

Aus dem anatomisch-biologischen Institut zu Berlin.

Über das Vorkommen und die Verteilung des Pigmentes in den Organen und Geweben bei japanischen Seidenhühnern.

Von

J. Kuklenski.

Hierzu Tafel I und II.

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	2
II. Material und Methoden	6
III. Allgemeines über Seidenhühner	7
IV. Spezieller Teil.	
1. Die cutane Pigmenthülle	8
2. Die perineurale Hülle	
Hirn- und Rückenmarkshäute	12
Auge	14
Nasenschleimhaut	14
Gehörorgan	15
Pneumatische Hohlräume des Schädels	16
3. Die pericölomatische Hülle	
Leibeshöhle und Pericard	18
Darmsystem	18
Respirationsorgane	19
Luftsäcke	19
4. Die perivascularäre Hülle	21
5. Die Pigmentierung des Periostes und Perichondriums	23
6. Muskulatur und Sehnen	24
7. Drüsen	25
Hoden	25
Ovar	26
Niere	26
Nebenniere	27
Leber	27
Pankreas	27
Drüsenmagen	27
Mundhöhlendrüsen	27
Milz	28
Bürzeldrüse	28
Thymus	28
Thyreoidea	28
8. Erstes Auftreten, Struktur und Lagerung der Pigmentzellen	29
9. Formwechsel	30

	Seite
V. Allgemeiner Teil	30
VI. Zusammenfassung	34
Tafelerklärung	34
Literaturverzeichnis	35

Einleitung.

In seiner Arbeit über die Lokalisation des Pigmentes und ihre Bedeutung in Ontogenie und Phylogenie der Wirbeltiere unterscheidet Weidenreich eine primäre und eine sekundäre Art der Pigmentierung. Unter primärer Pigmentierung versteht er die Verteilung desjenigen Pigmentes, das schon im Ei vorhanden ist und bei der Furchung und Keimblattbildung von der Eizelle ebenso wie der Dotter an die übrigen Zellen abgegeben wird. Indessen ist diese Art der Pigmentierung verhältnismässig selten. Weit häufiger findet man bei Wirbeltieren sekundäre Pigmentierung, die erst auf einer bestimmten Entwicklungsstufe des Embryos auftritt und einen tegumentären Charakter trägt. Weidenreich teilt sie in vier Gruppen ein; er unterscheidet nämlich eine cutane, perineurale, perivasculäre und pericölonatische Pigmenthülle. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien lassen sich überall diese vier Hüllen nachweisen. Man sieht sie oft auf einem einzigen Querschnitt alle vier mit schematischer Deutlichkeit. Weidenreich deutet sie als Lichtschutz- und Wärmespeicherungsorgane.

Die Theorie wird scheinbar durch die Befunde an Warmblütern bestätigt. Da diese über eigene Körperwärme verfügen, ist wenigstens ein Teil der Hüllen entbehrlich und zwecklos geworden. In der Tat ist auch bei Säugetieren nur die cutane Hülle allgemein verbreitet. Hier hat das Pigment hauptsächlich, aber nicht ausschliesslich, seinen Sitz in den Haaren. Die Stärke der Pigmentierung der Haut selbst hängt meist von der Intensität der auf die betreffenden Hautstellen einwirkenden Sonnenbestrahlung ab. Sie lässt sich daher in verhältnismässig kurzer Zeit erheblich vermehren, um allmählich wieder abzunehmen, wenn man das zu diesen Experimenten dienende Tier den Einwirkungen der Lichtquelle entzieht, eine Tatsache, die sich kaum anders denn als Lichtschutzreaktion deuten lässt.

Daneben liegen noch einige Beobachtungen über Ablagerung von Pigment in den perineuralen Hüllen einiger Säugetiere und

auch des Menschen vor. Auch Weidenreich bringt hierfür in seiner Arbeit eine ganze Reihe von Beispielen. Doch unterliegt hier die Stärke und Ausdehnung der Pigmentierung bei Individuen derselben Art erheblichen Schwankungen. Oft findet man Pigment bei einem Tier verhältnismässig reichlich, während es bei anderen Tieren derselben Art ganz fehlt. Jedenfalls findet man eine perineurale Hülle nie mit derselben Regelmässigkeit, wie bei niederen Wirbeltieren.

Schliesslich sind auch bei den als Melanose bezeichneten Erscheinungen in den verschiedensten Organen und Geweben von Schlachttieren Ansammlungen von Chromatophoren gefunden worden, die man, wenigstens zum Teil, einer pericöломatischen und perivaskulären Hülle einreihen könnte. Da es sich jedoch in diesen Fällen um Anomalien handelt, darf man aus ihrem Vorhandensein die Existenz dieser beiden Hüllen kaum ableiten. Hierher gehört meiner Ansicht nach auch die von Leydig beschriebene und von Weidenreich als Rest einer pericöломatischen Pigmenthülle gedeutete Pigmentierung der Hoden- albuginea von Pteropus und der serösen Haut mancher Säugetiere. Auch hier scheint das Pigment nur in Ausnahmefällen aufzutreten und durchaus nicht bei allen Individuen der betreffenden Arten gefunden zu werden.

Auf das Fehlen einer perivaskulären Pigmenthülle bei Säugetieren weist unter anderen Autoren besonders Feuereissen hin. Er sagt: „Eine ins Auge fallende Neigung der Pigmente, sich besonders in der Nähe der Blutgefässe abzulagern, wie sie mehrere Autoren beobachtet haben, war an keinem der Präparate zu verzeichnen“. Die Pigmentreduktion in den inneren Hüllen der Säugetiere würde also die Wärmespeicherungstheorie bestätigen.

Entsprechend betont Weidenreich die Pigmentarmut der zweiten Gruppe der Warmblüter, nämlich der Vögel. Auch bei diesen tritt das Pigment in der Regel nur im Integument auf. Hier hat es seinen Sitz hauptsächlich im Gefieder und findet sich seltener und spärlicher in der Haut selbst. Doch fand es auch hier Leydig in der Epidermis, Gegenbaur im stratum Malpighi und Jeffries im Corium.

Nach Weidenreich spielt bei der Färbung des Integumentes noch ein anderer Farbstoff eine Rolle. So fand er bei

einigen Vögeln die dunkle Färbung der Läufe durch Farbstoffe öligiger Natur bedingt, die ihren Sitz in den „Malpighischen und den daran anstossenden Zellen“ haben.

Ferner erwähnen Kerbert und Weidenreich, dass bei gewissen Entwicklungsstadien von Hühnerembryonen Pigment in der Epidermis vorkomme, das dann später wieder verschwindet. Schliesslich zählen Marshall und Brehm einige Vögel auf, letzterer besonders eine Anzahl künstlich gezüchteter Hühnerassen, bei denen die ganze Oberhaut, Kammbildungen und Ohr-lappen schwarzblau pigmentiert sind.

Ueber das Vorkommen von Pigment in den perineuralen Hüllen der Vögel fehlt es vollkommen an Angaben.

Nach der Deutung der Pigmentierung als Wärmespeicher müsste auch in der perivaskulären Hülle das Pigment fehlen, da es auch hier zwecklos geworden ist. Tatsächlich scheint dies auch bei normalen Vögeln stets der Fall zu sein; denn selbst systematisch durchgeführte Untersuchungen an Vogelarterien haben in dieser Hinsicht zu negativen Resultaten geführt. Reinecke, der die Arterien einer ganzen Anzahl von Vögeln untersucht hat, hat nirgends Chromatophoren in der Umgebung derselben gefunden. (Noch nicht veröffentlichte Untersuchungen aus dem Anat. Biol. Inst. zu Berlin über elastische Fasern).

Auch die pericöломatische Pigmenthülle scheint den Vögeln im allgemeinen zu fehlen. Rudimente einer solchen erblickt Weidenreich allerdings noch in der von Leydig und Solger beobachteten Pigmentierung der Hodenalbuminea einiger Vögel. Solger fand Pigmentablagerungen in der Albuminea und den Hodenzwischenzellen beim Mauersegler und beim Broncemövchen, und zwar war beim Mauersegler der linke, beim Broncemövchen der rechte Hoden pigmentiert. Seiner Ansicht nach sind „derartige Ungleichheiten im Verhalten der männlichen Geschlechtsdrüse der Vögel in erster Linie deshalb von Interesse, weil sie an längst bekannte Asymmetrieen der weiblichen Genitalien dieser Klasse sich anknüpfen lassen“. Leydig beobachtete Pigment im Hoden der Bachstelze und des Gimpels, und zwar ebenfalls nur in dem der einen Seite, während der andere pigmentfrei war. Ich halte es allerdings für wahrscheinlicher, dass es sich auch in diesen Fällen um Anomalien handelt, ähnlich den als Melanose beschriebenen pathologischen Erscheinungen bei Schlacht-

tieren. Allerdings habe ich in der diesbezüglichen Literatur keine Angaben gefunden, nach denen sich eine derartige Melanose auch auf die Hoden erstreckt, was wohl aber seinen Grund nur darin hat, dass die meisten männlichen Schlachttiere kastriert zur Schlachtbank kommen. Dass es sich auch bei den erwähnten Vögeln um Fälle von Melanose handelt, scheint mir der Umstand zu beweisen, dass in allen beobachteten Fällen nur ein Hoden davon befallen war, und zwar bald der rechte, bald der linke. Auch scheint bei diesen Vögeln eine Hodenpigmentierung nicht regelmässig, sondern vielmehr nur ausnahmsweise aufzutreten; wenigstens habe ich im Hoden eines mir zufällig in die Hände geratenen Gimpels kein Pigment finden können.

Eine Sonderstellung bezüglich der Pigmentierung nehmen unter den Vögeln einige Hühnerrassen ein. Bei diesen findet man nicht nur alle vier Hüllen in weitgehendstem Maße, sondern enorme Mengen von Pigment auch ausserhalb der vier Hüllen. Weidenreich weist in seiner Arbeit bereits ausdrücklich darauf hin. Hier heisst es: „Schwieriger ist es vorerst, eine andere Art der Pigmentation einzureihen, die bei manchen Vögeln vorkommt; beim Seidenhuhn (japanischen und siamesischen) ist nämlich unabhängig von der Farbe des Gefieders neben der Oberhaut auch das Periost violett- bzw. blauschwarz, ebenso bei den schwarzen Zwergseidenhühnern und den Mohren- oder Negerhühnern (cf. Brehm). Ob es sich in diesen Fällen um typische Chromatophoren handelt oder ob die Färbung nicht auf die bei Vögeln sonst häufigen Einlagerungen fett- oder ölartiger Gebilde zurückzuführen ist, bedarf der Untersuchung; ich habe wenigstens bis jetzt nichts über die Art jenes Pigments in der Literatur gefunden.“ Herr Geheimer Medizinalrat Professor Dr. O. Hertwig stellte mir die Aufgabe, diesen eigentümlichen Sonderfall der Pigmentierung bei Vögeln genauer zu untersuchen. Für das Interesse an meinen Untersuchungen und die mir dabei gewährte Unterstützung sage ich ihm und Herrn Dr. Weissenberg meinen herzlichsten Dank. Auch Herrn Professor Krause und Herrn Professor Poll danke ich für wertvolle Ratschläge.

Schon die ersten Präparate ergaben, dass typische Chromatophoren der Dunkelfärbung der Gewebe zu Grunde liegen. Andere Arten von Pigment spielen keine Rolle.

Ausser reichlichen Pigmentansammlungen in der Haut findet man stets sehr viel Pigment in der Dura und Pia des ganzen Gehirns und Rückenmarkes, so dass man im Gegensatz zu den bereits untersuchten Vögeln hier auch eine perineurale Pigmenthülle konstatieren kann. Auch in der Leibeshöhle und den Organen, die sich auf sie zurückführen lassen, findet sich Pigment, so dass man auch von einer pericöломatischen Hülle sprechen könnte. Fast überall zeigt ferner das Pigment die Neigung, sich um Gefässe herum anzusammeln. Aber damit ist die Verbreitung des Pigmentes noch nicht erschöpft; man beobachtet es ausserdem auch in den meisten anderen Organen und Geweben. Um einen Vergleich mit den Befunden Weidenreichs zu ermöglichen, ist es zweckmässig, so weit als möglich seine Bezeichnungen beizubehalten. Die enormen Ansammlungen von Pigment in den anderen Geweben, die sich unter einem fünften Namen kaum zusammenfassen lassen, sollen gesondert besprochen werden.

Material und Methoden.

Das Material für meine Untersuchungen wurde mir vom Zoologischen Garten freundlichst zur Verfügung gestellt. Zur Untersuchung gelangten zwei alte Tiere, ein Hahn und eine Henne, ferner ein 4–5 Monate alter Hahn, ein 6tägiges Küken und mehrere Embryonen verschiedenen Alters. Zum Fixieren wurden hauptsächlich verwandt Carnoysche und Zenkersche Lösung, Pikrinsublimatessig, Alkohol und Formalin. Knochen, die geschnitten werden sollten, wurden hauptsächlich mit Formalin fixiert. Zur Entkalkung verwandte ich Trichloressigsäure, die nur wirkt, wenn das zu entkalkende Objekt vorher nicht mit Alkohol in Berührung gekommen ist. Die entkalkten Knochen wurden mit Alaunlösung ausgewaschen, um eine Quellung zu verhindern. Andere Entkalkungsflüssigkeiten greifen das Pigment an. Untersucht wurden teils grobe in Xylol aufgehellte Schnitte mit einer binokulären Lupe, teils Mikrotomschnitte bei stärkerer Vergrösserung. Die Mikrotomschnitte wurden mit Boraxkarmin gefärbt und, wenn sie Knochenteile enthielten, mit Orange G nachgefärbt. Andere Färbemethoden erwiesen sich als wenig zweckmässig oder ganz unbrauchbar, weil sie das Pigment verdecken und die Untersuchung erschweren. Schöne Flächenbilder ergaben besonders abpräparierte Häute, wie Gehirnhäute, Periost,

Luftsäcke, Mesenterium etc. Diese liessen sich ebenfalls mit Formalin am besten konservieren, wurden dann abpräpariert und als Totalpräparate eingeschlossen.

Allgemeines über japanische Seidenhühner.

In Brehms Tierleben findet man von den japanischen Seidenhühnern folgende Beschreibung: „Bei dem Seiden-, Woll- oder Haarhuhn, früher auch wohl japanisches Huhn genannt, einer aus Japan und China stammenden schon im 16. Jahrhundert in Europa bekannten, unklassifizierten Rasse, ist das Gefieder woll- oder haarartig, indem die Schäfte der Konturfedern schlaff und weich sind, keine Elastizität besitzen und die Aeste und Strahlen keine Wimperchen und Häkchen haben, daher auch keine zusammenhängende Fahne bilden können, wodurch den Vögeln das Fliegen unmöglich gemacht ist. Der Schnabel ist ziemlich klein, der Kamm ein Rosenkamm, hinter dem sich eine Haube befindet. Die ziemlich langen Kehllappen und die Ohrlappen hängen herab, die ziemlich kurzen Läufe sind befiedert, und die Hinterzehe ist, wie beim Dorkinghuhn, doppelt. Kamm, Kinn- und Ohrlappen, die ganze Oberhaut und die Knochenhaut (das Periost) sind violettschwarz, wie mit Tinte überpinselt, doch ist die Färbung des Gefieders davon unabhängig, denn es gibt weisse, schwarze und bunte.“

Auch Darwin erwähnt häufiger Seidenhühner und schwarze Hühner. Bei letzteren erstreckt sich nach seinen Angaben die Schwarzfärbung der Haut und des Periostes nur auf die Hennen, eine Ansicht, die auf einem Irrtum beruhen dürfte. Wahrscheinlich sind schwarzhäutige und schwarzknochige Hühnerrassen schon von wenig kultivierten Völkern gezüchtet worden. Azara berichtet zu Ende des 18. Jahrhunderts in Südamerika eine solche Hühnerrasse gefunden zu haben, in einer Gegend, wo man nach Darwins Ansicht nicht das geringste Interesse für derartige Züchtungen hätte vermuten sollen. Dort wurde sie gezüchtet, weil sie für sehr fruchtbar galt und ihr Fleisch für heilkräftig gehalten wurde.

Dass die Pigmentierung der Seidenhühner keine primäre ist, versteht sich von selbst. Das Ei unterscheidet sich in nichts von den Eiern anderer Rassen, ist nur etwas kleiner, wie ja überhaupt die Seidenhühner kleiner bleiben, als die meisten

anderen Rassen. Das Pigment tritt vielmehr erst verhältnismässig spät auf. Embryonen im Alter von 7 Tagen sind, abgesehen von dem Pigment des Auges, noch vollkommen pigmentfrei. Auch bei 14tägigen Embryonen tritt es erst ziemlich spärlich verstreut im Bindegewebe auf. Reichlicher schon findet man es in den Geweben 16tägiger Embryonen. Aber selbst bei 18tägigen Embryonen erscheint die Oberhaut makroskopisch betrachtet noch hell, nicht viel dunkler als bei normalen Hühnchen. Dann aber muss sich der Pigmentreichtum rasch steigern, denn im Alter von 20 Tagen erscheinen die Embryonen bereits vollkommen schwarz.

Spezieller Teil.

Die cutane Pigmenthülle.

Die cutane Pigmenthülle hat, wie schon erwähnt, ihren Sitz nicht in den Federn, wenigstens nicht in ihren verhornten Bestandteilen, die vielmehr gänzlich frei von Pigment bleiben. Pigment enthält nur der vom Corium gelieferte Anteil der Feder. Bei Embryonen sieht man es mit den Gefässen des Coriums in die Federpapille eintreten. Ist die Feder ausgebildet und beginnt die Papille zu degenerieren, so bleiben gleichwohl die Pigmentzellen in der Federseele erhalten, verlieren hier oft nur ihre regelmässigen Formen und wahrscheinlich auch die Fähigkeit der Formveränderung. Oft aber behalten sie auch in dem abgestorbenen Gebilde ihre typischen Formen bei.

Grössere Mengen von Pigment treten erst in der Haut selber auf, die sonst bei Vögeln nur schwach pigmentiert zu sein pflegt. Indessen erwähnt Marshall auch einige Vögel mit dunkel pigmentierter Haut. Er findet dann im allgemeinen die Pigmentierung bei jüngeren Tieren stärker ausgebildet als bei alten. So erwähnt er, dass die Haut der jungen Krontauben „tiefschwarzviolett wie Tinte“ pigmentiert sei, während alte Tiere hellbleigrau sind. Nach Bernstein sind die jungen Tiere von *Centropus affinis* ganz schwarz, während beim ausgewachsenen Tier nur die Oberfläche der Bügeldrüse pigmentiert ist.

Eine ins Auge fallende dunklere Hautfärbung bei jungen Tieren gegenüber älteren habe ich an Seidenhühnern nicht konstatieren können. Allerdings scheint die Stärke der Pigmentierung nicht nur in der Haut, sondern auch in anderen Geweben

individuellen Schwankungen zu unterliegen, die aber kaum durch das Alter der Tiere bedingt sein dürften. So war z. B. der Darm des alten Hahnes reichlich mit Pigmentflecken besetzt, während der des jungen fast einfarbig hell erschien und, abgesehen von Kropf, Drüsenmagen und Kaumagen, die ebenfalls recht stark pigmentiert waren, nur an den Blinddärmen und in der Gegend ihrer Ansatzstellen dunkler gefärbt war. Andererseits waren die Hoden beim jungen Hahn sowohl in der Albuginea als auch im interstitiellen Bindegewebe ganz erheblich stärker pigmentiert als beim alten Tier. Möglicherweise ist die Hodenpigmentierung alter Hähne auch deshalb schwächer als bei jungen, weil beim Wachstum des Hodens die Pigmentzellen nicht eine entsprechende Vermehrung erfahren.

Häufiger und reichlicher als die Haut selbst sind Hautlappen pigmentiert, die bei vielen Vögeln am Kopfe vorkommen. Auch hierüber macht Marshall eine ganze Reihe von Angaben. *Chasmorhynchus variegatus* hat eine nackte schwarze Kehlhaut mit wurmförmigen Klunkern. *C. tricarnuculatus* hat auf der Stirn und an jedem Mundwinkel einen „schlanken, nackten, schwarzen und hohlen Hautfortsatz“ von 7 cm Länge. *C. nivens* hat auf der Stirn einen einfachen schwarzen Fortsatz. Bei *Schlegelia calva* ist der Oberkopf kahl und lebhaft kobaltblau.

Bei Vögeln liegt das Pigment der Haut nach Leydig in den Epidermiszellen, nach Gegenbaur im Stratum Malpighi. Nach Jeffries befindet sich das Pigment im Corium, und zwar eine geringere Lage von Pigmentzellen unmittelbar unter dem Stratum Malpighi und eine dichtere in den tieferen Schichten des Coriums. Im grossen und ganzen trifft diese letzte Angabe auch auf meine Objekte zu. Auch hier sieht man auf Querschnitten, dass sich die Chromatophoren oft in zwei Lagen anordnen, von denen eine direkt unter dem Stratum Malpighi liegt, die andere in der Tiefe des Coriums. Meistens ist auch, wie Jeffries fand, die tiefere Schicht die mächtigere; es ist dies jedoch nicht immer der Fall, denn oft genug tritt auch die tiefere Schicht an Mächtigkeit hinter der oberflächlichen zurück. Der Raum zwischen den beiden Schichten bleibt aber auch nicht frei von Pigmentzellen. Man findet dieselben vielmehr überall auch zwischen den beiden Lagen bald weniger dicht, bald zahlreicher, oft so, dass die Anordnung in zwei Schichten mehr oder minder

verwischt und durch eine einzige, dafür aber um so mächtigere Schicht mitten im Corium ersetzt wird.

Die Anordnung des Pigmentes wird hauptsächlich bedingt durch den Verlauf der Blutgefäße, um welche herum es sich mit Vorliebe ablagert. Auch dort, wo es sich in zwei Schichten anordnet, ist dies darauf zurückzuführen, dass dann die Gefäße dicht unter dem Stratum Malpighi und in der Tiefe der Lederhaut reichlicher entwickelt sind als in ihrer Mitte, während das Umgekehrte der Fall ist, wenn das Pigment als breiter Streifen mitten im Corium liegt.

Die Anordnung in zwei Schichten zeigt mit schematischer Deutlichkeit das Pigment im Integument des Laufes (Tafel I, Fig. 9), das überhaupt einen enormen Reichtum an Chromatophoren aufweist, die sich auch hier um Gefäße gruppieren. Man sieht hier ein gleichmässiges, zahlreiche Gefässanschnitte umfassendes Band von Pigmentzellen in der Tiefe des Coriums verlaufen. Unter der Epidermis liegt ein ähnliches, in der Regel noch stärkeres Chromatophorenband. Zwischen beiden Schichten sind die Pigmentzellen nur spärlich verteilt.

Gefässquerschnitte sind überall von einem dichten Kranz von Chromatophoren umgeben. Wie sehr die Gefäße die Anordnung der Pigmentzellen beeinflussen, ersieht man aus der Fig. 2, die angefertigt ist nach der Photographie eines Totalpräparates von der Haut der Flügelinnenseite. Die Gefäße scheinen hier so deutlich hindurch, als wenn sie natürlich injiziert wären. Sie werden von dichten Pigmentsammlungen umgeben oder zum mindesten seitlich begrenzt. Dann liegen noch kleinere Pigmentansammlungen darüber, die in ihrem Innern fast kreisrunde helle Flecken zeigen. Diese Figuren werden dadurch bedingt, dass in der Haut liegende Fettzellen ganz von den Ausläufern der Chromatophoren umschlossen werden.

Ebenso gern wie um die Gefäße lagert sich das Pigment um die Federwurzeln ab, die gleichfalls in einer dichten Hülle von Chromatophoren zu stecken pflegen (Taf. I, Fig. 1).

Ganz ähnlich, wie in der gesamten Oberhaut, liegen die Verhältnisse im Kamm und in den Kehlappen. Auf Querschnitten durch die Kehlappen alter Tiere sieht man in der Regel deutlich vier verhältnismässig scharfe Pigmentlinien, weil ja die Kehlappen aus einer nur durch wenig Bindegewebe getrennten

Doppelhaut bestehen. Auffallend ist allerdings die Tatsache, dass oft eine von diesen schwächer wird oder selbst spurlos verschwindet. Man findet Stellen, an denen die beiden äusseren Lagen vollkommen fehlen, oft ist dies auch nur an einer Seite der Fall. Dieses Fehlen fällt umso mehr auf, als gerade die Schichten unter dem Stratum Malpighi von einem dichten Gefässnetz durchflochten sind, das wahrscheinlich durch Füllung mit Blut das Anschwellen dieser Hautlappen ermöglicht. Beim Truthahn enthalten die Hautlappen nach Ingorow ein „oberflächlich liegendes Gefässnetz mit kompliziertem aber unregelmässigem Verlauf und stellenweise auftretenden Erweiterungen“ (nach Marshall). Von ähnlicher Beschaffenheit ist auch das oberflächliche Gefässnetz im Kamm und den Kehllappen dieser Hühner.

Auffallend ist ferner, dass da, wo die oberflächliche Pigmentschicht fehlt, die in der Tiefe liegende Schicht um so mächtiger ist. Wo dagegen viel Pigment an der Oberfläche vorhanden ist, ist die tiefere Schicht nur schwach oder kann selbst ganz fehlen. Stellenweise sieht man grössere Pigmentzellenkomplexe von der unteren Schicht nach der Oberfläche sich vorschieben, ohne dass hier an in gleichem Sinne verlaufende Gefässe gebunden wären.

Es legen diese Tatsachen die Vermutung nahe, dass die beiden Schichten in Beziehungen zu einander stehen, und dass ihre Chromatophoren die Fähigkeit besitzen, nach der Oberfläche zu wandern und sich in die Tiefe zurückzuziehen.

Angaben über Farbenwechsel in der Haut von Vögeln, der durch Chromatophorenwanderung bedingt ist, habe ich allerdings nirgends finden können. Auch fehlt es mir selbst an Beobachtungen an lebenden Tieren, die meine Angaben zu bestätigen geeignet wären. Dagegen sagten mir einige am hiesigen Zoologischen Garten angestellte Herren, dass die Hautlappen oft, besonders im Sommer, mehr rosa sind, während sie sonst blauschwarz sind. Die Rotfärbung würde sich dann eben dadurch erklären, dass das Pigment der Oberfläche in die Tiefe wandert, während es bei der Dunkelfärbung wieder an die Oberfläche tritt. Bei dem zuletzt von mir untersuchten Hahn, einem diesjährigen Tier, habe ich ausdrücklich beim Abtöten auf die makroskopische Beschaffenheit der Kammbildungen und der Kehllappen geachtet.

Sie hatten eine auffallend rote Färbung und waren nicht viel dunkler als bei unpigmentierten Hühnerrassen. Die angefertigten Schnitte zeigten in der Tat, wie nach meiner Annahme zu erwarten war, dass alles Pigment in der Tiefe lag und die Oberfläche gänzlich frei davon war.

Dass hier der Farbenwechsel auf ähnliche Weise zustande kommt wie beim Truthahn, halte ich für unwahrscheinlich. Hier wird bekanntlich die schwarzblaue Färbung der Hautlappen im Erregungszustande dadurch verdeckt, dass sich das an der Oberfläche liegende Gefässnetz mit Blut füllt und so ein Uebergehen der bläulichen Färbung in eine scharlachrote herbeiführt. Es mag vielleicht auch die Füllung des Gefässnetzes mit Blut beim Farbenwechsel durch Verdecken des Pigmentes eine Rolle spielen, jedenfalls aber nicht die Hauptrolle, denn bei dem jungen Hahn war dieses Gefässnetz noch gar nicht entwickelt, vielmehr war die Oberfläche auffallend arm an Gefässen. Auch scheint der Farbenwechsel bei den Seidenhühnern nicht durch Erregungszustände bedingt zu sein, sondern vielmehr von Temperaturverhältnissen abzuhängen.

Wenn man die Haut vom Körper der Seidenhühner entfernt, erscheint der abgezogene Körper gleichwohl noch schwarz, obwohl die Muskulatur selbst nicht eine dunklere Färbung zeigt. Dies liegt daran, dass sich unter dem Corium das Bindegewebe abermals zu einem reich pigmentierten Häutchen verdichtet, das unter der Haut den ganzen Körper des Tieres überzieht und sich am Halse in die Halsfascie fortsetzt, die auch dieselbe Anordnung des Pigmentes zeigt. Von ihr gibt Fig. 3 eine Abbildung.

Die perineurale Pigmenthülle.

Gehirn- und Rückenmarkshäute.

In den perineuralen Hüllen erlangt der Reichtum an Chromatophoren eine ganz unglaubliche Höhe. Die Dura mater des Gehirns ist eins der an Chromatophoren reichsten Präparate des ganzen Tieres. Von der Fülle des in ihr enthaltenen Pigmentes gibt Fig. 5 eine Vorstellung, die dazu noch eine der hellsten Stellen wiedergibt. Bei makroskopischer Betrachtung erscheint sie vollkommen undurchsichtig und pechschwarz, nur die Gefässe sieht man hier und da hindurchschimmern. Auch die Dura mater

des Rückenmarkes ist sehr stark pigmentiert, wenn auch nicht ganz in demselben Maße wie die des Gehirns.

Die Pia mater ist sowohl am Gehirn als auch am Rückenmark viel weniger dunkel, ohne dass man sie indessen pigmentarm nennen könnte. Erwähnt sei gleich hier, dass auch in den perineuralen Hüllen das Pigment die Tendenz zeigt, sich den Gefässen anzulegen und zwar in der Weise, dass die Gefässe beiderseits von enormen Pigmentmassen begrenzt werden, während wenigstens an der Dura ihre Oberfläche meist frei davon bleibt oder nur teilweise von einigen Chromatophoren überdeckt wird. Aber auch zwischen den Gefässen liegen gleichmässig verteilt grosse Pigmentansammlungen, die hier nur weniger dicht sind als in unmittelbarer Nachbarschaft der Gefässe. In der Dura mater des Gehirns sind die Chromatophoren nicht in einer Schicht ausgebreitet, sondern es liegen, wie man dies besonders deutlich auf Schnitten aber auch am Totalpräparat ganz gut sieht, zwei oder sogar drei Schichten übereinander, die aber oft so dicht aufeinander folgen, dass Schnitte nur ein einheitliches schwarzes Band zeigen. Die Elemente der oberen Schicht sehen aus, als ob sie sich aus kleinen, dicht nebeneinander gelegenen Fasern zusammensetzen, weil die Pigmentkörnchen in ihnen sich zu parallelen Reihen anordnen. Sie sind schmaler als die Zellen der unteren Lage und geben der ganzen oberflächlichen Lage eine fasrige Struktur. Der Kern ist von den Pigmentkörnchen überdeckt und nur selten sichtbar. Die darunter gelegene Schicht besteht aus grossen, mit deutlich sichtbarem Kern versehenen Chromatophoren, die einen kompakten Eindruck machen und nur wenige und kurze Ausläufer zeigen. Meist ist die obere Lage schon so dicht, dass sie die untere vollkommen überdeckt, so dass diese nur da deutlich sichtbar wird, wo die oberste Schicht schwächer entwickelt ist.

Übersichtlichere Bilder liefert die Pia mater. Hier ist nur eine einheitliche Schicht von Chromatophoren vorhanden, die höchstens mit ihren Ausläufern übereinander greifen; nur selten liegen sie mit ihren ganzen Körpern übereinander. Auch haben hier die Pigmentkörnchen in der Regel nicht eine so intensive Dunkelfärbung wie in der Dura. Nur in der Umgebung der Gefässe sind die Pigmentzellen ebenso dunkel. Sonst sind sie viel heller und erscheinen oft nur undeutlich und verschwommen.

In der Pia legt sich meist das Pigment nicht nur seitlich den Gefässen an, sondern umhüllt sie vollkommen (Taf. I, Fig. 6).

Die Dura mater des Rückenmarkes weicht insofern von der des Gehirns ab, als hier die Zellen, die durch Anordnung der Pigmentkörnchen in parallelen Reihen eine faserige Struktur zeigen, wie dies bei der Dura des Gehirns der Fall ist, fehlen. Sie enthält nur normale mit Ausläufern und deutlich sichtbarem Kern versehene oder ganz kuglich zusammengeballte Chromatophoren. Ebenso sind die Pigmentzellen der Pia des Rückenmarkes beschaffen, sie sind hier nur wieder auffallend heller.

Untersuchungen über die Pigmentierung der Hirn- und Rückenmarkshäute bei Säugetieren und niedern Wirbeltieren haben zu dem Ergebnis geführt, dass hier die dorsale Seite stets stärker pigmentiert ist als die ventrale. Bei den perineuralen Hüllen der Seidenhühner trifft dies nicht zu, vielmehr sind diese Häute in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig pigmentiert. Auch die vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden Nerven sind von pigmentierten Häuten umgeben.

In der Substanz des Gehirns und Rückenmarkes selbst dagegen zwischen den Nerven und Ganglienzellen findet man nie Pigmentzellen: auch werden hier Gefässe nirgend von solchen begleitet.

Die Pigmentierung des Auges.

Beim Augapfel ist die Lagerung des Pigments dieselbe wie bei normalen Hühnern, doch ist hier die Pigmentierung der Chorioidea eine ganz enorme starke. Die Pigmentschicht ist hier wohl zwei bis dreimal so stark wie bei andern Hühnerrassen. Schon an jungen Embryonen fällt auf, dass die Pigmentschicht im Auge viel stärker ausgebildet ist als bei den gleichaltrigen Embryonen unpigmentierter Hühnerrassen.

Das Bindegewebe um den Augapfel herum enthält ebenfalls viel Pigment, das sich um die Sclera abermals zu einer scharf umgrenzten Hülle anordnet und auf Schnitten als ununterbrochener Ring um das Auge herum sichtbar ist.

Das Pigment in der Nasenschleimhaut.

Auch Nase und Gehörorgan sind reichlich pigmentiert. Die Nasenschleimhaut ist überall von einem gleichmässigen, lockeren Netz von Chromatophoren durchzogen. Bei niederen Wirbel-

tieren und bei Säugetieren ist Anwesenheit von Pigment in der Nasenschleimhaut häufiger beobachtet worden. So erwähnt Babuchin das Vorkommen von Chromatophoren in dem die Nasenschleimdrüsen umgebenden Bindegewebe: „Wie hier, so auch in den tieferen Schichten des Bindegewebes befinden sich viele spindelförmige und mit verästelten Fortsätzen versehene Zellen, welche, vorzüglich bei niederen Tieren, auch schwarzes Pigment enthalten können.“ Auch Weidenreich erwähnt verschiedene Fälle von Pigmentierung der Nasenschleimhaut bei Säugetieren und niederen Wirbeltieren. Bei den Seidenhühnern liegen die Chromatophoren im Bindegewebe der Nasenschleimhaut direkt unter den Schleimdrüsen, pflegen aber nicht zwischen die einzelnen Drüsen einzudringen. An Schnitten durch die Nasenmuschel sieht man diese Verhältnisse am besten, auch schon an jungen Tieren und älteren Embryonen. Die konkave Seite ist dabei stets viel reichlicher pigmentiert als die andere und enthält eine dichte Schicht von Chromatophoren, so dass man diese auf Schnitten sich zu einem, allerdings doch oft unterbrochenen Bande anordnen sieht. Auf der konvexen Seite dagegen sind die Pigmentzellen weit spärlicher.

Pigmentierung des Gehörorgans.

Auch in Betreff der Pigmentierung des Gehörorgans existieren nur auf Säugetiere und niedere Wirbeltiere bezügliche Angaben. Es würde zu weit führen, alle hierher gehörenden Untersuchungen zu erwähnen, und ich will mich damit begnügen, auf Weidenreich zu verweisen, der eine ganze Reihe diesbezüglicher Angaben macht. Bei Säugetieren kommt nach Alexander bei fast allen von ihm untersuchten Arten Pigment im Labyrinth vor. Es ist hier gebunden an Chromatophoren ganz ähnlich denen der Chorioidea und liegt hauptsächlich im Bindegewebe, selten im Epithel.

Bei den Seidenhühnern enthält nicht nur das Bindegewebe des Labyrinthes Pigment. Auch der ganze innere Gehörgang und die Paukenhöhle sind pigmentiert. Die Columella ist von einem reichlich pigmentierten Häutchen überzogen, und selbst dem Trommelfell sind Chromatophoren eingelagert. In diesem ist das Pigment fast ausschliesslich an die Gefässe gebunden. Man findet hier zu beiden Seiten der Gefässe je eine Pigmentlinie,

die sich aus einzelnen Chromatophoren zusammensetzt. Über und unter den Gefässen liegen keine Chromatophoren. Auch zwischen den Gefässen findet man sie selten (Taf. I, Fig. 11).

Die Pigmentauskleidung der pneumatischen Hohlräume im Schädel.

Im Anschluss hieran will ich gleich die Pigmentierung der pneumatischen Hohlräume im Schädel besprechen, die ja bekanntlich als Einstülpungen aus der Nasenhöhle und der Paukenhöhle in die Schädelknochen hinein entstehen.

Das Primordialekranium ist von Pigment frei. Überhaupt gehört Knorpel zu den wenigen Geweben, die nie Pigment enthalten. Die ersten Chromatophoren findet man erst in den Anlagen der Deckknochen bei Embryonen im Alter von etwa 14—16 Tagen. Hier sind sie aber noch äusserst selten und liegen nicht in der Knochensubstanz, sondern stets in der Umgebung der Gefässe. Viel reichlicher treten sie erst auf im Knochenmark alter Embryonen und junger Tiere. Ihre Schwarzfärbung erhalten die Schädelknochen, wenn man die ihnen nur äusserlich aufliegenden schwarzen Häute, nämlich Dura mater und Periost unberücksichtigt lässt, erst durch das Eintreten der pigmentierten Einstülpungen von der Nasen- und Paukenhöhle her (Tafel II, Fig. 13). Dabei finden die Pigmentzellen des Knochenmarkes wahrscheinlich keine Verwendung zur Pigmentierung der pneumatischen Hohlräume, sondern werden gemeinsam mit dem Knochenmark resorbiert. Auf Schnitten durch den Schädel junger Hühner, bei denen der Pneumatisierungsprozess gerade begonnen hat, sieht man nämlich sehr oft an ein und demselben Knochen das eine Stück schon pneumatisiert, während das andere noch mit Mark erfüllt ist. Dabei fällt auf, dass das Knochenmark reichlicher pigmentiert ist, als die Wandungen der Hohlräume. Es müssen demnach die Pigmentzellen, die der vordringende Luftsack im Knochenmark vorgefunden hat, irgendwie beseitigt worden sein. Die Wandungen der pneumatischen Hohlräume sind bei ganz jungen Tieren viel ärmer an Pigment als bei alten. Sie bringen also wahrscheinlich nicht gleich all ihr Pigment mit sich, sondern erhalten ihre endgültige, reichliche Pigmentierung erst bei zunehmendem Alter.

Im Bereich der Paukenhöhle sind die pneumatischen Hohlräume am grössten. Sie dringen in fast alle Knochen des Schädels ein. Bei makroskopischer Betrachtung erscheint unpigmentiert nur die vordere Region des Frontale. Auch Gefässe, die hier reichlich vorhanden sind, führen kein Pigment. Auf Schnitten durch die hell gefärbte Frontalregion sieht man dann aber, dass auch hier die Pneumatisierung und mit ihr die Pigmentisierung keineswegs ganz unterdrückt ist, jedoch sind hier die pneumatischen Hohlräume sehr viel spärlicher vorhanden und auch viel enger als in den andern von der Paukenhöhle aus pneumatisierten Schädelknochen; sie erreichen in letzteren eine solche Entwicklung, dass von der Knochensubstanz nur ein ganz feines Gebälk übrig bleibt, das dann überall von den pigmentierten Häuten überzogen ist (Taf. I, Fig. 7 und Taf. II, Fig. 13).

Die Pneumatisierung ergreift auch das Quadratum in seiner ganzen Ausdehnung und geht von ihm auch in den Unterkiefer. Hier lässt sich jederseits ein gerader Luftkanal bis in die Schnabelspitze verfolgen. Von diesem gehen engere Kanälchen nach der Peripherie der Unterkieferknochen, ohne jedoch die Oberfläche zu erreichen.

Weit weniger stark pneumatisch als die von der Paukenhöhle aus pneumatisierten Knochen sind die von der Nasenhöhle mit ihren Luftkanälen versorgten Elemente des Oberschnabels. Die Knochen bleiben hier im Wesentlichen massiv. Zwar treten Luftsäcke von geringerer Ausdehnung in sie hinein, aber nie werden sie in demselben Maße spongiös wie die eigentlichen Schädelknochen. Daher sind sie auch nicht schwarz gefärbt, sondern unterscheiden sich in der Farbe nicht von den betreffenden Knochen unpigmentierter Hühnerrassen.

Das Jugale und das Zungenbein mit seinen Hörnern bleiben frei von Lufträumen und von Pigment.

Von den pneumatischen Hohlräumen der Schädelknochen ziehen häufiger stark pigmentierte Gefässe durch die Knochensubstanz hindurch nach der inneren oder äusseren Schädeloberfläche. Die dort durch ihr Austreten entstehenden Öffnungen sind wahrscheinlich identisch mit den schon von Darwin an der Oberfläche von Seidenhuhnschädeln beobachteten kleinen Öffnungen.

Die pericöломatische Pigmenthülle.

Leibeshöhle und Pericard.

Bei niederen Wirbeltieren ist Pigmentierung der Leibeshöhle weit verbreitet. Bei Säugetieren wird sie nur gelegentlich als Anomalie erwähnt und bei Vögeln fehlt es überhaupt an Angaben. Bei japanischen Seidenhühnern ist die Leibeshöhlenpigmentierung in ihrer ganzen Ausdehnung eine recht starke. Stärker noch als die übrigen Teile der Leibeshöhle ist das Pericard pigmentiert, das auch bei makroskopischer Betrachtung schon total schwarz erscheint. Auch hier begleiten die grössten Pigmentansammlungen beiderseits die Gefässe, während zwischen den Gefässen die Zahl der Chromatophoren eine geringere ist (Fig. 12).

Pigmentierung des Darmtractus.

Im Anschluss an die Pigmentierung der Leibeshöhle will ich gleich die des Darmes und der Respirationsorgane besprechen. Das Mesenterium, an dem der Darm in der Leibeshöhle aufgehängt ist, wird von einem lockeren Netz von Chromatophoren durchzogen. Auch der Darm selbst enthält viel Pigment in unregelmässiger Verteilung. Am reichlichsten sind hier die Chromatophoren im Kropf und an der Oberfläche des Kernmagens, die beide eine vollkommen schwarze Färbung zeigen. Besonders der Magen ist von einer so dichten Pigmenthülle umgeben, dass man die Formen der einzelnen Zellen gar nicht unterscheiden kann und man auf Schnitten nur ein scharf begrenztes, gleichmässig schwarzes dünnes Band sich über der Magenmuskulatur ausbreiten sieht. In der Magenmuskulatur selbst hingegen findet man meist nur vereinzelt Pigmentzellen; nur selten sammeln sie sich auch hier einmal um ein Gefäss herum zu grösseren Komplexen an.

Weit weniger stark ist der Darm in seinem übrigen Verlauf pigmentiert. Auch ist hier die Verteilung der Chromatophoren eine ganz unregelmässige, indem sich stellenweise grössere Pigmentansammlungen befinden, während andere Stellen weniger stark oder überhaupt nicht pigmentiert erscheinen, so dass dadurch der Darm ein geflecktes Aussehen erhält. Die Stärke und Verteilung der Pigmentierung des Darmes unterliegt individuellen Schwankungen. Flächenpräparate von den dunkleren Flecken im

Darm lassen ebenfalls oft eine Verteilung des Pigmentes in zwei über einander liegende Schichten erkennen, von denen die obere in der Serosa, die untere in der Muskulatur liegt. In der oberen Schicht ordnen sich die schmalen, spindelförmigen Chromatophoren sich mit ihren Enden berührend zu wellenförmigen Figuren an, während die darunter liegenden sich den Gefäßen anlegen (Taf. II, Fig. 17).

Auch im Darm liegen die meisten Chromatophoren an der Oberfläche, nämlich in der Serosa. Zahlreich pflegen sie auch in der Längsmuskulatur zu sein. In der Ringmuskulatur sind sie im allgemeinen selten. Stellenweise findet man sie aber auch hier. In der Ringmuskulatur der Blinddärme sind sie sogar recht zahlreich und überwiegen hier über das Pigment der Längsmuskulatur.

Das Pigment in den Respirationsorganen.

Auch die Respirationsorgane sind reichlich pigmentiert. Bei Säugetieren ist durch Chromatophoren bedingte Pigmentierung der Lunge häufiger als Anomalie beobachtet worden. Bei Vögeln dagegen hat man es in der Lunge noch nie gefunden; Leydig hebt ausdrücklich hervor, dass die Vogellunge stets frei von Pigment ist.

Bei Seidenhühnern ist schon die Trachea vollkommen schwarz. Bedingt ist hier die Schwarzfärbung durch die reichliche Pigmentierung des die Knorpelringe einhüllenden Perichondriums. Die Lunge enthält, schon makroskopisch sichtbar, winzige schwarze Flecken. Schnitte durch die Lunge ergeben, dass die Oberfläche und das darunter gelegene Gewebe am reichlichsten pigmentiert ist. Nach der Mitte zu wird die Pigmentierung schwächer, ohne jedoch ganz zu verschwinden. Man findet vielmehr auch hier zahlreiche Pigmentzellen nicht nur um die Gefäße herum, sondern auch in der bindegewebigen Umhüllung der Lungenpfеifen und im Lungengewebe selbst.

Die Luftsäcke.

Viel Pigment enthalten auch die Luftsäcke und zwar die vorderen mehr als die hinteren. Am reichlichsten pigmentiert sind die in die Knochen eintretenden Luftsäcke. Ein solcher kleidet die ganze Innenfläche des Oberarmes aus, dringt aber

nicht in die Knochen des Unterarmes ein. Das Coracoid ist, allerdings nur in seinem sternalwärts gelegenen Teile, ebenfalls von einem reichlich pigmentierten Luftsack erfüllt; der übrige Teil enthält pigmentiertes Mark und Fett. Auch das Sternum erhält in seinen Hohlräumen durch Eindringen von Luftsäcken eine reichliche Pigmentausrüstung. Allerdings ist nur der vordere Teil von der Ansatzstelle des Coracoids bis etwa zum Anfang der Crista sterni pneumatisiert, während der hintere Teil und die Crista frei von pneumatischen Hohlräumen bleiben. Die Pneumatisierung beginnt an der Verbindungsstelle mit dem Coracoid mit einigen grossen Hohlräumen; diese setzen sich nach hinten zu in engere Röhren fort, die netzartig mit einander anastomosieren, um schliesslich blind zu endigen. Halswirbel und Halsrippen sowie auch ein Teil der Brustwirbel sind ebenfalls pneumatisch und ihre Hohlräume mit pigmentierten Luftsackzweigen ausgekleidet.

Auffallend ist, dass in denjenigen Luftsackteilen, die in Humerus und Coracoid eindringen, neben reichlich verästelten Pigmentzellen auch kugelig oder oval zusammengeballte liegen. Auch diese sind gerade in der Umgebung der Gefässe ganz besonders zahlreich und übertreffen hier oft an Zahl die verzweigten, während in einiger Entfernung von den Gefässen wieder verzweigte Chromatophoren vorherrschen.

Ich war anfangs geneigt, diese Erscheinung auf die Einwirkung des zum Abtöten der Tiere verwandten Chloroforms zurückzuführen, das ja in der Lunge und deren Anhängen direkt auf die Chromatophoren einwirken und die Kontraktionen bedingen könnte. Dagegen spricht andererseits die Tatsache, dass nur diejenigen Teile der Luftsäcke von dieser Erscheinung betroffen werden, die in Knochenhöhlen eingelagert sind, während ihre frei in der Leibeshöhle liegenden Teile nur verästelte und spindelförmig gestreckte Pigmentzellen enthalten, und dass auch auf Präparaten, die von geschlachteten Tieren stammen, in den Knochenhöhlen entnommenen Luftsackwandungen zusammengeballte Chromatophoren ebenso zahlreich sind als auf Präparaten von mit Chloroform abgetöteten Tieren. Auch sonst findet man derartig kontrahierte Pigmentzellen fast nur in den Knochen, so z. B. recht zahlreich im Knochenmark und in den Wandungen der Haversischen Kanäle.

In den Thorakalsäcken ist die Verteilung des Pigmentes eine ausserordentlich regelmässige. Die Pigmentzellen liegen fast alle in derselben Höhe und zeigen meist nur wenige kurze Ausläufer. Sie sind vielmehr oft annähernd polygonal und liegen dann nebeneinander wie Pflastersteine. Oft legen sie sich mit ihren Rändern so dicht aneinander, dass ihre Grenzen kaum kenntlich sind und nur die deutlich sichtbaren Kerne verraten, aus wie viel Zellen ein solcher Komplex besteht. So treten die Chromatophoren auch an die Gefässe heran, ohne jedoch an deren Rändern zahlreicher zu werden. Die Oberfläche der Gefässe bleibt von Pigment wieder ganz frei. Über dieser gleichmässigen Schicht liegen zuweilen noch kleine Gruppen von langgestreckten, spindelförmigen Pigmentzellen.

Arm an Pigment sind die abdominalen Luftsäcke; hier beschränken sich die Chromatophoren darauf, in langgestreckter Spindelform beiderseits die Gefässe zu begleiten. Es entstehen so ganz ähnliche Bilder, wie sie Präparate vom Trommelfell zeigen.

Die perivaskuläre Pigmenthülle.

Das perivaskuläre Pigment dürfte eigentlich kaum beanspruchen, als selbständige Hülle besprochen zu werden, da ja, wie wir gesehen haben, auch in der cutanen, der perineuralen und pericölomatischen Hülle das Pigment überall das Bestreben zu perivaskulärer Ablagerung zeigt. Gleichwohl will ich einige bisher noch nicht erwähnte Ablagerungen von Pigment um die Gefässe besonders besprechen.

Das Herz ist nach Herausnahme aus dem Pericard pigmentfrei, abgesehen von Fettanhäufungen an seiner Oberfläche, die von einem feinen pigmentierten Häutchen überzogen sind. Aber die vom Herzen abgehenden und in dasselbe einführenden Gefässe sind bereits reichlich pigmentiert. Sie erscheinen dadurch wie durch Injektion hervorgehoben und lassen sich bequem bis zum Eintritt in die Gewebe verfolgen.

Auffallend sind auch die perivaskulären Pigmentablagerungen in den mit Mark und Fett erfüllten Knochenhöhlräumen. Man findet Chromatophoren in den Markräumen sämtlicher Knochen. Am deutlichsten zeigen sie ihren perivaskulären Charakter in den grossen Markräumen der Röhrenknochen, wo man die Gefässe ebenfalls als dunkle Stränge durch den ganzen Knochen hindurch

verfolgen kann. Sie sind dem Knochenmark und dem Fett so locker eingelagert, dass man sie mit einer Pinzette fassen und mit samt ihrer Pigmenthülle herausziehen kann (Fig. 16). Schöne Bilder ergeben Querschnitte, die durch das Knochenmark der Röhrenknochen angefertigt sind. Man sieht darauf in der Mitte des Präparates ein oder mehrere von dichten Pigmentmassen umhüllte Gefässe (Fig. 16). Von hier aus strahlen die Pigmentzellen nach der Peripherie des Knochenmarkes aus und werden immer seltener, je näher sie dem Markrande kommen.

Auch durch die Knochensubstanz des Schädels sieht man einige pigmentierte Gefässe verlaufen. Man findet Pigment um die Gefässe des Knochens sonst meist nur da, wo sie aus dem den Knochen umhüllenden Bindegewebe in die Knochensubstanz eintreten. An den Haversischen Kanälen ist die Pigmentierung stark reduziert, aber nicht ganz unterdrückt. Man findet hin und wieder auch in ihren Wandungen vereinzelt oder zu kleinen Gruppen angeordnete Pigmentzellen, die hier aber nie ausgestreckt und verästelt, sondern stets kugelig oder oval zusammengeballt sind. Man findet sie auch nur in den Kanälen der Knochenperipherie, wo sie wahrscheinlich vom Periost her mit eingeschleppt sind. Sie fehlen dagegen ganz den Gefässen, die mitten in der Knochensubstanz oder in der Nachbarschaft der den Markraum begrenzenden Knochenfläche liegen. Am zahlreichsten sind sie da, wo Gefässe aus dem Periost in den Knochen eintreten. Hier sieht man das Gefäss dann noch eine kurze Strecke weit von dichten Massen von Pigmentzellen, die noch ihre Ausläufer besitzen, umgeben. Je weiter aber das Gefäss in den Knochen vordringt, um so seltener werden sie, um schliesslich überhaupt aufzuhören.

Nicht überall indessen erfahren die anwesenden Pigmentmassen in der Umgebung der Gefässe eine auffallende Steigerung. In manchen dünnen Häutchen, dem Periost, den Diaphragmasäcken und der Hodenalbuginea z. B. ist die Verteilung der Chromatophoren eine ganz gleichmässige, auch zu beiden Seiten der Gefässe. Die Oberseite und die Unterseite der Gefässe bleiben sogar ganz frei von Pigment. Dies ist allerdings auch da der Fall, wo das Pigment zu beiden Seiten der Gefässe eine Steigerung erfährt, so dass man die Gefässe als helle Kanäle begrenzt von ganz dunklen Pigmentanhäufungen sieht. In der Hoden-

albuginea des alten Hahnes liess sich sogar in der Umgebung der Gefässe eine Abnahme des Pigmentes konstatieren (Fig. 4).

Pigmentierung des Periosts und Perichondriums.

Am auffallendsten und daher am längsten bekannt ist die Schwarzfärbung der Knochen. Überall, wo in älterer Literatur von Seidenhühnern die Rede ist, wird auch auf diese abnorme Knochenfärbung hingewiesen. Von der Pigmentierung der pneumatischen Hohlräume der Schädelknochen, des Humerus, Coracoids etc. war schon auf Seite 13 und 16 die Rede. Die oberflächliche Schwarzfärbung der Knochen wird bedingt durch Einlagerung von zahlreichen Chromatophoren in das Periost, das in gleichmässiger Schwärze sämtliche Knochen überzieht und das ganze Skelett wie aus Ebenholz geschnitzt erscheinen lässt. Farbstoffe öligler Natur, denen Weidenreich diese auffallende Färbung zuschreibt, spielen dabei keine Rolle. Nach Entfernung des Periosts hat der Knochen die natürliche Färbung.

Bei höheren Wirbeltieren ist Pigmentierung des Periostes auch nur als Anomalie bekannt geworden und auch dies nur bei Säugetieren. So erwähnt z. B. Feuereissen bei Beschreibung der Pigmentierung eines mit Melanose behafteten Kalbes auch Pigmentablagerungen im Periost: „Das Periost des Wirbelkanales ist an den entsprechenden Stellen total schwarz gefärbt, und, wenn man es mit dem Messer abkratzt, sieht man, dass das Pigment bis in den Knochen hineinreicht. Ein Teil des Wirbelkörpers der betreffenden Rückenwirbel zeigt gleichfalls eine schwarzgraue Färbung.“

An meinen Objekten habe ich feststellen können, dass die Schwarzfärbung sich nicht auch auf die unter dem Periost gelegenen Knochen erstreckt, höchstens dringt sie mit dem Periost in kleine Risse und Vertiefungen oder mit den Gefässen des Periosts auch in den Knochen selbst ein; die Pigmentierung ist dann aber nicht stark genug, um die Färbung der Knochen-substanz zu beeinflussen.

Nur in den Röhrenknochen findet man kleinere zusammengeballte Pigmentkörperchen der Knochen-substanz direkt eingelagert. Es handelt sich hier indessen nicht um ganze Chromatophoren, sondern nur um Bruchstücke von solchen. Auch diese Körperchen stammen wahrscheinlich aus dem Periost resp. aus

dem Perichondrium und sind beim Verknöcherungsprozess von den Pigmentzellen abgerissen und mit den Osteoblasten gemeinsam in den Knochen eingewandert. Jedenfalls findet man sie nur an dem dem Periost zugekehrten Knochenrande, während sie um den Markraum und die Gefässe herum, also in Knochenteilen, die von unpigmentierten Geweben aus ihren Ursprung nehmen, ganz fehlen.

Die Pigmentierung des Periosts ist eine äusserst gleichmässige. Sie nimmt in der Umgebung der Gefässe kaum merklich zu und fehlt über und unter denselben fast ganz (Fig. 18).

Ebenso wie das Periost ist auch das Perichondrium stark pigmentiert. Seine Pigmentierung gibt z. B. der Luftröhre einen pechschwarzen Anstrich, der noch dadurch erhöht wird, dass sich die einzelnen an sich schon stark pigmentierten Knorpelringe übereinander schieben. So kommt es, dass man auf Schnitten durch die Trachea meist drei oder vier konzentrisch ineinanderliegende Pigmentringe sieht (Fig. 22). Auch die knorplig bleibenden Teile des Skeletts liegen in schwarzen Hüllen, während die Knorpelsubstanz selbst stets frei von Pigment ist.

Bei älteren Embryonen ist das Perichondrium der knorplig präformierten Knochen ebenfalls reich an Pigmentzellen, die bei der Verknöcherung als Chromatophoren des Periosts erhalten bleiben. Am auffallendsten und reichlichsten ist die Umhüllung des Meckelschen Knorpels pigmentiert, den man auf Schnitten in einem ungemein dicken Chromatophorenkranz liegen sieht. Ob hier bei der Resorption des Meckelschen Knorpels auch die Pigmentzellen mit zu Grunde gehen oder ob sie sich an der Pigmentierung der Wandungen beteiligen, die den im Unterkiefer sich bildenden Hohlraum auskleiden, habe ich leider aus Mangel an den geeigneten Stadien nicht feststellen können. Für wahrscheinlicher halte ich das Erstere, weil in der Regel das Perichondrium des Meckelschen Knorpels stärker pigmentiert ist als die Wandungen der pneumatischen Höhlen des Unterkiefers.

Pigmentierung der Muskulatur und der Sehnen.

Zu den pigmentierten Geweben der Seidenhühner gehört auch ihre Muskulatur. Die Pigmentierung unterliegt hier individuellen Schwankungen und ist durchweg eine ziemlich spärliche. Betroffen werden aber von ihr alle Muskeln. Die Chromatophoren

liegen im intermuskulären Bindegewebe bald äusserst spärlich, bald etwas reichlicher; nie aber sind sie so zahlreich, dass die Färbung der Muskulatur dadurch beeinflusst wird. Bemerkenswert ist auch die Pigmentierung der Sehnen, die aber noch grösseren Schwankungen unterliegt als bei der Muskulatur. Ein Teil der Bänder bleibt ganz frei von Pigment, andere wieder erscheinen nur an ihrer Oberfläche mehr oder weniger pigmentiert, während bei manchen das ganze Gewebe von Chromatophoren durchsetzt ist. Oft ist die Pigmentierung eine so starke, dass schon bei makroskopischer Betrachtung die Sehnen als graue Bänder erscheinen. Am stärksten pigmentiert ist das Ligamentum nuchae. Es ist auch in seinem Innern gleichmässig pigmentiert. Fig. 19 veranschaulicht einen Querschnitt durch dasselbe von einem 6 Tage alten Hühnchen.

Die Pigmentierung der Drüsen.

Von den Drüsen der japanischen Seidenhühner ist der bei weitem grösste Teil pigmentiert. Eine eigenartige Pigmentierung zeigen die Geschlechtsorgane. Beim Hoden findet sich Pigment nicht nur in der Albuginea, sondern auch in der Drüse selbst (Fig. 21). Die Hodenalbuginea ist von einem reichlichen Chromatophorennetz durchzogen, das hier auffallenderweise, wenigstens zeigten dies Präparate von einem alten Hahn deutlich, gerade die Gefässe frei lässt, so dass diese ihrerseits schon makroskopisch sichtbar als helles Netz durch die dunkle Grundsubstanz ziehen. Im Innern des Hodens ist das interstitielle Bindegewebe überall ganz auffallend pigmentiert. Mit den in den Hodenzwischenzellen auch bei Säugetieren beobachteten Fetttröpfchen, Pigmentkörnern und Kristallen hat dieses Pigment nichts zu tun. Welcher Art das von Leydig und Solger im Hoden einiger Vögel beobachtete Pigment ist, wird von diesen Autoren nicht näher angegeben. Bei Seidenhühnern handelt es sich jedenfalls auch hier um typische, dem interstitiellen Bindegewebe eingelagerte Chromatophoren. Auffallend war bei der Untersuchung, dass bei einem jungen noch nicht geschlechtsreifen Hahn der Pigmentreichtum im Hoden ein viel grösserer war als bei einem alten. Die einzelnen Hodenkanälchen waren hier ganz von Chromatophoren umlagert, so dass man auf Schnitten ganze Züge von Pigmentzellen sich zu einem gleichmässigen Netz an-

ordnen sieht, in dessen Maschen die Querschnitte der einzelnen Hodenkanälchen liegen. Schon bei makroskopischer Betrachtung erschien der Hoden des jungen Hahnes ausserlich und innerlich vollkommen schwarz. Auch die Albuginea ist viel dunkler als beim alten Hahn. Auf Schnitten sieht man in ihr mehrere Schichten von Chromatophoren konzentrisch dicht übereinander gelagert, die meist selbst die Gefässe vollkommen umhüllen. Ob es sich hier um eine individuelle Verschiedenheit handelt oder ob die Pigmentierung des Hodens bei jungen Hähnen immer eine stärkere ist als bei alten, konnte ich leider nicht feststellen, weil mir nur diese beiden männlichen Exemplare zur Verfügung standen. Ausgeschlossen wäre eine wenigstens teilweise Resorption der Chromatophoren ja nicht, da von Weidenreich und Kerbert ebenfalls das Auftreten und spätere Schwinden von Pigment im Integument von Hühnerembryonen beobachtet worden ist und da auch andere Autoren erwähnen, dass wenigstens die Haut bei pigmentierten Vögeln in der Jugend viel dunkler ist als an alten Tieren. Bei Amphibien ist Entpigmentierung der Larven bei zunehmender Entwicklung ja eine bekannte Tatsache.

Ovar.

Noch reichlicher mit Pigmentzellen durchsetzt als der Hoden ist das Ovar. Hier liegen überall im ganzen Gewebe dichtgedrängte Anhäufungen von Chromatophoren am dichtesten wieder um die Gefässe. Das Follikelepithel bleibt frei von Pigment. Um so auffallender ist eine meist vollkommen geschlossene Schicht von Chromatophoren, die das Follikelepithel umgibt. Von hier aus wuchern die Pigmentzellen in entleerte oder atrophierte Follikel hinein und füllen den ganzen Hohlraum aus, so dicht, dass man einzelne Zellen gar nicht mehr unterscheiden kann, sondern man nur eine einheitliche schwarze Fläche unter dem Mikroskop sieht (Fig. 23). Auftreten von Pigment in atrophierten Follikeln ist zwar keine Seltenheit; indessen dürfte eine dermaßen reichliche Anhäufung derselben kaum je beobachtet worden sein. Makroskopisch betrachtet gleicht der Eierstock einer schwarzen Traube, an der nur die grösser gewordenen Eier hell hervorschimern.

Niere.

Eigenartig sind auch die Pigmentierungsverhältnisse in der Niere. Die Rindensubstanz ist stets frei von Pigment, während

man es in der Marksubstanz oft ziemlich reichlich findet. Es liegt hier im interstitiellen Bindegewebe zwischen den einzelnen Harnkanälchen, wahrscheinlich angelockt durch die in demselben verlaufenden Gefässe, um die herum es sich aber nie in so dichten Massen anhäuft, wie dies in anderen Geweben der Fall ist. Vielmehr trifft man hier Chromatophoren im allgemeinen nur selten und vereinzelt. Häufiger sind sie an der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz. Fig. 20 zeigt einen Teil der Marksubstanz, die durch eine Pigmenthülle von der Rindensubstanz förmlich abgekapselt erscheint.

Das interstitielle Bindegewebe geht an der Oberfläche der Niere in die Tunika fibrosa über, die noch reichlicher pigmentiert ist und dadurch der Nierenoberfläche eine graue Farbe verleiht.

Zahlreiche Pigmentzellen findet man auch da, wo die Nieren im Becken angeheftet sind. Sie liegen auch hier im Bindegewebe, am zahlreichsten um die Gefässe und die ableitenden Kanäle.

Nebenniere.

Bei der Nebenniere enthält Pigmentzellen in grösserer Anzahl nur die bindegewebige Kapsel und die Fortsätze, die diese ins Innere des Organs entsendet. Auch hier reicht ihre Menge nicht aus, um die Oberflächenfärbung des Organs zu beeinflussen. Im Gewebe der Rinden- und Marksubstanz selbst treten nur sehr selten vereinzelt Chromatophoren auf.

Leber und Pankreas, Drüsenmagen und Drüsen der Mundhöhle.

Arm an Pigment sind die Drüsen des Darmes. In der Leber habe ich Pigmentzellen nirgends gefunden, weder an der Oberfläche noch im Innern des Gewebes. Selbst grössere Gefässe führen kein Pigment mit. Es hat also dieses Organ genau dieselbe Färbung und Beschaffenheit, wie auch bei unpigmentierten Hühnerrassen. Recht wenig Pigment enthält auch das Pankreas. Es hat, makroskopisch betrachtet, die natürliche Färbung. Auch bei mikroskopischer Untersuchung erkennt man, dass seine Oberfläche fast frei von Pigmentüberzügen ist. Stellenweise findet man hier allerdings kleine Ansammlungen von Chromatophoren. Auch das Innere der Drüse ist von Pigment frei. Pigmentiert sind die an das Pankreas herantretenden Gefässe, aber nur vor

ihrem Eintritt in dasselbe, während sie äusserst selten einmal einzelne Chromatophoren in das Organ mit einschleppen. Ferner findet man auch Pigment zwischen den Drüsen des Drüsenmagens und in den Drüsen der Mundhöhle.

Milz.

Bei der Milz ist wesentlich nur die Kapsel pigmentiert; sie lässt sich als dunkles Häutchen von dem Organ abziehen. Das Parenchym selbst ist dann frei von Pigment, während es in den Wandungen der Arterien oft sogar ziemlich reichlich vorkommt.

Bürzeldrüse.

Auch die bindegewebige Umhüllung der Bürzeldrüse ist pigmentiert und lässt dies Organ, oberflächlich betrachtet, schwarz erscheinen. Das Pigment kommt auch zwischen den einzelnen Drüsenläppchen zur Ablagerung, allerdings in recht unregelmässiger Verteilung. Man findet es hier stellenweise so reichlich, dass die ganzen Zwischenräume davon erfüllt sind, während es an anderen Stellen ganz in den Zwischenräumen fehlt.

Thymus.

Die Thymusdrüse zeigt ebenfalls Chromatophoren im Bindegewebe an ihrer Peripherie, jedoch nicht in ihrem ganzen Umfange, sondern nur hier und da. Ihre Menge ist indessen nicht hinreichend, um die ganze Oberfläche des Organes dunkel zu färben; diese hat vielmehr dieselbe Färbung, wie auch bei unpigmentierten Hühnerrassen, nur hier und da gewahrt man kleine, kaum merkliche dunklere Flecken. In den Bindegewebszügen, die ins Innere der Drüse vordringen und die ihre einzelnen Läppchen begrenzen, befinden sich ebenfalls Pigmentzellen. Auch kommen sie, allerdings selten, im ganzen Rindenteil vor.

Thyreoidea.

Die Schilddrüse weist wieder reichlichere Mengen von Pigment auf, welches hauptsächlich um das ganze Organ eine dichte Hülle liefert. Auch die peripher gelegenen Follikel werden oft noch ganz von Chromatophoren umschlossen, während man solche mehr nach dem Drüsenzentrum hin nur ganz selten findet. Meist werden auch die Gefässe, die in die Schilddrüse eintreten, noch eine Strecke weit von Pigmentzellen begleitet, die, je weiter

das Gefäss in das Organ eindringt, immer seltener werden und schliesslich ganz aufhören. Wahrscheinlich werden aber auch die wenigen im Drüseninnern selbst liegenden Chromatophoren auf diese Art mit eingeschleppt. Noch mehr Pigment als die Schilddrüse selbst enthalten die Parathyreoideae auch in ihrem Innern. Hier findet man einzelne Pigmentzellen nur selten, oft dagegen ganze Gruppen von solchen, so dass man auf Schnitten in der sonst pigmentfreien Drüse grössere schwarze Flecken sieht. Auch die Corpora postbranchialia enthalten Pigment.

Erstes Auftreten, Struktur und Lagerung der Pigmentzellen.

Die bei der Entwicklung der Seidenhuhnembryonen zuerst im Bindegewebe auftretenden Chromatophoren haben dieselbe Gestalt und Grösse wie die Bindegewebszellen. Man sieht auf den Gewebeschnitten unter den verzweigten kernhaltigen Bindegewebszellen auch solche, die sich nur dadurch von ihnen unterscheiden, dass sie dunkle Pigmentkörnchen enthalten. Letztere sammeln sich oft um den Kern an und lassen die Ausläufer frei, so dass dadurch solche Zellen kugelig erscheinen.

Auch bei den Seidenhühnern ist die Form der Chromatophoren die typische, nämlich eine unregelmässige Sternform. Die Pigmentzellen sind hier aber nie zu so schönen und regelmässigen mit langen Ausläufern versehenen Formen ausgebildet, wie man sie oft bei Fischen und Amphibien findet. Die Ausläufer sind vielmehr kurz und unregelmässig am ganzen Zellkörper verteilt. Oft sind sie nur so wenig zahlreich oder so kurz, dass die Zellen polygonal erscheinen. Dann findet man auch noch die schon erwähnten kugelig oder oval zusammengeballten Chromatophoren, die aber aus verzweigten Zellen hervorgehen und sich auch wieder in solche verwandeln. Nach Ansicht der meisten Autoren wird dieser Formenwechsel dadurch bedingt, dass die Pigmentkörnchen aus den Ausläufern und der Peripherie der Zelle nach ihrem Zentrum strömen und hier den Kern umhüllen. Die Ausläufer bleiben dabei erhalten und werden nur durch das Zurücktreten des sie sichtbar machenden Pigmentes unsichtbar gemacht. Die Ausläufer der verzweigten Pigmentzellen kommunizieren oft mit denen benachbarter Zellen und können so ein kontinuierliches Netz bilden.

Ausgestreckte Chromatophoren bilden einen flachen Körper. Auf Querschnitten erscheinen sie daher viel schmaler. Sie zeigen die Tendenz, ihre Fläche auch der Oberfläche des Organs zuzukehren, in das sie eingelagert sind. In Flächenpräparaten von den dünnen Häutchen wie Periostr, Gehirnhäuten, Mesenterium, Luftsäcken etc. sieht man sie daher stets von der Fläche, nie seitlich. Unregelmässiger ist die Verteilung in kompakteren Gewebeteilen, z. B. in der Muskulatur. Wo man die Chromatophoren von der Fläche und in ihrer ganzen Entfaltung sieht, lassen die Pigmentkörnchen den Zellkern stets frei, so dass er als kreisrunder, heller Fleck in der Zelle sichtbar wird; nur bei ganz zusammengeballten Zellen wird er von den Pigmentkörnchen vollkommen überdeckt.

Formwechsel.

Wie weit bei den Seidenhühnern die Fähigkeit geht, die Chromatophoren zu ballen und auszubreiten, habe ich an meinem Material nicht feststellen können. Hierzu wären experimentelle Untersuchungen nötig, die zweifellos zu interessanten Resultaten führen würden. Ich selbst habe bei meinen Untersuchungen meist nur vollkommen ausgebreitete Pigmentzellen gesehen. Zahlreiche geballte Chromatophoren habe ich nur in denjenigen Teilen der Luftsäcke gefunden, die in die Knochenhöhlräume des Humerus und des Coracoids eindringen, ferner im Knochenmark und hier und da in den Wandungen der Haversischen Kanäle, also merkwürdigerweise immer gerade dann, wenn die Gewebe, in die sie eingebettet liegen, sich innerhalb von Knochen befinden. Es scheint hier die Ballung der Chromatophoren sogar mit ihrem Einschluss im Knochen in Zusammenhang zu stehen, denn ausserhalb der Knochen enthalten z. B. auch die Luftsäcke nur vollkommen ausgebreitete Pigmentzellen. Es ist möglich, dass diese Erscheinung dadurch bedingt wird, dass die Konservierungsfüssigkeiten nur langsam in die Knochen eindringen und ein Teil der Chromatophoren vor ihrem völligen Absterben noch Zeit genug hat, das Pigment zu ballen.

Allgemeiner Teil.

An der Hand seiner Untersuchungen kommt Weidenreich zu der Überzeugung, dass es sich in den vier Pigmenthüllen

der Wirbeltiere um Lichtschutzorgane und hauptsächlich um Wärmespeicherungsorgane handelt. Im Einklang mit dieser Auffassung steht die Tatsache, dass man die vier Hüllen regelmässig bei poikilothermen Wirbeltieren findet, die darauf angewiesen sind, sich die Wärmestrahlen der sie umgebenden Medien dienstbar zu machen, während bei Warmblütern die Pigmentierung im wesentlichen auf die cutane und teilweise auf die perineurale Hülle beschränkt bleibt. Die cutane Pigmenthülle der Warmblüter unterscheidet sich aber von der der niederen Wirbeltiere dadurch, dass sie hier epidermalen Charakter trägt, während bei wechselwarmen Wirbeltieren das Pigment im Corium liegt.

Bei Seidenhühnern liegt das Pigment ebenso, wie bei Kaltblütern, im Corium. Die Möglichkeit, dass auch hier und bei Vögeln überhaupt das cutane Pigment die Funktion eines Wärmespeichers hat, mag zugegeben werden. Wenigstens sprechen dafür die Beobachtungen, nach denen junge Vögel, die noch nicht in einem genügend entwickelten Federkleid den nötigen Wärmeschutz besitzen und zum Teil auch noch auf die Wärme der alten Tiere angewiesen sind, stärker pigmentiert sind als alte Vögel derselben Art. Auch die Befunde Weidenreichs und Kerberts, dass in Hühnerembryonen, die noch der Wärmezufuhr von aussen her bedürfen, sich Pigment in der Epidermis befindet, das später wieder verschwindet, sprechen für diese Auffassung.

Nach der Weidenreichschen Theorie müssten nun aber den Warmblütern die anderen Pigmenthüllen vollkommen fehlen, weil sie hier überflüssig und zwecklos geworden sind. Tatsächlich ist dies ja auch bei den meisten Tieren der Fall, höchstens findet man ganz unwesentliche Pigmentanhäufungen, die sich eventuell als Reste einer dieser Hüllen deuten lassen.

Bei den Seidenhühnern sind nun aber wieder nicht nur alle vier Hüllen in weitgehendstem Maße vorhanden, sondern es enthalten ausserdem noch eine ganze Reihe von anderen Geweben reichlich Pigment, das sich keiner dieser vier Hüllen einordnen lässt. Ein physiologischer Grund dieser auffallend starken Pigmentierung gegenüber anderen Hühnerrassen lässt sich kaum einsehen, denn die Bedingungen, unter denen pigmentierte und unpigmentierte Hühnerrassen gezüchtet werden,

sind genau dieselben. Weidenreich, dem allerdings Angaben über die Pigmentierung von Seidenhühnern fehlten, versuchte diesen Widerspruch gegen seine Theorie dadurch zu umgehen, dass er annahm, es könnte sich hier vielleicht gar nicht um richtige Pigmente, sondern vielmehr um ölartige Pseudopigmente handeln. Diese Annahme hat sich aber als unhaltbar erwiesen, da derartige Farbstoffe nirgends vorkommen. Die Theorie von der physiologischen Bedeutung des Pigmentes wird sich also damit abfinden müssen, dass tatsächlich ein vollkommen von Pigmentzellen durchsetzter Warmblüter existiert. Unmöglich wäre es nicht, dass die Chromatophoren auch eine Rolle beim Stoffwechsel spielen. Es bliebe sonst nur die Deutung übrig, sie lediglich für ein zweckloses Produkt künstlicher Zuchtwahl zu halten.

Dass man in den Seidenhühnern noch eine primitive Form vor sich hat, ist unwahrscheinlich, denn alle ihre Organe sind genau so gut entwickelt, wie bei allen anderen Vögeln. Ausserdem stammen sie zweifellos von unpigmentierten Hühnern ab.

Auch um eine Krankheit, ähnlich der Morbus Addisonii, kann es sich nicht handeln, da die Tiere durchaus keine Krankheitserscheinungen zeigen. Ausserdem sind nicht nur Einzelindividuen davon betroffen, sondern es handelt sich um eine festgelegte Rasse, die konstant ihren Pigmentreichtum vererbt. Sogar ist die Pigmentierung eine recht nachhaltige, denn selbst nach mehrfachen Kreuzungen mit unpigmentierten Hühnerrassen ist die Pigmentierung immer noch recht reichlich.

Vielleicht lässt sich der Pigmentreichtum durch den Satz Weidenreichs erklären, dass Wärme unter allen Umständen pigmentbildend wirkt, obwohl bei homoiothermen Tieren nach seiner Wärmespeicherungstheorie nur das Integument von einer Vermehrung des Pigmentes betroffen werden dürfte. Es müsste dann diese Hühnerrasse unter dem Einfluss eines warmen Klimas zu ihrer abnormen Pigmentierung gekommen sein. Am wahrscheinlichsten scheint mir zu sein, dass sie durch künstliche Zuchtwahl aus Hühnern entstanden ist, die zufällig als Anomalie in ihren Geweben Pigment enthielten, ähnlich wie dies bei Säugetieren vorkommt. Zwar ist, abgesehen von der schon erwähnten Pigmentierung des Hodens, über das Vorkommen von Melanose bei Vögeln nichts in Erfahrung zu bringen. Es mag

dies aber hauptsächlich daran liegen, dass systematische Untersuchungen in dieser Hinsicht nicht unternommen worden sind und zufällige Funde, wie sie an Säugetieren gemacht worden sind, deshalb ausgeschlossen sind, weil Geflügel der Fleischschau nicht unterworfen ist. Bei Säugetieren sind jedenfalls die meisten Fälle von Melanose an zur Fleischschau kommenden Schlachttieren zu konstatieren. Da hier die Melanose oft auftritt, ohne den Gesamtorganismus merklich schädigend zu beeinflussen, wäre es wohl denkbar, dass sie sich durch künstliche Zuchtwahl zu einer derartigen Entwicklung, wie man sie an den Seidenhühnern beobachten kann, heranzüchten lässt. Möglich, dass auch gewisse Schädigungen des Gesamtorganismus, wie Degeneration des Gefieders und Verlust des Flugvermögens, damit in Zusammenhang stehen.

Das anormale Vorkommen von Pigment bei Säugetieren erklärt K. H. Hertwig dadurch, dass ein Teil der im Körper gebildeten Pigmente nicht, wie dies normalerweise der Fall ist, zur Färbung der Haare Verwendung findet, sondern sich in sonst pigmentfreien Geweben ablagert. Auf derselben Auffassung fassen die Angaben von Siedamgrotzky, der erwähnt, dass ein von schwarzen Eltern stammendes, rotbuntes Kalb, das also eigentlich schwarzes Pigment in den Haaren hätte aufweisen müssen, anstatt dessen mit Melanose behaftet war. Auch Dégive teilt mit, dass ein von ihm untersuchtes Kalb unter einer weissen Stelle am Kopfe schwarze Färbung im Bindegewebe zeigte. (Diese drei Angaben nach Feureissen.)

Es würde diese Auffassung auch auf meine Objekte zutreffen, da die Federn der mir zur Verfügung stehenden Tiere stets frei von Pigment waren. Dafür spricht ausserdem die Tatsache, dass gerade unmittelbar um die Federn, soweit diese in der Haut stecken, die Pigmentansammlungen ganz besonders reichlich sind. Die Federwurzeln sind nämlich von einer dichten Hülle von Pigmentzellen umgeben, die man auf Schnitten sich als Kranz um den Federquerschnitt legen sieht (Taf. I, Fig. 1). Andererseits werden in Brehms Tierleben auch Seidenhühner mit schwarzen und bunten Federn erwähnt. Ob hier die Pigmentierung des Gefieders auf Kosten der Körperpigmentierung geht, war mir leider unmöglich nachzuprüfen, da solche Tiere hier nicht zu beschaffen waren.

Zusammenfassung.

1. Die Schwarzfärbung der Gewebe bei Seidenhühnern wird bedingt durch typische Chromatophoren. Farbstoffe öligler Natur spielen nirgends eine Rolle.

2. Entgegen der Wärmespeicherungstheorie Weidenreichs findet sich Pigment nicht nur in der cutanen und perineuralen Hülle, sondern wie bei Kaltblütern auch in der pericöломatischen und perivaskulären Hülle. Aber selbst ausserhalb dieser vier Hüllen kommt es in zahlreichen Organen und Geweben vor, in denen es sogar bei niederen Wirbeltieren fehlt. Unter ihnen ist am auffallendsten die Pigmentierung der das Skelett überziehenden Häute.

3. Das Pigment liegt stets im Bindegewebe; pigmentierte Epithelien habe ich nicht gefunden.

4. Knorpel und Knochen enthalten keine Pigmentzellen. Jedoch findet man an der äusseren Peripherie der Röhrenknochen kleinere Trümmer von Chromatophoren in der Knochensubstanz selbst, die wahrscheinlich beim Ossifikationsprozess vom Periost aus mit eingeschleppt sind.

5. Arm an Pigment sind die meisten Drüsen. Bei einigen ist wenigstens die bindegewebige Hülle reichlich pigmentiert. Ganz frei von Chromatophoren ist die Leber; dagegen sind stark pigmentiert die Geschlechtsdrüsen.

6. Entstanden ist diese Rasse wahrscheinlich durch künstliche Zuchtwahl melanotischer Tiere.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I und II.

- Fig. 1. Querschnitt durch den im Corium steckenden Teil einer Feder.
 Fig. 2. Flächenbild von der Haut der Flügelinnenseite.
 Fig. 3. Halsfaszie, Flächenbild.
 Fig. 4. Hodenalbuginea, Flächenbild.
 Fig. 5. Dura mater des Gehirns.
 Fig. 6. Pia mater vom Gehirn, Flächenbilder.
 Fig. 7. Bälkchen aus dem spongiösen Knochengerüst des Occipitale.
 Fig. 8. Häutchen aus den pneumatischen Hohlräumen des Occipitale, Flächenbild.
 Fig. 9. Querschnitt durch das Integument des Laufes.
 Fig. 10. Knochenmark, Querschnitt.

- Fig. 11. Trommelfell, Flächenbild.
 Fig. 12. Pericard, Flächenbild.
 Fig. 13. Pneumatische Hohlräume im Frontale, Schnitt.
 Fig. 14. Diaphragmalsack, Flächenbild.
 Fig. 15. Peripherer Rand eines Röhrenknochens, Querschnitt.
 Fig. 16. Gefäß aus dem Knochenmark.
 Fig. 17. Darm, Flächenbild.
 Fig. 18. Periost, Flächenbild.
 Fig. 19. Ligamentum nuchae, Querschnitt.
 Fig. 20. Marksubstanz aus der Niere, durch eine Pigmenthülle von der Rindenssubstanz getrennt.
 Fig. 21. Hoden, Schnitt.
 Fig. 22. Trachea, Querschnitt.
 Fig. 23. Ovar, Schnitt.

Literaturverzeichnis.

1. Adachi, B.: Über das Hautpigment beim Menschen und den Affen. Zeitschr. f. Morphol. und Anthropol., Bd. 6, 1913.
2. Asvadoarova: Recherches sur la formation de quelques cellules pigmentaires et des pigments. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 15, Heft 2.
3. Babuchin, 1872: Das Geruchsorgan. In: S. Strickers Handbuch von den Geweben.
4. Ballowitz, 1893: Über die Bewegungserscheinungen der Pigmentzellen. Biol. Zentralblatt, Bd. 13.
5. Derselbe, 1893: Die Nervenendigungen der Pigmentzellen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 56.
6. Derselbe, 1913: Über schwarz-rote Doppelzellen und andere eigenartige Vereinigungen heterochromer Farbstoffzellen bei Knochenfischen. Anat. Anz., Bd. 44.
7. Derselbe, 1893: Die Innervation der Chromatophoren. Anat. Anz., 8. Jahrg.
8. Biedermann, W., 1892: Über den Farbenwechsel der Frösche. Pflügers Arch., Bd. 51.
9. Blumstein-Judina, 1905: Die Pneumatisation des Markes der Vogelknochen. Merkel-Bonnet, Anat. Hefte, Bd. 29.
10. Bolk, S., 1910: Beobachtungen über Entwicklung und Lagerung von Pigmentzellen bei Knochenfischembryonen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 75, S. 414.
11. Borst, M., 1897: Über Melanose des Pericardiums. Virch. Arch., Bd. 147, S. 418.
12. Brehms Tierleben: Vögel, Bd. 2, 4. Aufl., S. 691.
13. Brunn, A. v., 1892: Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 39, S. 632.
14. Eberth, C., 1893: Die Nerven der Chromatophoren. Verh. der Anat. Ges., 7. Vers., Göttingen.

15. Ehrmann, S., 1896: Das melanotische Pigment und die pigmentbildenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel. Bibliotheca medica, Abt. D II, Heft 6.
16. Esternod, A. C. F. et Robert, A. E., 1908: Les Chromatocytes. Anat. Physiol. Verh. Anat. Ges., 22. Vers., Berlin.
17. Feuereissen, 1906: Beitrag zur Kenntnis der pathologischen Pigmentierung in den Organen der Schlachttiere. Inaug.-Dissert., Phil. Fak., Leipzig.
18. Fischel, A., 1896: Über Beeinflussung und Entwicklung des Pigments. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 47, S. 719.
19. Frederic, J., 1906: Zur Kenntnis der Hautfarbe der Neger. Zeitschr. f. Morphol. und Anthropol., Bd. 9.
20. Friedländer, 1904: Beitrag zur Kenntnis der Architektur der spongiösen Knochen. Merkel-Bonnet, Anat. Hefte 23.
21. Froriep, A., 1905: Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. In O. Hertwigs Handbuch der vergl. experim. Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Bd. II, Teil 2, S. 139.
22. Hasse, C., 1870: Zur Morphologie des Labyrinthes der Vögel. Hasses anat. Studien, Bd. 1, S. 189.
23. Jarisch, 1891: Über die Anatomie und Entwicklung des Oberhautpigmentes beim Frosche. Arch. f. Dermat. und Syphil., Bd. 23.
24. Kahn und Lieben, 1907: Über die scheinbaren Gestaltsänderungen der Pigmentzellen. Arch. f. Anat. und Physiol., Physiol. Abt.
25. Kerbert, 1877: Über die Haut der Reptilien und anderer Wirbeltiere. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 13.
26. Kromayer, E., 1893: Oberhautpigment der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 42, S. 1.
27. Leydig, 1857: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere.
28. Derselbe, 1877: Die anuren Batrachier der deutschen Fauna.
29. Lieben, 1906: Über die Wirkung von Extrakten chromaffinen Gewebes (Adrenalin) auf die Pigmentzellen. Zentralblatt für Physiol., Bd. 20.
30. Maas, Fr., 1889: Zur Kenntnis des körnigen Pigments im menschlichen Körper. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 34, S. 412.
31. Marshall, W., 1895: Der Bau der Vögel. Webers naturw. Bibliothek, Nr. 10.
32. Meirovski, 1906: Über die Entstehung des melanotischen Pigments. Leipzig.
33. Mohnike, 1859: Über Pigment in der Arachnoidea spinalis. Virch. Arch.
34. Parker, G. H., 1906: The influence of light and heat on the movement of the melanophore pigment especially in lizards. Journal of experimental Zoology, Vol. 3.
35. Prenant, A., 1909: Observations sur les cellules pigmentaires et sur le pigment des Amphibiens. C. r. de l'Association des Anatomistes. Nancy.
36. Reinke, C., 1894: Über Pigment, seine Entstehung und Bedeutung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, S. 390.

37. Retzius, G., 1884: Das membranöse Gehörorgan von *Gallus domesticus*. Retzius: Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Bd. II, S. 176.
 38. Rumbler, L., 1900: Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen. III. Mechanik der Pigmentanhäufungen in den Embryonalzellen der Amphibieneier. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 9.
 39. Riehl, 1884: Zur Kenntnis des Pigments im menschlichen Haar. Vierteljahrsschr. f. Dermatol. und Syphilis. 11. Jahrg.
 40. Rynbeck, van, 1906: Über den durch Chromatophoren bedingten Farbwechsel der Tiere (sog. chromatische Hautfunktion). Ergebnisse der Physiol. v. Asher u. Spiro, II. Abteilung, Jahrg. 5, S. 347.
 41. Schulze, F. E.: Epithel und Drüsenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 3.
 42. Schwalbe, 1893: Über den Farbenwechsel winterweisser Tiere. Morphol. Arbeiten, Bd. 2, S. 483.
 43. Solger, 1886: Über Ungleichheiten der Hoden beider Körperhälften bei einigen Vögeln. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 26.
 44. Spaeth, 1913: The Mechanism of the Contraction in the Melanophores of Fishes. Anat. Anz., Bd. 44.
 45. Thilenius, G., 1897: Der Farbenwechsel von *Varanus griseus*, *Uromastix acanthinurus* und *Agama inermis*. Zeitschr. f. Morphol. und Anthropol., Bd. 7, S. 515.
 46. Weidenreich, 1912: Die Lokalisation des Pigmentes und ihre Bedeutung in Ontogenie und Phylogenie der Wirbeltiere. Zeitschr. f. Morphol. und Anthropol.
 47. Werner, F., 1892, 94: Untersuchungen über die Zeichnung der Wirbeltiere. Zool. Jahrb., Abt. f. Systematik, Bd. 6, S. 155 und Bd. 7, S. 365.
 48. Derselbe, 1893: Albinismus und Melanismus bei Reptilien und Amphibien. Sitzungsberichte d. k. k. Zool.-bot. Gesellsch. in Wien, Bd. 43.
 49. Virchow, Rud., 1859: Pigment und diffuse Melanose der Arachnoides. Virch. Arch.
 50. Zennecjk, J., 1894: Die Anlage der Zeichnung und deren physiol. Ursache bei Ringelnatterembryonen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 58, S. 364.
 51. Zimmermann, 1890: Über die Teilung der Pigmentzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36.
 52. Derselbe, 1893: Über die Contraction der Pigmentzellen der Knochenfische. Anat. Anz., 8. Jahrg.
-



