©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über die elektrischen Eigenschaften der Haare und Federn.

Von

Prof. Dr. Sigmund Exner.

Vortrag, gehalten den 4. December 1895.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 2 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Seit vielen Jahren ist es allgemein bekannt, dass Haare besonders leicht elektrisch werden. Jeder von uns kennt Menschen, an deren Haaren das Kämmen mächtige elektrische Ladungen erzeugt. Es kann zu Funken kommen, deren Überspringen man hört und im Dunkeln sieht, oder die Haare stoßen sich wegen der Ladung mit gleichnamiger Elektricität gegenseitig so kräftig ab, dass sie sich sträuben. Ein Frauenkopf mit offenen in solcher Weise elektrisch geladenen Haaren kann aussehen wie das Haupt der badenden Melusina auf Schwinds herrlichem Bilde, oder wie das der Madonna auf den Weihbrunnkesseln von Otto König.

Wie Ihnen wohl bekannt ist, erzeugen die Physiker Elektricität durch Peitschen mit einem Fuchsschweif, einem Katzenfell u. dgl.

Auch die Federn findet man in der Regel elektrisch. Es genügt, eine geriebene Siegellackstange den Federn eines Damenhutes zu nähern, um gewöhnlich Abstoßung oder Anziehung derselben erkennen zu können, was auf elektrische Ladungen negativer oder positiver Art zurückzuführen ist.

Man denke an die große Verbreitung von Haaren und Federn im Thierreiche: dann drängt sich wohl

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Frage auf, ob die hervorragende Stellung, welche diese Horngebilde in der Reihe der Elektricitätserreger einnehmen, sozusagen zufällig ist, oder ob die entwickelte Elektricität im Haushalte der Natur, hier speciell des Thieres, in dessen Haar- oder Federkleid sie haftet, auch eine Rolle spielt.

Ich glaube, dass dieses der Fall ist, dass es für das Thier nicht gleichgiltig ist, ob in seiner Decke elektrische Ladungen bestehen oder nicht, dass sich vielmehr im Laufe der Entwicklung einer heute bestehenden Species im Kampfe ums Dasein jene molecularen Eigenthümlichkeiten als nützlich erwiesen haben, auf denen die Elektricitätserregung beruht, die elektrischen Eigenschaften also ebenso durch die natürliche Züchtung entstanden sind, wie das bei den Farben, den Formen, Fähigkeiten und anderen Charakteren der heutigen Species allgemein angenommen wird.

Ehe ich aber ein Bild über die nützliche Wirkung der Elektricität entwerfen kann, sei es mir gestattet, an der Hand einiger Versuche die Regeln vorzuführen, nach denen die Elektricitätsentwicklung stattfindet, und zwar will ich zuerst von den Federn, dann von den Haaren sprechen.

A. Versuche an Federn.

1. Versuch. Ich fasse eine große Schwungfeder eines Raubvogels *(Buteo vulgaris)* und schwinge sie kräftig durch die Luft. Wenn sie vorher unelektrisch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

war, so zeigt sie jetzt Ladungen von positiver Elektricität.

Eine zweite Schwungfeder desselben Thieres, sowie eine 10 Cm. lange Deckfeder vom Körper verhält sich genau ebenso, und eine Handschwinge eines Kauzes *(Syrnium aluco)*, die eine wesentlich andere Textur hat, zeigte dieselbe Erscheinung. Der ganze Flügel eines Bussard, eines Kauzes, einer Taube und einer Wildente, ausgespannt, getrocknet und durch die Luft geschwungen, wird stark positiv.

Ein Bündel von Flaumfedern aus der Schenkelgegend des Kauzes, deren Spitzen zusammengebunden und in eine Glasröhre eingesiegelt waren, sodass die flaumigsten Theile der Federn wie ein Flederwisch frei herausragten, zeigte auch positive Elektricität, nachdem ich das Bündel so durch die Luft geschwenkt hatte, dass keine Feder die Glasröhre zu berühren vermochte. Ein ähnliches Flaumbüschel vom Bussard wurde bei derselben Behandlung negativ.

In physiologischer Beziehung sind diese Versuche von Interesse, weil ihr Ergebniss die Federn als befähigt erscheinen lässt, bei ihrer Reibung mit Luft elektrisch zu werden, was bisher von keiner anderen Substanz bekannt ist. Da es sozusagen im Berufe der Feder liegt, durch die Luft geschwungen zu werden, und nicht nur die Flügelfeder, sondern jede Feder im Fluge an der Luft gerieben wird, so wird man jene idioelektrische Eigenschaft der Federn als im Haushalte der Natur begründet vermuthen können.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ich habe versucht, andere idioelektrische Substanzen in derselben Weise durch Schwingen in der Luft zu elektrisieren, wobei ich natürlich, darauf achtete, dass sie sich wirklich nur untereinander und mit der Luft rieben:

1. ein Büschel von Papierstreifen (circa 2 *dm* lang und 1 *cm* breit) am Ende eines starken Drahtes mit Siegellack befestigt;

2. Stanniolstreifen in einem ähnlichen Büschel an eine Siegellackstange gesiegelt;

3. Glaswolle ebenfalls mit Siegellack an einen steifen Draht geklebt;

4. Baumwolle ebenso befestigt.

Alle diese Vorrichtungen zeigten mir keine sicher erkennbare Elektricitätsentwicklung. Es hat sich also herausgestellt, dass sich die Federn in dieser Beziehung wesentlich anders verhalten als andere Isolatoren.

2. Versuch. Die außerordentlich kräftigen Ladungen der Federn haben aber noch eine andere, und zwar eine viel ausgiebigere Quelle als die geschilderte. Sie besteht in der Elektricitätsentwicklung durch Reibung der Federn an einander.

Ich verfertigte ein Büschel von Flaumfedern, indem ich aus der Bauchgegend eines Bussards ein Stück Haut abzog, die freien Enden der Federn zusammenband und in ein Glasrohr einsiegelte. Dieses Glasrohr, mit Stanniol umwunden, diente als Handhabe.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn man nun die Haut wegschneidet, so erhält man einen Flederwisch, dessen Federn sämmtlich mit ihren Flaumenden ins Freie ragen.

Streicht man mit diesem Flaum über die Rückenfläche des schon erwähnten, im ausgebreiteten Zustande getrockneten Bussardflügels, so wird letzterer positiv, der Flaum negativ. Es ist dabei gleichgiltig, ob die obere oder die untere Fläche des Flügels gestrichen wird. Diese Wirkungen sind sehr stark und auch mit unvollkommenen Hilfsmitteln leicht nachzuweisen. Bei wiederholter Streichung bringt man es leicht zu einer demonstrierbaren Anziehung der Federn an einander selbst in Entfernungen von mehreren Centimetern.

Als Typus dieses Versuches möchte ich den folgenden hinstellen. Mit einem Flaumenbündel der geschilderten Art wird über die Rückenfläche einer Schwungfeder gestrichen. Die Schwungfeder stellt sich sofort als positiv, das Bündel als negativ geladen heraus. Es ist ganz gleichgiltig, ob man die Schwungfeder vom Kiel gegen die Spitze oder von der Spitze gegen den Kiel streicht.

Ich varierte diesen Grundversuch, indem ich die zweierlei Federarten vom Kauz, von einer Wildente und einer Taube in derselben Weise erprobte: immer mit demselben Erfolg. Von gewissen Umständen, unter denen ein anderes Resultat erhalten werden kann, in denen sich also die Regel etwas anders gestaltet, braucht hier nicht die Rede zu sein.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Dieser polare Gegensatz zwischen den steifen, mit stachelartigen Ästen und Strahlen versehenen Schwungfedern und den weichen, mit härchenartigen Ästen und Strahlen besetzten Flaumfedern lässt sich noch weiter nachweisen, indem man Federn miteinander reibt, welche zwischen den beiden genannten Extremen stehen. Bietet doch das Vogelkleid eine Reihe continuierlicher Übergänge von den steifsten Schwungfedern zu dem zartesten Flaum.

Eine kleine Deckfeder vom Körper des Bussards mit dem oben erwähnten Flaumbündel gestrichen, wird immer noch positiv und macht das Flaumbündel negativ. Ich nahm die ziemlich flaumigen, aber doch bis 8 *cm* langen Federn aus den beiden Schenkelgegenden und bildete daraus zwei, demnach aus möglichst gleichartigen Federn bestehende Büschel. Bei dem einen Büschel waren aber die Kiele der Feder in die Glasröhre eingesiegelt, bei dem anderen waren die Federn umgekehrt, also mit ihren Spitzen im Handgriffe befestigt. Da jede Feder vom Kiele gegen das freie Ende hin mehr und mehr den Charakter der steifen Federn annimmt, so berührten sich, wenn ich die beiden Büschel an einander vorbeiführte, die flaumigeren Theile des einen mit den steiferen Antheilen des anderen, d. h. ich erhielt den Effect, den die Reibung wesentlich gleichartiger Federn dann hervorruft, wenn verschieden gelegene Antheile derselben miteinander in Berührung kommen. Es zeigte sich, dass das Federbüschel, dessen Kiele frei waren, stets negativ wurde

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und das andere positiv, dass also die centralen Federenden negativ werden, wenn sie sich mit den peripheren reiben. Letztere werden positiv.

Streifte ich nun aber mit diesem Büschel, dessen steifere Federenden frei waren, über eine Schwungfeder, so wurde es sofort negativ und die Schwungfeder positiv. Es stehen eben diese Schenkelfedern in ihrer Textur gegenüber der Schwungfeder dem Flaum näher; gegenüber den centralen Enden der gleichartigen Federn, mit denen sie früher gerieben wurden, stehen sie der Schwungfeder näher.

Würde man also eine continuierliche Übergangsreihe von den zartesten Flaumfedern zu den Schwungfedern herstellen, so würde dieselbe zugleich eine Spannungsreihe sein. Die in der Textur den Flaumfedern näherstehende wird dabei immer negativ gegen die den Schwungfedern näher stehende.

Man kann diese Polarität der Federn noch in mancher anderen Weise zeigen.

Ich schnitt aus der Haut eines Bussards zwei symmetrisch gelegene Hautstücke (aus der Gegend der Achselhöhle) bei Erhaltung der darin haftenden Federn aus. Sie wurden aufgespannt, getrocknet und dann auf einer mit einem eingeschmolzenen Metallgriff versehenen Paraffinplatte so angeheftet, dass die Federn zutage lagen. Nun stutzte ich die eine Hautstelle in der Weise, dass die gröberen Deckfedern entfernt wurden, und fast nur der in den tieferen Schichten gelegene

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Flaum, freilich mit den Stümpfen der gröberen Federn übrig blieb. Führte man nun diese beiden Federpelze zart übereinander hin, so wurde der gestutzte sofort negativ und der ungestutzte positiv. Da sich am nächsten Tage die Spannungen wieder verloren hatten, so konnte man den Versuch mit denselben Objecten wiederholen und erhielt stets dasselbe Resultat.

Eine mittelgroße Deckfeder vom Rücken oder Bauch besteht aus einem flaumigeren unteren und einem steiferen oberen Theile. Schneidet man eine solche in zwei Hälften und reibt diese aneinander, so wird wieder der flaumige Theil negativ, der steifere positiv.

Besonders hübsch scheint mir die folgende Form des Versuches. Ich befestigte eine wenige Centimeter lange Feder eines Kauzes, welche Flaumtheil und Decktheil deutlich entwickelt hat, an einem Coconfaden, sodass sie, in ein Glas gehängt und dadurch von Luftzug geschützt, horizontal schwebte. Nach wenigen Tagen erweist sie sich, durch eine geriebene Glas- oder Siegellackstange untersucht, als nicht mehr elektrisch. Nun hebe ich sie, ohne sie zu berühren, heraus und lasse sie auf den Kauzflügel niedersinken. Sie berührt dabei nur die steifen Deckseiten der Federn. Hier streiche oder peitsche ich sie einigemale mit einem Wedel aus den Flaumfedern desselben Kauzes, oder ich ziehe sie einigemale auf dem Flügel hin und wider. In das Glas zurückgebracht, erweist sie sich nun an ihrem Deckende stark positiv, am anderen negativ.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Bei Gelegenheit dieser Versuche konnte ich sehen, dass eine Feder ihre Ladung nach einem Tage noch besitzt und selbst nach 48 Stunden noch nicht ganz verloren hat.

Auch fiel mir auf, dass die flaumigen Federn ihre negative Elektricität viel länger bewahren als die steifen die positive. Offenbar ist auch das der Ausdruck ungleicher Texturen.

3. Versuch. Aber nicht nur die Verschiedenheiten von Feder zu Feder bilden eine Quelle der Reibungselektricität im Gefieder, auch die Verschiedenheiten der oberen und unteren Fläche von sonst einander sehr nahestehenden Federn giebt zur Elektricitätsentwicklung Veranlassung.

Man kann sagen, dass alle oder doch wenigstens jene Federn, welche an der Oberfläche sichtbar sind, in einer dachziegelähnlichen Anordnung stehen. Das bezieht sich nicht nur auf das eigentliche Federkleid, sondern auch auf Flügel und Schweif.

Nimmt man zwei Schwungfedern aus dem Flügel, legt sie, wenn sie sich als unelektrisch erwiesen haben, so aufeinander, wie es der natürlichen Anordnung entspricht, indem man sie an den Kielen frei in die Luft hält, und reibt sie nun durch Verschiebungen von Millimetern an einander, so findet man sie alsbald elektrisch, und zwar die obere negativ, die untere positiv geladen. Die obere Feder wurde an ihrer unteren Fläche gerieben, und das Reibende war die obere Fläche der unteren Feder. Man kann sogleich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die untere Feder zur oberen machen und neuerdings reiben. Alsbald kehrt sich das Verhältnis um, es erweist sich jetzt die früher negative Feder als positiv geladen. Es liegt also nicht an der Verschiedenheit der Federn, sondern an der der Oberflächen. Die untere Fläche wird gegen die obere negativ.

Ich habe den beschriebenen Grundversuch ausgeführt, indem ich nahezu die ganze Reihe der Schwungfedern eines Flügels vom Bussard, dann von einem Kauz und von einer Taube paarweise ausriss und jedes solches Federnpaar in natürlicher Lage an einander rieb. Jedesmal, mit Ausnahme eines Paares, wurde dadurch die obere Feder negativ, die untere positiv. Dieses Paar zeigte das abnorme Verhalten auch noch später. Es liegt die Vermuthung nahe, dass eine unnatürliche Veränderung einer der beiden Federn daran Schuld trug. Machte ich bei diesem abnormen Federnpaar die obere Feder zur unteren, so zeigten beide ein normales Verhalten, d. h. die obere wurde wieder negativ, die untere positiv.

Es steht demnach die untere Fläche einer Feder dem Flaume näher als die obere, wenn wir an eine Anordnung nach Art der Spannungsreihe denken; auch durch die fühlbare und sichtbare Textur erscheint die untere Fläche der Schwungfeder dem Flaume verwandter als die obere.

Es sei hier hervorgehoben, dass die Frage, welche Federn positiv, welche negativ werden, bei den verschiedenen Vogelarten nicht durchaus im selben Sinne

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

beantwortet werden kann. Die obigen Regeln sind den Thieren entnommen, die ich zuerst untersuchte. Später fand ich auch solche, bei denen die Oberseite der Schwungfeder negativ gegen die Unterseite der damit geriebenen wurde u. dgl. m.

Wir werden später sehen, dass die biologische Bedeutung der Elektricitätsentwicklung unabhängig davon ist, ob die obere oder untere Seite positiv wird, dass sie vielmehr in den Folgen des polaren Gegensatzes überhaupt liegt.

B. Versuche an Haaren.

4. Versuch. Die oben in Versuchsreihe 2 geschilderte Polarität zwischen Deckfedern und Flaum findet ihre Analogie bei den Haaren jener Thiere, deren Pelz auch aus zwei verschiedenen Haargattungen besteht. So hat das Kaninchen, die Katze, der Feldhase, der Fuchs u. s. w. sehr zahlreiche zarte, an den Vogelflaum erinnernde, wollartige Härchen, zwischen denen viel weniger zahlreiche, steife und lange Haare stehen, die den Wollpelz überragen, und deren freie Enden, indem sie sich nach einer bestimmten Richtung wenden, jenen zudecken, sodass man häufig die zarten Härchen erst beim Aufbiegen oder beim Entfernen der steifen Deckhaare zu sehen bekommt. Es ist ja bekannt, dass gewisse Pelze „gerupft“ in Handel kommen, d. h. nach Entfernung der Deckhaare.

Es wird nun auch hier bei den meisten Thieren das Deckhaar gerieben an dem Wollhaare po-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sitiv und letzteres negativ elektrisch; bei manchen Thieren umgekehrt. Die Ladungen, die man hier bekommt, sind bisweilen ganz enorm.

Ich führte mit den abgezogenen und sofort aufgespannten und getrockneten Pelzen von Kaninchen folgenden Versuch aus. Zwei möglichst symmetrischen Körperstellen entnommene quadratische oder rechteckige Hautstücke von 5 bis 10 *cm* Seitenlänge wurden mit 4 Nägelchen an Paraffinplatten angeheftet, welche, wie oben schon erwähnt, mit einer eingeschmolzenen Handhabe versehen waren. Die Pelzseite war natürlich die obere. Man kann nun, ohne den Pelz oder das Paraffin zu berühren, das eine Pelzstück mit dem anderen streichen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Köpfe der Nägel tief in den Pelz versenkt, die Paraffinstücke nicht selbst elektrisch sind, und die Haare des einen Stückes nicht etwa am Paraffin des anderen streifen. Letzteres ist schon deshalb leicht zu vermeiden, weil ja von einem Reiben im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht die Rede ist, vielmehr die Pelzstücke so aneinander vorbeigeführt werden, dass nur eine zarte Berührung der Haare stattfindet.

Verfährt man in der geschilderten Weise mit den beiden genannten Stücken, so erhält man entweder überhaupt keine nennenswerten, oder doch keine gesetzmäßig wiederkehrenden Ladungen. Schert man aber jetzt bei einem der Stücke die Deckhaare ab, sodass die Wollhaare zutage liegen oder doch an der Oberfläche gegenüber dem anderen Pelzstücke weit

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

überwiegen, und streicht wieder, so wird das geschorene Stück negativ, das ungeschorene positiv.

Viele Paare von Pelzstücken ergaben das gleiche Resultat.

Besonders starke und prompte Ladungen gab mir der Feldhase.

Die Katzen, welche wegen ihrer Elektricitätsentwicklung allgemein bekannt sind, zeichnen sich bei dieser Versuchsweise vor den genannten Thieren nicht aus, bleiben wohl sogar etwas hinter ihnen zurück. Es dürfte das von der weniger ausgesprochenen Charakterisierung der beiden Haargattungen herrühren.

5. Versuch. Aber nicht nur zwischen Woll- und Deckhaar gibt es eine Polarität, sondern in weiterer Analogie zu den Federn, auch zwischen den Theilen eines Deckhaares. Dort war es bei den meisten Federn der steifere freie und der flaumige tiefliegende Theil, hier ist es ebenso der freie und der tiefliegende Theil des Haares.

Es wunderte mich, dass die Deckhaare, die ich nach den vorstehenden Versuchen für positiv geladen halten musste, in ihrer unteren Hälfte zwischen den negativ elektrischen Wollhaaren stehen sollten, denn man müsste erwarten, dass letztere von ersteren angezogen würden, was eine Anordnung des Pelzes veranlassen müsste, von der ich nie eine Andeutung gesehen zu haben mich erinnere.

Der Versuch hat ergeben, dass das Deckhaar in seinem oberen Theile bei weitem ge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

neigter ist, positive Ladungen anzunehmen, als im unteren Theile, sodass es zweifelhaft sein kann, ob es unten überhaupt positiv zu sein pflegt.

Dass es so ist, ersah ich aus einem Versuche, der jenem mit Kauzfedern ausgeführten und oben schon mitgetheilten nachgebildet ist. Das Deckhaar eines Feldhasen wurde vorsichtig, d. h. ohne es zu stark zu verletzen oder zu verunreinigen, an der Wurzel abgeschnitten an einen Coconfaden frei und horizontal schwebend aufgehängt und durch ein Glas vor Luftbewegung geschützt. Von außen her konnte mit einer geriebenen Glas- oder Siegellackstange geprüft werden, ob es Elektricität enthalte. Wenn es nicht mehr der Fall war, so wurde das Haar am Coconfaden herausgehoben und auf ein ungestutztes Stück Hasenpelz sinken gelassen. Zog man es dann ein- oder zweimal über dieses wenige Centimeter lange Pelzstück, wobei ein eigentliches Reiben oder Streichen gar nicht stattfand, sondern das Haar nur vom eigenen Gewichte belastet an einer Stelle des Pelzes hängen blieb, absprang, wieder hängen blieb u. s. w., und brachte es dann in das Glas zurück, so zeigte es sich sehr stark elektrisch, und zwar wandte es stets die freie Spitze dem Siegellack zu. Ich habe mich nicht bemüht zu erfahren, ob das daher rührt, dass das Spitzende positiv, das Wurzelende negativ geladen war, oder daher, dass beide positiv, ersteres aber stärker geladen war; es genügte mir zu wissen, dass die in Rede stehende Neigung der Deckhaare, starke positive Ladungen auf-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zunehmen, wesentlich dem Spitzentheile desselben zukam.

Wenn man das Haar über ein Stück gestutzten Hasenpelzes zog, so war das Resultat dasselbe.

Bei diesen Versuchen zeigt sich wieder die außerordentliche Hartnäckigkeit, mit welcher die Haare die Elektricität festhalten. Es war ganz gewöhnlich, dass ein solches als Magnetnadel aufgehängtes Haar nach 24 Stunden noch geladen war.

Erwähnt mag werden, dass dieser Polarität der beiden Haarhälften auch ein bedeutender Unterschied im Baue entspricht. Farbe, Breite und Form des Querschnittes pflegten in beiden Antheilen verschieden zu sein.

Wir sind nun soweit über das thatsächliche Verhalten der Federn und Haare orientiert, dass wir nach der biologischen Bedeutung der Elektricitätsentwicklung fragen können.

Wiewohl mir Messungen oder Rechnungen darüber nicht bekannt sind, darf man doch annehmen, dass der Widerstand, welchen Federn oder Haare der durch sie streichenden Luft entgegenstellen, um so größer ist, je gleichmäßiger die Masse der Haare auf den gegebenen Raum vertheilt ist, d. h. je kleiner die Lücken durchschnittlich sind, die zwischen den einzelnen Ästen und Strahlen der Federn oder zwischen den Haaren eines Pelzes bleiben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Es wird ein solcher Pelz, wenn jedes Haar freisteht, dem Luftwechsel grössere Hindernisse bieten als derselbe Pelz, wenn etwa durch Feuchtigkeit die Haare büschelweise aneinanderkleben. Ähnlich wird es bei den Federn sein.

Nun dient augenscheinlich die Ladung des Flaumes mit Elektricität dazu, jedes Härchen aus den unteren Schichten des Pelzes, ebenso jedes kaum oder thatsächlich nicht mehr mit freiem Auge sichtbare Strählchen aus dem Federpelz von seinem Nachbarn zu isolieren, also möglichst frei zu stellen, somit die feinste Vertheilung des Flaumes zu erzielen. Wer Federn auf seinem Hute trägt, wie es unter Jägern üblich ist, kann bemerken, dass die feinen Strahlen des Flaumes beim Regen zusammenkleben, um, sobald das kaum mehr als Feder zu erkennende Lappenwerk wieder trocknet und durch den Wind oder auf andere Weise bewegt wird, die alte Schönheit und die zierliche Vertheilung der feinen und feinsten Strahlen wieder anzunehmen.

Die nassen Federn, in den Kasten gelegt, bleiben unförmlich, so lange sie nicht bewegt werden.

Die schöne Ordnung wird durch die Elektricität wieder hergestellt, und wo die sie erzeugende Reibung ausbleibt, stellt sich auch die alte Zierlichkeit nicht wieder her.

Dass die Federn wieder elektrisch geworden sind, zeigt der einfachste Versuch.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Man wird also wohl zunächst an den Schutz denken müssen, welcher durch die feine Vertheilung des Flaumes vor Wärmeverlust gegeben ist.

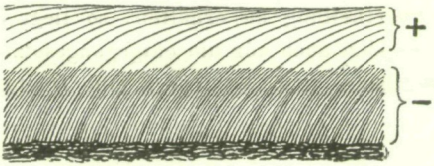

Fig. 1.

Wissen wir doch aus dem täglichen Leben, dass ein Pelz um so wärmer hält, je feiner die Haare sind, und dass eine mit Federn gefüllte Decke zeitweise

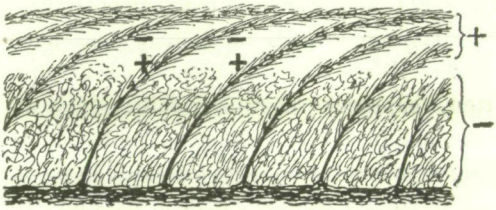

Fig. 2.

geöffnet werden muss, um den Inhalt wieder aufzulockern.

Bei den Pelzen rührt die Ladung der Flaumhaare von der Berührung und Reibung mit den Deckhaaren her, und bei den Vögeln besteht das analoge Verhalten.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn also die Ladung des Flaumes die Aufgabe im Haushalte des Thieres hat, die Haut unmittelbar mit einem überaus zarten Gemenge von Hornsubstanz und Luft zu umgeben und dieses Gemenge in seiner feinen Vertheilung zu erhalten, so liegt die Frage nahe, ob sich auch für die entgegengesetzte Ladung der Deckhaare und Deckfedern eine Deutung finden lässt.

Sicher sind diese positiv geladen, wenn die unteren Schichten negativ geladen sind. Daraus folgt ebenso sicher, dass sie von dem unten liegenden Flaum angezogen werden. Wir haben also unten einen lockeren Flaum, der sich die steifen Haare und Federn zur festen Decke heranzieht und selbst durch diese angezogen in lockerer Schichte gehalten wird, wie ich das Figur 1 und 2 schematisch anzudeuten gesucht habe. Dass die unteren im Flaume steckenden Theile der steifen Haare selbst die Ladung des Flaumes haben dürften, habe ich schon angeführt, und die Deckfedern sind in ihrem untersten Theile ohnehin auch flaumig.

Man könnte freilich glauben, dass die Deckhaare sich durch die eigene Ladung gegenseitig abstoßen würden, dass sie sich demnach in die Höhe sträuben und die Decke, zu welcher sie durch die Anziehung des Flaumes geworden sind, undicht machen müssten. Dass dem nicht so ist, sehen wir an jedem doppelhaarigen Thier. Es scheint demnach, dass die Anziehung der Flaumschichte und die natürliche Form und Biegung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der Haare stärker ist als die nach oben wirkende Componente der gegenseitigen Abstoßung. Wohl aber kann diese bewirken, dass die Deckhaare in ihrem parallel zur Hautoberfläche verlaufenden freien Ende gleichmäßig vertheilt sind und dadurch in günstigster Weise gegen Regen, Wind und andere Unbilden eine schützende Decke bilden.

Ich hoffe, zu keinen Missverständnissen Anlass zu geben. Es fällt mir natürlich nicht ein, zu behaupten, dass die Haare ihre Stellung und ihre Biegung der elektrischen Ladung verdanken. Diese sind ihnen angeboren, und ein Pelz, der keine Spur einer Ladung enthält, kann die Haare merklich in derselben Anordnung zeigen. Wohl aber halte ich es für wahrscheinlich, dass die geschilderte zweckmäßige Anordnung der Haare durch diese Ladungen gefestigt, dass sie nach Störungen durch dieselben wieder hergestellt werden, und dass sie im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zur Gestaltung der Haare beigetragen haben können.

Bei den Vögeln scheint die Bildung der über dem Flaum liegenden festen Decke noch weiter dadurch gesichert zu sein, dass jede der dachziegelartig übereinander gelegenen Federn vermöge ihrer Ladungen von der oberen und unteren Nachbarfeder angezogen wird. Das in Figur 2 gegebene Schema zeigt die Federn so weit von einander entfernt, dass ich die Bezeichnung der Ladung einschalten konnte. In Wirklichkeit liegen aber die Federn enge aneinander, nicht nur durch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ihre anatomische Anordnung, sondern auch durch ihre Ladungen mit ihren Flächen fest einander haftend. Es mag wohl sein, dass hier die Elektricität wesentlich beiträgt, diesen Federpelz nicht nur für Regen, sondern auch für das Schwimmen wasserdicht zu machen.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, daran zu erinnern, dass gewisse Gewohnheiten der Thiere, z. B. das Schütteln des ganzen Körpers oder die Bearbeitung der Federn mit dem Schnabel, möglicherweise mit der Erneuerung oder Verstärkung der Ladungen zusammenhängen. Manche Wasservögel streichen mit dem Schnabel auf weite Strecken des Körpers gegen das Gefieder, und es möchte wohl nicht alles „Putzen“ sein, was man bei den Thieren als solches anzusehen pflegt.

Dass die Schwungfedern durch die entgegengesetzten Ladungen der einander berührenden Flächen besser aneinander haften, und dass ihre Strahlen und Äste hierdurch ein dichteres, der Luft größeren Widerstand bietendes Gefüge bekommen, wird nicht bezweifelt werden können.

In Bezug auf die hier vermuthete biologische Function der außerordentlich entwickelten Fähigkeit, Ladungen anzunehmen, könnte man das Bedenken hegen, dass dieselben aus den Horngebilden immer sofort durch den Körper des Thieres zur Erde abgeleitet werden. Bis zu einem gewissen Grade ist das gewiss richtig. Bei Pelzen kann man sich überzeugen, dass die ableitende Berührung der noch feuchten oder

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schon getrockneten Haut einen großen Theil der Ladung entführt. Es ist aber doch nur ein Theil. Setzt man ein Kaninchen auf den Tisch, oder lässt es in der Hand halten und fährt einmal streichelnd mit der Handfläche über den Rücken, so wird es dadurch stark elektrisiert. Diese Ladung verliert es durchaus nicht sogleich wieder, sondern behält sie geraume Zeit. So prüfte ich einmal von Minute zu Minute und fand das Thier nach 6 Minuten noch deutlich geladen. Ebenso kann man sich davon überzeugen, dass diese Ladungen nicht rasch an die Luft abgegeben werden: ich setzte ein Kaninchen in einen Kupferkessel und strich einmal mit der Hand über den Rücken. Es zeigte sofort und geraume Zeit starke positive Ladung.

Ganz gleichartige Resultate erhielt ich bei der Katze, beim Meerschweinchen und beim Menschen. Als ich bei letzterem einmal mit der Hand über das Kopfhaar streichen ließ, zeigte es positive Ladung und hielt sie ziemlich fest.

Noch viel schlechter als die Haare leiten die Federn. Hier kann man, ob sie mit der Haut noch im Zusammenhange sind oder nicht, die Ladungen nach Stunden, unter gewissen Verhältnissen auch nach Tagen noch vorfinden.

Es liegt auf der Hand, dass beim Menschen die elektrischen Eigenschaften der Haare keine Rolle mehr spielen; haben sie doch die Aufgabe der Wärmeersparung nicht mehr zu erfüllen. Wenn man trotzdem auch die menschlichen Haare leicht ladbar oder

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geladen findet, so ist das der Ausdruck davon, dass es eben Haare sind, ihre Ladungen aber, sowie großentheils sie selbst sind atavistische Erscheinungen, Reste aus längst entschwundenen Generationen, wie die Eckzähne und ihre spitze Krone, die im Leben des Menschen ihre Bedeutung nicht mehr erkennen lassen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Exner Siegmund Ritter von Ewarten

Artikel/Article: Über die elektrischen Eigenschaften der Haare und Federn. 71-94