

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Feder.

Von

Dr. Th. Studer,

Professor der Zoologie an der Universität Bern.

Mit Tafel XXV und XXVI.

In einer Arbeit über die Entwicklung der Federn (Inauguraldissertation, Bern 1873), in welcher die Entwicklung dieser complicirten Epidermoidalgebilde hauptsächlich am Hühnchen und der Taube verfolgt wurde, konnte ich nur Vermuthungen über die Entstehung einiger Federformen und Befiederungsverhältnisse aussprechen, welche Abnormitäten von dem gewöhnlichen Schema der Feder und ihrer Entwicklung darzustellen scheinen. Solche abnorme Befiederungsverhältnisse zeigt das Gefieder der Spheniscidae.

Hier fehlen mit Ausnahme der Steuerfedern am Schwanze eigentliche Contourfedern, die Federn des Rumpfes sind durchgängig dunenartig mit kurzem, plattem Schaft und loser Fahne, die der Ruderschwinge zeigen einen sehr platten, breiten Schaft mit kurzer Fahne, so dass sie Schuppen ähnlicher sehen, als Federn. Ausserdem finden sich weiche, zerschlissene Schmuckfedern am Kopfe verschiedener Arten der Gattung *Eudytes*, so *E. chrysolopha*, *chrysocoma*, *pachyrhynchus*.

Andere Eigenthümlichkeiten bietet die Familie der Megapodii oder Fusshühner. Während, soweit bekannt, alle Vögel beim Verlassen des Eies mit einem eigenthümlichen gleichartigen Dunengefieder, dem Embryonalgefieder, bekleidet sind, tragen die Megapodii schon vom ersten Tage an ihr definitives Gefieder, dessen Bestandtheile in Contourfedern, Schwung- und Steuerfedern und Unterdunen differenzirt sind, so dass die Jungen schon vom Eie weg zu fliegen im Stande sind.

Endlich ist unter den Ratiten mit durchweg dunenartigem Gefieder der neuholländische *Casuar*, *Dromaeus Novae Hollandiae* und der aus-

gestorbene Moa von Neu-Seeland beachtenswerth, indem bei diesen Vögeln aus der kurzen Spuhle zwei gleichwerthige Schäfte entspringen, von denen jeder eine lockere Fahne trägt.

Für den Moa s. Transact. and proceed. of the New Zealand Institute 1874. Vol. IV. Hutton, On some Moa feathers. Hector, On recent Moa remains in New Zealand.

Einige Beobachtungen über diese Verhältnisse mitzutheilen ist der Zweck dieser Arbeit. Das Material zu den entwicklungsgeschichtlichen Notizen über den Pinguin lieferte ein 3 $\frac{1}{2}$ monatlicher Aufenthalt auf Kerguelensland bei Gelegenheit der Expedition zur Beobachtung des Venusdurchgangs 1874, für die Beobachtungen über *Megapodius Freycineti* ein kurzer Aufenthalt auf der Insel Neu Britannien in 3° 57 S. B. und 152° 10 O. L. während der Reise S. M. S. Corvette Gazelle um die Erde. Zu hohem Danke bin ich der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin verpflichtet, deren liberale Unterstützung mir ermöglichte, an der lehrreichen Expedition dieses Schiffes Theil zu nehmen.

Die Entwicklung des Pinguinfieders.

In Kerguelensland wurden an der Nordostküste in der Umgebung der Accessible Bay, wo die deutsche Beobachtungsstation lag, drei Pinguinarten beobachtet, nämlich *Aptenodytes Pennanti*, *Eudyptes papua* Forst. und *E. chrysocoma* L. Ausser diesen fand sich noch am Christmas harbour *Eudyptes chrysolopha* L.

Unter diesen war es namentlich *E. chrysocoma*, welcher das reichste und bequemste Beobachtungsmaterial bot. Zu Tausenden hatten sich diese Pinguine vom October an, an verschiedenen Puncten der Küste angesammelt, um ihre Eier abzulegen und zu bebrüten. Sie wählten zu ihren Brutplätzen hauptsächlich solche Stellen am Seeufer, die vom Winde durch hohe Felswände geschützt waren, der herrschenden Windrichtung wegen an den Westküsten der Buchten. Dort lagen eine Masse heruntergestürzter prismatischer Basaltblöcke in wirrem Durcheinander, zwischen deren Spalten die brütenden Thiere für ihre Eier eine sichere Unterkunft fanden, während Andere, namentlich die Männchen, auf der Höhe der Blöcke sich sonnten und Wache hielten.

Die Thiere hielten sich während dieser Zeit fast ausschliesslich auf dem Lande auf und stiegen nur nach dem Wasser hinab, um Futter zu holen, das namentlich aus Schnecken, *Patella deaurata* und *Trophon albolabiat* Sm. bestand. Dabei sprangen sie hüpfend, mit gekrümmtem Rücken und mit den Flügeln balancirend von Block zu Block, nur beim Heraufklettern bedienten sie sich auch der Ruderschwingen als Stütze.

Die Eier werden vom Weibchen zwischen die Spalten und Löcher der Trümmerhalden auf eine Unterlage von Gras oder auch auf die blosse Erde gelegt und aufrecht sitzend bebrütet. Häufig sieht man aber auch, dass das Ei von dem brütenden Thiere bei Gefahr oder zum Nahrungsuchen auf einige Zeit verlassen wird, ohne grosse Gefahr für den Embryo. Wenigstens fand ich in einem Ei, das 24 Stunden lang in meinem Zimmer offen da lag, nach dem Oeffnen den schon weit entwickelten Embryo noch lebendig. Niemals sah ich, dass die Thiere das Ei zwischen die Schenkel nahmen und damit davonliefen. Es mag dieses nur bei solchen Arten vorkommen, welche auf dem Lande eine mehr schreitende Fortbewegung haben.

Das Ei ist im Verhältniss zu der Grösse des Vogels sehr voluminös, bald spitz, bald mehr stumpf oval mit rauher, grubiger Oberfläche von weisser Farbe mit bläulichem Anflug. Die Dimensionen sind ziemlich variirend. Hier folgen die Maasse von 5 Eiern.

Längsdurchmesser	Querdurchmesser
70 Mm.	50 Mm.
68 -	45 -
64 -	45 -
65 -	44 -
65 -	48 -

Die Grösse des Vogels vom Schnabel zur Schwanzspitze beträgt durchschnittlich 52 Cm.

Frischgelegte Eier fanden sich vom 21. November bis zum 5. December, von da an nur noch vereinzelt. Die ersten Jungen zeigten sich am 2. Januar des folgenden Jahres. Danach können wir die Brütezeit des *Eudypes chrysocoma* auf 30—35 Tage veranschlagen.

Ueber die einzelnen Entwicklungsstadien im Ei, namentlich die Bildung der Extremitäten, hoffe ich in einer späteren Arbeit berichten zu können. Vorläufig mögen folgende Angaben genügen.

Embryonen vom 6. December zeigten bei einer Länge von 10 Mm. den sehr entwickelten Gefässhof, das Herz noch einfach schlauchförmig, die Linseneinstülpung noch nicht abgeschnürt.

Vom 9. December bei einer Länge von 15—18 Mm. ungegliederte Extremitätenstummel, die Linse abgeschnürt, am Herzen zwei Vorkammern. Die Allantois als kurze Blase vorhanden.

Am 14. December fanden sich Embryonen von 20 Mm. Länge mit entwickelter Allantois, die Bauchhöhle bis auf den Nabel geschlossen. Am Kopfe die Unterkieferfortsätze vereinigt, dagegen die Oberkieferfortsätze und der Stirnnasenlappen noch getrennt.

Am 16. December waren bei Embryonen von 28 Mm. Länge die Gesichtsfortsätze vereinigt, doch noch unverwachsen.

Bei Embryonen vom 19. December war die äussere Gestalt vollendet, aber erst bei solchen vom 22. December, die eine Länge von 19 Cm. erreicht hatten, traten Anlagen von Embryonaldunen in Form von im Quincunx gestellten Hautpapillen auf.

Der frisch aus dem Ei geschlüpfte Pinguin ist noch ein sehr unbehülfliches Geschöpf. Seine Länge beträgt erst 15 Cm., seine Augen sind geschlossen, der ganze Körper mit kurzen Pinseldunen bedeckt, deren Farbe am Kopf, Hals, Rücken und der Aussenseite der Ruderschwingen schwarz, am Bauche weiss ist. In der Mittellinie des Bauches bleibt ein Streifen Haut nackt. Der Schnabel ist weich, schwärzlich an der Basis, mit fleischfarbener Spitze, die eine Hornkuppe trägt, Füsse und Tarsen sind fleischfarben. Das Thier ist noch nicht im Stande sich aufzurichten, sondern hockt zusammengekauert, auf die Tarsen und die schwachen Ruderschwingen gestützt, da. Von den Alten mit kleinen Seethieren und ausgepickten Schnecken gefüttert wächst es rasch heran. Schon nach 14 Tagen hat es eine Grösse von 26—28 Cm. erreicht, seine Augen sind geöffnet und zeigen eine dunkelbraune Iris, die erst beim ausgewachsenen Thier hyacinthroth wird. Die Dunen werden bereits abgestossen und machen dem definitiven Gefieder Platz, dem aber im ersten Jahre noch die gelben Schmuckfedern fehlen. In diesem Stadium ist der Pinguin noch immer nicht im Stande aufrecht zu sitzen, wahrscheinlich weil die steifschäftigen Steuerfedern, auf welche sich das erwachsene Thier beim Sitzen stützt, noch nicht entwickelt sind. Er sitzt nach vorn über gebeugt und stützt sich auf die Ruderschwingen, ist aber schon im Stande von einem Stein zum andern zu klettern. Anfangs Februar ist er so weit erstarkt, dass er den Alten ins Wasser folgt, um sich bald darauf mit ihnen an den Küsten zu zerstreuen und die hohe See aufzusuchen.

Der erwachsene Pinguin wechselt in Kerguelensland im Februar sein ganzes Gefieder durch Mauserung. Diese scheint erst stattzufinden, wenn das Brutgeschäft erledigt ist und die Thiere sich an verschiedene Punkte der Küste zerstreut haben.

Aptenodytes Pennanti wurde in den ersten Tagen des Februar in der Mauserung beobachtet, *Eudyptes papua* am 12. Februar. *Eudyptes chrysocoma* sah ich in Kerguelensland nicht in der Mauser, dagegen dieselbe von der Kerguelenform etwas abweichende Art auf der Insel St. Paul in 38—39° S. B. in der Mauser. Die Thiere waren zu dieser Zeit sehr abgemagert und ziemlich scheu.

Die Entwicklung des Embryonalgefieders.

Der frisch ausgeschlüpfte Pinguin (Fig. 4) hat mit Ausnahme der Mittellinie des Bauches den ganzen Körper mit einem Kleide von Pinseldunen bedeckt. Dieselben sind auf Rücken und Bauch gleich lang und bestehen aus einer kurzen in einer Hauttasche sitzenden Spule, aus der sich 16—18 Strahlen erheben. Diese sind bis auf zwei Drittel ihrer Länge noch mit kurzen secundären Strahlen besetzt (Fig. 2). Dasselbe Dunenkleid tragen auch die Ruderschwingen, nur ist die Zahl der Strahlen auf 7 reducirt. Jeder einzelne Strahl stellt eine abgeplattete Hornfaser dar, bestehend aus verschmolzenen Hornzellen, in zwei Drittel ihrer Länge tragen sie kurze secundäre Strahlen, während das letzte Drittel einen dünnen Hornfaden darstellt. Die secundären Strahlen zeigen sich als aus einer einzigen Reihe cylindrischer von innen nach aussen sich verschmälernden Zellen zusammengesetzt, an denen eine dichte hornige Wand und ein körniger Inhalt mit geschrumpftem Kern unterschieden werden kann. Jede Zelle läuft am äussern Ende in zwei spitze Zipfel aus, welche die Basis der nächstfolgenden überragen und so den Strahlen eine dornige Beschaffenheit geben (Fig. 3).

Die erste Entwicklung der Embryonaldunen war an Embryonen vom 22. December, etwa vom 20. Brütungstage, zu beobachten. Bei diesen war der Kopf, Hals und Bauch mit Papillen bedeckt, während sich am Rücken und an den Ruderschwingen schon längere, haarartige, schwarz pigmentirte Papillen erkennen liessen.

Auf einem Längsschnitt durch die Bauchhaut sieht man das Ectoderm durch eine cuticulaartige Membran¹⁾ deutlich von der aus runden kernhaltigen Zellen bestehenden Cutis abgegrenzt. Das Ectoderm besteht aus einer obern Hornschicht aus abgeplatteten Zellen und einer untern Schleimschicht, die noch eine einfache Lage saftreicher kernhaltiger Cylinderzellen darstellt. Die Federpapillen sind einfache radiäre Höcker (Fig. 4), entstanden aus einer Erhebung der Cutis, welche das noch aus den zwei einfachen Schichten bestehende Ectoderm mit sich emporgehoben hat. Die nächsten Vorgänge in der Papille entsprechen den beim Hühnchen beobachteten. Die Papille wächst in die Länge und spitzt sich nach oben zu, zu gleicher Zeit senkt sich ihre Basis in die

1) Ich kann hier KERBER'S Ansicht über die Natur der sog. homogenen Grenzschicht zwischen Epithel und Cutis vollkommen bestätigen. Ihre Zellnatur ist namentlich deutlich an Querschnitten junger Federpapillen zu erkennen wo die Pulpa zusammengezogen ist und die Grenzschicht mit einer auf dem Querschnitt sternförmigen Figur zwischen die Schleimschichtfalten hereinragt. Hier sind deutlich Kerne in dieser Membran zu erkennen.

Haut ein, welche nun dieselbe taschenartig umgiebt und so die Feder-
tasche oder den Federfollikel bildet (Fig. 5). Die Zellschichten der Haut
stehen in continuirlichem Zusammenhang mit denen der Tasche und
der verlängerten Papille, dem Federkeim.

Während dieses Vorgangs treten Zellvermehrungen auf in der
Schleimschicht der Papille und zwar beginnen diese an der Spitze und
erstrecken sich allmählig nach der Basis zu. Durch Theilung der Cylinder-
zellen der Schleimschicht schieben sich zwischen diese und die Horn-
schicht runde, kernhaltige Zellen ein und es wulstet sich nun die
Schleimschicht zu einer Anzahl von Falten auf, welche radiär gegen die
Cutis vorspringen. Auf dem Querschnitte sieht man nun, dass diese
Falten aus einer innern, gegen die Pulpa zu gerichteten Lage von keil-
förmigen oder cylindrischen Zellen bestehen, welche eine Anzahl runder
kernhaltiger Zellen umschliessen (Fig. 6). Die Falten sitzen der Horn-
schicht unmittelbar auf. Die Strahlen bilden sich nun aus den Falten
in der Weise, dass die Cylinderzellen, die den Rand der Falten bilden,
verhornen, wobei die beiden an der Basis der Falte gelegenen sich nach
innen strecken bis sie sich berühren und sich zugleich von der Horn-
schicht ablösen. Auf diese Weise wird ein horniger Strahl gebildet,
der von der die Strahlen umgebenden Hornschicht scheidenartig um-
schlossen wird.

Im untersten Theil der eingesenkten Papille verstreichen die Falten
zu der primitiven einfachen Zellenlage, die verhornt und mit der
äussern Hornschicht zusammen die Spule der Embryonaldune bildet.
Die Embryonaldune eine ausgefaserte Schuppe zu nennen, ist wohl
nicht ganz richtig, da die Strahlen einzig aus der Schleimschicht ent-
stehen, welche vorher specifische Veränderungen erleidet, und die Horn-
schicht sowie die Cutispulpa verloren gehen.

Wie wir sehen, stimmt also die Bildung der Embryonaldune des
Pinguins mit derjenigen anderer Vögel überein, nur ist auffallend, dass
dieselbe in einer sehr späten Zeit des Embryonallebens auftritt. Noch
in einem andern Punkte zeigt die Embryonaldune des Pinguins eine Ab-
weichung.

Bei allen Hühner-, Wad- und den meisten Schwimmvögeln, welche
ich Gelegenheit hatte darauf zu untersuchen, so bei Hühnern, Anatiden,
Procellariden und Lariden, ferner bei *Chionis minor* u. a. bleibt die
äussere Hornscheide bis nach dem Ausschlüpfen des Vogels bestehen
und fällt erst später meist mit Hülfe des Vogels selbst ab. Die Jungen
dieser Vögel sind erst wie mit Haaren bedeckt, die aus der äussern
Hornscheide der zu Strahlen differenzirten Schleimschicht und der innern
vertrockneten Pulpa bestehn und sich auch morphologisch vom Haar

nur durch die Länge der Pulpa unterscheiden, bis dann durch Abfallen der Hornscheide die differenzirte Schleimschicht allein noch zur Geltung kommt.

Beim Pinguin dagegen fällt die Hornscheide noch im Ei mit der Verhornung der Strahlen ab (Fig. 7), so dass der junge Vogel schon mit freien Dunenstrahlen das Ei verlässt.

Aehnliches findet sich bei *Halieus verrucosus* Cab. u. Reich. Dort treten die Dunen erst nach dem Auskriechen des Vogels aus dem Eie auf und verlieren gleich beim Hervortreten ihrer pinselartigen Spitzen die Hornscheiden.

Die definitive Feder des Pinguins.

Ueber die schuppenartigen Federn an der Ruderschwinge des Pinguins hat bereits KERBER (Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbeltiere, Archiv für mikroskopische Anatomie. XIII. Bd.) einige Beobachtungen veröffentlicht. KERBER bezeichnet als Eigenthümlichkeiten der Pinguinfeder vor der anderer Vögel das Fehlen des Schaftes, der scheinbar breite Schaft soll nur aus verklebten zahlreichen Strahlen bestehen, das Fehlen der Markzellen, die Beschaffenheit der Spule, welche durch Querscheidewände in eine Anzahl Kammern abgetheilt ist, die weichhäutige Beschaffenheit der äussern Wurzelscheide (Schleimschicht der Federtasche), die Verhornung der innern Wurzelscheide (Hornschicht der Federtasche), endlich das bleibende Bestehen der Gefässpapille (Cutispulpa), welche einen periodischen Federwechsel verhindern soll. Letztere Eigenthümlichkeit fällt durch Beobachtung der jährlichen Mauserung des Pinguins von selbst weg.

In der Befiederung des *Eudytes chrysocoma* lassen sich als Hauptformen der Feder unterscheiden:

- 1) Die Federn des Rumpfes und Kopfes.
- 2) Die schuppenartigen Federn der Ruderschwingen.
- 3) Die Schmuckfedern über jedem Auge.
- 4) Die Steuerfedern.

Die Federn des Rumpfes sind nicht auf besondere Federfluren vertheilt, sondern über den ganzen Körper in Quincunxstellung angeordnet, wobei sie sich gegenseitig dachziegelförmig decken.

Jede Feder steckt mit einer platten hornigen Spule in einer Tasche, deren Innenwand (innere Wurzelscheide) verhornt ist und häufig mit der Feder herausgezogen wird. Aus der Spule erhebt sich ein breiter, platter Schaft, von sehr elastischer Beschaffenheit. Die Fahne besteht aus kurzen, in spitzem Winkel vom Schaft abstehenden parallel dem

Schaft abgeplatteten Strahlen, die in ziemlich weiten Abständen wieder secundäre Strahlen tragen. Diese tragen keine Hakchen, ihre Structur ist dieselbe, wie diejenige der secundären Strahlen der Embryonal-dunen, eine Reihe cylindrischer verhornter Zellen. Die Spule stellt eine unten und oben offene hornige Röhre dar, ihre Wände bestehen aus verschmolzenen Hornzellen, die durch Maceration mit 30% Kali-lösung noch isolirt werden können, aus dem dorsalen Theil der Röhre tritt, die obere Oeffnung auf ein kleines Grübchen verengend, der Feder-schaft, eine directe Fortsetzung der frühern Schleimschicht der Spule.

Die Spule (Fig. 11) zeigt im Innern eine Anzahl häutiger, düten-artig in einandersteckender Membranen, welche, quer das Lumen der Röhre durchsetzend, derselben ein gekammertes Ansehen geben. Diese Membranen stehen in keinem Zusammenhang mit der Wand der Röhre, sondern sind lose eine über die andere gestülpt, die oberste mehr kegelförmig, die untere kurz prismatisch. Die Entstehung der Membranen ist in dem untersten Theil der Spule bei frischen Federn noch deutlich zu sehen. In diese ragt immer noch ein Theil der gefässhaltigen Pulpa, der Cutis der ursprünglichen Papille.

Dieselbe, aus faserigem Gewebe, mit zwei Gefässen, einer Vene und einer Arterie und zahlreichen Capillaren bestehend, scheidet an ihrer freien Oberfläche durch Vertrocknung der obersten Gewebslage einen häutigen Ueberzug aus, der saftreiche Theil der Pulpa wird dann auf eine Strecke resorbirt und hinterlässt einen leeren Raum, der nun von der häutigen Membran mützenartig überdacht wird, die verkleinerte Papille scheidet eine neue Membran ab, zieht sich wieder zurück, bis endlich die ernährende Pulpa ganz verschwindet und die Feder ausfüllt. Die Ursache des periodischen Zurückziehens der Pulpa bleibt noch eine Aufgabe fernerer Untersuchungen.

Diese übereinander gereihten Membranen in der Federspule des Pinguins stellen dasselbe Gebilde dar, welches man in der Spule der Contourfedern anderer Vögel beobachtet und das als Seele der Feder bezeichnet wird. Dieselbe bietet im frischen Zustande der Feder dasselbe Bild, wie die Figur 12 zeigt, welche die Federspule der Bauchfedern vom Sperling in situ zeigt.

Aus der obern Oeffnung der Spule tritt der Schaft der Feder, die sog. Rhachis. Gegenüber dem Schaft am ventralen Theil der Spule, dieselbe in natürlicher Lage betrachtet, tritt ein dunenartiges Bündel weicher Strahlen, die noch mit secundären Strahlen von der Structur der secundären Dunenstrahlen besetzt sind, diese Strahlen entsprechen der Afterfeder bei andern Vögeln, bei denen sie meist noch von einem

eigenen Schaft, dem Afterschaft, getragen werden. In diesem Falle ersetzen sie die wärmeschützenden Unterdunen anderer Vögel.

Der Hauptschaft ist abgeplattet, breit lanzettförmig steif und elastisch, ohne Ventralrinne, sondern ventral und dorsal flach.

Man kann in ihm eine hornige Rinden- und eine lufthaltige Marksubstanz unterscheiden. Beide setzen sich in die starken platten Strahlen (Rami) fort, welche alternierend von beiden Kanten des Schaftes (Fig. 17) unter spitzen Winkeln abgehn. Rinden- und Marksubstanz sind nicht streng geschieden, letztere besteht aus länglich ovalen, dicht aneinandergedrängten Bläschen, ihre Zahl vermindert sich gegen die Spitze wo die Hornsubstanz überwiegt und die gerade in zahlreiche platte Hornstrahlen übergeht. Die secundären Strahlen bestehen aus einfachen Reihen noch erkennbarer verhornter Zellen und entspringen in weiten Abständen von einander.

Die Federn der Ruderschwingen sind nicht streng von denen des Rumpfes unterschieden, wir treffen noch dieselbe Beschaffenheit der Federn längs des Ulnarrandes des Vorderarms und der Hand, erst gegen die Radiuskante zu und auf der Innenfläche der Schwinge verbreitet und verkürzt sich der Schaft und verkleinert sich die Fahne. Dabei wird der Schaft platter und verliert schliesslich seine Markzellen, die sich noch am längsten an der Basis des Schaftes halten. Fig. 13 zeigt eine Feder von der Innenseite der Schwingen, wo die Markzellen des Schaftes bis auf zwei schmale seitliche Streifen und die Basis verschwunden sind und in den Strahlen ganz fehlen. Die ausgezogene Feder zeigt noch die hornige Federtasche (innere Wurzelscheide) die mit ausgezogen ist. Im Innern der kurzen Spule sieht man die dütenförmigen Membranen der geschwundenen Cutispapillen. Die Spule mit der Seele ist in Fig. 14 vergrössert dargestellt. Die Schmuckfedern des Kopfes bei *Eudytes chrysocoma* sind schlaffe dunenartige Gebilde mit langem plattem Schaft von dem alternierend in weiten Abständen weiche, glatte Strahlen abgehen. Schaft und Strahlen sind hornig und entbehren der Markzellen.

Die Steuerfedern, 42 an der Zahl, haben im Wesentlichen dieselbe Structur, wie die entsprechenden Federn anderer Vögel. Aus der Spule tritt ein steifer Schaft, mit einer Fahne, die aus platten horizontal sich ansetzenden Aesten besteht. An diesen sitzen wieder Strahlen (Radii), die mit gezähnten Häkchen besetzt sind. Diese halten den nächstfolgenden Strahl mit dem eigenen in Verbindung.

Der Schaft selbst ist breit und besitzt auf der Ventralseite eine breite, tiefe Rinne (Fig. 15). Die Aeste bestehen wie der Schaft aus einer hornigen Rinden- und einer lufthaltigen Marksubstanz. Die Radii

lassen deutlich ihre ursprüngliche Zusammensetzung aus einer Reihe Zellen erkennen, mit einem vertrockneten Kern im Innern, jede mit einem hakenförmigen, am Ende fein gezähnelten Ausläufer (Fig. 16).

Die Entwicklung der Federn des Rumpfes und der Ruderschwingen zeigt in ihren Anfängen ein analoges Verhältniss mit der Entwicklung der Embryonaldunen. Die Federtasche für die definitive Feder schnürt sich schon im Eie von der Tasche der Embryonaldune ab. Bei Längsschnitten durch den Federbalg des frisch aus dem Ei geschlüpften Pinguins findet man unterhalb des Grundes der Embryonalfedertasche, einen zweiten Follikel ausgekleidet von äusserer Horn- und innerer Schleimschicht, der durch einen kurzen doppelten Zellstrang (Fig. 7) mit dem Fundus des Embryonalfollikels in Verbindung steht. In dieser entwickelt sich eine zweite Papille, welche rasch wächst und bei ihrem Wachsthum die Spule der Embryonalfeder vor sich her schiebt, bis sie diese schliesslich aus ihrer Tasche heraushebt (Fig. 8).

Auf Querschnitten durch die neue Papille erhält man dasselbe Bild, wie bei der Embryonaldune. Die Schleimschicht bildet zunächst die in die Pulpa vorspringenden Falten (Fig. 9), die aus einer innern Lage grösserer Cylinderzellen und einer eingeschlossenen Anzahl runder Zellen besteht. Rasch geht nun die Verhornung der Strahlen vor sich mit ihrer Ablösung von der Hornscheide. Zum Ast (Ramus) bildet sich nur der innere Theil der Falte um, während die äussern Zellgruppen zu den Strahlen (Radii) zusammenschmelzen (Fig. 10). In den Federn des Flügels sowohl, als auch in denen des Körpers sind die ersten sich bildenden Falten und daraus entstehenden Strahlen gleichwerthig und haben damit die grösste Analogie mit den Embryonaldunen, erst später differenzirt sich der Schaft dadurch, dass eine Falte der Schleimschicht sich nach unten immer mehr verbreitert auf Kosten der andern Strahlen, welche nun im tiefern Verlauf sich an den verbreiterten Strahl anschliessen, so dass schliesslich beim vollständigen Freiwerden der Feder die Strahlen alle aus dem einen, zum Schaft gewordenen Hauptstrahl entspringen. Aus dieser Darstellung ergiebt sich, dass ein grosser Theil der Eigenthümlichkeiten, welche KERBER für die Pinguinfeder anführt, hinwegfällt.

Erstens sehen wir, dass die schuppenartigen Federn der Ruderschwingen im Wesentlichen denselben Bau wie die Rumpffedern haben, das Fehlen der Markmasse nur auf einer grössern Abplattung des Schaftes beruht, dass sich ferner das allmälige Verschwinden der Markzellen graduell verfolgen lässt. Was die Kammerung der Spule betrifft, so handelt es sich um ein Verhältniss, das weit entfernt eine Eigenthümlichkeit der Pinguinfeder zu sein, sich bei andern Vogelfedern in gleicher Weise findet. Dass endlich die Feder, wie die anderer Vögel,

jährlich ausfällt und durch eine andere ersetzt wird, zeigt die directe Beobachtung.

Die Pinguinfeder fällt somit in ihrer Entwicklung und Bildung mit den schaftführenden Federn anderer Vögel zusammen. Sie ist wie diese ein Product der Schleimschicht einer Hautpapille, indem die Schleimzellenschicht durch Vermehrung ihrer Elemente sich zu Strahlen umbildet, welche verhornend sich von ihren umgebenden Zellschichten ablösen, um nach Entfernung der sie bedeckenden Hornschicht frei zu werden. Im obern Theil der Papille, in der sich die ersten Strahlenanlagen bilden, sind diese gleichartig, ein Zustand, der bei der Embryonaldune permanent ist, nach weiterem Wachsthum verdickt sich ein Strahl fortschreitend von oben nach unten, nimmt die andern Strahlen in sich auf und wird zum Schaft, Rhachis, diese zur Fahne (Vexillum).

Ist somit die Uebereinstimmung der Pinguinfedern mit andern Vogelfedern anzunehmen, so bietet doch die Befiederung des Pinguins Verhältnisse dar, die mehr einen embryonalen Character an sich tragen, und diese eigenthümliche Vogelform vielleicht als einen älteren Typus dürfen beanspruchen lassen. Erstens ist das Federkleid noch gleichmässig über den ganzen Körper verbreitet, ohne in bestimmten Fluren angeordnet zu sein. Dieses findet sich in der übrigen Vogelwelt nur bei gewissen Ratiten, dem Apteryx, Dromaeus und bei den jungen Vögeln mit Embryonaldunen. Zweitens sind mit Ausnahme der Steuerfedern und der Schmuckfedern bei gewissen Arten sämtliche Federn blos mit lockern Fahnen, nach Art der Dunen, versehen und nicht in verschiedene Federformen gesondert, wie solche bei andern Vögeln eine Sonderung in Contourfedern und Dunenfedern bedingen.

Wichtig ist in Hinsicht auf die Verhältnisse der Ruderschwingen der Fund eines fossilen Pinguins, *Palaeudyptes antarcticus* Huxl., in tertiären Sandsteinen Neuseelands (s. Transact. and proceed. of the New Zealand Instit. 1871. Vol. IV. Hector, On the remains of a Gigantic Pinguin). Interessant ist, dass bei dieser gigantischen Form, welche an Grösse die grössten jetzt bekannten Arten bedeutend übertraf, der Humerus noch nicht die Verkürzung und Verbreiterung besitzt, wie unsre jetzt lebenden Pinguine. Während bei diesen der Humerus flach und nach dem distalen Ende zu verbreitert ist, dabei die Länge des Femur nicht erreicht, ist er bei jenem ein Sechstheil länger als der Femur und nach dem distalen Ende der Diaphyse verschmälert. Wir dürfen daraus vielleicht den Schluss ziehen, dass die Anpassung der vordern Extremität als Ruderwerkzeug noch nicht so weit gediehen war, wie bei den jetzigen Arten, und damit die Federbedeckung derselben noch nicht so schuppenartig knapp anliegend war, wie dies zur Ueber-

windung des Widerstandes im Wasser nothwendig ist, also diese Modification des Körpergefieders erst als eine später erworbene betrachtet werden dürfte.

Die Spheniscidae mit den Alcidae und Colymbidae als Urinatores zusammenzustellen, fehlen alle Anhaltspunkte bis auf die Stellung der Füße und die dadurch bedingte aufrechte Haltung des Vogels, vielmehr scheinen dieselben eine selbständige Gruppe zu bilden, die nach gewissen Eigenthümlichkeiten des Skelets den Steganopoden näher stehen dürften, als den übrigen Palmipeden.

Das Embryonalkleid von *Megapodius Freycineti* Tem.

Fig. 48, 49, 20.

Die eigenthümliche Gruppe der Megapodier oder Fusshühner, deren Verbreitung sich auf die australische Region beschränkt, zeichnet sich bekanntlich durch die eigenthümliche Brutpflege aus, die von der der übrigen Carinaten erheblich abweicht. Während diese in mehr oder weniger geschütztem Nest durch ihre Körperwärme, die sie dem Eie mittheilen, den Embryo lebens- und entwicklungsfähig erhalten, überlassen die Megapodier dieses Geschäft bald der durch die Gährung faulender Substanzen, in die sie die Eier hüllen, hervorgebrachten Wärme, bald dem von den Strahlen der tropischen Sonne durchglühten Sande.

So scharrt *Megacephalon Maleo* Tem. und *Leiopa ocellata* Tem. Haufen von Blättern, Humus, faules Holz und ähnliche Stoffe zusammen, um in Gemeinschaft die Eier hineinzulegen und gräbt *Megapodius Freycineti* Fem. Löcher in den Sand, um dort die hineingelegten Eier sich selbst zu überlassen. Durchgängig sind die Eier dieser Vögel im Verhältniss zu ihrer Körpergrösse enorm, und enthalten ein Dottermaterial, das dem Embryo erlaubt, sich noch im Ei bis zu einer hohen Stufe zu entwickeln. Das Junge ist auch, wenn es das Ei verlässt, schon mit dem definitiven Gefieder bekleidet und trägt Schwungfedern, die ihm erlauben sich sogleich nach Verlassen des Eies in die Luft zu erheben.

Es fragt sich nun, ob das embryonale Dunenkleid, das wir sonst bei den Nestjungen aller Vögel finden, hier gar nicht zur Entwicklung kommt, oder ob dasselbe noch im Ei sich entwickelt und abgeworfen wird, bevor der Vogel das Ei verlässt. In diesem Falle, den ich schon in meiner Arbeit über die Entwicklung der Feder angenommen hatte, wurde die Ansicht von der grossen phylogenetischen Bedeutung des Embryonalgefieders verstärkt. Wir hätten es dann hier mit einem Gebilde zu thun, das eine physiologische Bedeutung nicht haben kann.

Während des Aufenthalts S. M. S. Corvette Gazelle auf der Insel Neu Britannien N. von Neu Guinea hatte ich Gelegenheit, den Embryo des *Megapodius Freycinneti* zu beobachten und an diesem die angeregte Frage zu prüfen. Die Gazelle ankerte am 12. August 1875 in Greet-harbour, einer Seitenbucht der Blanchebay im Nordosten der Insel. Die Umgebung des fast kreisförmigen Hafens ist vulkanischen Ursprungs, im Westen erheben sich drei Vulkankegel, von denen alte, mit Gras und Buschwerk bewachsene Lavaströme nach dem Ufer ziehen, an dem überall aus Spalten heisses Wasser und Schwefelwasserstoffgase dringen. Im Norden dehnte sich eine Ebene mit Untergrund von schwarzem Augitsand und mit hohem Gras und vereinzelt Palmen bestanden. Hier war der Hauptaufenthalt der Megapodier. Dieselben, meist ein Hahn in Begleitung von zwei bis drei Hennen, trieben sich im hohen Grase herum und flogen nur aufgescheucht kurze Strecken weit, um bald wieder auf niederen Bäumen sich niederzulassen.

Bei Betreten des Landes fielen bald Löcher im Sande auf, welche in einen kurzen 1—2' langen Gang führten, der ein Lumen hatte, in das man bequem die Hand einführen konnte. Im Grunde desselben fanden sich lose im Sande verscharrt 2—3 grosse länglich ovale Eier von gelblich brauner Farbe. Einzelne waren frisch gelegt, andere enthielten Embryonen, die leicht als zu *Megapodius* gehörend, erkannt werden konnten. Der von der Sonne durchwärmte schwarze Lavasand hatte die hohe Temperatur von 38—40° C. und kühlte sich während der Nacht nur wenig ab.

Das Ei ist im Verhältniss zum Vogel, der vom Schnabel zur Schwanzspitze 40 Cm. misst, sehr gross. Sein Längsdurchmesser beträgt 85 Mm., der grösste Querdurchmesser in der Mitte 50 Mm.

Frisch ausgekrochene Junge fanden sich am 16. August. Die Thierchen waren mit dem Federkleid der Alten bis auf die Steuerfedern bedeckt, liefen rasch im hohen Grase umher und waren im Stande, aufgescheucht, eine kurze Strecke zu fliegen. Keine Spur von Embryonal-dunen war an ihnen zu entdecken.

In einigen Eiern befanden sich Embryonen von 60—70 Mm. Länge, alle beobachteten im gleichen Entwicklungsstadium. Ihre Form war vollkommen ausgebildet, der ganze Körper bedeckt mit haarartigen, schwarzpigmentirten Gebilden von 0,5—1 Cm. Länge, die mit den Federkeimen, welche das Hühnchen beim Ausschlüpfen trägt, die grösste Analogie hatten (Fig. 48). Diese Gebilde staken nur lose in der Haut und fielen schon bei etwas derber Berührung aus.

Auf einem Längsschnitt durch die Haut zeigt sich dasselbe Bild, das wir auch bei anderen Vögeln in entsprechenden Stadien erhalten.

Wir sehen eine verlängerte Hautpapille (Fig. 49), überzogen von einer derben Hornschicht, darunter die Schleimschicht, welche auf einer gefässhaltigen Cutispapille aufliegt. Das ganze ragt aus einer eingesenkten Hauttasche hervor. Die Haut resp. Federtasche ist aber in diesem Falle sehr seicht und die Papille an ihrer Wurzel sehr verengt und wie eingeschnürt, wodurch sich die lose Befestigung des Gebildes genügend erklärt. Ein Querschnitt durch die Papille giebt das Bild der jungen Embryonaldune. Die Schleimschicht ist in eine Anzahl in die Pulpa vorspringender Falten erhoben, welche ganz die Structur der jungen Dunenstrahlen anderer Vögel haben. Zugleich lässt sich auch hier im Keim eine specifische Eigenthümlichkeit der Embryonaldunen der Hühnervögel erkennen. Eine Falte zeichnet sich vor den andern durch stärkere Entwicklung aus (s. Entwickl. der Feder Fig. 2). Auch beim Hühnchen ist ein Strahl der Dune stärker entwickelt als die andern.

Ob die Falten der Schleimschicht sich hier noch zu Hornstrahlen umwandeln und frei werden, oder ob das ganze Gebilde in diesem Stadium abgestossen wird, konnte ich leider nicht beobachten, vermuthete aber das letztere aus der hinfälligen Anheftung des Ganzen an die Haut.

Also auch bei Megapodiern sehen wir ein vorläufiges Embryonalgefieder auftreten, das aber physiologisch nicht mehr zur Geltung kommt, sondern noch im Ei abgestossen wird, um dem definitiven Gefieder Platz zu machen, mit dem der Vogel das Ei verlässt.

Bei der Constanz, mit welcher bei den Vögeln ein eigenthümlich gestaltetes überall gleichartiges Embryonalgefieder auftritt, kann man sich der Vermuthung nicht enthalten, dass dasselbe einen Zustand der Hautbedeckungen repräsentirt, welcher vielleicht den Vorläufern unserer Vogelwelt in frühern Perioden eigen war.

Die Feder des *Dromaeus Novae Hollandiae*.

Fig. 24.

Bekanntlich zeichnet sich die Feder des neuholländischen Kasuars, sowie die des Moa dadurch aus, dass aus einer Federspule zwei gleichwerthige Schäfte entspringen, deren jeder eine lockere Fahne trägt. An der frischen Haut eines solchen Thieres fanden sich nun einige noch in der Bildung begriffene Federn, an denen es möglich war, die Anlage der Strahlen zu beobachten.

Ein Querschnitt durch den Federbalg Fig. 24 zeigte folgende Verhältnisse. Die Papille (Federkeim) und der Federbalg haben nicht einen kreisrunden, sondern einen ovalen Querschnitt. Das Oval ist langgezogen an beiden Enden etwas abgestumpft und gebogen. Die äussere

und innere Wand der Federtasche (äussere und innere Wurzelscheide) sind verhornt und nicht mehr deutlich von einander geschieden. Im Federkeim zeigte die Schleimschicht die Faltenbildung in einer grossen Zahl bereits verhornter gleichwerthiger Falten, die sich längs der langen Peripherie des Ovals anordnen. An jedem stumpfen Ende sieht man die Anlage je einer Rhachis. Diese sind platt, gegen die Papille zu etwas concav. Die Verhornung war schon eingetreten und von der zelligen Zusammensetzung wenig mehr zu erkennen.

Wir sehen also, dass die doppelt scheinende Feder des neuholländischen Casuars einer einzigen Papille ihren Ursprung verdankt, wobei zwei einander gegenüberliegende Strahlen zu besonderer Ausbildung als Schäfte gelangen.

Ob dabei die ovale Form der Papille das ursprünglich Bedingende oder das Bedingte ist, muss eine Untersuchung der ersten Anlage lehren, wozu ich bis jetzt keine Gelegenheit hatte.

Bern, 9. September 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV und XXVI.

Fig. 1. Junger Pinguin *Eudyptes chrysocoma* L. Frisch ausgekrochen.

Fig. 2. Embryonaldune vom Rücken des vorg.

Fig. 3. Secundärer Strahl der Embryonaldune.

Fig. 4. Federpapille vom Bauch eines circa 20 Tage alten Pinguinembryos vom 22. December. HARTN. 2/5. Längsschnitt.

Fig. 5. Federpapille vom Flügel eines circa 20 Tage alten Pinguinembryos. HARTN. 2/5. Längsschnitt.

Fig. 6. Querschnitt durch eine verlängerte Federpapille vom Flügel eines circa 20 Tage alten Pinguinembryos. HARTN. 2/7.

Fig. 7. Längsschnitt durch den Federbalg der Embryonaldune des frisch ausgekrochenen Pinguin.

a. Keim der definitiven Feder.

Fig. 8. Längsschnitt durch den Federbalg eines 14 Tage alten Pinguins. Auf den Strahlen der hervorbrechenden definitiven Federn sitzt die ausgehobene Embryonalfeder.

Fig. 9. Querschnitt durch den Federkeim eines 14 Tage alten Pinguins. H. 2/7.

Fig. 10. Querschnitt durch den Federkeim eines 14 Tage alten Pinguins. Ausbildung und Verhornung der Strahlen.

Fig. 11. Spule der Bauchfeder des erwachsenen Pinguin.

Fig. 12. Spule der Bauchfeder eines Sperlings in situ.

Fig. 43. Feder der Ruderschwinge des Pinguins von der Innenseite der Schwinge.

Fig. 44. Spule der Flügelfeder des Pinguins.

Fig. 45. Stück der Steuerfeder des Pinguins um den Querschnitt des Schaftes zu zeigen.

Fig. 46. Secundäre Strahlen der Steuerfedern.

Fig. 47. Stück des Schaftes von der Rückenfeder des Pinguin um die Markzellen zu zeigen.

Fig. 48. Embryo des *Megapodius Freycineti* aus Neu Britannien.

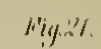
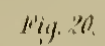
Fig. 49. Längsschnitt durch die Embryonalfederpapille des *Megapodius Freycineti*.

Fig. 20. Querschnitt durch die obige Papille.

Fig. 24. Querschnitt durch den Federbalg des *Dromaeus Novae Hollandiae*.

a a, Rhachiden, *b b*, Strahlen, *c*, Pulpa.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Studer Theophil

Artikel/Article: [Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Feder 421-436](#)