

XIX.

Die Regeneration.

Von Dr. S. Samuel,
Docent an der Universität Königsberg.

Erster Artikel.

„Es gibt wohl nicht leicht einen Gegenstand, in welchem die Erfahrung unsern Forschungen über das bildende Leben so sehr zu Hülfe kommt, als beim Bildungsprozesse der Feder“ mit diesen Worten führt Joh. Christ. Reil eine Abhandlung über die Federbildung ein, die von A. Meckel¹⁾ in seinem Institute für die Cultur der Naturlehre der Organismen gearbeitet worden. „Die Natur scheint hier den Bildungsprozess, den sie überall in ihren Tiefen fast unzugänglich gemacht hat, nackt vor uns hingelegt zu haben. Oeffnet man eine in der Bildung begriffene Feder, so überrascht uns die Schönheit und Regelmässigkeit der innen treibenden Pflanze, hier glaubt man in die Werkstätte der Natur selbst eingedrungen zu sein. Und doch, so wird von A. Meckel weiter ausgeführt, hat unser Wissen um die Federbildung seit Malpighi's Zeiten keine Fortschritte gemacht.“

Seit diese Gedanken ausgesprochen, ist wieder mehr als ein halbes Jahrhundert verflossen und doch ist es im Wesentlichen hierin nur insofern anders geworden, als die Pterologie von Ornithologen und Histologen und zwar von ersteren mit besonderer Vorliebe für ihre Specialzwecke cultivirt worden ist. Für die experimentelle Physiologie und Pathologie sollten und konnten der Tendenz jener Arbeiten nach erhebliche Resultate gar nicht erzielt werden. Doch behält auch nach dieser Hinsicht Reil's warme Empfehlung ihre schlagende Richtigkeit, wovon sich Jeder überzeugt, der der Federbildung seine Aufmerksamkeit zuwendet. Die Gunst der äusseren Lage theilt die Feder mit anderen Epidermoidalgebilden, vor allen anderen aber zeichnet sie sich durch eine Vereinigung

¹⁾ Ueber die Federbildung von A. Meckel, Doctor der Medicin und Oberjäger beim Lützow'schen Freicorps, im Archiv für Physiologie von Reil und Autenrieth. Bd. XII. S. 37.

von Eigenschaften aus, die sie zu einem für das Experiment vorzüglich geeigneten Objecte machen. Bei der Feder haben wir es nicht mit feinen dünnen Hornfäden, wie bei den Haaren, oder mit breiten zusammenhängenden und mit anderen Geweben verwachsenen Hornplatten zu thun, wie bei der Epidermis, den Nägeln, die Federn sind isolirte, verästelte Horngebilde von einer Bestimmtheit der Form und einer Schönheit des Colorits, dass auch jede kleine Abweichung von der Norm leicht sichtbar wird, und dass nicht nur die Art der Unregelmässigkeit sofort zu erkennen, sondern auch ihre Grösse der Messung leicht zugänglich ist. Wie ein isolirtes nicht nur, sondern fast wie ein selbständiges Individuum stellt sich die Feder dar, dessen Verletzung, dessen volle Entfernung stattfinden kann, ohne jeden Schaden für den ganzen Organismus. Dazu kommt, dass die Matrix der Feder, aus der ihr Wachsthum vollständig hervorgeht, nicht wie bei ähnlichen Gebilden ganz in der Tiefe verborgen ist, sondern dass sie durch ihr Auswachsen dem Versuche leichter zugänglich ist, als irgendwo. Die Mannigfaltigkeit der Federn in Farbe und Gestalt endlich gewährt von selbst eine geeignete Controle, um die an einem Individuum gewonnenen Erfahrungen auf ihre weitere oder auf ihre allgemeine Gültigkeit zu prüfen.

So ist das Wachsthum der Feder der Beobachtung und bis zu einem hohen Grade dem Experimente zugänglich, doch ausser dem Wachsthum auch die Erscheinung der Regeneration. Die Regeneration, die nicht nur in der niederen Thierwelt, sondern auch für die Gewebsbildung der höheren unter physiologischen wie unter pathologischen Bedingungen eine so hervorragende Rolle spielt, ist nur an wenigen Stellen in Bezug auf die Art und Weise des Vorganges experimentell zu prüfen. Um so günstiger ist die Regeneration der Feder hierfür, als die Feder nicht blos in vieler Hinsicht das merkwürdigste und interessanteste Exemplar einer Regeneration ohne Entzündung darbietet, sondern auch weil die Feder sich durch eine so hochgradige Regenerationsfähigkeit auszeichnet, wie wenige Gewebe überhaupt.

Der Verfasser ist bei Aufnahme dieser Studien ursprünglich von dem Gedanken geleitet worden, dass sich hier vielleicht die Frage nach dem Einfluss der Nerven auf Wachsthum und Regeneration — eine der Fragen, welche zu dem Collectivbegriff der

trophischen Nerven gehören, hier vielleicht wenn irgendwo mit einem einfachen unzweideutigen Ja oder Nein würde beantworten lassen und dass bei einer eventuellen Bejahung auch die Grösse dieses Einflusses an dieser Stelle der Messung leicht zugänglich sein würde. Eine erhebliche Zahl pathologischer Thatsachen (cf. meine *Trophischen Nerven*) altbekannte Krankheiten, die ihr Bürgerrecht in den pathologischen Lehrbüchern längst erworben haben und neue sich immer mehrende Krankheitsbilder legen einen solchen Einfluss sehr nahe, liessen sich am leichtesten auf ihn zurückführen. Gleichzeitigkeit aber oder unmittelbare Aufeinanderfolge, und seien sie noch so häufig, verbürgen an und für sich noch nicht die Nothwendigkeit des Zusammenhangs und diese Nothwendigkeit, fände sie statt, könnte eine blos äussere und brauchte keine innere zu sein, und die innere selbst könnte auf verschiedenen Ursachen beruhen. Während das Experiment nur durch Vereinzelung der Bedingungen und durch das cessante *causa cessat effectus* aus der Möglichkeit die Nothwendigkeit erweisen könnte, bedarf es für die Leser dieser Zeitschrift keiner weitläufigen Auseinandersetzung, dass die Versuche, welche aus der Muskelatrophie nach Neuroparalyse einen solchen Einfluss deduciren wollten, als entscheidende nicht angesehen werden können. Hier sind Zwischenglieder vorhanden, welche zu eliminiren vielleicht nicht unmöglich sein dürfte, die aber bisher noch nicht ausreichend beseitigt sind. Atrophie der Drüse nach Lähmung der zu ihr führenden Nerven kann in der Rückwirkung des Functionsstillstandes ihren Grund haben. Die alten Steinrück'schen Versuche aber, nach welchen in Folge von Nervenresectionen Barthaare ausgefallen waren, unterliegen dem Einwande des eigenen Nachsatzes: *ex parte vero sponte exciderant — vel ab animali ipso sebendo excussi erant.*

Mit dem sehr leichten Nachweis der Unzulänglichkeit der bisherigen eben angeführten Versuche sind aber die pathologischen Thatsachen nicht beseitigt, zu deren Erklärung sie angestellt waren. Die Lösung dieses Räthsels bleibt für die Physiologie, deren Aufgabe die Darstellung der gesammten Lebenserscheinungen in ihrem inneren Zusammenhange ist, ebenso wichtig, als für die Pathologie. Die oben angedeuteten Vorzüge dieses Objectes liessen mich die Studien über die Federbildung zu diesem Zwecke aufnehmen. Später im Verlauf der historischen Verfolgung des Gegenstandes lernte

ich erst Reil's Empfehlung kennen und sie im Fortgang meiner Arbeit in ihrem vollen Rechte würdigen. Aber im Laufe der Jahre, seit ich die erste Andeutung hierüber gemacht habe (Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre der Menschen und der Thiere Bd. IX. 1865) kam ich mehr und mehr zu der Erkenntniss, dass auch an dieser Stelle die Lösung nicht glatt auf der Hand liege und unmöglich sein würde, ohne dass eine Reihe von Vorfragen über die Regeneration der Feder überhaupt ihre Beantwortung gefunden. Die breite Grundlage, welche somit die Arbeit erhalten musste, lassen diese Studien als Specialbeitrag für die Gesetze der Entwicklung und Regeneration erscheinen. Diese Vorfragen, die Gesetze der normalen Federentwickelung sind es nun, mit denen wir uns zunächst zu beschäftigen haben.

Wie bekannt, regeneriren sich die Federn *in toto* jährlich einmal in der Mauserung. Der Federwechsel in der Herbstmauser erfolgt nach den Gesetzen der bilateralen Symmetrie und der continuirlichen Succession, d. h. je eine Feder beiderseits und zwar immer die beiden correspondirenden fallen gleichzeitig aus, gleichzeitig wachsen ihre Nachfolger zu gleicher Höhe und wenn diese dann $\frac{1}{3}$ ihrer natürlichen Länge und mehr erreicht haben, fällt ein anderes Paar und zwar immer in bestimmter Folge aus und so fort. Bei einzelnen Thieren, wilden Enten und Gänsen erfolgt aber dieser Prozess so rasch, dass diese Thiere eine Zeit lang nicht zu fliegen im Stande sind. Bei unseren Tauben, dem Object der nachfolgenden Untersuchungen, beginnt der Prozess im Monat Juli, wo sie die Federn einzeln zu verlieren anfangen, im September stehen sie mitten in der Mauser, welche sie noch vor Eintritt des Winters beendigt haben. Es konnte nicht fehlen, dass dieser merkwürdige rasche, mehr oder weniger vollständige Wechsel des ganzen Federkleides, also der ganzen Körperdecke der Vögel eine grosse Beachtung von je her gefunden hat, um so mehr, als mit diesem Wechsel eine Reihe von Krankheitserscheinungen verbunden sind, welche denselben zu einer grossen Gefahr für das Leben des Thieres machen. Wohlgenährt und kräftig gehen die Vögel in die Mauserperiode hinein und obschon sie im Herbste weder durch Geschlechtsarbeit noch durch anderweitige Anstrengung erschöpft werden, werden sie von der Mauser allein ermattet, kränkeln und viele gehen zu Grunde. Am Anfänge dieser

Periode bei schlechtem Appetit, fressen sie später sehr viel, ohne aber wegen des starken Kräfteaufwandes für die Federregeneration fett werden zu können. Der Vogel singt nicht, schläft nicht ordentlich, weil ihm das Ausfallen der alten und Hervorsprossen neuer Federn unangenehmes Jucken verursacht, er ist ein ganz anderer geworden. Dies die Herbstmauser.

Es dürfte hier zunächst nicht nöthig sein, weitläufiger auf die Discussion über die Frühlingsmauser einzugehen, die unter den Ornithologen längere Zeit mit so grosser Lebhaftigkeit geführt wurde. Nur der Streitpunkt selbst sei erwähnt. In früherer Zeit galt allgemein der Lehrsatz, dass ein Farbenwechsel des Federkleides nur durch einen Federwechsel selbst erfolgen könne d. h. durch neue Regeneration. Da nun viele Vögel im Frühjahr eine erhöhte Farbenschönheit ihres Gefieders zeigen, so hatte die Consequenz des Dogmas zur Annahme einer Frühjahrsmauser geführt. Die genauere Beobachtung hat jedoch gezeigt, dass eine Mauserung im Frühjahr gar nicht oder nur in sehr beschränktem Umfange d. h. bei einzelnen Federn weniger Arten stattfindet. Seit Andubon 1838 die Verfärbung des Gefieders bei Möwen unabhängig vom Federwechsel nachgewiesen und Schlegel 1852 den Farbenwechsel im alten nicht gemauserten Kleide bestätigt hat, ist die Frage der Frühjahrsmauserung zu der vom Frühjahrsfarbenwechsel reducirt und daher noch schwieriger zu begreifen, als ehedem. Die notorische Erhöhung der Farbenschönheit im Frühjahr können die Einen sich nicht denken ohne Zufuhr neuer Nahrung, ohne Bildung neuen Pigmentes, im letzten Grunde nicht ohne das Wiedererwachen der alten vertrockneten Blutgefässe. Die Anderen halten in der farbigen Feder Blutzufuhr und Säftecirculation überhaupt für unmöglich. Meves in Stockholm hat nun an mikroskopischen Präparaten nachgewiesen, dass der neue Farbestoff sich latent schon immer in den Federn vorfinde, nur dass derselbe durch Abreibung der Ränder, durch Abwerfen der Spitzen erst zum Vorschein kommen könne und durch den Einfluss des Lichtes sich voll entfalte. Es sei dahingestellt, ob mit dieser Alternative die Fragestellung erschöpft ist oder ob nicht ein färbender Einfluss des Fettes der Bürzeldrüse und andere ähnliche Umstände zur Geltung kommen. Auch an die Aehnlichkeit und die Unterschiede, welche ein analoger Prozess in einem verwandten Gewebe, der Farbenwechsel der Haare zu dem

hier besprochenen bietet und der auch da zu vielfachen Controversen Anlass gibt, kann hier nur beiläufig erinnert werden.

Wichtiger für die uns hier beschäftigende Frage ist es, dass in der Mauser gleichzeitig mit dem Federwechsel sich das Oberhütchen an den Füssen, am Schnabel und anderen kahlen Theilen löst, dass von den Beinen sich grössere Fetzen abschälen, eine wahre Häutung also, Abschuppung und Neubildung auch bei diesen Epidermoidalgebilden sich einstellt. In der Natur solcher Abschuppungen liegt es, dass sie leichter übersehen werden, zumal solche Schuppen rasch vom Wasser abgespült werden können.

Von hohem Interesse bleibt es nun, dass während alle Vögel dem Federwechsel unterworfen sind, nur die Capaunen, Pouarden und andere Castraten, älteren Beobachtungen zufolge (Bechstein, Gemeinnützige Naturgeschichte Bd. III. S. 1238. Bd. II. S. 34) davon ausgenommen sind, dass also alle castrirten Vögel (lb. Ueber Castrirung) ihre Federn nicht mehr wechseln, sondern für immer behalten sollen. Ebenso erzeugen junge Hirsche, wenn sie an den Zeugungstheilen verstümmelt sind, keine Geweibe, ältere wechseln sie nicht mehr. Auf ältere Beobachtungen müssen wir uns über die Castrirung der Menschen verlassen (Eble, Von den Haaren I. S. 226), da jetzt glücklicherweise wenig Gelegenheit zu solchen Beobachtungen gegeben ist. Ihnen zufolge bekommen Castraten, denen die Hoden vor der Pubertät abgetragen, keinen Bart, nur wenig Schamhaare, desto dickere Kopfhaare, dies nur mit sehr seltenen Ausnahmen; bei Castration nach der Pubertät bleibt der Bart, obgleich weniger dicht bis in's hohe Alter. Und wie beim Manne sich der Bartwuchs immer erst einstellt zur Zeit der Pubertät, so tritt die Zeit der Fortpflanzung bei den Vögeln nie vor der ersten Mauserung ein. Es sei hier auch noch bemerkt, dass alle jungen Vögel das mütterliche Kleid tragen und dass bei Vögeln, bei denen das Kleid der Geschlechter sehr verschieden ist, sich dieser Unterschied erst bei der ersten Mauser ausbildet, vor derselben die Geschlechter daran also nicht zu erkennen sind.

Dieser hoch interessante Zusammenhang des Geschlechtes und der Geschlechtsfunction mit der Production von Hautgebilden, wie Haare, Federn, Geweibe ist von um so grösserem Interesse, je mehr sich nachweisen lässt, dass nicht in der ursprünglichen Anlage des Individuums und des Geschlechtes die Erzeugung derselben

unabweisbar nothwendig mitgegeben ist, sondern dass es erst die Reife der Geschlechtsfunction ist, welche diese Anlage zur Entfaltung bringt, ja dass bei dauernder Unreife dieser, — die Production jener Epidermoidalgebilde beschränkt, selbst aufgehoben werden kann.

Zu dem vielfachen Interesse, das so der Mauserprozess der Naturforschung darbietet, tritt auch noch der typische Cyclus, in welchem er erfolgt. Er stellt sich damit in eine Reihe mit anderen cyclischen Vorgängen, deren Genesis noch so wenig aufgeklärt ist. Auch hier stände die Hoffnung, zu grösserer Klarheit zu gelangen, auf sehr schwachen Füssen, wäre der Mauserprozess ganz isolirt im Leben der Vögel da. Doch dies ist nicht der Fall. Die künstliche Regeneration der Federn, welche man jederzeit sehr leicht durch Ausziehen der vorhandenen Federn hervorrufen kann, bietet immer noch sehr viele Unterschiede von der spontanen natürlichen cyclischen Mauserregeneration, dies ist ganz ausser Frage. Aber ohne diese Unterschiede im Geringsten zu unterschätzen, erkennt man, dass durch jene auch diese uns näher gebracht ist, da die eine Seite des Prozesses, die Regeneration der Feder selbst hier wie da vollständig — und hier daher in beliebig grossem Umfange erfolgt.

Der natürliche Gang der Untersuchung ist nun der, dass zunächst die Gesetze der dem Ausziehen der Feder folgenden, künstlichen Regeneration, wenn dieser Ausdruck der Kürze wegen gestattet ist, festgestellt werden müssen, dieser Vorgang ist einfach, am wenigsten complicirt, in allen Modalitäten der Beobachtung jederzeit zugänglich. Mit den hier gewonnenen Gesetzen muss die spontan aus innerem Antrieb hervorgehende Mauserregeneration verglichen, und der Einfluss der Blutcirculation wie Nervenaction auf beide Prozesse geprüft werden.

All die nachfolgenden Versuche sind an Tauben angestellt, sie verdienen die Stelle physiologischer Vögel einzunehmen. Leicht aufzubewahren, leicht zu beschaffen, sind sie auch als Haustiere am besten bekannt. Die Flügel mit ihren Federn waren das Specialobject dieser Untersuchung, weil hier neben kleinen Federn die grössten Schwungfedern in verschiedenster Abstufung vorkommen und weil die Function beider Flügel, in der Gefangenschaft zumal, ruhen kann ohne Schaden für das Thier.

Die an den Federn erhaltenen Versuchsresultate können in der

Weise verificirt werden und dadurch den höchsten Grad der Sicherheit erhalten, dass die Federn einzeln oder sämmtlich ganz oder ihre Fragmente in Herbarien als unverwüstliche Beweismittel aufbewahrt werden können. Derartige Federherbarien enthalten dann neben einander die Federn der einen und anderen Regenerationsperiode zur besten Parallele ihrer Farbe und Gestalt; Vorgänger und Nachfolger, die correspondirenden Federn beider Seiten, Abortivfedern wie Missbildungen legen hier dauernd Zeugniss ab für sich selbst.

Die Operation der Neuroparalyse, von deren indirekten Folgen zunächst in diesem Artikel die Rede sein wird, ist in derselben Weise vollzogen, die ich in der vorläufigen Mittheilung in Moleschott's Untersuchungen angegeben habe. Hautschnitt zwischen Schulter und Wirbelsäule, Loslösung des Schulterblattes vom Brustkorb von hinten her, Freilegung des Plexus axillaris, Aufhebung dieses Plexus mittelst eines stumpfen Hakens, Durchschneidung desselben.

Der Darstellung der eigenen Versuche wird aber zum Verständniss eine kurze Uebersicht über die Entwicklung der Feder vorausgeschickt werden müssen, soweit dieselbe bisher bekannt ist.

Die reife Feder charakterisiert sich als Stamm oder Kiel (Scapus) mit einer Fahne (Vexillum). Am Kiel selbst unterscheidet sich der Marktheil oder Schaft (Rhachis) vom Wurzeltheil oder Spule (dem Calamus). In dieser letzteren steckt die Federseele, eine Reihe mützenförmig in einander steckender Zellen. Diese Federseele, der Rest der Gefäßpapille ist die einzige Andeutung der Entwicklung, welche die Feder hinter sich hat. Die Entwicklung ist folgende. Die Feder gehört zu den unorganisierten gefäßlosen Theilen, welche durch eine organisierte Matrix erzeugt werden und sich durch fortgesetzte Apposition von einer Seite vergrössern. Sie bildet sich in sackförmigen Einstülpungen der Cutis, in welche die Epidermis sich fortsetzt. Im Grunde dieser Einstülpung, welche bald nur die Dicke der Cutis durchsetzt, bald bis zum Knochen reicht, befindet sich der Federkeim, Pulpa pennae, ein gefäßreicher, warzenähnlicher Körper von weisslicher Farbe. Auf dieser Pulpa entsteht ein zarter Balg mit einer gelblichen gallertartigen Masse, der Folliculus pennae, in welchen durch die Spitze der Pulpa eine Arterie tritt, welche sich in ihm ausbreitet und ramificationsirt und mit seinem Wachsthum

wächst. Durch dieselbe Öffnung führt die Vene das Blut wieder zurück. Dieser Folliculus pennae ist der Bildungsheerd der Feder, die eigentliche Matrix. Hier wird successiv die ganze Feder gebildet, der gebildete Theil immer hinaus geschoben. Bei diesem Emporwachsen des Folliculus als eines kegelförmig nach oben zugespitzten Säckchens gibt die Epidermis eine Scheide (Vagina), welche den Follikel schützend und deckend umgibt und durch welche später die oberste Spitze der Feder als Pinsel feiner Strahlen durchbricht. In dem Folliculus zeigen sich an seinen Wänden zunächst zwei gabelförmige Längsstreifen, Ursprung der Spina calami, fast gleichzeitig Querstreifen als Andeutung von Aesten und Strahlen. Ursprünglich isolirt sich bildend, verschmelzen sie alsbald mit einander, indem die klebrige Flüssigkeit erstarrend sie vereinigt. Die oberste Spitze der Feder, zuerst fertig geworden, bricht wegen der spiraligen Windung der Aeste um den Follikel als Pinsel feiner Strahlen hervor. Indess geht in dem immer wachsenden Folliculus die Bildung der Feder immer durch neue Formationen von unten her weiter, indem sich die Längsstreifen fortsetzen und an diese die Querstreifen sich wieder ansetzen. Stets bleibt so der untere Theil des Folliculus die eigentliche Keimstätte. Endlich hat der Follikel mit seinen Blutgefäßen seine grösste absolute Länge erreicht und fängt oben zu vertrocknen an. In dieser Zeit geht das Wachsthum der Feder von unten her immer weiter, das Schwinden der Blutcirculation oben ist kein Gegenzeugniß gegen das Fortwachsen unten. Die Feder wächst noch weiter lange, nachdem keine Spur von Gefäßpapille mehr äusserlich an den grossen Schwungsfedern zu sehen ist. Sie wächst weiter bis auch aus dem im Federkanal verborgenen Theile der Federwurzel sich die Gefäßpapille vollständig herausgezogen hat, bis das letzte untere Ende der Spule fertig formirt ist. Dann erst vertrocknet der letzte unterste Rest der Gefäßpapille zur Federseele und schliesst sich durch eine nabelförmige Vertiefung ab. Dann erst ist die Feder vollendet, fertig und keines weiteren Wachstums fähig. So das Bild des Wachstums im Allgemeinen.

Die individuelle Regeneration der Federn.

Die Regeneration der Federn ausserhalb der Mauserzeit ist eine ganz individuelle, d. h. ebenso vollständig un-

abhängig von dem Zustand aller anderen Federn, wie auch ihrerseits ohne Einfluss auf jede andere. Auf das Ausziehen einer Feder folgt weder etwa der Ausfall der correspondirenden, noch der der Nachbarfeder, noch wird irgend welche Entwicklung in diesen angeregt oder gehemmt. Gleichzeitig kommen die verschiedensten Stadien des Wachsthums neben einander vor, abhängig allein von der Zeit des typischen Wachsthums einer jeden Feder, ohne dass irgend eine Störung oder Hemmung oder nur irgend welcher nachweisbare Einfluss statt hätte. Die in der Mauser nach den Gesetzen der bilateralen Symmetrie und der continuirlichen Succession vor sich gehende Regeneration kann also nicht beruhen auf einem Anstoss, der von einer Seite auf die andere, von einer Feder auf die andere in einer Art von nothwendig zusammenhängender Kettenwirkung erfolgt, eine solche Kettenwirkung ist nicht nachzuweisen, sondern nur darauf, dass gleichzeitig in einem Paar correspondirender Federn aus gleicher Ursache eine gleiche Entwicklung angeregt und dass eben dieselbe später in gleicher Weise in einem anderen Paare angefacht wird. Also nicht Kettenwirkung, sondern gleichzeitige Wirkung gleicher Ursachen muss in der Mauser die successive paarweise Regeneration der Federn beherrschen.

Das typische Wachsthum.

Bei jedem erwachsenen Thiere hat jede einzelne Feder einen feststehenden regelmässigen, ihr eigenthümlichen Wachsthumstypus im Hervorbrechen aus der Haut, in der Stärke des Wachsthums bis zu seiner Vollendung. Dieses typische Wachsthum hat für jede Feder seinen bestimmten Cyclus, der aber für die verschiedenen Federarten, die Dunen und die Conturfedern, und unter den letzten wieder für die Deckflügel und Schwanzfedern, und unter den Flügelfedern für die Schwungfedern zweiter Ordnung, die am Arme sitzen und für die Schwungfedern erster Ordnung, die am Handtheil des Flügels sitzen, — ein ungleicher ist. Die Gesetze für Hervorbrechen der Federn aus der Haut, Wachstumsstärke und Wachstumsdauer sind folgende:

Das erste Hervorbrechen aus der Haut erfolgt nicht vor Ablauf einer Woche bei kleinen wie bei grossen Federn, bei jungen wie bei alten Thieren. Eine Ausnahme

von dieser Regel habe ich nicht beobachtet. Diese Gleichmässigkeit ist um so auffallender, als das unter der Haut im Federkanal gelegene Federstück, die Federwurzel, ganz ungleich lang ist, kaum wenige Linien bei den kleinsten Flaumfedern beträgt, während es bei den grösseren Schwungfedern $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Zoll erreicht; nichts desto weniger ist von den kleinen Federn nie früher eine Spur zu sehen, als von den grossen.

Die Stärke des Wachsthums erfolgt bei jeder Feder in abgleitender Scala, so dass das stärkste Wachsthum in die erste Woche nach dem Ausbruch, in die zweite nach dem Ausziehen der Feder fällt, ein etwas schwächeres in die darauf folgende Woche und so weiter abfallend bis zur Vollendung. Bei den grossen Schwungfedern erster Ordnung, vorzugsweise Schwingen genannt, 10 an der Zahl, bei denen die Messung ihrer Grösse wegen am leichtesten ist, betragen die Wachsthumsmaasse in der 2., 3., 4., 5., 6. Woche nach dem Ausbruch 2 Zoll, $1\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$ Zoll.

Die längsten derselben sind demnach, am Flügel des Thieres gemessen, während nach 8 Tagen die ersten Sprossen zu constatiren sind, nach 14 Tagen 2 Zoll lang, nach 3 Wochen fast $3\frac{3}{4}$, nach 4 Wochen 5, nach 5 Wochen $5\frac{1}{4}$ bis 6, nach 6 Wochen $6\frac{2}{3}$, dies sind die ungefähren Wachsthumsmaasse, die natürlich nach der Grösse des Thieres ein wenig schwanken, und wozu überall noch $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Zoll hinzuzurechnen sind, die im Federkanal liegen, so dass die grösssten Schwingen älterer Thiere zwischen 7—8 Zoll Länge erreichen. Bei den am Arme sitzenden Schwungfedern zweiter Ordnung betragen die Wachsthumsmaasse in den verschiedenen Wochen $1\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ungefähre Durchschnittszahlen gezogen aus vielen Fällen. Aus der grösseren Stärke des Wachsthums in den ersten Wochen geht die im Anfang befremdende Erscheinung hervor, dass die Nachfolger der später ausgezogenen Federn die der früher ausgezogenen zwar nicht bald ganz einholen, aber ihnen doch rasch nahe kommen. Die Länge ist der zuverlässigste Maassstab des Wachsthums, das Gewicht ist hierzu ganz unbrauchbar, weil bei dem ausserordentlich leichten Federgewicht zufällige Momente, wie Blutgehalt, Reste der Hornscheide die Gewichtsverhältnisse sehr stören, der Blutgehalt aber namentlich in den ersten Wochen bedeutender ist, als in den letzten und nicht leicht vollständig ausgedrückt werden kann.

Auch bei den mittleren und kleinen Federn erfolgt das Wachsthum ebenfalls in abgleitender Scala, nur dass es sich bei den kleinsten um eben so viel Linien handelt, wie bei den grossen um Zolle.

Die Dauer des Wachsthums ist eine typisch verschiedene, abhängig einerseits von der für verschiedene Gruppen sehr verschiedenen Schnelligkeit des Wachsthums, andererseits von der typisch nach den Altersverhältnissen des Thieres zu erreichenden Länge. Nach 6 Wochen sind vollendet die 11. bis 20. grosse Flügelfeder, etwa nur eine Woche früher die grösseren Deckfedern, die eine viel geringere Länge als jene erreichen, später vollenden sich die 10. bis 4. Schwungfeder nach vorn, sodann die 3. und 2., ganz zuletzt die erste Feder. Diese 3 vorderen Federn bleiben, wie schon 14 Tage nach dem Hervorsprossen bemerkbar, im Wachsthum erheblich gegen die folgenden Nummern zurück, wachsen aber einige Wochen länger. Die allervordersten Schwingen sind beiderseits immer etwas kürzer als die zweiten.

Diese Resultate über das typische Wachsthum erhält man, wenn man gleichzeitig sämmtliche Schwungfedern beider Flügel oder eines derselben und gleichzeitig die inneren Reihen der Deck- und Flaumfedern auszieht. Es ist leicht ersichtlich, dass diese Vollendungsserie, die typisch eine feststehende ist, sich nicht nach der zu erreichenden Länge der Federn allein richtet, sonst müssten, nach dem Maassstab der grossen Schwingen gemessen, die Flaumfedern etwa zwei Tage nach dem Ausbruch schon vollendet sein, was keineswegs der Fall ist. Auch hängt die Raschheit des Wachsthums nicht von der zu erreichenden Länge ab, sonst würden die vordersten, längsten Federn nicht im Wachsthum zurückbleiben können.

Nach Constatirung der äusseren Resultate wird sich die fernere Untersuchung der Frage mit den Verhältnissen der Blutcirculation, der Grösse der Eintrittsöffnung der Arterie aus der Pulpa in den Folliculus bei grossen und kleinen Federn und ähnlichen Momenten zu beschäftigen haben. Die Gesamtheit der Bedingungen dürfte hier vielleicht leichter als anderswo sonst der Untersuchung zugänglich sein.

Die Federreife.

Eine Feder ist reif, in welcher Blutcirculation nicht mehr stattfindet. Der Ausdruck „Reife der Feder“ ist dem der Vollendung der Feder vorzuziehen, weil nach Analogie der Reife der Früchte, dieser Ausdruck für die zum Abfall, resp. Ausfall fertige Vollendung gebraucht wird, diese aber auch bei Federn wie bei den Früchten eintritt. Wenn die Feder vollendet ist, so sieht man an ihrer Wurzel folgende Veränderungen: 1) ist der frühere Folliculus in seinem untersten Ende zu einer festen Hornspule mit immer runder sich zuspitzendem Ende umgewandelt; 2) ist der frühere charakteristisch durchschimmernde Blutgehalt völlig geschwunden; 3) ist die untere Oeffnung der Spule durch das letzte Hornplättchen der Scala vollkommen verschlossen; 4) ist mit diesen Umwandlungen auch die Trennung des vertrockneten Blutgefäßes des früheren Folliculus von dem ernährenden Blutgefäß der Pulpa erfolgt. Als das vertrocknete Blutgefäß des Folliculus wird ein von oben bis unten in der Seele der Spule oft erkennbarer, die einzelnen dütenförmigen Zellen mit einander verbindender Faden angesehen. Die fertige Feder erhält kein Blut mehr. Da dies der Fall ist, so kann die Feder überall an jeder Stelle des Folliculus angeschnitten werden, ohne dass Blutung aus ihr erfolgt, ohne dass irgend welcher Saft ausquillt. Da die fertige Feder kein Blut mehr erhält und Stoffwechsel in ihr nicht stattfindet, so ist die Feder vom Momente ihrer Vollendung ab vom organischen Gesichtspunkte aus als todt anzusehen. Nicht nach und nach verliert die Feder ihre saftigen Theile etwa bis zur Mauserung hin, sondern dies geschieht mit dem Aufhören der Blutcirculation, nicht nach und nach wird die Feder zum Abfall reif, sondern das ist sie unmittelbar nach ihrer Vollendung. Staub, Schmutz, Sonne thun nur der Schönheit der Federfahne Abbruch, diese äussere Verunstaltung hat mit der physiologischen Reife der Feder nichts zu thun. Da die fertige Feder weder durch die Continuität der Membranen, noch durch Fortsetzungen der Blutgefäßse weiter mit der Pulpa verbunden ist, sondern sich mit spitz zulaufendem Ende gegen die Pulpa abschnürt, so hängt sie mit dem ganzen Flügel gar nicht mehr organisch, sondern nur mechanisch durch die dichte, feste Umfassung der Feder im Federkanal zusammen, mit welchem sie aber nirgends ver-

wachsen ist. Im Umkreis des Federkanals, der Federtasche setzen sich die bewegenden Muskeln fest. Die Function, welche das Federkleid zur Bedeckung des Körpers sowohl wie für den Flug erfüllt, erfüllt es als passives Anhängsel der Haut und ihrer Muskulatur. Darum, weil die reife Feder nicht mit der Haut verwachsen ist, sondern nur in dem dicht schliessenden Kanal steckt, kann die reife Feder leicht ausgezogen werden, ohne jede weitere Verletzung, ja ohne Verlust eines Bluttropfens, wenn das Ausziehen schonend vorgenommen wird. Um deswillen eben ist die fertige Feder als reif zu bezeichnen.

Die Reife einer Feder ist demnach mit Sicherheit daran zu erkennen, dass der bluthaltige Schaft sich bis zur äussersten Spitze in eine Hornspule umgewandelt hat. Bei kleinen Federn, die mit ihren Wurzeln nicht tief unter der Haut stecken, ist die Reife leicht zu beurtheilen, anders bei den grossen Schwungfedern, die sich nicht blos zwischen Corium und Epidermis, sondern unter dem Corium bis auf den Armknochen hin erstrecken und deren unter der Haut befindliche und demnach verborgene Wurzel $\frac{1}{4}$ Zoll be tragen kann. Ebenso bei den grossen Steissfedern. Haben die 10. bis zur 4. Schwungfeder, z. B. am Ende der 4. Woche 5 Zoll Länge erreicht, so ist schon von der Gefässpapille ausserhalb der Haut nichts mehr zu sehen und doch erfolgt das Wachsthum noch durch Nachschub von unten her 14 Tage und länger. Hier lässt sich also die Reife der Feder vor ihrem Auszuge gar nicht beurtheilen, aber da jede Feder ihre eigene Reifungsperiode mit geringen Altersmodificationen innehält, so kann man für jede Feder eines jeden Thieres die Reifungszeit durch den Versuch leicht feststellen.

Die Blutcirculation in der Feder hört gänzlich auf, nachdem die Feder gebildet ist. Dies geschieht aber nicht plötzlich und nicht unter stürmischen Erscheinungen, grössere Blutextravasate, Blutgerinnungen, Stasen sind nicht zu constatiren, die Blutreste in der fertigen Feder sind im Gegentheil sehr spärlich. An der vollendeten Feder findet man allerdings die untere Oeffnung der Spule durch das unterste Hornplättchen der Seele vollkommen abgeschlossen, während die Wurzel der Feder mehr und mehr verengt ist, doch das Schwinden der Blutcirculation beginnt sehr viel früher und nimmt ganz allmählich zu; der Grund des Schwindens der Blutcirculation kann auch nicht etwa in der allmählichen Verengung

der Eintrittsstelle gesucht werden, denn zu der Zeit, wo die Verkleinerung der Gefässpapille beginnt und immer weiter vorwärts schreitet, ist die Federwurzel noch ganz weit, die Eintrittsstelle weich und nachgiebig. Der Grund zu dem allmählichen Schwinden des Gefäßes kann wie es von der Peripherie zur Wurzel hin allmählich zunimmt, auch nur in der Peripherie auf einer mechanischen Ursache beruhen. Es liegt am nächsten, an mechanische Hindernisse zu denken, welche der Weiteraufbau der Feder der eigenen Blutcirculation in den Weg legt. Eine derartige Beengung, Einschnürung dürfte für diejenigen Gefässzweige, welche an der Rückseite zwischen der Hornspule und der sie mehr und mehr ausfüllenden Marksustanz liegen, nicht zurückzuweisen sein. Für den bei weitem grössten Abschnitt der Gefässpapille jedoch, der frei und uneingeengt, wie es scheint, in der Hornspule nach Bildung derselben oblitterirt, lässt sich ein derartiges mechanisches Hinderniss nicht so leicht nachweisen. Solche Gefässobliterationen spielen überhaupt für die Rückbildung in der Entwicklungsgeschichte und späterhin eine zu grosse Rolle, um nicht zur Untersuchung an einer relativ für die Beobachtung leicht zugänglichen Stelle, wie diese ist, aufzufordern. Als zweifellos kann ich hier constatiren, dass gleichzeitig neben der Gefässobliteration auch eine theilweise Zurückziehung der Gefässschlinge stattfindet, wie ich bei Störungen des Federwachstums beobachtet habe. Wiederholt sah ich hier den Ansatz des Federkiels ganz hohl, ohne jede Spur von Blutgefäßresten.

Die Federintegrität und ihre Störungen.

Jede Feder hat nach ihrer Vollendung ihr charakteristisches Aeussere in Farbe und Gestalt, sie bildet ein äusseres Ganze, so zu sagen, ein formelles Individuum. Bei der Bestimmtheit der Gestalt, der Feinheit der Conturen kann es nicht fehlen, dass jede Veränderung derselben leicht in's Auge fällt, jede Verletzung dieser äusseren Integrität scharf sich beobachten lässt.

Die fertige, reife Feder zeichnet sich durch den Mangel jeglicher Reproduktionskraft aus, kein ihr verloren gegangenes Stück kann wieder ersetzt werden, jeder Verlust klein oder gross, ob nur ein Fäserchen der Fahne abgeschnitten, ob eine grosse Flügelfeder bis zur Höhe der Haut abgetragen, bleibt nicht

nur ohne Ersatz, sondern auch ohne jede locale Reaction. Die Schnittfläche bleibt ganz unverändert, wie im ersten Augenblick, vorausgesetzt immer, dass nicht die Wurzel selbst ausgezogen oder gelockert wird, denn hierdurch würde die Regenerationsfähigkeit und nicht blos die Reproduktionsfähigkeit angeregt werden. Jeder Verlust bleibt unersetzt, jede Reaction bleibt aus in der fertigen Feder, weil Blutcirculation in ihr nicht mehr stattfindet, deshalb ist die fertige Feder kein physiologisches Object mehr, sondern nur noch ein physikalisches und nur noch physikalischer Änderungen fähig.

Die Thatsache, dass jeder Verlust an der fertigen Feder unersetzt bleibt, muss bei der grossen Weichheit und Brüchigkeit des Federgewebes, insbesondere des Marktheiles, ihre grosse Tragweite haben, insbesondere, wenn durch Feuchtigkeit das Federmark weich geworden. Unter solchen Umständen ist nicht blos für diejenigen Vögel, die im Wasser, als ihrem Elemente leben, sondern für alle, deren Berührung mit Wasser ja unvermeidlich ist, der Schutz des Gefieders gegen das Feuchtwerden der Federn von besonderer Wichtigkeit. Hierzu dient allen die ölige Feuchtigkeit der Bürzeldrüse. Vom Vogel mit dem Schnabel gedrückt, werden die einzelnen Federn durch diese gezogen, und mit dem Fett bestrichen, Kopf und Hals aber, da dies hier nicht geht, auf der Drüse herumgewälzt. Daher werden Schwimmvögel, wenn man sie geföldet auf dem Wasser liegen lässt, in Kurzem gänzlich durchnässt, während doch wenige Stunden vorher, als sie noch lebten, kein Tropfen Wasser an ihren Federn haftete. Also die Einölung des Gefieders ist es allein, die dasselbe vor der Durchfeuchtung und der durch diese beförderten Brüchigkeit wahrt und daher der beste Schutz der Federintegrität ist. Es ist nun hier der Ort zu erwähnen, dass die Federn eines Flügels, dessen Nerven vollkommen durchschnitten sind, an dem also die oben beschriebene Operation der Neuroparalyse vollzogen ist, sehr viel unvollkommener eingeölt werden, einerseits weil durch den Verlust der Bewegungsfähigkeit die Vereinzelung der Federn behufs ihrer vollständigen Einölung unmöglich gemacht ist, andererseits auch wohl, weil die Empfindung vom Zustande des Flügels, seiner Trockenheit oder Feuchtigkeit völlig geschwunden. Es ist eine der indirekten und für die Integrität der Federn sehr nachtheiligen Folgen der Neuroparalyse, dass durch die mangelhafte Einölung, die Durchfeuchtung, damit die Brüchigkeit und

Verletzbarkeit des ganzen Gefieders des Flügels erheblich gefördert ist.

Auch einer anderen Folge der Neuroparalyse sei hier Erwähnung gethan, die einen Werth für die Entwicklungsgeschichte der Feder beanspruchen kann. Fr. Cuvier hat den Satz aufgestellt, dass die Federscheide (von Anderen sehr unzweckmässig Federbalg genannt) während der ganzen Wachstumszeit der Feder fortwachse, dass z. B. die Scheide der grössten Pfauenfeder die ganze Länge derselben gehabt, obschon sie sich nie länger als etwa 5 bis 6 Zoll zeigte und zwar, weil sie immer an dem oberen Ende einging, während sie an dem unteren nachwuchs. Hingegen behaupteten Andere, dass nach Durchbrechung der Hornscheide durch die pinselartige Federspitze, sie nachzuwachsen ganz aufhöre. Zweifellos ist es ja, dass man an einer Feder unter normalen Verhältnissen nach dem Durchbruch der Federspitze auf den fertig aus dem Folliculus hervorgehenden Federabschnitten eine Hornscheide nicht sieht. Und dennoch hat Cuvier Recht. Vollzieht man nehmlich an einem Flügel die Operation der Neuroparalyse unter gleichzeitiger Beseitigung der grossen Schwungfedern und beobachtet man nun Form und Conturen der neu sich entwickelnden Federn viele Wochen hindurch, so fällt bald eine scheinbar sehr bedeutende Abweichung auf, eine sehr geringe Ausbildung der Fahne nehmlich mit ihren Aesten und Strahlen. Statt einer breiten, vollen schönen Fahne sieht man sie schmal, eng dürtig, die Feder sieht mitunter einem Holzreis ähnlicher als sich selbst. Bei näherem Zusehen findet man hier, dass dieser äussere Schein lediglich dadurch hervorgebracht ist, dass die Aeste der Fahne noch durch die Hornscheide, die bis oben herauf noch zu sehen ist, zusammengepresst, eingeengt sind. Diese Hornscheide erreicht hier die Länge der Feder, hat sich nur stellenweise gelüftet und da sie grosse Strecken weit die Fahne umgibt, hat sie zwar nicht die Entwicklung, wohl aber die Entfaltung der Fahne gehemmt.

Zweierlei ist demnach klar. Zunächst ist die Demonstratio ad oculos gegeben, dass Cuvier im Rechte war, als er aussprach, dass die Federscheide während der ganzen Wachstumszeit der Feder fortwachse, in einzelnen günstigen Fällen ist sie so lang zu sehen, als die Feder selbst ist. Zweitens ist es durch diese Sachlage erwiesen, dass es der Vogel selbst ist, der durch sein stetes

Spielen mit den Federn, ihr Durchziehen, Einölen sich die Hornscheide selbst abschält, ein Spiel, das durch die Neuroparalyse natürlich sehr beschränkt wird.

Die Feder als Organismus.

Stellt die fertige Feder ein Individuum nur in ihrer äusseren Form dar und kann daher bei ihr nur von einer äusseren Integrität die Rede sein, so verhält sich dies anders mit der Feder in ihrer Entwickelung. In dieser Zeit lassen sich drei Stadien unterscheiden; im ersten sehen wir den Federbalg noch ohne Fahne; als zweites können wir die Zeit ansehen, wo erst die Spitze der Fahne, dann allmählich immer weitere Abschnitte derselben aus dem Folliculus hervorgehen, während dieser selbst ebenfalls immer noch im Wachsthum begriffen ist. Dieses Stadium endet, wenn der Folliculus und die in ihm enthaltene Gefäßpapille ihre höchste Länge erreicht haben (bei grossen Schwungfedern zwischen 3 bis 4 Zoll). Mit dem Rückgang der Gefäßpapille beginnt das dritte Stadium und endet mit der Vollendung der Feder und der Ver trocknung der Papille.

Ueber die Entwickelung der Feder habe ich nun folgende Versuche angestellt:

1) Abtragung oder Verletzung der aus dem Follikel hervorgegangenen Fahnentheile der Feder. Wird während der Entwickelung der Feder und bei fortschreitendem Wachsthum derselben die Fahne ganz oder theilweise, aber doch so abgeschnitten, dass der Follikel selbst nicht verletzt wird, so tritt weder ein Ersatz des verloren gegangenen Theiles noch irgend eine Reaction in dem noch vorhandenen ein. Ein derartiger ausserhalb des Follikels befindlicher Abschnitt einer unfertigen Feder verhält sich demnach genau so, wie ein Abschnitt einer fertigen Feder. Die weitere Entwickelung der übrigen Feder findet statt, ebenso als wäre das abgetragene Stück vorhanden, gleichviel ob dasselbe klein oder gross gewesen. Das Endproduct ist schliesslich eine sonst normale Feder, der nur das abgeschnittene Ende fehlt.

2) Verletzungen des Follikels. Wird der Follikel quer durchschnitten, ehe die Fahne aus ihm hervorgegangen, so erfolgt aus dem durchschnittenen neutralen Ende eine erhebliche Blutung, die sich nur dadurch stillt, dass ein Blutspropf das offene Federlumen

schliesst. In den nächsten Tagen sieht man — immer am besten an weissen Federn zu sehen, wo die Blutinjection am sichtbarsten ist — dass der Follikel, der bis dahin eine von der Gefässinjection herührende schwachrothe Färbung bot, dieselbe verliert, dass der Federstumpf von oben herunter immer blasser wird. In den ersten Tagen wächst aber noch, wie durch Messung ersichtlich, der Stumpf eine kurze Strecke weiter fort. Bald wird es unzweifelhaft, dass die Blutinjection sich im rapiden Rückgang befindet, der Federstumpf wird bis zur Wurzel ganz blass, die Scheide bricht zuerst oben auf, dann weiter nach unten und fällt in kleinen Schuppchen ab, der gallertartige Inhalt trocknet auf dem jungen Federansatz, dem Federembryo, der nach Aufbruch der Federscheide sichtbar wird und bröckelt dann gleichfalls ab, zuletzt bekommt nach mehreren Tagen, verschieden nach der Länge des Fragments, der Federembryo in seinem untersten Theile einen Hornstiel, die Andeutung einer Spule und fällt aus, indem von unten her schon die neue Feder emporwächst. In solchen Fällen kann man das eigenthümliche Bild zu sehen bekommen, dass die neue Feder hervorbricht, ohne dass die alte an dem beschriebenen Hornstiele hängende von ihr abgestossen ist, dass demnach die neue Feder hervorsprosst, indem sie den Stumpf der alten, so zu sagen, auf dem Kopfe trägt. Die neue Feder nun ist eine ganz vollkommene Feder, der nichts fehlt, nicht die abgetragene Spitze noch sonst ein vordem abgeschnittener Theil, die neue Feder ist ebenso vollständig, als wäre die alte ganz ausgewachsen und vollendet ausgezogen worden.

Der queren Durchschneidung des Follikels kommt es gleich, wenn der Follikel nur fest umschnürt oder wenn er seiner Länge nach angeschnitten oder angestochen, oder anderweitig so verletzt war, dass mehrere Tropfen Blut hervorgequollen waren. Nicht die kleinste derartige Oeffnung des Follikels heilt zu, stets folgt nachher der Federabfall in der beschriebenen Weise. War jedoch die Hornscheide ganz oberflächlich geritzt und ist dabei die unter ihr liegende Gefässpapille ganz unversehrt geblieben oder war der Follikel der Quere nach mit einer Nadel durchstochen, so übt eine derartige leichte Läsion auf das weitere Wachsthum keinen schädlichen Einfluss aus. Ueberall sonst in den oben erwähnten Fällen tritt aber Rückgang und Ausfall der vorhandenen, Emporwachsen einer neuen Feder ein. Ganz gleiches Resultat erfolgt, wenn sub-

cutan die sonst unversehrte Feder durch Zug von ihrer Wurzel losgelöst und somit der Folliculus von der Pulpa getrennt, die von der Pulpa in den Folliculus eintretende Arterie nothwendig zerrissen oder gezerrt wird, — nach der Loslösung aber, ohne dass die Feder aus ihrem Kanal herausgezogen war, dieselbe so tief als möglich in den Kanal bis zur Pulpa zurückgeschoben wird. Diese Operation muss sehr vorsichtig gemacht werden und misslingt meist, wenn die Feder über 8 Tage alt geworden, da sie dann desto leichter wegen ihrer eigenen Schwere herausfällt oder durch Muskeldruck hinausgeschoben wird. Ist aber auch die Operation gelungen, so habe ich doch nie eine dauernde Erhaltung der Feder beobachten können, weder ein Wiederverwachsen der Feder etwa mit Wiederherstellung der Gefässverbindung, noch eine Conservirung der Feder durch blosses Einheilen, noch auch eine bloss mechanische Festhaltung der Feder, wie sie bei fertigen vollendeten Federn statt hat. War die Operation gelungen, die Gefässverbindung zwischen Pulpa und Federbalg wirklich gelöst, so ging die so losgelöste Feder immer unter, fiel aus und machte ihrer Nachfolgerin Platz, wenn dies auch je grösser die Feder schon war, desto länger dauerte, weil desto längere Zeit der Rückzug der Gefässpapille in Anspruch nahm.

Wird der Follikel in einem späteren Stadium verletzt, in welchem grössere Federstücke bereits aus ihm hervorgegangen, so ist ein sehr wesentlicher Unterschied, an welcher Stelle der Follikel verletzt wird, ob an der eigentlichen Keimstätte, wo immer neue Federstücke gebildet werden, der unteren Partie des Folliculus also, oder höher oben, wo die Federstücke zwar noch im Folliculus liegen und von Zweigen der Blutgefässen noch umgeben, aber in ihrer Bildung schon der Vollendung nahe sind. Ist das Erstere der Fall, d. h. wird der Follikel an seiner Keimstätte verletzt, so sind die Folgen genau dieselben, wie sie Verwundungen der Matrix immer mit sich führen und nun schon öfter beschrieben sind, also der Reihe nach Erblassung und Rückgang der Injection, Aufbrechen der Scheide, Ver trocknung und Abbröckelung der Gallertmasse, Zustielung der Feder, Ausfall derselben.

Wird jedoch der Follikel verletzt weit jenseits der Keimstätte, so entsteht zunächst ebenso wie im vorigen Falle eine erhebliche Blutung, welche unter Bildung eines Blutpfropfs steht. Der fernere

Verlauf aber ist ganz anders, als wie im vorigen Falle. Es kommt nicht wieder zu den oben beschriebenen rückgängigen Metamorphosen, sondern das Wachsthum schreitet fort bis zu seiner Vollendung, nur der verloren gegangene Theil bleibt unersetzt. Ein Vorgang, dem gleich der bei Verletzungen der Fahne ausserhalb der Papille statt hat, nur dass auf längere Zeit die Feder den Rest des Blutpfropfens auf ihrer Spitze trägt.

Je näher die Verletzung des Follikels der Keimstätte, desto sicherer Abfall und Regeneration, je ferner derselben, desto wahrscheinlicher die Conservirung. Bei Federn, die ihrer Vollendung sich nähern, deren Keimstätte schon lediglich im Federkanal sitzt, deren äusserlich sichtbare Gefässpapille nur nahezu fertige Federstücke umkleidet, wird bei äusseren Verletzungen der zweite Fall, die Conservirung eintreten, bei Loslösung der Wurzel von der Pulpa Abfall und Wiederersatz. Nach Querdurchstechung der Federpulpa zeigt später die entwickelte Feder dauernd kleine Substanzverluste an der getroffenen Stelle, auch diese kleinen Verluste, obschon an der Keimstätte befindlich, werden nie reparirt.

3) Das Ausziehen der jungen Feder, des Federembryo's aus dem Follikel. Sobald die Spitze der Fahne ausserhalb des Follikels erschienen ist, hat man an derselben eine Handhabe, um die junge Feder durch Ausziehen zu entfernen, während im Uebrigen, vom unvermeidlichen sehr geringen Blutverlust abgesehen, der Follikel unversehrt bleibt. Der ausgezogene junge Federembryo hat für seine kleine kurze Fahne unten an der Keimstätte einen sehr weichen, fast gallertartigen Kiel. Bald wird auch hier der Federinhalt hell, durchsichtig, verliert seine röthliche Farbe, dann bricht die Scheide auf, der gallertartige Inhalt erstarrt zu einem Federfragment, derselbe stiebt sich zu, fällt ab, die neue Feder entwickelt sich. Die Differenz zwischen dieser und den früher beschriebenen Missbildungens besteht vorzugsweise darin, dass hier die Fahnenspitze fehlt und der Marktheil schwächer ist, als sonst. — Misstlingt die ganze Operation und zieht man nur einen kleinen Theil der jungen Feder aus, so geht die Weiterentwicklung ungestört fort.

4) Die Crotonisirung des Federfollikels. Ich stach eine mit Crotonöl bestrichene Nadel von oben her der Länge nach in das Innere des sonst unversehrten Federfollikels, um zu sehen,

ob es etwa gelingt, durch einen Entzündungsreiz an der Keimstätte eine anomale Wucherung zu erzeugen. Dies ist mir bisher nie gelungen. Die keimende Feder wurde nur in derselben Weise in ihrer Entwicklung gehemmt, wie bei jeder Follikelverletzung, die schon oft beschriebenen Veränderungen traten der Reihe nach ein. Abnahme der Injection, Aufbruch der Scheide, Abschuppung der getrockneten Gallerte, Zustielung der Federabortivbildung, Ausfall derselben, sodann Neubildung einer normalen Feder.

Anderweitige Productionen anzuregen, habe ich in dieser Weise bisher nicht vermocht. Die in solchen Fällen hin und wieder in der Haut an der Basis der Feder eintretende schwache Entzündung, die sich durch stärkere Injection und Schwellung kund gab, blieb auf das Federwachsthum ganz einflusslos.

Ueberblicken wir die nach Verletzung des Follikels eintretenden Veränderungen, so finden wir, dass die Verletzung des Follikels und seiner Gefässe an sich nur dann von bedeutenden Folgen begleitet ist, wenn nicht nur die Gefässe, sondern auch die Keimstätte eine Läsion erfahren hatten. Eröffnung des Follikels, Störung seiner Blutcirculation an Stellen, wo die Feder ihrer Vollendung entgegengeht, haben von der Blutung abgesehen, keine anderen Folgen als Verletzung von Federstücken ausserhalb des Follikels. Jede Störung der Integrität der Keimstätte hingegen bringt eine volle Umwälzung im Leben der Feder hervor. Zunächst hört nach ganz kurzer Zeit das Wachsthum der Feder auf, doch dies nicht allein, sondern die nun in ihrer Weiterentwickelung gehemmte Feder fällt aus und eine Nachfolgerin tritt an ihre Stelle. Die Läsion der Keimstätte wirkt demnach genau so, wie das Ausziehen der Feder in toto und zwar genau so, nicht nur darin, dass sich eine neue Feder entwickelt, sondern auch darin, dass die neue Feder eine ganz vollständige wird, gleichviel ob ihre Vorgängerin nur bis zur Bildung der Spitze gekommen war oder schon grosse Federabschnitte vollendet hatte, oder ihrer Reife nahe war. Für die Neubildung der Feder war dies immer gleichgültig; diese war in allen Fällen eine vollständige und nicht blos fragmentarische, etwa sich blos auf den vordem noch nicht fertig gewordenen Federabschnitt beschränkende.

Zur Betrachtung der Feder als Organismus gehören auch Versuche, welche ich über die Ursache der Regeneration nach dem

vollständigen Ausziehen der Feder angestellt habe. Man hat dieselbe in der Reizung des Federkeimes durch Luft oder durch Blut gesucht. Um zu eruiren, ob dies die Ursachen sein können, schnitt ich reife Federn quer etwa in der Höhe der Haut ab, und bediente mich des nun restirenden Federstumpfes als Operationsobjectes. In die Höhle des Federstumpfes stach ich mit einer Nadel in die Tiefe, durchbohrte das letzte Hornplättchen und eröffnete so der Luft den ungehinderten Zugang zum Federkeime, — die Regeneration blieb aus; ich nahm eine stärkere Nadel, mit der ich grössere Verletzungen in der Tiefe hervorbrachte, namentlich stärkere Blutungen, — die Regeneration blieb aus. Lüftete ich aber nur im Geringsten den Zusammenhang zwischen Stumpf und Keim im Federkanal, indem ich den Stumpf im Kanal in die Höhe zog und wieder zurückschob, so zwar, dass also weder Luft noch Blut Regenerationsreiz werden konnte, — dann trat die Regeneration ein und zwar nach etwa 10 bis 12 Tagen. Hieraus dürfte wohl hervorgehen, dass die Verminderung des Druckes es ist, welche die Regenerationskraft entfesselt, welche im Keime schlummernd, stets vorhanden ist, und dass unreife Federbildungen resp. Federnmissbildungen nur deshalb keine Dauer haben, weil deren weicher oder halbfertiger Kiel kein mechanisches Hinderniss für die Entwicklung abgeben kann.

Die gleichzeitige Regeneration.

Das Gesetz für die gleichzeitige Regeneration ist folgendes: Jede grosse Schwungfeder erster und zweiter Ordnung regenerirt sich in denselben Zeiträumen zu gleicher Höhe nach dem Typus ihrer Art, gleichviel ob nur wenige Federn oder eine grössere Gruppe derselben oder die sämmtlichen Schwungfedern beider Seiten und noch gleichzeitig die inneren Deck- und Flaumfedern der Regeneration unterworfen werden. Waren sie gleichzeitig ausgezogen, so erfolgt die Regeneration gleichzeitig, nicht wie in der Mauser in continuirlicher Folge, und nicht die paarweise gegenüberstehenden Federn regeneriren sich gleichzeitig, sondern die neben einander und ganz entfernt von einander stehenden lediglich nach dem Maassstabe, ob sie gleichzeitig mit einander ausgezogen worden, Weder in der Schnelligkeit noch in der Höhe des Wachs-

thums der einzelnen Feder tritt bei diesem Massenwachsthum ein Unterschied ein, vorausgesetzt, dass wir es mit einem gesunden, kräftigen Thiere zu thun haben, dessen reichliche Fütterung stattfindet. Man kann sagen, dass bei einem gesunden erwachsenen Thiere innerhalb 6—7 Wochen die gleichzeitige Regeneration sämmtlicher ausgezogener Schwungfedern vollendet ist, wobei noch zu berücksichtigen, dass nur die Vollendung der grössten Federn einer so langen Zeit bedarf. Diesen Zeitraum von 6—7 Wochen kann man daher als eine volle Regenerationsperiode ansehen. Die gleichzeitige Regeneration einer grossen Federmasse jederseits, z. B. 20 Schwungfedern und 3 Reihen kleiner Federn ist mit keinerlei Störung der Gesundheit verknüpft. Nur ein sehr lebhafter Appetit findet besonders in den ersten Wochen statt, mit Gier verzehren die Tauben das ihnen vorgesetzte Futter in doppelter Menge, als wenn ihr Federkleid vollendet ist. Trotz des starken Essens nehmen sie nicht zu, da die für die Grösse des Thieres relativ bedeutende Production auch den Ueberschuss an Nahrungsmittern voll beansprucht. Die Abmagerung der grossen Brustmuskeln, die man nach einiger Zeit constatiren kann, ist jedoch kaum auf Rechnung des Stoffverbrauchs für die Federproduction zu setzen, da sie sich mehr oder weniger bei allen Tauben einstellt, die in der Weise gefangen gehalten werden, dass sie in der Gefangenschaft nicht mehr fliegen können.

Die früher erwähnten mit der Mauser auftretenden und dem Leben gefahrdrohenden Krankheiten können also nicht, wie versucht worden, durch den Kräfteverlust erklärt werden. Da bei der künstlichen Regeneration das Wachsthum vieler Federn gleichzeitig und nicht wie in der Mauser in continuirlicher Folge vor sich geht, und da immer das Wachsthum in abgleitender Scala erfolgt, demnach in den ersten Wochen am stärksten ist, so ist kein Zweifel, dass die ersten Wochen einer massenhaften künstlichen Regeneration einen grösseren Säfteaufwand, als die Mauser beanspruchen. Ebenso wenig wird es statthaft sein, der Schmerhaftigkeit des Federausfalls, dem lebhaften Jucken wegen des Federwechsels in der Haut, reflectorisch etwa einen grösseren Einfluss auf die Ernährung und die Function innerer für das Leben wichtiger Organe zuzuschreiben. Auch der Gedanke ist nicht haltbar, dass durch die Mangelhaftigkeit des Federkleides in der Mauser, der gewohnten Bedeckung des

Thieres und seines Schutzorgans, vielleicht Krankheiten rheumatischer Natur entstehen können. Dazu ist der Ausfall grad in der Mauser zu allmählich, nicht gleichzeitig auf grössere benachbarte Federgruppen sich erstreckend, es werden bei unseren Tauben wenigstens nicht grössere Hautflächen auf einmal kahl. In viel ungünstigerer Jahreszeit, mitten im Winter, sah ich Tauben eine ziemlich umfangreiche Entblössung beider Flügel ohne jeden Schaden ertragen. Während im Säfteverlust, in der Entblössung, in der Schmerzhaftigkeit die Gefahr in der Mauser kaum zu suchen sein dürfte, ja während nachweisbar die beiden ersten Momente in der künstlichen Regeneration in höherem Grade vorhanden sind, unterscheidet sich die Mauser zu ihrem Nachtheile von der künstlichen Regeneration durch eine grosse, allgemeine Veränderung, durch die ganze Blutvertheilung. Denn nicht so ist ja die Mauser zu verstehen, als ob, wie ausgesprochen worden ist, die durch das Brüten hart mitgenommenen Federn nach vollendetem Brütgeschäft vollends allen Nahrungsstoff verloren hätten, den sie noch früher in beschränktem Maasse hatten und nun rasch ihrem gänzlichen Verfall entgegengingen; oder als ob der innere Zufluss ernährender Säfte durch das Vertrocknen der Kanäle aufgehört, das Aeussere des Federkleides durch Staub, Schmutz, Reibung sich abgenutzt hätte, durch Luft und Sonne zum Abfall reif geworden wäre; mit einem Worte, als ob der Ausfall erst die Neubildung zu Wege bringe.

Keineswegs, die Mauser ist kein Rückbildungsprozess, sondern ein Productionsprozess, keine Atrophie, sondern sie ist eine Regeneration, die Abstossung der alten Feder ist nur Folge des Emporwachsens ihrer Nachfolgerin. Die Production der Federn ist der wahre Charakter der Mauser, nichts anderes. Das bedarf keines weitläufigen Beweises. Wird die Production durch Abfall oder Ausziehen der Vorgängerin veranlasst, so bedarf die Nachfolgerin zu ihrem Hervorsprossen 1 Woche Zeit; so ist es nicht in der Mauser, denn hier stösst die Nachfolgerin unmittelbar ihre Vorgängerin vor sich her, mit dem Hervorsprossen der neuen Feder sieht man die alte am Boden liegen, genau so, wie in diesem Aufsatz die Folgen der Verletzung der Keimstätte des Follikels beschrieben worden sind. Ist nun der Mauserprozess in aller Schärfe und Klarheit als ein Federproductionsprozess erkannt, so ist die nächste Frage, wie ist dieser allgemeine Federproductionsprozess zu erklä-

ren, woher röhrt er? Die künstliche Regeneration, der das Ausziehen der Feder immer vorangehen muss, konnte ihren ausreichenden Grund in der ungestörten Entfaltung der Expansivkraft der Pulpa nach Beseitigung des mechanischen Hindernisses finden. Bei der Mauser ist das mechanische Hinderniss noch ursprünglich, die alte Feder steckt noch immer in der Wurzel fest, woher trotz ihrer einengenden Gegenwart das Erwachen der Expansivkraft? Die Antwort liegt ohne Zweifel darin, dass die Federproduktion in der Mauser ihren Grund in einer allgemeinen Hauthyperämie hat, dass durch diese die Neubildung der Federn, wie der ähnliche Prozess in der ganzen Epidermis der Hautfläche im Oberhäutchen der Füsse, des Schnabels etc. erzeugt wird. Die allgemeine Hauthyperämie ist der Grund der Neubildung und consecutiv erst der Abschuppung, in der allgemeinen Hauthyperämie liegt aber auch die Gefahr der Mauser; denn Hyperämie der ganzen äusseren Bedeckung kann nicht stattfinden, ohne Anämie der inneren Organe, durch beide Anomalien aber muss starker Wärmeverlust, bei geringerer Wärmeproduction nothwendig entstehen. Da die Vögel die warmblütigsten aller Thiere sind $39,4-43,9^{\circ}\text{C}.$, so muss gerade dieser Umstand als ein auf das Tiefste in ihren ganzen Lebenshaushalt eingreifender anerkannt werden, daher auch die Allgemeinheit und die Grösse der Gefahr. Bei der künstlichen Regeneration ist diese Gefahr sehr viel geringer; wenn auch in beiden Flügeln eine Hyperämie der Haut erzeugt wird, der ganze übrige Körper bleibt frei, seine Blutcirculation ungestört, hier ist eine locale Hyperämie, dort eine allgemeine, der Wärmeverlust hier also unbedeutend. Die Fluctuationen des Blutes zur Haut auf eine Lähmung ihrer Gefässnerven zurückzuführen, ist leicht, schwer aber Centrum derselben und die Ursache ihrer Lähmung festzustellen. Erst hiermit könnte die wissenschaftliche Aufgabe als gelöst erachtet werden.

Die successive Regeneration.

Ausserhalb der Mauser erfolgt die Regeneration derselben Feder zum 2., 3., 4., 5. Male in gleicher Schnelligkeit und Kraft, wenn die Vorgängerin jedesmal reif ausgezogen worden. Um die Stärke der neuen Regeneration

zu constatiren, sind die beschriebenen Federherbarien am besten geeignet, da sie gestatten, die fertigen Producte auf das Sorgfältigste mit einander zu vergleichen. Aus dem beschriebenen Gesetz geht hervor, dass es möglich ist, aus demselben Federkeim eine grosse Zahl von Federn hinter einander im Zeitraum eines Jahres zu ziehen. Sehen wir zunächst von der Mauserperiode ab, so werden wir ausserhalb derselben von jeder derselben so viel Federexemplare gewinnen können, als Zeit zu Regenerationsperioden vorhanden. Rechnen wir vorläufig auf die Mauserperiode 2 Monate ab, zur regelmässigen Zucht 10 Monate, so können wir von den Federn mit 4wöchentlicher Regenerationsfrist 10, mit der Mauserfeder 11 gewinnen, bei einem 6wöchentlichen Regenerationscyclus 7 resp. 8, bei dem längsten 8wöchentlichen Cyclus 5 resp. 6. Das Hauptmoment für diese successive Regeneration und die auf ihr basirte rationelle Federzucht bleibt, eingedenk zu bleiben, dass die verschiedenen Federgruppen verschiedene Regenerationscyclen haben.

Die successive gleichzeitige Regeneration grösserer Federmassen ist mit keinerlei Krankheit oder Unbequemlichkeit für die Thiere verknüpft. Die Thiere bleiben gesund und munter, wenn auch 4-, 5mal hinter einander in regelmässigen Fristen grosse Federmassen ihnen ausgezogen werden. Aber die Voraussetzung dieser regelmässigen successiven Regeneration bleibt immer, dass die Vorgängerin Zeit zur Reife hatte, dass sie fertig, vollendet war, als sie ausgezogen wurde.

Einfluss der Unreife der Vorgängerin auf die Regeneration der neuen Feder.

War die frühere Feder unreif ausgezogen, so war ihre Ausziehung je unreifer sie gewesen, mit einem desto erheblicheren Blutverlust verbunden. Eine gar nicht unerhebliche Blutung folgt dieser nothwendiger Weise gewaltsameren Ausreissung der Feder, eine Blutung, die erst steht, nach dem der Federkanal durch ein starkes Blutgerinnsel verstopft ist.

War die Feder unreif ausgezogen, so erfolgt die Regeneration um so langsamer, je unreifer die Feder gewesen war. Die ganze Reihe der grossen Flügelfedern regenerirt sich, wenn die Federn reif gewesen, nach einer Woche. War aber die ausgezogene Feder erst 8 Tage alt geworden, so

dauert es gewöhnlich 14 Tage, bis die ersten Spuren der neuen Federn hervorsprossen, war sie 3 Wochen alt gewesen, 10 Tage, war sie 4—5 Wochen alt, somit der Reife näher, so war die Differenz des Hervorbrechens der Norm gegenüber sehr unbedeutend. Diese Differenzen beweisen gleichzeitig, dass der Druck des den Federkanal ausfüllenden Blutgerinnsels es nicht allein ist, was die Regeneration hemmt. An der einmal, wenn auch später zur Entwicklung gelangten Feder habe ich Unterschiede in Grösse und Stärke nicht constatiren können. Durch wiederholtes Ausziehen unreifer Federn kann man deren Regenerationsfähigkeit in so hohem Grade erschöpfen, dass bei 3-, 4mal unreif nach einander ausgezogenen Federn die erste Spur neuer Federn mitunter erst nach 3 Wochen zu bemerken ist. Diese Erschöpfung findet jedoch bei weitem leichter statt, unmittelbar nach der Herbstmauser als fern von ihr. Das Wort Erschöpfung bezieht sich nur auf den Zeitpunkt des Eintritts, nicht auf dessen Stärke. Die Erschöpfung ist stets eine rein individuelle, nur die Feder betreffend, welche mehrmals unreif ausgezogen worden, die Nachbarn werden davon nicht im Geringsten afficirt, sondern regeneriren sich nach der Norm. Nur dann ist natürlich auch die Erschöpfung eine allgemeinere, wenn viele Federn gleichzeitig oftmals hinter einander unreif ausgezogen oder verstümmelt worden. Dies ist bei Neuroparalyse eines Flügels der Fall, und es wird hier der Ort sein, auf diese wie auf andere Folgen der Neuroparalyse, welche regelmässig eintreten und dennoch nur als indirekte Folgen zu betrachten sind, näher einzugehen.

Kaum lässt sich ein grösserer Contrast denken, als der zwischen einem schön befiederten und einem neuroparalytischen Flügel, der erstere prangend in der Schönheit seines Federschmucks in Farben und Gestalt, der letztere in jeder Weise verkrüppelt, verunreinigt, kaum sich selbst noch ähnlich. Dies der Gesammeindruck. Schaut man näher zu, so findet man die meisten Federn verkürzt, erheblich kleiner als in der Norm, nur wenige dieselbe erreichend, und diese wenigen mit gar nicht oder dürftig entfalteter Fahne und deshalb in hohem Grade verunstaltet aussehend. Vielen der Federn sind die Fahnen gebrochen einmal, mehrfach, einzelne bluten, die meisten tragen Spuren früherer Verletzungen an sich, fast alle sind mit Schmutzkrusten bedeckt. Selten auch, dass die ganze Federreihe sich in dem gleichen Entwickelungsstadium befindet, hier eine

Feder im Beginn, dort am Ende der Regeneration. Das Ganze, ein Chaos von Bildungen ohne Ordnung, ohne Regel, ohne Schönheit. Niemand kann leugnen, der Gegensatz zu einer gesunden Feder ist im Gesammeindruck wie in allen Details ein immenser. Doch wenn man die Gründe dieser sehr mannichfaltigen Veränderungen prüft, so sieht man bald, dass sie sämmtlich von der Nervenresection herrühren; theilweise schon früher erörtert, sollen sie hier im Zusammenhang dargestellt werden.

Ein gelähmter Flügel hängt tief herab und je reicher besiedert und je schwerer er ist, desto mehr. Auf diese Weise gerath er dem Thiere leicht unter die Füsse und besonders sind es die vordersten und längsten Federn, auf die der Vogel tritt, als gingen sie ihn nichts an, deren Stamm und Fahne er bricht, zerreisst, doppelt leicht, da er sie ja rasch durchnässt, weil er sie nicht mehr einölt. Daher die vielfachen Einknickungen, Einrisse, Brüche, daher die Federstumpfe. So bei den reifen, alten Federn. Bei den noch in der Entwicklung befindlichen wird der Follikel vielfach angerissen, er blutet, die Matrix wird verletzt, die Feder fällt aus, Neubildungen treten wiederholt an ihre Stelle, denen es nicht besser ergeht, wie ihren Vorgängern, schliesslich erschöpft sich die Regenerationskraft und die Neubildungen treten immer später und später auf. Oft trägt so der neuroparalytische Flügel eine wahre Musterkarte aller Federnmissbildungen an sich, von denen mitunter keine fehlt, wenn es ein glücklicher Zufall so wollte. Die wenigen, die den ärgsten Verstümmelungen entronnen sind, tragen dann noch die Hornscheide um ihre Fahne, die meisten den unvermeidlichen Schmutz. So vielfach diese Störungen sind, so sicher sie sämmtlich von der Neuroparalyse herrühren, so zweifellos ist es, dass diese bis jetzt von mir beschriebenen Folgen sämmtlich zu den indirekten Ernährungseinflüssen der Nerven zu rechnen sind. Ihre Kenntniss ist von besonderer Wichtigkeit, um die Tragweite dieser indirekten Folgen in ihrem ganzen Umfange zu würdigen und Irrthümer, die aus Unterschätzung derselben hervorgehen könnten, zu vermindern. Der Nachweis der Abhängigkeit des Wachstums von der Nerventhätigkeit wird von diesen Veränderungen ganz abzusehen haben und wird mit anderen Mitteln geführt werden müssen.

Mangelhafte Regeneration.

Bei allen Thieren ist die Regeneration mangelhafter, wenn nur ein geringer Anreiz zu derselben gegeben ist. Eine einzelne Feder regenerirt sich oft langsam, während eine ganze Gruppe an derselben Stelle desselben Thieres sich so rasch wie in der Norm regenerirt. Man kann dies hin und wieder bei ausgewachsenen kräftigen Thieren sehen, dass eine isolirt ausgezogene Feder noch nicht nach 14 Tagen emporgesprossen ist, während bei demselben Thiere, wenn 3 Federn gleichzeitig ausgezogen werden, die Regeneration nach einer Woche regelmässig erfolgt.

Im Allgemeinen ist der Satz aufzustellen, dass die kleinen Flaumfedern des Flügels und auch die Deckfedern sich unregelmässiger regeneriren, als die grossen und zwar desto unregelmässiger, je näher der eben vorübergegangenen Mauserung die Regeneration folgt. Im Monat Februar ist auch die Regeneration der kleinen Federn viel regelmässiger als im Monat October. Die Reihenfolge der Regeneration ist, wenn keine allgemeine stattfindet, stets so, dass zuerst die grossen Schwungfedern sich regeneriren, dann die Deckfedern, dann die Flaumfedern; nie kommt es vor, dass die kleinen sich regeneriren, wenn sich die grossen nicht regenerirt haben; ebenso wenig, dass sich etwa am Arme grosse und kleine gleichzeitig regeneriren, während an der Hand gar keine Regeneration stattfindet. Dies ist nie der Fall. Die Schwungfedern erster und zweiter Ordnung regeneriren sich zunächst immer gleichzeitig, gleichviel ob die Regeneration der kleineren eintritt oder ausbleibt. Die Regeneration erfolgt also gruppenweise und nicht in localem Zusammenhange.

Auch vollkommen ausbleiben kann die ganze Regeneration sämtlicher Federn also der Schwungfedern ebenso wie der kleinsten. Dies habe ich bisher nur in einem einzigen Falle gesehen. Bei einem ganz jungen Thiere, das eben seine erste Mauserung hinter sich hatte, blieb bei gleichzeitigem Ausziehen der grossen und kleinen Schwungfedern, der inneren Deck- und Flaumfedern, die Regeneration ganz und gar 7 Wochen lang aus, während das Thier sich beim besten Wohlsein befand, stellte sich dann allmälich und ganz regelmässig ein.

Zum Schlusse dieses Artikels haben wir noch einer practischen

Folgerung Erwähnung zu thun. Wenn auch im Entferntesten nicht die Federproduction sich in ihrem Werth für den Nationalreichthum mit der Wollproduction messen kann, so spielt doch auch jene eine erhebliche Rolle für die Zucht unseres Flügelviehs. Die Wichtigkeit der Federproduction braucht nicht hervorgehoben zu werden, da sie eine allgemein anerkannte ist. Der Umfang derselben wird sich voraussichtlich steigern, wenn eine rationellere Kultur als bisher die Ergiebigkeit und Sicherheit dieser Production gehoben haben wird. Bis $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes können Gänse jährlich an Federn produciren, während die Wollproduction auch bei guter Pflege des Schafes nicht leicht über $\frac{1}{6}$ seines Körpermenges hinausgeht. In manchen Gegenden wird die Gans schon jetzt von Jugend auf, Winter und Sommer, sobald ihr Gefieder sie irgend ausreichend deckt, in solchem Umfange gerupft, dass es ihr zur Hälfte abgenommen wird. Wohl hat auch hier die Routine zu der Erfahrung geführt, dass es nicht gut ist, Federn auszureißen, deren Schafte noch bluthaltig sind; wie wenig aber diese Kultur festen Boden unter ihren Füßen hatte, beweist die immer wiederholte Empfehlung, nur erfahrene Leute mit dieser Rupfoperation betrauen zu wollen.

Die Regel für die practische Behandlung dieses Gegenstandes ist überaus einfach, folgende: Für jede Federgattung einer jeden Thierspecies wird die Reifungsperiode einmal ausexperimentirt und da sie mit dem verschiedenen Lebensalter nur sehr wenig variiert, so kann die Federrupfung mit solcher Accuratesse ausgeführt werden, dass auch nicht eine Woche ungenutzt vorüberzugehen braucht. Da auf Fleischansatz bei dem zur Federzucht bestimmten Vieh doch wenig zu rechnen ist, so wird auch die beste Fütterungsmethode für die Federproduction ausprobirt werden müssen.

Im weiteren Verlaufe dieser Untersuchungen, deren Gegenstand auf der nunmehr gewonnenen Grundlage die Prüfung des Einflusses der Blutcirculation und der Nerventhätigkeit auf die künstliche und die natürliche (Mauser-)Regeneration sein wird, soll das Verhältniss der künstlichen Regeneration zur Mauser selbst eine besondere Be- rücksichtigung erfahren. Es fragt sich nehmlich, ob Federn, welche die künstliche Regeneration hinter sich haben, bald darauf auch der Mauserregeneration verfallen oder nicht. Ist dies nicht der Fall, so würde die Mauserregeneration einen um so viel geringeren Umfang haben, als künstliche Regeneration vorausgegangen. Da

bei der Ungefährlichkeit dieser letzteren nichts im Wege steht, der selben eine möglichst grosse Ausdehnung zu geben, so würde die Mauser ihrerseits um ebenso viel schwächer werden. Ist die Anschauung richtig, dass die Gefahr derselben in der umfangreichen Hauthyperämie und der damit verbundenen Anämie der inneren Organe beruht, so wird der Umfang der Hyperämie durch die vorherige besonders über Flügel- und Schwanzfedern weit ausgedehnte künstliche Regeneration wesentlich beschränkt werden können. Mit der Beseitigung dieser den Vögeln wie keiner anderen Thierklasse jährlich drohenden Gefahr würde ihre Existenz eine Sicherheit erhalten, die sie gegenwärtig nicht hat und ihre Lebensdauer erheblich verlängert werden können.

XX.

Ueber das Verhalten der Körperwärme bei Abkühlung der Haut.

Von Dr. H. Senator, Privatdocent in Berlin.

Die Frage, welchen Einfluss peripherische Wärmeentziehungen auf die Eigenwärme des Körpers ausüben, ob namentlich die Wärme-production unmittelbar in Folge solcher Einwirkungen und in geradem Verhältniss zu ihrer Intensität gesteigert werde, ist in neuerer Zeit Gegenstand vielfacher Erörterungen gewesen, ohne dass jedoch bis heutigen Tages eine allseitige Einigung darüber erzielt worden wäre. Diejenigen, welche die Steigerung der Wärmeproduction durch Steigerung des Wärmeverlustes für erwiesen halten, stützen ihre Ansicht vornehmlich auf die bekannten calorimetrischen Versuche Liebermeister's (Archiv von Reichert und Du Bois-Reymond 1860 und 1861) und Kernig's (Inaug.-Diss. Dorpat 1864), nach welchen z. B. in Bädern von 25—20°C. eine Vermehrung der Wärmeproduction auf das Zwei- bis Vierfache der normalen Production eintreten soll. Gegen die Beweiskräftigkeit dieser Versuche sind zwar zuerst von Jürgensen (Deutsches Arch. f. Klin. Med. IV. S. 323 ff.) und dann von mir (Dieses Archiv XLV. S. 353 ff.)