NEW YORK. OF NATURAL HISTORY.
Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zoologischer Anzeiger

herausgegeben

von Prof. J. Victor Carus in Leipzig.

Zugleich

Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

XXVI. Band. 29. December 1902. No. 690.

Inhalt:

I. Wissenschaftliche Mittheilungen.
1. Mascha, Über den Bau der Schwungfeder. (Schluß.) p. 145.
2. Thor, Zwei neue *Sperchon*-Arten und eine neue *Aturus*-Art aus der Schweiz. (Mit 5 Figuren.) p. 151.
3. von Stummer-Traunfels, Eine Süßwasser-Polyclade aus Borneo. p. 159.
4. v. Linstow, *Echinococcus alveolaris* und *Pterocercus Lachesis*. (Mit 14 Figuren.) p. 162.
5. Henne am Rhyn, Einige merkwürdige Kriechthiere der Sunda-Inseln. p. 167.

II. Mittheilungen aus Museen, Instituten etc.
1. Zoological Society of London. p. 172.
2. Linnean Society of New South Wales. p. 176.

III. Personal-Notizen.
(Vacat.)

Litteratur. p. 97—128.

I. Wissenschaftliche Mittheilungen.

1. Über den Bau der Schwungfeder.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von Ernst Mascha,

Demonstrator am zoologischen Institut der k. k. deutschen Univ. in Prag.
(Aus dem zool. Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.)

(Schluß.)

Zwischen diesen secundären Kielen nun liegen zwei Systeme feinster Fäserchen, die in ihrem innigen Zusammenhang jenes große Areal bilden, welches wir als die eigentliche beim Fluge in Betracht kommende Fläche anzusehen haben. Diese Fäserchen sind zweierlei Art. Die einen wollen wir wegen der von ihnen entspringenden characteristischen Häkchen, Hakenfasern, die anderen ihrer Gestalt wegen Bogenfasern nennen. In der Litteratur sind diese beiden Faserarten promiscue als Fäserchen, Strahlen, Nebenstrahlen, Radii ramosi, Fiederchen, barbules etc. bezeichnet, wobei einige Autoren dieselben nicht als zwei wesentlich von einander verschiedene Gebilde hinstellen, sondern als gleichwerthig beschreiben.

Die Hakenfasern entspringen unter einem Winkel von durchschnittlich 40° seitlich oben stets an derjenigen Seite des secundären Kieles, welche der Spitze der Feder zugekehrt ist. Sie sind bandartig,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download www.zobodat.at

im proximalen Drittel ihrer Länge nach derartig rinnenförmig eingebogen, daß die Concavität der Rinne gegen den secundären Kiel, von dem sie entspringen, und damit auch gegen den äußeren Rand der Feder gerichtet ist. Die Hakenfasern sind an ihrer Ursprungsstelle am höchsten, gegen die Mitte zu werden sie ein wenig niedriger und ihr oberer Randtheil wird zugleich stärker. Der vertical stehende obere Theil ist verdickt und schließt mit dem unteren dünneren Theile einen Winkel ein, der an der Basis stumpf ist und am Ende des ersten Drittels der Faserlänge fast ein rechter wird. Hier findet der nunmehr beinahe horizontal liegende, untere Fasertheil sein Ende, während der obere, verdickte Theil sich weiterhin fortsetzt. Bei *Columba livia* endigt dieser untere dünne Theil in mehreren großen, lappenartigen Fortsätzen, die an ihrer Ursprungsstelle schmal sind und sich gegen ihr distales Ende hin verbreitern. Diese Lappen sind so angeordnet, daß sie sich theilweise überdecken. Einfacher sind diese Verhältnisse bei den Hakenfasern von *Cypselus* und *Diomedea*, wo die Zahl der Lappenfortsätze geringer ist. Auch sind dieselben kleiner als bei *Columba livia*. An der Übergangsstelle des ersten in das zweite Drittel der Faserlänge erleidet aber auch der nach vorn sich fortsetzende obere Theil der Faser wichtige Differenzierungen, indem vom Unterrande der hier dick bandförmigen, nach der anderen Seite rinnenförmig eingebogenen Faser platte Fortsätze entspringen, welche nach unten gerichtet, in ihrem oberen Theile torquiert, und am Ende zu einem deutlichen, nach rückwärts gerichteten Haken umgebildet sind. Die Zahl der von einer Faser abgehenden Haken variiert zwischen 2 und 8, ist aber bei ein und derselben Vogelart ziemlich constant. So finden wir bei *Cypselus* immer 3—4, bei *Columba livia* 5—6, bei *Diomedea* 6—8 Haken an jeder Hakenfaser. Die ersten dem Ursprung der Hakenfaser zunächst liegenden Haken sind am kürzesten und gehen steil nach unten ab; distalwärts nehmen sie an Länge stetig zu und sind immer mehr schräg nach vorn gerichtet. Jenseits des letzten Hakens verdünnt sich die Faser rascher, in ihrem weiteren Verlauf entsendet sie noch nach oben und unten, nicht, wie Nitzsch meint, nach rechts und links, mehrere dornähnliche Fortsätze, von denen die ersten nach unten gerichteten an ihrem Ende noch eine leichte Hakenlage zeigen. Am Ende läuft die Hakenfaser in einen verschieden langen Faden aus. Von den dornähnlichen Fortsätzen des Endtheiles der Hakenfaser sind die unteren in der Regel länger als die ihnen gegenüber liegenden oberen, welche mitunter ganz klein und kaum mehr deutlich sichtbar sind. Der erste oder die zwei ersten von den oberen Fortsätzen vergrößern sich in der Regel stark und bilden einen, einem Pferdehuf ähnlichen Anhang, der speciell bei *Cypselus*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

eine schöne Ausbildung erlangt. Diese Anhänge — Zellfortsätze — legen sich horizontal um und reichen fast bis zur nächsten Hakenfaser. Sie sind bei den Hakenfasern des proximalen Theiles des secundären Kieles kleiner und spitzer als am distalen Theile des secundären Kieles, wo sie größer und lappiger werden.

Betrachtet man eine flach aufliegende Hakenfaser, so bemerkt man im ersten Drittel derselben eine schräg von unten nach oben verlaufende Reihe von ovalen, dunkel umränderten Flecken, welche Nitzsch und Burmeister irrthümlich für Grübchen hielten und die zuerst Klee im Jahre 1886 richtig als vertrocknete Zellkerne deutete, welche ihres stärkeren Lichtbrechungsvermögens wegen sehr deutlich sichtbar sind. Außerdem sind jeder Faser zahlreiche Pigmentkörnchen eingelagert. Zwischen diesen liegen pigmentfreie Linien, welche die Grenzen der zu jenen Kernen gehörigen Zellen bezeichnen. Aus der Anordnung dieser Zellgrenzlinien und jener Kerne läßt sich entnehmen, daß eine jede Hakenfaser aus einer Reihe einfacher, hinter einander liegender Hornzellen besteht. Diese Zellen sind im proximalen Theil der Faser flach und hoch, der unterhalb der Kerne liegende Theil ist dünner als der obere; in der Region der Haken werden sie dicker und die Kerne sind daher weniger deutlich. Als Fortsätze dieser Zellen haben wir die Haken sowie die distal nach oben und unten abgehenden Dornfortsätze anzusehen. Bereits bei den Hakenzellen, noch deutlicher aber bei den äußersten, nur mehr Dornen tragenden Zellen zeigt es sich, daß sie eine abgeplattet tütenförmige Gestalt haben und in einander stecken, wobei das breite offene Ende der Tüte distal gerichtet ist. Endlich bemerkt man bei jeder Hakenfaser in der Ansicht von oben eine hinter dem ersten Drittel beginnende Hervorwölbung des oberen Theiles der Faser in der Horizontalebene gegen die Außenseite der Federfahne, welche in der Gegend der mittleren Haken am stärksten ist und nach vorn zu wieder allmählich abnimmt, so daß der Endtheil der Faser in der Verlängerung ihres proximalen Theiles liegt. Hand in Hand hiermit geht eine Torsion der Hakenfaser in ihrer Längsachse, welche dazu führt, daß ihr oberer verdickter Randtheil in der Gegend der Hakenfasern seine verticale Stellung verläßt, sich schräg stellt — gegen den Hauptkiel geneigt —, distal von den Haken aber die alte verticale Richtung wieder einnimmt. Diese bei allen Hakenfasern beobachtete, mehr oder weniger starke Torsion mag wohl zu Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Zug, denen die Faser ausgesetzt ist, dienen.

Alle Hakenfasern eines secundären Kieles sind unter einander parallel und reichen in der Regel bis nahe an den nächstfolgenden secundären Kiel heran. Bei den Schwungfedern von *Diomedea* sind

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

die Hakenfasern, namentlich ihre spitzentragenden Endtheile, verhältnismäßig lang und es ragen deshalb die Hakenfasern des einen secundären Kieles weit über den nächstfolgenden secundären Kiel hinaus. Es entsteht hierdurch ein schon makroskopisch sichtbarer Flaum auf der Oberseite der Feder, welcher aus den Endtheilen der verlängerten Hakenfasern besteht. Die Abstände der Hakenfasern von einander scheinen bei den verschiedenen Vogelarten ziemlich constant zu sein, da sie z. B. bei so verschieden großen Vögeln wie *Cypselus*, *Columba* und *Diomedea* 25, 22 und 27 μ betragen. Es dürfte dieser Abstand von 20—30 μ überhaupt als constant anzusehen sein. Dagegen ist die Größe der Hakenfasern je nach der Art des Vogels und der Größe der Schwungfeder verschieden.

Die Bogenfasern entspringen unter einem Winkel von 35—40° tiefer als die Hakenfasern von der gegenüberliegenden, das heißt also jener Seite des secundären Kieles, welche der Federbasis zugewendet ist. Sie ziehen anfangs schräg nach vorn, biegen sich aber etwa in der Hälfte ihrer Länge ziemlich plötzlich so um, daß ihr Endtheil mit dem secundären Kiele, von dem sie ausgehen, parallel zu liegen kommt. Dadurch erhält die ganze Bogenfaser die Gestalt eines leicht gespannten Bogens. Bie Bogenfasern sind in ihrem basalen Theile wie die Hakenfasern gestaltet. Sie erscheinen als rinnenförmig eingebogene Bänder, welche die Concavität gegen die Spitze kehren. Ihr oberer Rand ist verdickt. Die Concavität ist oben am stärksten und die Querschnitte haben die Gestalt von Kreisevolventen. Gegen die Mitte ihrer Länge nimmt die Faser allmählich an Breite ab, und es zeigen die Ränder ihres distalen Abschnittes einige bemerkenswerthe Differenzierungen. Am oberen Rande sehen wir nämlich 3—4, nach rückwärts gerichtete, zahnartige Fortsätze, deren mittlere gewöhnlich am größten sind, wogegen der erste und der letzte mitunter nur als abgerundete Vorsprünge erscheinen. Auf die wahrscheinliche Function dieser Zähnchen wollen wir später zurück kommen. Der den Zähnchen gegenüberliegende untere Randtheil der Faser wird durch zahlreiche tiefe Einschnitte in mehrere, vorn zugespitzte Lappen getheilt. Bei diesen Lappen, welche Fortsätze der die Bogenfaser bildenden Hornzellen sind, findet man zuweilen an der Spitze eine leichte hakenähnliche Krümmung und man kann die Lappen deshalb als Gebilde ansehen, die den Haken der Hakenfasern homolog sind. Ahlborn erwähnt diese Lappen und nennt sie feinste Sägezähnchen, schreibt ihnen aber eine falsche Function zu. An der Stelle, wo die eben beschriebenen Zähnchen und Lappen auftreten, beginnt jene Biegung, von welcher an die Endtheile der Bogenfasern eine den secundären Kielen parallele Richtung annehmen und sich dicht an einander legen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

Hinsichtlich ihres histologischen Baues sind die Bogenfasern den Hakenfasern sehr ähnlich. Auch bei ihnen finden wir die vom proximalen Theile schräg nach vorn und oben verlaufende Reihe von Zellkernen und die durch den Mangel an Pigment gezeichneten Zellgrenzen und wir können daher die Bogenfasern als den Hakenfasern in ihrem histologischen Bau homologe, aus einfachen Reihen vertrockneter Zellen bestehende Gebilde hinstellen. Bei den verschiedenen Vogelarten sind die Bogenfasern weniger großen Schwankungen unterworfen als die Hakenfasern; sie variieren nur hinsichtlich ihrer Größe, ihr Bau ist stets derselbe. An Zahl werden sie von den Hakenfasern übertroffen, da ihre Abstände von einander 30—40 μ betragen, also größer sind als die Abstände zwischen den Hakenfasern. An den Ansatzstellen der Haken- und Bogenfasern, an den secundären Kielen, scheinen sich gewisse Vorrichtungen zu befinden, welche wohl den Zweck haben dürften, diesen basalen Theilen der Fasern eine größere Festigkeit zu verleihen.

Diese beiden Faserarten sind es, welche, wie bereits erwähnt, zusammen die eigentliche Fläche der Feder bilden. Bevor ich jedoch eine Schilderung des Zusammenhanges der beiden Fasersysteme gebe, wie er sich als das Ergebnis meiner Untersuchungen darstellt, dürfte es am Platze sein, die Ansichten der früheren Autoren über die Art dieses Zusammenhanges zu besprechen. Nitzsch war der Ansicht, daß die Haken der Hakenfasern — »Strahlen« wie er sie nennt — in die von ihm für Grübchen gehaltene Ovale, welche in Wirklichkeit Zellkerne sind, der darunter liegenden Strahlen eingreifen und so die Verbindung der beiden Fasersysteme herstellen. Dieser Hypothese trat schon Burmeister entgegen. Er gieng von der richtigen Annahme aus, daß die Häkchen viel zu kurz seien, um über den Rand des Strahles hinweg bis zu den »Grübchen« hinabreichen zu können. Zugleich erklärte er, daß die Häkchen unter den seiner Meinung nach stark verdickten oberen Rand des unteren Strahles, den sie gerade noch umgreifen können, fassen und ihn festhalten. Klee gab 1886 an, daß der obere Rand der »unteren Fasern«, d. i. der Bogenfasern, nicht verdickt, sondern nur rinnenförmig eingebogen sei und daß die einzelnen Häkchen an diesem rinnenförmigen Rande hin- und hergleiten können, eine Annahme, welche den thatsächlichen Verhältnissen ziemlich entspricht. Irrthümlich ist Wray's und Ahlborn's Schilderung des Zusammenhanges der »oberen« und »unteren« Fiederchen, der zufolge sich die Häkchen der hakentragenden Fiederchen zwischen den darunter liegenden Fiederchen hindurchschieben und sich hinter den von uns als Lappen des unteren Randtheiles der Bogenfasern beschriebenen, von ihm Sägezähnchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

genannten Gebilden festhaken. Eine solche Verbindung ist unmöglich, da die Haken viel weiter draußen liegen als jene gelappten Endtheile der Bogenfasern, so daß sie in viel proximalere Theile der Bogenfasern eingreifen, auch sind sie nicht lang genug, um bis zu dem distal gelappten, unteren Rand der Bogenfaser herabreichen zu können.

Der thatsächliche Zusammenhang zwischen Haken- und Bogenfasern ist folgender: Die Hakenfasern liegen über den Bogenfasern und kreuzen diese unter einem annähernd rechten Winkel. Sie greifen mit ihren Häkchen derartig unter die oberen rinnenförmigen Ränder der Bogenfasern ein, daß jeder Haken einer Hakenfaser eine andere Bogenfaser hält. Da die Zahl der Haken- und Bogenfasern nicht stark differiert, so wird eine jede Bogenfaser beiläufig von eben so vielen Häkchen gehalten, als solche bei der betreffenden Vogelart jeder Hakenfaser zukommen. Die Häkchen können an den glatten oberen Rändern der Bogenfasern hin- und hergleiten, was der Federfahne erhöhte Geschmeidigkeit verleiht. Ein vollständiges Herabgleiten der Häkchen von den Bogenfasern wird vielleicht von den oben beschriebenen, an der Umbiegungsstelle der Bogenfasern am oberen Rande sich findenden, zahnartigen Fortsätzen verhindert. Diese würden also als Arretierungsvorrichtung anzusehen sein.

Es würde nun noch die schon eingangs erwähnte Frage erübrigen. Ist diese in ihren einzelnen Bestandtheilen so complicierte Fläche thatsächlich als völlig luftdicht anzusprechen? Einige in unserem Institut diesbezüglich angestellte Versuche haben ergeben, daß bei einem, durch eine Wassersäule von 1 cm Höhe erzeugten Luftdrucke ein Durchtritt der Luft sowohl von oben nach unten, als auch umgekehrt von unten nach oben stattfindet. Da aber, wie durch Rechnung nachgewiesen werden kann, eine 1,22 cm hohe Wassersäule denselben Druck erzeugt, wie ein 10 m in der Secunde schneller Wind, so würde dem Drucke einer 1 cm hohen Wassersäule ein etwa 9 m in der Secunde schneller Wind entsprechen. Man kann natürlich statt Wind relative Bewegung von Luft und Flügel setzen, wobei es gleichgültig ist, ob die bewegte Luft den ruhenden Flügel oder der bewegte Flügel die ruhende Luft trifft. Ob aber der erwähnte Durchtritt der Luft beim Flügelschlag wirklich stattfindet, in welcher Weise sich die Luft denselben zwischen den Fasern verschafft, und welche Wirkungen er auf den Flug des Vogels übt, darüber und über die daraus sich ergebende Function der einzelnen Feder im Rahmen des ganzen Vogelflügels, soll eine Reihe weiterer Versuche Aufschluß geben.

Es sei mir zum Schlusse gestattet, der angenehmen Pflicht nachzukommen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor R. von Lendenfeld, für die mir bei dieser Arbeit gewährte Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologischer Anzeiger

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Mascha Ernst

Artikel/Article: Über den Bau der Schwungfeder. 145-150