf die Entstehung und Eigenart des Farbstoffes ziehen zu können.

Charakteristik des gelben Federpigments.

Benetzt man eine gelbe Wellensittichfeder mit konzentrierter Schwefelsäure, so schlägt ihre Farbe innerhalb weniger Sekunden in ein tiefes Blau um.¹⁾ Der positive Ausfall dieser sogenannten Lipocyanreaktion ist bis heute wohl der Grund dafür gewesen, daß man dieses

1) Genau dasselbe Verhalten zeigen die gelben Federn der oben genannten Papageienarten.

Pigment zu den Lipochromen zählte. Diese Reaktion deutet jedoch nach den Untersuchungen von R. KUHN und A. WINTERSTEIN (12) nur auf das Vorliegen einer stark ungesättigten organischen Verbindung von mindestens sechs konjugierten Kohlenstoff-Doppelbindungen hin, ohne daß hieraus weitere Schlüsse auf die Natur des Farbstoffes gezogen werden könnten. Die bewährten Methoden zum Herauslösen des Farbstoffes aus der Feder, mit alkoholischer Kalilauge oder durch Extraktion mit Alkohol, nach Vorbehandlung der Federn mit einer konzentrierten Lösung von Lithiumbromid in der Wärme, versagten hier vollkommen. Der Farbstoff ging dabei und bei der Anwendung anderer Extraktionsmittel (Mineralsäuren, Laugen, organische Lösungsmittel) immer zu Grunde. Als geeignet erwies sich schließlich folgende Extraktionsmethode: die Federn werden mit reinem Pyridin digeriert, nach einigen Minuten mit derselben Menge 18% iger Salzsäure versetzt und auf dem Wasserbad gelinde erwärmt. Dabei geht ein großer Teil des Farbstoffes in Lösung. Dieser läßt sich durch Ueberschichten der Lösung mit Benzin (Siedepunkt 70—80°) und Zugabe von reichlich Wasser ins Benzin überführen. Die nur schwach gelbe, etwas grünstichige Benzinlösung des Farbstoffes, die sich bei der Adsorption an Calciumkarbonat einheitlich verhält, zeigt Absorptionsbanden am Ende des noch gerade sichtbaren blauen Bereiches des Spektrums bei $\sim 440 m\mu$ und $\sim 420 m\mu$ ¹⁾. Ebenso beobachtet man Absorptionsbanden bei der direkten Prüfung gelber Steuerfedern des Wellensittichs im durchfallenden Licht. Vergleicht man diese Absorptionsbanden mit denen bekannter Feder-carotinoide, so zeigen sich schon hier beträchtliche Unterschiede (siehe Tabelle).

Spektroskopische Prüfung gelber und grüner Federn und ihrer Benzinlösungen.

Gittermeßspektroskop nach LÖWE-SCHUMM unter Verwendung eines Kupferoxydammoniakfilters für die Lösungen. Die angegebenen Wellenlängen in $m\mu$ sind die Schwerpunkte der Absorption (Absorptionsmaxima).

Vogelart	Lage der Absorptionsbanden ($m\mu$) im durchfallenden bzw. reflektierten Licht	Lage der Absorptionsbanden ($m\mu$) der Benzinlösung (Siedepunkt 70—80°)
Wellensittich	~ 468 ~ 445	~ 440 ~ 420
Pirol	487 457	477,5 447,5
Kanarienvogel	483 453	472 443
Grünspecht	460 —	450 424

1) Die Bande bei $\sim 420 m\mu$ der Benzinlösung ist meist schärfer und intensiver als die bei $\sim 440 m\mu$.

Die Tabelle zeigt, daß die Absorptionsbanden des Wellensittichfederpigments deutlich nach dem kurzwelligen Teil des Spektrums verschoben sind¹⁾ und daß sie etwas näher beieinander liegen als die der übrigen. Weiter zeigt sich, daß auch hier die Abstände der Absorptionsbanden im Federkeratin die gleichen sind wie im Benzin. Während die Verschiebung der Absorptionsbanden beim Pirol, Kanarienvogel und Grünspecht durchschnittlich 10 $m\mu$ für jede Bande beträgt, ist diese Differenz beim Wellensittich etwa 2,5 mal so groß.

Ein weiterer Unterschied zeigt sich am Ausfall der Antimontrichlorid-Reaktion: dampft man im Vakuum die Benzinlösung des Federpigments bis zur Trockne ein und versetzt den Rückstand mit einer gesättigten Lösung von Antimontrichlorid in Chloroform, so tritt moosgrüne Färbung auf, die sofort wieder verschwindet. Carotinoide geben dagegen mit $SbCl_3$ im allgemeinen Dunkelblaufärbung von größerer Beständigkeit.

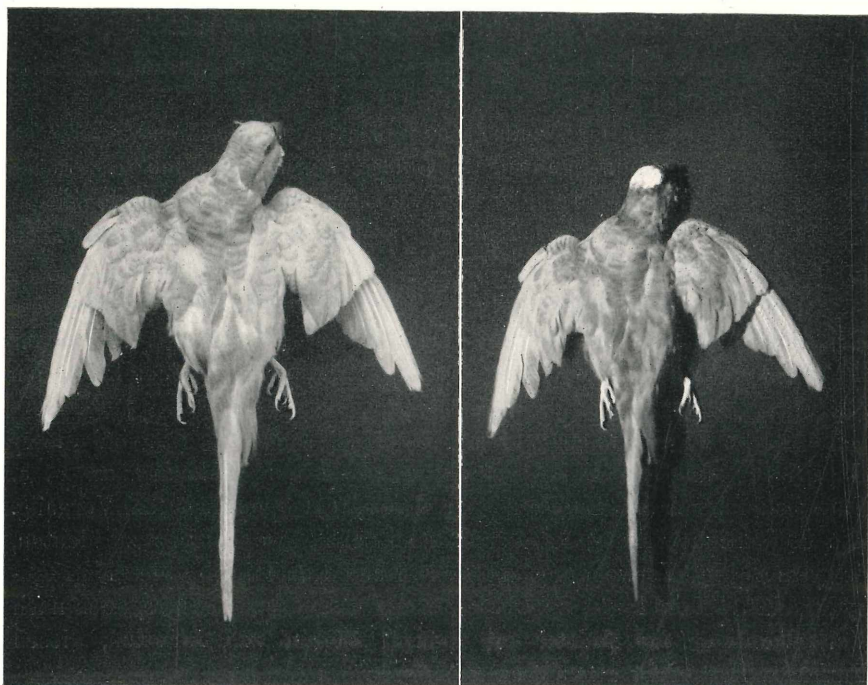
Eine nur bei gelben (grünen) Wellensittichfedern beobachtete Reaktion zeigt sich beim kurzen Benetzen der Federn mit 100%iger Ameisensäure: die gelben Federpartien werden nach wenigen Sekunden farblos. Nach dem Verdunsten der Ameisensäure kehrt jedoch die gelbe Farbe ungeschwächt wieder. Offenbar handelt es sich bei dieser Entfärbung um Salzbildung, also um einen der Halochromie, d. h. Farbvertiefung beim Zugeben von Säure, entgegengesetzten Vorgang. Als Reduktionswirkung ist der Farbumschlag wohl nicht zu deuten, da selbst die Verwendung starker Reduktionsmittel, wie Natriumhydrosulfit, Zinnchlorür, Schweflige Säure und Ascorbinsäure, auch nach Vorbehandlung der Federn mit starken Säuren und Alkalien, diesen Farbumschlag nicht auszulösen vermögen.

Die Reaktion mit Ameisensäure läßt sich an den Federn bis zu mindestens fünfmal hintereinander wiederholen, ohne daß dabei die Farbintensität wesentlich abnimmt. Auch tritt dann noch die Bläuung mit Schwefelsäure ein. Wäscht man dagegen die Feder nach der Ameisensäurebehandlung mit Wasser kräftig aus, so kehrt die gelbe Färbung praktisch nicht mehr wieder. Offenbar wird durch das Wässern der Feder der Farbstoff als farbloses Salz entzogen, dessen Vorhandensein für den reversiblen Vorgang Bedingung ist. Carotinoidhaltige

1) Die gelben Innenfahnen der Schwingen von *Lorius salvadorii* zeigen im durchfallenden Licht verwaschene Absorptionsbanden bei ~ 472 und $\sim 440 m\mu$, die also nahe bei denen des Wellensittichs liegen. Die Benzinlösung des Farbstoffs war zur Messung nicht geeignet.

Federn, ebenso lange der Wirkung der Ameisensäure ausgesetzt, zeigen keine Farbänderung.

Eine ganz besonders auffällige Erscheinung zeigen gewisse Partien des gelben (grünen) Wellensittichgefieders im filtrierten ultravioletten Licht der Hanauer Analysen-Quarzlampe. Die Federn der Stirn und einzelne des Kinns zeigen hell goldgelbe Fluoreszenz¹⁾, während



a

b

Abb. 1. a: Gelber Wellensittich (Altvogel) im diffusen Tageslicht.
b: Derselbe Vogel wie in Abb. a. im filtrierten ultravioletten Licht. Das starke Aufleuchten der Kopfplatte ist deutlich zu erkennen.

die distalen Enden der Flügeldecken und die Ränder einiger Steuerfedern weniger intensiv, tief goldgelb, fluoreszieren (siehe Abb. 1, b). Daneben zeigen die pigmentfreien Federpartien des gelben Vogels schwache Blaufluoreszenz, die übliche Eigenschaft eiweißhaltiger Sub-

1) Beim blauen Vogel sind bekanntlich die rein gelben Federpartien des gelben bzw. grünen pigmentfrei, also weiß und zeigen dementsprechend nur schwache Blaufluoreszenz.

stanzen. Alle übrigen Federpartien fluoreszieren nicht. Ein Zusammenhang zwischen Intensität der Federfärbung und Fluoreszenz ist nicht erkennbar. Am intensivsten goldgelb leuchten die strohgelben Stirnfedern alter Wellensittiche im Fluoreszenzlicht auf. Bei Untersuchung der isolierten Stirnfeder sind drei distinkte Zonen deutlich erkennbar: proximal die pigmentfreie Basaldune, darauf folgend eine rhombische intensiv gelb gefärbte Zone und schließlich distal die strohgelben, fast

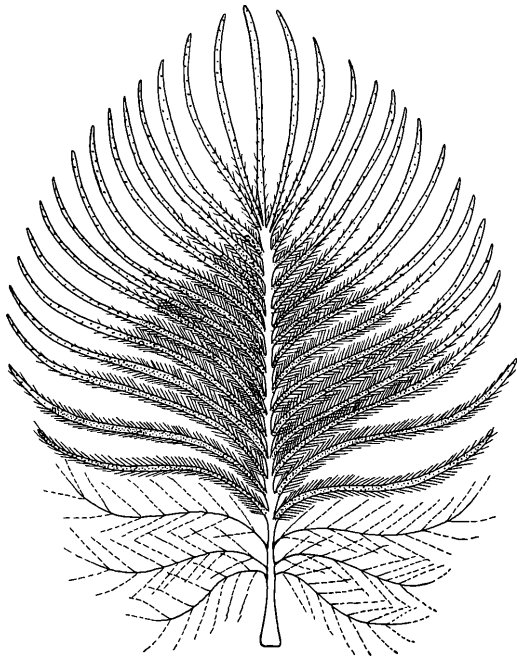


Abb. 2. Stirnfeder eines gelben (grünen) ausgefärbten Wellensittichs, schematisiert. Proximal: die Basaldune, pigmentfrei; dicht punktiert: die intensiv gelb gefärbte Zone; weit punktiert: die strohgelbe Zone. Weitere Erklärung im Text.

radienlosen Rami (siehe Abb. 2). Im Fluoreszenzlicht betrachtet leuchtet die proximale Basaldune schwach blau, die mittlere Zone leuchtet nicht, sondern wirkt matt, samtartig, während der distale Abschnitt prachtvoll hell goldgelb fluoresziert.

Es besteht die Frage, ob strukturelle oder stoffliche Unterschiede das verschiedene Verhalten der beiden gelben Zonen bedingen. Morphologisch-strukturelle können es schwerlich sein, da auch nicht fluoreszierende gelbe Federn denselben Aufbau zeigen. Dagegen zeigt

die Benetzung der Stirnfedern mit konz. Schwefelsäure deutlich eine stoffliche Verschiedenheit der beiden Zonen: die mittlere intensiv gelbe Zone zeigt scharf umgrenzt die Lipocyanreaktion, während die distale fluoreszierende ihre Farbe beibehält¹⁾. Damit ist bewiesen, daß das verschiedene Verhalten der beiden Zonen im Fluoreszenzlicht zweifellos auf stofflicher Verschiedenheit der Pigmente beruht.

Wohl sind eine Reihe von Fluoreszenzerscheinungen an Vogeleierschalen²⁾ (11, 14) festgestellt worden, die ebenso wie die auffällige rote Fluoreszenz der Federkiele junger Tauben (4) auf Anwesenheit von Porphyrinen zurückzuführen sind; bis jetzt aber konnte trotz umfangreicher Untersuchungen keine der Wellensittichfluoreszenz auch nur ähnelnde Erscheinung beobachtet werden. Doch ist bei dem in morphologischer Hinsicht so einheitlichen Verhalten der Gruppe der Papageien anzunehmen, daß der Wellensittich auch in Bezug auf die Federfluoreszenz nicht isoliert steht, daß vielmehr die fahlgelben Federn anderer Papageienarten ein entsprechendes Verhalten zeigen.

Keinerlei Fluoreszenz zeigen die Federn von: *Serinus canaria*, *Pyromelana franciscana*, *Picus viridis*, *Chloronerys yucateensis*, *Hypoxanthus rivolii*, *Oriolus oriolus*, *Leiothrix lutea*, *Lorius salvadorii*, *Eos cyanogenys*, *Agapornis fischeri*, *Ara ararauna* und *Xipholena punicea*. Auch turacinhaltige Federn fluoreszieren nicht (6, 7, 8). Schwache Fluoreszenz konnte nur an Kücken- und Taubendunen festgestellt werden, die schwach weißlich bezw. gelb im filtrierte ultravioletten Licht aufleuchten. Da bis jetzt nur von stickstoffhaltigen Naturfarbstoffen lebhaft fluoreszenzerscheinungen bekannt geworden sind, liegt die Vermutung nahe, daß es sich auch beim fluoreszierenden Wellensittichpigment um einen stickstoffhaltigen Körper handeln könnte. Eine getrennte Aufarbeitung der fluoreszierenden Farbstoffanteile gestatten die geringen zur Verfügung stehenden Mengen leider nicht.

Fütterungsversuche.

A. Capsanthin-Fütterung:

Um die Frage nach der Herkunft des gelben Federpigments zu klären, ist es notwendig, Fütterungsversuche mit carotinoidfreiem Futter

1) Gelegentlich zeigt sich an der Grenze der beiden gelben Zonen braunrote Färbung. — Die Fluoreszenz ist auch noch nach mehrmaliger Behandlung mit Ameisensäure deutlich und gibt sich sogar noch schwach nach der Benetzung mit konz. Schwefelsäure zu erkennen.

2) Die Schalen der Wellensitticheier fluoreszieren intensiv blau; arbeitet man diese nach der Vorschrift von H. FISCHER und F. KÖGL (8a) auf, so läßt sich in der Methylalkohol-Chlorwasserstofflösung spektroskopisch kein Porphyrin nachweisen.

anzustellen. Da dieses Vorhaben zunächst undurchführbar war, wurde versucht, auf einem indirekten Wege, nämlich durch Verfütterung des farbstarke Capsanthins, Aufschluß über die mögliche Ablagerung eines Carotinoides in der Wellensittichfeder zu erhalten. Versuche am Kanarienvogel und an der Henne zeigten, daß dieser Farbstoff dem normalen Futter zugefügt, in der Lage ist, das mit der Nahrung aufgenommene Lutein durch seinen roten Farbton zu überdecken. Die Fütterung wurde auf folgende Weise durchgeführt:

I. Jungvögel:

Dem Futter frisch geschlüpfter gelber Wellensittiche wurde reines Capsanthin in Kuchenform (siehe 18, p. 442) in reichlicher Menge beigemischt. Obwohl die Altvögel nach anfänglichem Zögern ihre Jungen mit dieser Kost großzogen, zeigten die Federn der Jungvögel keinerlei Aenderung der normalen Federfarbe.

II. Altvögel:

1. Capsanthinkuchen wurde von den Vögeln nicht oder in ungenügender Menge gefressen.

2. Deshalb wurde eine mit reinem Capsanthin gesättigte Arachis-öllösung (50 mg Farbstoff in 50 g Oel gelöst) den Vögeln per os mit einer Schlundsonde einpipettiert. Pro Tag und Vogel 12—15 Tropfen. Zahl der Versuchsvögel 6 (verschiedener Herkunft, um individuelle Unterschiede auszuschalten); Versuchszeit zwischen 15 und 30 Tagen, je nach der Regenerationsdauer der Federn¹⁾. Federrupfung am dritten Versuchstag: die nachgewachsenen Federn zeigten keine Farbänderung.

3. Um den Farbstoff in einer für die Resorption geeigneteren Form den Vögeln darzubieten, wurde das natürliche Farbwachs des Capsanthins (Capsanthinester), wie es in der Hauptmenge in „Spratt's Rot-Farbfutter“ enthalten ist, in derselben Weise wie unter 2 gereicht. Zahl der Versuchsvögel 3, Versuchszeit 15 Tage. Federrupfung am dritten Versuchstag: die nachgewachsenen Federn zeigten keine Farbänderung. Daß Capsanthin in beträchtlicher Menge den Magen-Darmtraktus der Versuchsvögel passierte, zeigten in allen Fällen durchgeführte Kotanalysen. Während der Kot normal ernährter Wellensittiche stets beträchtliche Mengen unveränderten Luteins enthält, was bei der im Futter vorhandenen relativ geringen Luteinmenge bemerkenswert erscheint, lassen sich im Kot der Versuchstiere chromatographisch neben Lutein Capsanthinzeretzungsprodukte nachweisen.

1) Länger fortgesetzte Pipettierversuche führten zu keinem anderen Erfolg.

Kontrollversuche.

I. Kanarienvogel:

Die Fütterungsversuche wurden in derselben Weise durchgeführt wie bei den Sittichen. In allen drei Fällen (s. oben) zeigten die nachgewachsenen Federn deutlich rotstichig-gelbe Färbung, trotz Verabreichung (5 Tropfen pro Tag und Vogel) geringerer Farbstoffmengen.

II. Henne:

Capsanthinverfütterung färbt den Eidotter der Henne bereits nach 4 Tagen deutlich rotstichig gelb, schließlich tief lachsrot. Bei der Adsorption des Dotterfarbstoffes an Calciumkarbonat läßt sich neben Lutein (Zeaxanthin) völlig unverändertes Capsanthin nachweisen.

B. Carotinoidfreie Fütterung:

Die große Schwierigkeit dieser Fütterung liegt vor allem darin, daß die Wellensittiche als Grassamenfresser die einzelnen Bestandteile des üblichen Futtermisches selbst zu schälen gewohnt sind und zudem andere als die gewohnten Samensorten ungern, wenn überhaupt annehmen; auch Weichfutter wird von den Sittichen im allgemeinen nicht angenommen. Zur Beseitigung des Luteingehaltes der Hirse — der Hauptkomponente des Sittichfutters — ist die Bleichung zweifellos der Extraktion vorzuziehen, da durch diese außer dem Farbstoff noch andere Substanzen, vor allem Fett entzogen werden. Der Bleichprozeß ist einfach dadurch zu erreichen, daß man geschälte Hirse¹⁾ in dünner Lage dem Tageslicht aussetzt und im Abstand von wenigen Tagen wendet. In etwa 8 Wochen ist der gesamte Luteingehalt der Hirse durch Licht- und Sauerstoffwirkung zerstört. Um einem Mangel an den für den Vogel wichtigen Vitaminen der B-Reihe, die teilweise bei dieser Behandlung der Hirse zerstört werden, vorzubeugen, empfiehlt es sich, die nunmehr weißen Hirsekörner mit getrockneter, fein zermahlener Brauereihefe einzustäuben. Nach langem Bemühen wurde die Hirse in dieser Form von zwei etwa drei Monate alten gelben Wellensittichen nach anfänglichem Zögern schließlich angenommen. Die Vögel bekamen auch Geschmack an Negersaat, geschrotetem Naturreis (mit Silberhäutchen) und fraßen als Futterzutaten auch Salatsamen, etwas grauen Mohn und getrocknete gemahlene Semmel. Jeden zweiten Tag wurden zudem die ungeschälten

1 Ungeschälter Hirse kann man weder durch Bleichung noch durch Extraktion das Lutein quantitativ entziehen.

Komponenten des Futters mit einigen Tropfen Lebertran (Vitamin A) versetzt, ferner wurde im Trinkwasser etwas Vitamin C (Ascorbinsäure) gelöst, um einem möglichen Mangel an diesen Substanzen vorzubeugen. Das Futter, das praktisch frei von Carotinoiden ist, enthält in dieser Zusammensetzung alle für die Vögel lebensnotwendigen Stoffe. Nach sechs Tagen carotinoidfreier Ernährung wurden den Sittichen erstmals Federn (gelbe Flügeldecken) gerupft. Insgesamt wurden dann im Verlauf der nächsten 40 Tage viermal Federn der verschiedensten Partien (Stirn-, Kinn-, Halsfedern und Flügeldecken) gerupft. In allen Fällen regenerierten die Federn sofort. Eine durch die Futterumstellung und die Rupfungen ausgelöste Mauser veranlaßte weiterhin wünschenswerte Neubildung von Federn.

Das Ergebnis war in sämtlichen Fällen dasselbe: alle während dieser Zeit neugebildeten Federn zeigten nicht die geringste Aenderung ihrer Farbe; auch der fluoreszierende Farbstoff im distalen Abschnitt der Stirnfedern wurde wieder gebildet. Dagegen zeigen die Federn gelber Kanarienvögel bei carotinoidfreier Fütterung bereits nach der dritten Rupfung — nach durchschnittlich acht Wochen — starke Aufhellung ihrer Farbe, und nach überstandener Mauser sind die Vögel schließlich praktisch pigmentfrei, wie früher gezeigt wurde (1, 18). Die Wellensittiche werden nun bereits 17 Wochen mit der beschriebenen carotinoidfreien Kost gehalten und zeigen, nachdem der größte Teil der Federn durch Mauser erneuert ist, bei völlig normalem Befinden (wöchentliche Wägungen der Vögel ließen keine Schwankungen ihres Gewichts erkennen), denselben sattgelben Farbton ihrer Federn wie zu Beginn des Versuchs.

Besprechung der Ergebnisse.

Die Fütterungsversuche an gelben Wellensittichen mit reinem Capsanthin, Capsanthinester¹⁾ und carotinoidfreiem Futter lassen in ihrem eindeutig negativen Ausfall keinen Zusammenhang erkennen zwischen dem Farbstoffgehalt des Futters und dem gelben Federpigment. In voller Uebereinstimmung damit stehen die analytischen Befunde, die zeigen, daß der gelbe Federfarbstoff gegenüber den früher beschriebenen Feder-carotinoiden eine Sonderstellung einnimmt, die zweifellos auch den gelben Federpigmenten anderer Papageien (z. B. *Lorius salvadorii*) zu-

1) Eine Umwandlung von Capsanthin bezw. Capsanthinester in das gelbe Federpigment wäre immerhin denkbar, doch sprechen die Ergebnisse der carotinoidfreien Fütterung gegen diese Annahme.

kommt. Dennoch ist der Wellensittich sehr wohl in der Lage, in seinen fettreichen Geweben (Körperfett, Leber und Eidotter) mit der Nahrung aufgenommenes Lutein unverändert abzulagern, wie dies bei den früher untersuchten Vogelarten ebenso der Fall ist (18). Es kann jedoch keine Aehnlichkeit der Eigenschaften zwischen dem Lutein des Fettgewebes und dem spezifischen Federpigment, das in seinem Vorkommen lediglich auf die Feder beschränkt ist, nachgewiesen werden, die an einen genetischen Zusammenhang beider Pigmente denken ließe¹⁾. Eine weitere Bestätigung dieser Befunde liefert die Histogenese des Farbstoffes. Nach den Untersuchungen von DESSELBERGER (5) ist das erste Auftreten von Lipochromen (Carotinoiden) in der Federanlage bei Kanarienvogel, Stieglitz und Bandfink stets gebunden an feinste, als Lösungsmittel dienende Lipoidtröpfchen. Hingegen läßt sich bei *Melospittacus undulatus* und *Agapornis personata* nie Fett in der Federanlage nachweisen. „Es fällt also hier einfach die ganze erste Einlagerung der Farbe in Fetttropfen und die folgende Wiederausfällung aus diesen völlig weg.“ Beim Wellensittich findet demnach eine direkte Uebernahme des Farbstoffes in das Keratin der Feder statt.

Das Zustandekommen der gelben Federfarbe bei carotinoidfreier Ernährung ist nur so zu deuten, daß der Organismus durch Aufnahme und Aufbau farbloser Substanzen in spezifischer Weise diesen Farbstoff bildet und dieser nicht etwa durch Umbau eines im Futter vorhandenen Carotinoides (auf dem Wege oxydativen Abbaues) entsteht. Welcher Art diese vom Vogel verwandten farblosen Bausteine sind und in welcher Weise — offenbar in der Federanlage — die Synthese des stark ungesättigten, mit konzentrierter Schwefelsäure sich bläuenden gelben, sowie des fluoreszierenden strohgelben Federpigments erfolgt, bleibt vorläufig noch ungewiß. Obleich die chemische Natur der beiden gelben Federfarbstoffe des Wellensittichs weder geklärt, noch ihre Eigenschaften mit denen chemisch wohl definierter Substanzen identifiziert werden konnten, so dürften dennoch ihre starken Abweichungen von den bis jetzt bekannten Federlipochromen und Melaninen aus den vorliegenden Untersuchungen erhellen.

Die Verhältnisse der Federfarbstoffbildung und Federfluoreszenz werden weiter untersucht.

1) Der Unterschied zwischen dem Lutein des Körperfettes und dem „Kanariexanthophyll“ in den Federn des Kanarienvogels oder Stieglitzes ist nur ein gradueller. Bei vielen Arten findet sich zudem in Körperfett bezw. Federn Lutein und „Kanariexanthophyll“ in wechselndem Verhältnis nebeneinander.

Herrn Geheimrat Prof. Dr. L. VON KREHL möchte ich für die weitgehendste Förderung meiner Untersuchungen herzlichst danken; desgleichen Herrn Prof. Dr. R. KUHN für die Erlaubnis, die Arbeitsräume der Chemischen Abteilung des Institutes zu benutzen, Herrn Prof. Dr. E. STRESEMANN, Berlin, für die stete Beschaffung wertvollen Federmaterials und Herrn Prof. Dr. L. ZECHMEISTER, Pécs (Ungarn) für die Ueberlassung reiner Capsanthinpräparate. Schließlich danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Gewährung eines Stipendiums.

Literatur.

1. BROCKMANN, H. und O. VÖLKER, Der gelbe Federfarbstoff des Kanarienvogels und das Vorkommen von Carotinoiden bei Vögeln. Hoppe Seyler's Zeitschr. für physiol. Chemie **224**, p. 193—215 (1934).

2. DANCKWORTT, P. W., Lumineszenz-Analyse im filtrierten ultravioletten Licht. 3. Aufl., Leipzig 1934, 190 pp.

3. DERRIEN, E. et J. TURCHINI, Sur les fluorescences rouges de certains tissus ou secreta animaux en lumière ultraparaviolette. Compt. rend. Soc. Biol. **92**, p. 1028—1029 (1925).

4. — — Nouvelles observations de fluorescences rouges chez les animaux. Ebd. **92**, p. 1030—1031 (1925).

5. DESSELBERGER, H., Ueber das Lipochrom der Vogelfeder. Journ. f. Orn. **78**, p. 328—376 (1930).

6. DHÉRÉ, CH., Nachweis der biologisch wichtigen Körper durch Fluoreszenz und Fluoreszenzspektren. ABDERHALDEN, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abtlg. 2, Teil 3, 1. Hälfte, p. 3097—3306 (1934).

7. FISCHER, H. und J. HILGER, Zur Kenntnis der natürlichen Porphyrine. II. Ueber das Turacin. (Vorläufige Mitteilung.) Hoppe Seyler's Zeitschr. für physiol. Chemie **128**, p. 167—174 (1923).

8. — — Zur Kenntnis der natürlichen Porphyrine. 8. Mitteilung. Ueber das Vorkommen von Uroporphyrin (als Kupfersalz, Turacin) in den Turakusvögeln und den Nachweis von Koproporphyrin in der Hefe. Ebd. **138**, p. 49—67 (1924).

8a. — und F. KÖGL, Zur Kenntnis der natürlichen Porphyrine (IV). Ueber das Ooporphyrin. Ebd. **131**, p. 241—261 (1923).

9. KRUKENBERG, C. FR. W., Die Federfarbstoffe der Psittaciden. Vergleichend-physiologische Studien, 2. Reihe, 2. Abtlg., p. 29—36. Heidelberg 1882.

10. — Das Dotterpigment in den Papageieneiern. Ebd. 2. Reihe, 3. Abtlg., p. 136—137. Heidelberg 1882.

11. — Die Farbstoffe der Vogeleierschalen. Verh. Physik.-Med. Ges. Würzburg. N. F. **17**, p. 109—127 (1883).

12. KUHN, R. und A. WINTERSTEIN, Ueber konjugierte Doppelbindungen I—IV. Helvetica Chimica Acta **11**, p. 87, 116, 123, 144 (1928).

13. MAYER, F., Chemie der organischen Farbstoffe, Band 2: Natürliche organische Farbstoffe. 3. Aufl. Berlin 1935, p. 2—58.

14. SCHÖNWETTER, M., Vogelei im filtrierten ultravioletten Licht. Journ. f. Orn. **80**, p. 521—529 (1932).

15. STEINER, H., Vererbungsstudien am Wellensittich. Ein kasuistischer Beitrag zum Domestikationsproblem. Arch. der Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforsch. Zürich, **7**, p. 37—202 (1932).

16. STRESEMANN, E., Aves; in Kückenthal-Krumbach, Handbuch der Zoologie, Band VII, 2. Hälfte, Berlin und Leipzig 1927—34.

17. SÜLLMANN, H. und A. VISCHER, Ueber eine Veränderung von Xanthophyllen im Körper nach der Resorption aus dem Darm. Biochem. Zeitschr. **274**, p. 16—20 (1934).

18. VÖLKER, O., Die Abhängigkeit der Lipochrombildung bei Vögeln von pflanzlichen Carotinoiden. Journ. f. Orn. **82**, p. 439—450 (1934).

19. ZECHMEISTER, L., Carotinoide, Berlin 1934, 338 pp. Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, Band 31.

20. — und L. VON CHOLNOKY, Untersuchungen über den Paprikafarbstoff VIII. Zur Konstitution des Capsanthins und Capsorubins. Liebigs Annalen der Chemie **516**, p. 30—45 (1935).

21. — und P. TUZSON, Ueber das Lipochrom des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). Hoppe Seyler's Zeitschr. für physiol. Chemie **238**, p. 197—203 (1936).

22. — — Zur Kenntnis der selektiven Aufnahme von Carotinoiden im Tierkörper. Ebd. **234**, p. 235—240 (1935).

23. — — Zur Kenntnis des Lipochroms höherer Tiere und des Menschen. Naturwissenschaften **23**, p. 679—685 (1935).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: [84_1936](#)

Autor(en)/Author(s): Völker Otto

Artikel/Article: [Ueber den gelben Federfarbstoff des Wellensittichs \(Melopsittacus undulatus \(Shaw\)\) 618-630](#)