

Zur Zeichnung der Vogelfeder.

Eine vorläufige Mittheilung

von

Phil. et Med. Dr. **Ludwig Kerschner**,
Assistenten am anatomischen Institute in Graz.

DARWIN'S Theorien einer Zuchtwahl, die der natürlichen eben so wie die der geschlechtlichen haben das Gemeinsame, dass sie auf denselben widerstreitenden Principien fußen: der Vererbung und der Anpassung (an die Lebensbedingungen oder an den Geschmack des andern Geschlechtes). Außer diesem schon innerhalb des Processes einer jeden der beiden Arten von Zuchtwahl vorhandenen Widerstreite, müsste da, wo die beiden Prozesse mit ihren entgegengesetzten Zielen zusammenwirken sollen, ein neuer, potenziertes Widerstreit entstehen; diesen zu studiren schien mir von besonderem Interesse. Ich unternahm dies in der Hoffnung, mir über die Berechtigung beider DARWIN'Scher Theorien ein Urtheil zu bilden, überdies vielleicht zur Klärung der Begriffe, auf denen sie sich aufbauen, beitragen zu können. Als passendstes Objekt erschien mir die Feder, in erster Reihe die der Hühnervogel, unter denen wir ja unbestreitbare Beispiele der Anpassung, wie das Gefieder der Feldhühner, des Schneehuhns, auf der einen Seite, auf der anderen den komplizirtesten und schönsten Schmuck antreffen, wie beim Pfau und dem Argusfasan. Die Federn der letzteren hatte ohnehin bereits DARWIN selbst zum Nachweise benutzt, dass eine phylogenetische Entwicklung der Schmuckfeder möglich sei, und ich konnte also zugleich dessen Angaben an diesen Objekten prüfen. — Die bisherigen grob morphologischen Vorarbeiten haben mir bereits einige Ergebnisse geliefert, die ich einer kurzen Mittheilung werth erachte.

Die erste Frage, mit der ich mich beschäftigte, war die nach dem Verhältnis der der Umgebung entsprechenden, unscheinbaren Feder zur auffälligen Schmuckfeder. Ich suchte daher nach Abstufungen, wie

sie DARWIN für den Argusfasan nachgewiesen, auch bei anderen Hühner-
vögeln und verfolgte dieselben möglichst weit zurück. Beim alten Pfau-
hahn erhielt ich auf diese Weise eine Reihe, die ich im Folgenden und
zwar der Einfachheit der Beschreibung wegen unter dem Bilde einer
Entwicklungsreihe, daher mit der einfachsten Stufe, auf welche ich
gestoßen, beginnend, kurz skizziren will.

Den Ausgangspunkt bildet eine beim Pfauhahn ziemlich verbreitete,
röthlich gelb und schwarz gebänderte Feder. An diese schließt sich eine
gleich gezeichnete, deren äußerstes vollständiges schwarzes Band einen
schwachen grünen Metallschimmer zeigt; dieser wird stärker, so dass
wir statt des ersten schwarzen Bandes ein — bis auf einen schmalen
schwarzen Saum — metallischgrün glänzendes erhalten. Dasselbe
nimmt an Breite zu und zeigt proximal eine schmale allmählich jedoch
breiter werdende Bronzezone. Unter Verdrängung des folgenden hellen
breitet sich das Pigment des dunklen Bandes und mit ihm die beiden
metallischen Zonen immer weiter abwärts aus. Hierbei wird die Feder
spitzer, die Bronzezone nimmt in der Mitte, zu beiden Seiten des
Schaftes, rascher an Höhe zu als an den Seiten, wo sie sogar gänzlich
verschwindet. Der Metallglanz erstreckt sich weiterhin auch über das
folgende dunkle Band und verdrängt auch noch das letzte helle. Das
ursprüngliche bronzefarbene Querband hat durch allmähliche Ein-
schränkung von den Seiten her, Ausbreitung längs des Schaftes, und
Verjüngung peripheriewärts Dreieckgestalt angenommen. Die Feder
ist inzwischen größer und noch spitzer geworden. Am Bronzedreieck
runden sich zuerst die Ecken an der Basis, die verhältnismäßig
schmäler wird, ab, dann auch die Spitze, und wir erhalten statt der-
selben eine eiförmige nunmehr gegen den grünen Untergrund scharf
abgegrenzte Scheibe. Diese wird durch Verbreiterung des oberen Endes
zuerst elliptisch, dann verkehrt eiförmig und nimmt weiter die Ge-
stalt eines mit der Spitze nach abwärts gerichteten Dreiecks an. Die
Ecken an der Basis runden sich ab, diese selbst wölbt sich vor und wir
erhalten so eine nahezu kreisförmige Figur, der nach unten zu ein kleines
Dreieck aufgesetzt ist. Knapp am Schafte unterhalb des Centrums
der Bronzescheibe, wo schon in manchen (allen) früheren Stadien das
Grün persistirte, erscheint nun ein schmaler grüner Streif, der sich all-
mählich etwas verlängert, hauptsächlich aber und zwar besonders im
mittleren Antheil an Breite zunimmt und so nach und nach zu einem
gegen die Längsachse der Feder um 45⁰ gedrehten Rechteck mit etwas
abgerundeten Ecken heranwächst. Nahe der oberen Ecke, beiderseits
vom Schafte tritt hierauf ein verwaschener dunkelblauer Punkt auf, der
sich allmählich zu einem kleinen Kreise heranbildet. Die Feder ist in-

zwischen wieder länger, durch überwiegendes Wachstum der untersten, Metallschimmer aufweisenden Äste jedoch vorzüglich breiter geworden. Der periphere schwarze Saum hat ebenfalls an Breite zugenommen; die ihm angrenzende Partie der folgenden grünen Zone weist nun einen purpurnen Schimmer auf, die in die Bronzescheibe stoßende Partie einen blaugrünen, der Rest ist gelblich grün geblieben. Von den letzten der Äste, die metallisch schimmern, nehmen einzelne noch weiter an Länge zu, wobei sie an den Spitzen zart bleiben und sich einwärts biegen und so gleichsam das bereits in allen wesentlichen Theilen fertige Auge von der Seite her umwachsen. Dabei nehmen sie, dem Bereich des ursprünglichen schwarzen Saumes entsprechend, einen olivengrünen, darüber hinaus einen röthlichen Glanz an. Bei weiterer Größenzunahme der Feder und gleich zu erwähnender Formänderung der Bronzescheibe und ihres Inhalts, wächst von den Seiten her nach und nach der ganze Saum in der angegebenen Weise aus. Die Bronzescheibe selbst wächst inzwischen in die Länge, die grüne Scheibe in die Breite, der centrale blaue Fleck Anfangs ziemlich gleichmäßig nach allen Richtungen; später jedoch bleibt der untere Pol im Wachstume zurück und es entsteht so der »zahnförmige Einschnitt« DARWIN'S. Die gegenseitigen Lagebeziehungen der drei Zonen bleiben auch weiterhin ungefähr dieselben, die Färbung der braunen und blauen wird jedoch dunkler, in der letzteren vertieft sich das Blau im Bereich einer fast central gelegenen, annähernd kreisförmigen Stelle zu dunklem Violett. Die Verlängerung der Äste ist inzwischen noch weiter vorgeschritten, hat auch die innersten betroffen und so für das Auge einen breiten Untergrund hergestellt. Die Zone desselben, welche an die schon vorhandene olivengrüne grenzt, gewinnt eine gelbgrüne Färbung. Diese neue Zone bildet jedoch, eben so wie die beiden nach innen folgenden, meist keinen geschlossenen Ring, derselbe bleibt vielmehr nach unten zu in größerer oder kleinerer Ausdehnung offen. Über derselben verlieren die Äste für eine Strecke weit die Strahlen und dadurch kommt die letzte, die durchscheinende Zone zu Stande. Die noch folgenden Veränderungen bestehen bloß in einer Vergrößerung des Auges, wobei dasselbe entweder die Form des Längsovals behält (bei dieser Varietät hat der Untergrund purpurfarbigen Metallschimmer) oder aber sich wieder dem Queroval nähert (Varietät mit goldfarbenem Untergrund). An den größten Augenfedern brechen schließlich die medialen Äste von der durchscheinenden Zone an ab. Die Bezeichnung der Interferenzfarben bezieht sich auf die direkte Aufsicht.

Es lässt sich demnach die complicirte Radfeder des Pfauhahns durch ganz allmähliche Übergänge auf eine ver-

hältnismäßig einfach gezeichnete Feder zurückführen. Dasselbe gilt auch von jeder anderen Schmuckfeder desselben: eine jede führt uns direkt oder indirekt zu der röthlich gelb und schwarz gebänderten zurück. Auch beim jungen Pfauhahn wiederholt sich im Allgemeinen dieser Entwicklungsgang, erreicht jedoch das Ziel nicht und weist auch sonst, so hauptsächlich durch die viel längere Persistenz der Bänderung immer verhältnismäßig niedrigere Stufen auf.

Die gebänderte Feder, zu welcher wir bisher gelangt sind, ist jedoch an sich zu complicirt, andererseits über die Arten und Federfluren zu wenig verbreitet, als dass wir bei derselben Halt machen dürften. Wir können dieselbe vielmehr mit Zuhilfenahme vollständiger Reihen aus dem ersten Jugendgefieder und dem Gefieder der Henne, schon beim Pfauhahn selbst an den Federn der Schenkelflur und der Zeichnung der Schwingen auf eine gelbbraune, schwarzgrau gesprenkelte zurückführen. Der Weg ist aus der weiter unten folgenden gedrängten Zusammenstellung der Entstehung der häufigsten Zeichnungsarten ersichtlich.

Ganz das Gleiche, was sich für den Pfauhahn ergab, lässt sich auch für jeden anderen mir bisher zugänglich gewesenen Hühnervogel nachweisen. So kann man den »Sockelfleck« des Argusfasans nicht nur mit DARWIN bis auf das »elliptische Ornament« und einen einfachen Fleck, sondern noch weiter bis zur Bänderung und besonders vermittels des Gefieders des Weibchens bis zur Sprenkelung zurück verfolgen. Auch bei vielen anderen Ordnungen führt uns dieser Weg zur gleichen Zeichnungsart; dieselbe kommt durch die Aneinanderlagerung der auf verschiedenen lange Strecken hin abwechselnd licht und dunkel gefärbten, gegen die Achse verschieden geneigten Äste zu Stande. Bei anderen Ordnungen gelangen wir bei Zurückführung der Schmuckfedern auf einfachere zu einer einfarbigen Feder, in deren Ästen das Pigment ganz oder nahezu gleichmäßig vertheilt ist; auf eine solche ist übrigens vielleicht auch die gesprenkelte Feder zurückzuführen. Hier will ich nur die aus der letzteren ableitbaren häufigsten Zeichnungsarten in einem Schema, das zugleich deren Entwicklungsgang andeuten soll, aufzählen. Die Klammern enthalten bekanntere Beispiele der betreffenden Zeichnung (s. nebenstehend).

Bei dieser kurzen Aufzählung der häufigsten Muster sind die Übergänge, ferner die Kombinationen, welche sich dadurch ergeben, dass ein Theil diese, der andere jene Zeichnung aufweist, die durch Asymmetrie und Struktureigenthümlichkeiten bedingten Formen, die Fülle

von Farbenänderungen mit oder ohne Erhaltung der Zeichnung, die Menge der durch Strukturfarben erzeugten neuen Zeichnungen gar nicht berücksichtigt; und doch lassen sich auch für Art, Größe, Form, Färbung, Struktureigenthümlichkeiten (die rothen Blättchen des Seidenschwanzes z. B.) ganz ähnliche Reihen wie für die Zeichnung zusammenstellen.

Nachdem es mir gelungen war eine Anzahl solcher Reihen aus losen Federn zu erhalten, musste sich mir die Frage aufdrängen, wie sich denn die Stufen der Zeichnung, Färbung etc. im Balge zu einander, zu den Federfluren verhalten? Bei Verfolgung dieser zeigte mir der erste Balg eines Vogels mit abgestuftem Gefieder, dass ich mir viele Mühe, manches Bedenken und was wichtiger ist, manchen Irrthum erspart hätte, wenn ich von dieser Frage ausgegangen wäre. Die Federn sind nämlich von Natur aus so angeordnet, dass eine jede mit jeder ihrer Nachbarinnen hinsichtlich der Form, Zeichnung etc. in einer ganz bestimmten Beziehung steht. Es lässt sich für eine jede Flur, ja für den ganzen Balg ein Koordinatensystem errichten, innerhalb dessen sowohl die auf den Abscissen (Querreihen) als die auf den Ordinaten (Längsreihen) gelegenen Glieder Übergangsstufen mit bestimmten Differenzen bilden. Ein näheres Eingehen auf diese interessante Thatsache ist mir hier, wegen des Mangels erläuternder Abbildungen nicht möglich.

Ein weiteres Ergebnis der Berücksichtigung der Federstellung ist die Erkenntnis, dass die Sonderentwicklung einzelner Federfluren in Färbung und Zeichnung immer mit einer Vermehrung der Elemente in der Flur oder, was schon WALLACE hervorhebt, mit einer großen Variabilität und ungewöhnlichen Entwicklung (Größe, Form) Hand in Hand geht. So konnte ich aus NITZSCHE'S vortrefflichen pterylographischen Abbildungen selbst bei mir unbekanntem Gattungen nicht nur die Anwesenheit, sondern auch den Ort der höchsten Entwicklung der Schmuckfedern bestimmen.

Schon die vorgebrachten Thatsachen, die ich übrigens durch weitere Untersuchungen mit den bereits vorliegenden Arbeiten über die Entwicklung, Mauser, Struktur, Strukturfarben, Pigmente, Verfärbung, Farbenvarietäten in Beziehung zu bringen suche, dürften an sich als ornamentale Studie, als Hilfsmittel der Systematik gelten, da sie uns z. B. gestatten, die verschiedenen Schmuckfedern des Pfauhahns, des Argusfasans, des Polyplectron, des Satyrhuhns, des Frankolins, der verschiedenen Fasanarten etc. auf ein und denselben Ausgangspunkt zurückzuführen, überdies auch den Verwandtschafts-

grad der verschiedenen Zeichnungsarten zu ermitteln; vielleicht wäre es dankbar auch andere multiple organische Gebilde (z. B. die Blattformen) in ähnlicher Weise zusammenzustellen.

Ich glaube jedoch, dass sich die angeführten Ergebnisse auch schon zur Beantwortung allgemeiner Fragen heranziehen lassen. Eine der ersten, die sich uns bei der Betrachtung der Formenfülle der Feder aufdrängt, ist dieselbe, die sich an die Mannigfaltigkeit der organischen Formen überhaupt knüpft: Besteht sie seit jeher oder ist sie entstanden? Gegen die erstere Annahme sind heut zu Tage Argumente wohl überflüssig, für die Zulässigkeit der letzteren sind die oben erwähnten vollständigen Reihen ein neuer Beleg. Durch die Annahme der Evolution haben wir jedoch keine Erklärung der Mannigfaltigkeit, sondern nur eine Vermehrung der Fragen erzielt, da sich nunmehr dem Problem nach der Art und dem Grund der ontogenetischen Entwicklung, das sonst das alleinige bliebe, noch jenes nach dem Wie und Warum der phylogenetischen Entstehung hinzugesellt. Ersteres ist nur durch exakte Forschung zu lösen, bleibt übrigens für beide Annahmen dasselbe. Das zweite Problem, das sich mit der phylogenetischen Entwicklung befasst, ist wohl nur auf Vermuthungen, welche für einen bestimmten Entwicklungsgang die Möglichkeit, höchstens die Wahrscheinlichkeit erbringen können, angewiesen, doch lässt sich ein annehmbarer Grad der letzteren durch thatsächliches Material, in unserem Falle durch die Reihen, auch hier erzielen.

Bezüglich der ersten Frage nach dem Wie? der phylogenetischen Entwicklung beweist uns die große Zahl der möglichen Reihen zuerst im Allgemeinen die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit des Vorherrschens einer allmählichen Entwicklung im Gegensatz zu einer sprunghaften, für welche der Erythrimus, Melanismus und Albinismus herangezogen werden könnte; ferner lehren sie uns, dass die Entwicklung auch hier in einer zunehmenden Differenzirung, einem sogenannten »Fortschritt« besteht. Doch auch im Besonderen werden wir bezüglich des phylogenetischen Entwicklungsganges durch die Reihen aufgeklärt. Die Endprodukte der phylogenetischen Entwicklung sind uns bekannt, als Anfangsglied können wir unter Voraussetzung der Richtigkeit der Entwicklungslehre und des einheitlichen Ursprunges einer Gruppe (Hühnervogel, Raubvögel) die allen Gattungen gemeinsame einfachste Zeichnungsart ansehen, dies um so mehr als uns alle Reihen auf dieselbe zurückführen. Die Reihen selbst als die Summe der zwischen unserem Anfangs- und Endglied einschaltbaren Zwischenstufen dürfen wir dann als die Zusammenfassung einer Anzahl von Ahnenstufen angehörigen Endgliedern

der Zeichnung, also als phylogenetische Entwicklungsreihe des Endgliedes betrachten. Bei dieser nicht allzu gewagten Annahme — es ist nicht wohl denkbar, dass ein so complicirtes Objekt wie die Pfaufeder z. B. in zweifacher Weise entstanden sein sollte — können wir uns auch den ganzen Balg der Ahnenstufen mit annähernder Sicherheit rekonstruiren, indem wir an dem Ende der Reihe ein Glied wegnehmen, dafür am Anfange eines mit entsprechender Differenz anfügen, falls nicht die Federflur eine Verringerung der Gliederzahl verlangt. Die phylogenetische Entwicklung stellt sich uns demnach als eine Verschiebung dar. Eine solche können wir nun thatsächlich auch heute noch beobachten: Untersucht man eine größere Zahl von Bälgen ein und derselben Art (z. B. des Rebhuhns) genauer, dann wird man außer der großen Variabilität der Federzeichnung noch konstatiren können, dass homotope Federn, was die Zeichnung anlangt, sogar die Differenz eines ganzen Gliedes der natürlichen Reihe aufweisen, dass also die Zeichnungsstufen gegen einander verschoben sind. — Nach dem Gesagten halte ich auch die Reihe der Pfaufedern für eine phylogenetische und trotzdem sie DARWIN'S eigenen Resultaten widerspricht, für die richtige. DARWIN¹ schlug bekanntlich für den Pfau einen anderen Weg ein; er suchte nicht an dieser Gattung selbst, sondern bei den nächsten Verwandten derselben nach Übergängen, und gelangte so zur Meinung, dass das Auge der Radfeder durch Konfluenz zweier Augenflecke entstanden sei, wozu ihn hauptsächlich der oben erwähnte zahnförmige Ausschnitt so wie die Anbahnung der Konfluenz beider Augenflecke innerhalb der Gattung *Polyplectron* veranlasste. Er hält daher letztere auch für einen genau intermediären Zustand zwischen dem jetzt lebenden Pfau und einem gewöhnlichen hühnerartigen Vogel. Bezüglich anderer Charaktere mag dies richtig sein, bezüglich der Zeichnung der Feder kann ich dies nicht zugeben, trotzdem es unter den Schwanzdeckfedern des Pfauhahnes sogar welche mit paarigem Augenfleck giebt, die von DARWIN, falls er sie gekannt hätte, sicherlich als Hauptstütze seiner Beweisführung verwerthet worden wären. Ich erwähne hier nur beiläufig, dass ich diese interessanten Federn für Rückbildungsstadien halten muss. Für meine Reihe spricht deren Vollständigkeit und das oben angeführte Argument; gegen die Einschaltung der *Polyplectron*-feder in die Phylogenie der Pfaufeder, also gegen die Ableitung DARWIN'S, die Reihe, die sich bei *Polyplectron* selbst vorfindet, und zwar an der Hals- und Flügelflur des Weibchens: Sprengelung — quere (Zickzack-) Streifung —

¹ CH. DARWIN, Die geschlechtliche Zuchtwahl und die Abstammung des Menschen. Deutsch von J. VICTOR CARUS 1874. II. p. 418 ff.

Verschmelzung der medialen Antheile der Querstreifen zu einem Fleck; oder: Sprenkelung — Querstreifung — quere Bänderung — Verschmelzung der medialen Antheile einiger in Tüpfel zerfallender oder zerfallener Querbänder zu einem Fleck — Auftreten des Metallglanzes — an den Schwanzfedern und Schwanzdeckfedern des Weibchens und allen augentragenden Federn des Männchens. Der Augenfleck des Polyplectron und das Auge des Pfauhahns sind also gar nicht homolog; ersterer ist schon durch die Zeichnung bedingt, letzteres eine Differenzirung des an einem anderen Orte auftretenden, durch Struktureigenenthümlichkeiten bedingten metallisch glänzenden Abschnittes. Wenn auch der letztere ebenfalls durch Verschmelzen von Querbändern entstanden ist, so besteht Polyplectron gegenüber der große Unterschied, dass bei diesem nur der mediale Abschnitt weiter centralwärts gelegener Querbänder und zwar im oder nach dem Zerfall in Tüpfel verschmilzt. Der Weg, den beide Gattungen in der Zeichnung zusammen zurückgelegt, ist also sehr kurz: er führt bloß zur Querstreifung, höchstens zur queren Bänderung. Von hier ab nehmen beide Gattungen ihren eigenen Weg. — Polyplectron, das noch eine weitere Stufe einfacher Zeichnung erreicht (Zerfall in Tüpfel), bildet den Augenfleck früher, erhält den Metallglanz später; beim Pfau ist gerade das Umgekehrte der Fall.

Anschließend an seine Studien über die Zeichnung der Eidechsen hat EIMER¹ auch diejenige der Vögel zum Gegenstand seiner Untersuchung gemacht und gelangte bezüglich der Phylogenie der Zeichnung zu Ergebnissen, die den meinen gerade entgegengesetzt sind. Die Längsstreifung soll die ursprüngliche, die Querstreifung eine aus der ersteren durch Vermittelung der Netzzeichnung abgeleitete Zeichnungsart sein. Wiewohl sich EIMER zumeist mit der Zeichnung des ganzen Thieres beschäftigt, so zieht er doch in einzelnen Fällen auch die Zeichnung der einzelnen Feder heran, und wendet auch auf diese die für die Zeichnung des Gesamtgefieders gewonnenen Resultate an (z. B. beim Uhu). Diese beiden Begriffe sind vorerst streng aus einander zu halten und ich will vorläufig, da ich mich bisher vorzüglich mit der Zeichnung der Einzelfeder beschäftigt habe, die Zulässigkeit der Folgerungen EIMER'S für einzelne Fälle (Daunenkleid, Vögel mit diffus pigmentirten Federn) nicht gerade in Abrede stellen. In den von ihm aufgeführten Beispielen der Raubvögel aber und in sehr vielen anderen fällt jedoch der Gesamteindruck mit der Zeichnungsart des Elementes zusammen und für diese Fälle muss ich meine obige Ableitung aufrecht

¹ TH. EIMER. Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse etc. 1884. p. 202 ff. — Über die Zeichnung der Vögel und Säugethiere. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg 1883. p. 556.

halten. Es ist nicht leicht in einer kontinuierlichen Reihe Anfangs- und Endglied ohne weitere Anhaltspunkte herauszufinden. Letztere sind in unserem Fall jedoch in Folgendem gegeben: 1) Das oben gegebene Schema gestattet die quere Bänderung (Streifung) auf noch einfachere, weiter verbreitete Stufen zurückzuführen und leitet auch alle anderen neben und außer der Querstreifung vorkommenden Zeichnungen ungezwungen ab, was bei den EIMER'schen nicht der Fall ist. 2) Die Querstreifung ist sowohl über die Arten als auch über die Fluren viel mehr verbreitet als die Längsstreifung. 3) Der Umstand besonders, dass allgemein neben der Längsstreifung gerade an den gedeckten also der natürlichen Zuchtwahl unzugänglichen Antheilen des Gefieders sowohl wie der einzelnen Feder Querstreifung anzutreffen ist, spricht entschieden gegen die Entstehung der letzteren aus der ersteren vermittels der Auslese. Auch anderen Folgerungen EIMER's kann ich, was ich schon in dieser Mittheilung bemerken will, nicht beipflichten. Sein »Gesetz der postero-anterioren Entwicklung« sollte, wenn auf die Zeichnung der Feder anwendbar, bei Vertauschung des Anfangs- und des Endgliedes zu einem »Gesetz der antero-posterioren Entwicklung« werden. Doch selbst auf den Kopf gestellt lässt sich dieses Gesetz weder auf das Gesamtgefieder noch auf die einzelne Feder anwenden. Das Gesamtgefieder entwickelt (verändert) sich gewöhnlich von einem Punkte aus nach mehreren und zwar auch entgegengesetzten Richtungen hin; und selbst wenn man hieraus die Regel ableiten wollte, dass Veränderungen immer centrifugal vorschreiten, so würde auch diese schon desshalb nicht allgemein gültig sein, weil oft zwei neue Charaktere gleichzeitig entstehen, jedoch gerade in entgegengesetzter Richtung vorschreiten. Was die Einzelfeder anlangt, so konnte ich auch für diese vorläufig keine Regel auffinden; wiewohl gewöhnlich neue Charaktere nahe der Spitze entstehen, während diese selbst die älteren beibehält, die gedeckten Antheile ferner die ursprünglichere Zeichnung aufzuweisen pflegen, giebt es Beispiele genug (Seidenschwanz, Argusfasan) die gegen eine Verallgemeinerung sprechen.

Dem »Gesetz der wellenförmigen Entwicklung« oder »Undulationsgesetz« liegen offenbar ähnliche Thatsachen zu Grunde, wie ich sie bei der Besprechung der gegenseitigen Beziehung der Stufen im Balge angeführt. In der gesetzmäßigen Aufeinanderfolge der Stufen, wie sie jetzt vorliegt oder entstehend gedacht werden kann, finde ich jedoch nirgend das Bild einer Welle; die Entwicklung der neuen Charaktere einer Reihe, als Bewegung betrachtet, ist immer eine geradlinige.

Das »Gesetz der männlichen Präponderanz« besagt nichts weiter als die alte Regel, die jedoch wegen ihrer Ausnahmen (die schöner gefärbten

Weibchen von Turnix, Rhyndaea, Phalaropus, Casuarius) nicht zu einem unbedingt gültigen Gesetz erhoben werden kann.

Wie endlich die »Genepistase«, d. h. »das Stehenbleiben der Formen auf verschiedenen Stufen der naturnothwendigen Entwicklung«, der wichtigste Faktor für die Entstehung neuer Arten sein soll, ist mir unverständlich.

Damit wir das Warum? der phylogenetischen Entwicklung, d. i. der Verschiedenheit der Ontogenesen, welche die phylogenetische Individuenreihe hervorgebracht, ergründen könnten, müssten uns eigentlich spurlos verschwundene Entwicklungsprocesse noch irgendwie zugänglich sein. Dies ist trotz der scheinbaren Unmöglichkeit in einer gewissen Beziehung der Fall. Fassen wir nämlich die oben erwähnten Reihen als phylogenetische auf, dann können wir durch entwicklungsgeschichtliche und physiologische Untersuchung vielleicht den Grund der Verschiedenheit zweier benachbarter Stufen an einem Individuum noch jetzt lebender Gattungen erforschen; derselbe ist zugleich der Grund der Verschiedenheit der entsprechenden phylogenetischen Stufen. Ich halte es für wichtig, dass die zeitlichen (phylogenetischen) Differenzen auch heute noch örtlich weiter bestehen und dadurch der exakten Forschung zugänglicher werden. Will man jedoch auch noch auf einem anderen Wege einigen Aufschluss über den Grund der phylogenetischen Veränderung zu erhalten suchen, dann wird es sich zuerst darum handeln, die Entstehung der Verschiedenheit (Abweichung) in der Ontogenese überhaupt, dann diejenige dieser Verschiedenheit, endlich die Erhaltung dieser Verschiedenheit zu erklären.

Fassen wir den ersten Punkt ins Auge: Die einfachste Ontogenese, bei welcher wir vollkommene Gleichheit der auf einander folgenden Generationen also der phylogenetischen Reihe am ehesten erwarten können, ist die Zweitheilung eines einzelligen Wesens. Hier sind die Bedingungen der Vererbung d. h. der Erscheinung, dass sich aus Gleichem unter gleichen Verhältnissen Gleiches entwickelt, anscheinend vollkommen erfüllt, sowohl was das Material als auch was die Verhältnisse anlangt. Und doch finden wir bereits hier, im Falle als die Individuen zweiter Generation zur Größe des ursprünglichen Organismus heranwachsen sollen, in der nothwendigen Neubildung von Protoplasma (Assimilation) die Quelle der Abweichung der beiden Tochterorganismen vom mütterlichen, was molekulare Struktur, Größe, Form anlangt, und weiter macht schon die nothwendigerweise veränderte Beziehung der beiden Theilstücke zum Raume eine vollkommene Identität der Verhältnisse unmöglich. Der Grund der Gleichheit

bedingt also zugleich die Möglichkeit der Ungleichheit (Variabilität) bereits bei der einfachsten Entwicklungsart; sie steigert sich mit der Zahl der Generationen. Bei den vielzelligen Organismen, deren einzelnes Individuum schon eine große Anzahl von Generationen der Keimzelle umfasst, besteht für eine Änderung der oben angeführte Grund in vollem Maße, überdies wird gerade die Vielzelligkeit zu einer neuen Quelle von Abänderungen, derjenigen nämlich, die auf architektonischer Labilität beruhen. Die Variabilität erscheint somit als eine im Wesen der Zelle wurzelnde und daher jedem organischen Wesen anhaftende Eigenschaft. Besonders für die Feder kommen noch einzelne begünstigende Momente in Betracht, so z. B. das multiple Auftreten (die verschiedene Stellung, also die abweichenden örtlichen Existenzbedingungen), die periphere Lage, die Komplizirtheit der Struktur, für die Zeichnung nicht allein die der zelligen, sondern auch die der molekulären. Sehr geringe Abweichungen in der Zeichnung sind schon dem bloßen Auge zugänglich und es ist die Feder daher auch ein für das Studium der Variabilität sehr günstiges Objekt.

Fragen wir nun weiter, wesshalb sich gerade diese Änderung phylogenetisch entwickelt hat, so wird es sich vorerst darum handeln, zu bestimmen, worin dieselbe eigentlich besteht. Ganz im Allgemeinen lässt sich sagen, sie bestehe in Zunehmen der Komplizirtheit und man wird so sowohl den Veränderungen der Einzelfeder als auch des Gesamtgefieders und selbst der Verschiedenheit dieses nach Geschlecht und Altersstufe Rechnung tragen. Die Komplizirtheit erreicht bei den Männchen in der Regel den höchsten Grad und wir können, da es sich hier, wie die kontinuierlichen, divergirenden oder nahezu parallelen Reihen zeigen, um graduelle, nicht aber um prinzipielle Unterschiede handelt, gerade das Schmuckgefieder zur Ergründung der phylogenetischen Entwicklung der Komplizirtheit heranziehen.

Für eine Korrelation zwischen dem Geschlechtsleben und dem Schmuckgefieder scheint schon die Thatsache, dass dieses meist ein sekundärer männlicher Geschlechtscharakter ist, so wie auch das Hochzeitsgefieder zu sprechen. Die Vermittelung dieser Wechselbeziehung könnte bestimmten Eigenschaften der männlichen Geschlechtsdrüse selbst obliegen; zur Begründung dieser Meinung könnte die Unvollkommenheit oder das Fehlen der Schmuckfedern bei Kastraten, unfruchtbaren Bastarden so wie der Umstand herangezogen werden, dass die Gefangenschaft gleichzeitig auf die Fruchtbarkeit und das Schmuckgefieder abträglich einwirkt. Die Thatsache jedoch, dass Hennen in Folge ihres Alters oder anatomisch nachweisbarer Veränderungen der Eierstöcke hahnenfiedrig werden, spricht gegen einen innigeren Zu-

sammenhang zwischen Hoden und Schmuckgefieder und ließe einen solchen höchstens zwischen dem Fehlen, beziehungsweise der Erschöpfung oder sonstiger Funktionsuntüchtigkeit der weiblichen Geschlechtsdrüse und dem Schmuckgefieder vermuthen. Auch diese Annahme erweist sich jedoch als unzulässig in Anbetracht derjenigen Weibchen, welche, trotzdem sie der auffälliger befiederte Theil der Art sind (weshalb sie von DARWIN auch für den auslesenden gehalten werden), dennoch die Arterhaltung genügend besorgen. Da jedoch in diesen letzteren Fällen die Sorge für die Brut den weniger auffälligen Männchen überlassen bleibt, so liegt der Gedanke nahe, dass die Färbung des Gefieders nicht so sehr mit dem Geschlechte als im Interesse der Art mit der Brutpflege zusammenhängt; hierfür spricht auch das Verhältnis zwischen der Färbung der Weibchen und dem Nestbau. Diese Beziehung zwischen dem Fehlen des Schmuckgefieders und der Brutpflege kann uns jedoch nur die Erhaltung einer bestimmten Färbung erklären, für die Entstehung brauchen wir eine innere Ursache, die uns zugleich auch die Fähigkeit und Neigung zum Brutgeschäfte beim einfacher gefärbten Geschlechte erklärt. Ich glaube eine solche in einer geringeren Erregbarkeit des Nervensystems zu sehen: so verlieren die Kastraten mit dem Schmuckgefieder auch ihre Lebhaftigkeit und unterziehen sich der Brutpflege; auch in allen den übrigen oben angeführten Fällen finden wir dieselbe Beziehung zwischen der Schmuckfeder und dem Temperamente. Andere Betrachtungen führen auf denselben Weg: Eine direkte Einflussnahme auf die Abänderung der fertigen Feder, ja auch der Anlage derselben, ist der Außenwelt nicht möglich; die Ursache der Änderung ist eine innere und zwar eine nicht nur örtlich wirkende, sondern eine allgemeine, wie wir aus der Gesetzmäßigkeit der Zeichnungsstufen, ihrem gegenseitigen Verhältnis, und der Gleichmäßigkeit der Abänderung an der ganzen Flur, selbst dem ganzen Balge ansehen können; auch der Erythrimus, Melanismus etc. könnte, wenn er auch nicht ganz hierher gehört, als Beispiel eines Excesses dieser Art von Abänderung herangezogen werden. Die innere, allgemeine Ursache könnte nun einzig und allein in der Keimzelle liegen, oder aber, abgesehen von der immer nöthigen Veranlagung der letzteren erst im Laufe der Entwicklung auftreten. Für die letztere Alternative spricht das beiden Geschlechtern meist gemeinsame Jugendkleid so wie einerseits die Kastraten, andererseits die hahnenfiedrigen Hennen. Die Erscheinungen bei diesen beiden Fällen lassen sich nur als Hemmungen, beziehungsweise als Wegfall solcher denken. Hemmungen werden, in so fern sie nicht architektonisch (mechanisch) sind, allgemein vom Nervensystem besorgt. Die mechanischen sind in den letzten bei-

den Fällen, wenn sie auch vorhanden wären, gewiss nicht die letzte Ursache, da ihr plötzliches, allgemeines Auftreten oder Schwinden nur unter Vermittelung des Nervensystems gedacht werden kann. Das letztere müssen wir also auch von diesem Standpunkte aus oder aber noch von einem anderen, nämlich vom Verhältnis der Schmuckfeder zur Polygamie ausgehend, für die Verschiedenheit des Gefieders, für dessen weitere Änderungen verantwortlich machen. Seinen Angriffspunkt an der Feder verrathen uns vielleicht gerade die nackten Hautstellen, die zu sekundären Geschlechtscharakteren umgestaltet sind, die Hautlappen (Truthahn), Kämme (Haushahn), erektilen Hörner (Satyrhuhn) und andere Schwellgewebe (Auerhahn z. B.). Dafür, dass wir diese Art von sekundären Geschlechtscharakteren mit Federgebilden von demselben Standpunkt aus betrachten und auf dieselbe Ursache zurückführen dürfen, scheint deren gegenseitige Stellvertretung zu sprechen (Schopf und Kamm bei verschiedenen Hühnerrassen). Ich glaube demnach in den Vasomotoren und zwar in dem Grade der Erregbarkeit ihrer Centren eine der Ursachen sowohl der phylogenetischen als auch der geschlechtlichen Verschiedenheit der Federzeichnung vermuthen zu sollen.

Ich gelangte durch diese Folgerungen, bei denen ich vorläufig Halt machen will, zu einem ganz ähnlichen Ergebnis wie es andere Erwägungen z. B. WALLACE¹ aufgedrungen, welcher in der intensiveren Färbung der Männchen eine direkte Folge erhöhter Lebensthätigkeit sieht, oder v. REICHENAU², der dieselbe auf ein leider nicht glücklich formulirtes »Gesetz« zurückführt, »welches die überschüssige Lebensenergie in die mit den Geschlechtstheilen in Korrelation befindlichen und mit ihnen vornehmlich gereizten Theile des peripherischen Organismus hineintreten und sich ihnen anpassen lässt«. Übrigens sagt schon DARWIN³ selbst bezüglich der Entstehung der geschlechtlichen Färbung: »Die Ursache hiervon« (dass nämlich durch das ganze Thierreich das Männchen hauptsächlich modificirt ist) »scheint darin zu liegen, dass die Männchen beinahe aller Thiere stärkere Leidenschaften haben als die Weibchen.«

Das genauere Studium der Federzeichnung hat uns eine ungeahnte Anzahl von Möglichkeiten derselben ergeben; sie finden sich auch fast alle vor. Aus den Kombinationen dieser mannigfachen Formen würde sich

¹ ALFRED R. WALLACE, Die Tropenwelt. Deutsch von DAVID BRAUNS 1879. p. 213—224.

² WILHELM V. REICHENAU, Die Nester und Eier der Vögel. 1880. p. 406.

³ CH. DARWIN, Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Deutsch von J. V. CARUS 1871. II. p. 240.

eine Anzahl von Gefiederarten konstruiren lassen, denen gegenüber die große Anzahl von existirenden Vogelarten noch immer verschwindend klein wäre. Freilich sind der Willkür der Kombination von vorn herein Schranken gesetzt: Die Abhängigkeit der Zeichnung von der Stellung und Zahl der Federn, der Zusammenhang dieser mit sonstigen Organisationsverhältnissen (z. B. Raine unter den Zungenbeinhörnern der Spechte, Straußflügel) vermindert die Zahl der Möglichkeiten um ein Bedeutendes. Immerhin bleibt eine große Zahl von Formen zurück, die nicht nur Phantasiegebilde sind: Aus den als phylogenetisch aufgefassten Reihen können wir uns für jede Gattung, wenigstens was die Feder anlangt, eine Ahnenreihe von so viel von einander abweichenden Gliedern konstruiren, als die Zahl der in jenen Reihen enthaltenen Stufen anzeigt. Ihre Entstehung müssen wir wegen des Weiterbestehens einzelner Charaktere in den Reihen der Schmuckfeder der Männchen und in höherem Maße im Jugendgefieder und dem der Weibchen als möglich ansehen; warum entwickeln sich dann heut zu Tage nur die wenigen Endglieder? Warum blieben die Zwischenglieder nicht erhalten? Wollten wir auch zur Lösung dieser Fragen eine progressive Tendenz annehmen, so bliebe uns doch noch das Stehenbleiben der Weibchen auf einer tieferen Stufe unerklärt. In Anbetracht der Menge der Möglichkeiten und der verhältnismäßig spärlichen Verwirklichung derselben bleibt uns wohl keine andere Annahme übrig als die DARWIN'sche, die einer Auslese. Es ist DARWIN's unsterbliches Verdienst, uns durch dieselbe nicht nur die beiden obigen Fragen beantwortet, sondern auch die Zweckmäßigkeit, in so fern dieselbe nicht schon durch die Koincidenz der Nützlichkeit mit der unbedingten Nothwendigkeit begreiflich ist, erklärt zu haben. Das Vorhandensein der Bedingungen für die Wirksamkeit einer Auslese ist, wie ich glaube, oben dargethan; für ihr thatsächliches Walten auch auf unserem Gebiete spricht, außer dem Mangel der Übergänge, das Vorkommen von Varietäten im wilden Zustande (jedoch nicht über einen gewissen Grad hinaus), das Überhandnehmen derselben im Zustande der Domestikation. Die Schutzfärbung (Schneehuhn, Schneeeule, Feldhühner), die Trutzfärbung (Kuckuck), das Auftreten dieser neuen Färbungen gerade an den sichtbaren Theilen der Oberseite u. A. Es wird sich jedoch darum handeln zu bestimmen, wie weit sich die Wirksamkeit der Auslese auf unser Objekt erstreckt. Die Existenz eines Organismus beweist die Möglichkeit von dessen Bestehen unter den gegebenen Verhältnissen; dieselbe ist durch die Gesamtorganisation bedingt. Wollen wir nur einen Theil derselben, einen Charakter, eine Eigenschaft auf ihren Werth für die Erhaltung der Art prüfen, so haben wir zwischen drei

Möglichkeiten zu entscheiden: Die Art besteht durch diese Eigenschaft, oder aber letztere ist für die Erhaltung gleichgültig, oder endlich die Art besteht trotz derselben. Die Entscheidung ist nicht immer so leicht wie beim wandelnden Blatt. Immerhin sprechen auch bei der Federzeichnung und Färbung die Fälle der Schutz- und der Trutzfärbung dafür, dass die mit ihnen begabten Arten ihre Existenz vorzüglich dieser Eigenschaft verdanken. Doch auch für die zweite Möglichkeit scheinen gewisse Umstände zu sprechen, so z. B. die theilweise Entfernung der Weibchen von der ursprünglichen Zeichnung in der Richtung der Männchen, die Zulässigkeit der Variabilität innerhalb einer gewissen Breite, die Thatsache, dass Arten und Gattungen, die unter ähnlichen Verhältnissen leben und einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben, dennoch ein ziemlich verschiedenartiges Gefieder aufweisen. Schon die große Differenz der Zeichnung der einzelnen Federn im Balge beweist, dass es bei der Anpassung mehr auf den Totaleindruck als auf das Detail ankommt. Wenn wir auch einerseits nicht jeder Zeichnung, deren Bedeutung (z. B. als Erkennungszeichen) wir vorläufig nicht kennen, eine Bedeutung für die Erhaltung der Art absprechen dürfen, so liegt für uns andererseits wieder die Gefahr nahe, die Wirksamkeit der natürlichen Zuchtwahl zu überschätzen. Wir werden daher am besten thun, die Frage in allen nicht genügend aufgeklärten Fällen offen zu lassen. Entschieden für die dritte Möglichkeit, scheint jedoch das auffällige Gefieder mancher Männchen, zumal der Schutzfärbung der Weibchen derselben Art entgegengehalten, zu sprechen. Letztere erweist sich ja durch das Vorhandensein hahnenfiedriger Hennen als Hemmung, die wohl durch die natürliche Auslese erhalten worden sein dürfte. Die freie Entwicklung, wie sie die Männchen aufweisen, scheint somit eine Gefahr für die Individuen eventuell für die Art zu involviren; wieso kann dieselbe trotzdem erhalten bleiben? Die unmittelbare Bedingung der Erhaltung und der Steigerung des männlichen Schmuckes ist, bei Ausschließung progressiver Tendenz einerseits, beim Fehlen von Zwischenstufen und dem Vorhandensein einer gesetzmäßigen stufenweisen Steigerung der sekundären Geschlechtscharaktere andererseits, die Auslese der schönsten unter den gleichzeitig vorhandenen mit verschieden weit entwickeltem Schmuck versehenen Männchen; durch die Polygamie bei Erhaltung einer über großen Zahl von Männchen ist die Möglichkeit einer aktiven oder passiven Auslese der letzteren auch wirklich vorhanden. Hierbei haben wir an zwei Möglichkeiten zu denken: entweder erfolgte eine Wahl von Seiten der Weibchen (DARWIN) oder aber die schönsten Männchen gelangten aus einem anderen Grund in Folge ihres Schmuckes oder

einer mit demselben innig verbundenen Eigenschaft — durch eigene Kraft — zur Zucht (WALLACE z. B.). Gegen die erste Annahme sprechen außer den besonders von WALLACE vorgebrachten Argumenten, — dem Mangel eines sicheren Nachweises einer Wahl, der complicirten, selbst vielen Menschen nicht verständlichen Schönheit des vermeintlich gezüchteten Schmuckes, der Schwierigkeit der Annahme einer stets gleich gebliebenen Geschmacksrichtung, — jedenfalls auch meine Resultate, die Geringfügigkeit und strenge Gesetzmäßigkeit der Abstufungen, für die zweite Möglichkeit legt das bei Besprechung der Entstehung des Schmuckes Gesagte Zeugnis ab. Die Anwesenheit des letzteren hängt — wie dies WALLACE¹ auch schon des Näheren für die Kolibris dargethan — mit größerer Erregbarkeit, mit Kampflust zusammen und wir müssen eben wegen dieser Beziehung den bei der Bewerbung der Männchen vorkommenden allgemein anerkannten Kämpfen eine größere Bedeutung beimessen als dem den Weibchen imputirten Wahlakte. Der Schmuck brauchte ja nicht einmal, wie dies WALLACE für die aufrichtbaren Federn anzunehmen geneigt ist, ein Kampfmittel zu sein, wie es andere Hautbildungen, die mit der Entwicklung des Federschmuckes Hand in Hand gehen, unbestritten sind (Sporen, »Zähne«) und trotzdem wird uns deren Erhaltung verständlicher, wenn wir nur das Hauptgewicht der Auslese der Männchen auf deren Kämpfe legen. Aus denselben geht ja doch gewöhnlich das stärkste, muthigste Männchen, welches, wie die Beobachtung lehrt, zugleich das lebhafteste ist, als Sieger hervor; und ist dieses, wie nach der oben dargelegten Beziehung zwischen Temperament und Schmuckfärbung wahrscheinlich, zugleich auch das schönste, so haben wir den Fortschritt in der Entwicklung des Schmuckes ungezwungen erklärt. Auch dessen Erhaltung wird uns nunmehr verständlicher. Der Nachtheil, den die auffallende Färbung den einzelnen Individuen bringt, kann theilweise durch die mit derselben nothwendig verknüpften vortheilhaften Eigenschaften (Muth, Stärke) aufgewogen werden; die Übertragung dieser Eigenschaften auf die Nachkommenschaft bringen der Art direkten Nutzen ohne andererseits ihre Existenz besonders zu gefährden, da ja bei dem Umstand, als die in Frage kommenden Arten polygam sind, leicht eine größere Anzahl von Männchen geopfert werden kann. Ich glaube daher, dass eine besondere Theorie zur Erklärung der geschlechtlichen Sonderentwicklung wie die DARWIN'sche der »geschlechtlichen Zuchtwahl« überflüssig ist, da durch die letztere die Entstehung der differenten Färbung und Zeichnung ohnedies nicht

¹ a. O. p. 224 ff.

verständlicher wird, deren Erhaltung aber, wie aus dem Gesagten hervorgeht, ebenfalls von der natürlichen Zuchtwahl geregelt wird.

Dem Bedürfnis beide Arten der Zuchtwahl auf ein und dasselbe Princip zurückzuführen, entspringt auch STOLZMANN'S¹ Erklärungsversuch des Schmuckgefieders, dem zufolge das letztere dazu dienen soll, die Überzahl der Männchen, welche die Rechnung der Art unnütz belastet, auszurotten. Gegen diese Annahme spricht vor allem Anderen schon das schönere Gefieder einzelner Weibchen, für dessen Entstehung und Erhaltung wir kein anderes Princip anzunehmen berechtigt sind; eine Eigenschaft aber, die mit den Weibchen auch die Art dem Untergange weihen soll, kann doch nicht gezüchtet sein!

Wenn ich hier noch die Eingangs gestellte Frage nach dem Verhältnis der natürlichen Zuchtwahl zur geschlechtlichen Sonderentwicklung und dieser beiden Prozesse zur Vererbung kurz berühren will, so muss ich nach den bisherigen Ergebnissen sagen: für jede einzelne Reihe erweisen sich Vererbung und Anpassung (beide als Kräfte gedacht) als Parallelkräfte entgegengesetzter Richtung. Dasselbe gilt von der natürlichen und »geschlechtlichen Zuchtwahl«. Beide Kräftepaare aber sind, wie wir aus dem Umstande, dass die Entwicklungsreihe der Feder der Männchen, wenn auch nicht immer in die Kontinuität, so doch in die Richtung der Entwicklung der als angepasst zu betrachtenden Weibchen fällt, gleich oder nahezu gleich gerichtet.

Zum Schlusse dieser vorläufigen Mittheilung richte ich an die Herren Direktoren von Museen, Instituten und Thiergärten, Ornithologen und Züchter die Bitte, die Fortsetzung meiner Untersuchungen durch Zusendung schadhafter oder sonst unbrauchbar gewordener Bälge, einzelner Federn oder während der Aufzucht umgekommener junger Thiere fördern zu wollen.

¹ Proceedings of the Zoological Society of London 1885. P. III. p. 421.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Kerschner Ludwig

Artikel/Article: [Zur Zeichnung der Vogelfeder. Eine vorläufige Mittheilung 681-698](#)