

Die Haut der Säugetiere.

Vortrag, gehalten beim Jahresfeste
der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft
am 15. Mai 1904

von

Dr. Fritz Römer.

Nachdem Darwin uns durch sein epochemachendes Buch über die Entstehung der Arten den einheitlichen Gedanken für die Zoologie gegeben und Haeckel in seiner „generellen Morphologie“ ein natürliches, auf der Erkenntnis der Blutsverwandtschaft beruhendes System der Tiere entworfen hatte, trat ein neuer Zug in der zoologischen Forschung hervor, das Suchen nach einem tieferen stammesgeschichtlichen Zusammenhang der einzelnen Tiergruppen. Die Zoologie wurde nunmehr aus einer „beschreibenden“ in eine „erkennende“ Naturwissenschaft umgewandelt.

Der Stammesgeschichte oder der Phylogenie der Wirbeltiere, zu denen wir als oberstes Glied uns selbst, den Menschen, zu rechnen haben, hat sich das Interesse der Forscher von jeher aus naheliegenden Gründen weit mehr zugewandt, als allen andern Klassen des Tierreiches.

Die vergleichende Anatomie, die Entwicklungsgeschichte und die Paläontologie, jene drei Geschichtsquellen, auf deren gleichmäßiger Verwertung und kritischer Vergleichung die Resultate der Stammesgeschichte beruhen, sind bei den Wirbeltieren von einer größeren Anzahl tüchtiger Forscher gefördert worden und haben eine Menge von wichtigen Ergebnissen geliefert.

Freilich haben die hieraus gewonnenen Ansichten vielfach gewechselt. Die aufgestellten Stammbäume mußten mit der fortschreitenden Forschung in Einzelheiten oft korrigiert, manch-

mal sogar von Grund auf umgestaltet werden. Aber dieser Wechsel wird bleiben, so lange es überhaupt eine stammesgeschichtliche Forschung gibt.

Die größere Mehrzahl der Zoologen und Anatomen neigt heute zu der Ansicht, die höheren Wirbeltiere — Reptilien, Vögel und Säugetiere — die wir mit dem gemeinsamen Namen Amniontiere bezeichnen, als zwei divergente Stämme der Wirbeltiere aufzufassen, deren gemeinsame Wurzeln in der Amphibien-Klasse zusammenlaufen. Diese Amphibien-Ahnen dürfen wir aber aus vergleichend-anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Gründen nicht unter den heutigen nackten Amphibien suchen, sondern unter den ausgestorbenen Panzerlurchen der Steinkohlenzeit, den sog. *Stegocephalen*, deren Haut gepanzert und mit knöchernen Schuppen bedeckt war. Aus ihnen haben sich einerseits die Säugetiere entwickelt und als andere Hauptlinie, welche nach einer ganz anderen Richtung hin fortschreitend sich umbildete, die artenreiche Gruppe der Reptilien und Vögel.

Wenn auch bei einer vergleichenden Betrachtung von lebenden und fossilen Tieren die Hartgebilde, wie Skelettsystem, Zähne, Verknöcherungen der Haut, in erster Linie Berücksichtigung finden, so kann eine Phylogenie doch nur dann Anspruch auf Vollständigkeit und bleibenden Wert haben, wenn alle Organe dabei gleichmäßig studiert und zur Begründung nutzbar gemacht werden.

Bei den Wirbeltieren ist aber die Haut erst spät zu phylogenetischen Studien herangezogen worden.

Die verschiedenen Hautgebilde der höheren Wirbeltiere, die wir bei den Reptilien als Schuppenpanzer, bei den Vögeln als Federkleid und bei den Säugetieren als Haardecke entwickelt sehen, sind alle drei Horngebilde der Haut, die in physiologischer Beziehung manche Ähnlichkeit zeigen. Aus Bequemlichkeit und ohne die Gründe dafür im einzelnen zu prüfen, hat man lange Zeit Schuppe, Haar und Feder homologisiert und in den Schuppen der Reptilien den primitiven Zustand, von dem aus Haar und Feder sich entwickelt haben, gesehen. Kleine Unterschiede in der Entwicklung dieser drei Gebilde kamen dabei nicht in Betracht und die Bedenken, daß das feine Haar nicht mit der mächtigen Feder verglichen und auf dieselbe

Schuppe zurückgeführt werden könne, zerstreute man durch die Annahme, daß das Haar nicht einer ganzen Schuppe, sondern nur einem Teile einer solchen entspräche.

Dieser entschieden bequeme Standpunkt hat sich bis in die neueste Zeit erhalten, obwohl schon Gegenbaur in der Art der ersten Anlage des Haares einen Grund sah, das Haar nicht für homolog der Schuppe und Feder zu halten. Gegenbaur hat aber eine andere phylogenetische Ableitung der Haare nicht gefunden.

Erst in den neueren Hautarbeiten wurden die Besonderheiten in der ersten Anlage des Haares für so bedeutungsvoll erklärt, daß sich seine stammesgeschichtliche Ableitung von Schuppen und Federn nicht länger aufrecht erhalten läßt.

Die Haare der Säugetiere sind lediglich aus eigentümlich differenzierten und angeordneten Oberhautzellen zusammengesetzt. Die erste Anlage des Haares ist eine rein epidermoidale; ihr erster Anstoß geht von der Oberhaut aus, deren tiefste Zellenlage durch Vermehrung eine zapfenförmige Einsenkung nach unten in die darunterliegende Unterhaut treibt. Die Beteiligung der Unterhaut in Form einer Pappillenbildung tritt aber erst später ein, nachdem die Anlage der Oberhaut als solider Sproß beträchtlich in die Tiefe gewachsen ist.

Der erste Anstoß zur Anlage einer Schuppe und Feder geht aber von der Unterhaut aus, welche durch Vermehrung ihrer Zellen an irgend einer Stelle eine papillenartige Erhebung gegen die Oberhaut vorwölbt, die sich weit über das Niveau der Haut erhebt und von der Hornkappe der Oberhaut erst später überwachsen wird. Die Haarpapille, welche als Ernährungs- und Befestigungsorgan erst sekundär in die Basis der Oberhautknospe hineinwächst, ist daher verschieden von der Schuppenpapille, welche primär die Bildung der Schuppen veranlaßt. Die Bedeutung dieses Unterschiedes wird uns noch klarer, wenn wir uns daran erinnern, daß die Oberhaut aus dem äußeren Keimblatt entsteht, die Unterhaut hingegen aus der äußeren Schicht des mittleren Keimblattes (Hautfaserblatt des Mesoderms).

Die ganze Frage nach der phylogenetischen Ableitung der Haare ist mit dieser Erkenntnis in ein neues Stadium getreten und die Veranlassung zu allen neueren Untersuchungen über

die Haare und Schuppen ist in Max Webers Arbeit über die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Schuppentiere aus dem Jahre 1891 zu suchen. Sie war grundlegend für die Haar- und Schuppenfrage, denn alle weiteren Arbeiten, welche sich mit diesem Thema befassen, sind direkt oder indirekt auf Webers Arbeit aufgebaut. Es sind dies vornehmlich die Arbeiten von Emery, Keibel, Maurer, de Meijere, Reh, und ich selbst habe mich auch mit mehreren Arbeiten an der Klärung dieser Frage beteiligt.

Die speziellen Fragen, welche in diesen Arbeiten über die Phylogenie des Säugetierkleides behandelt werden, bewegen sich in zwei ganz verschiedenen Bahnen und diese müssen auch in unserem Vortrage getrennt behandelt werden.

In erster Linie ist die Frage zu entscheiden, ob die Beziehungen zwischen Schuppen und Haaren nur topographischer Natur sind, oder ob hier ein tieferer phylogenetischer Zusammenhang besteht, d. h. mit anderen Worten: Deutet die heute noch an schuppenträgenden Säugetieren vorhandene Stellung der Haare darauf hin, daß die Haare sich ehemals nur zwischen oder unter den Schuppen entwickelten oder sind die Haare als umgewandelte Schuppen aufzufassen, die aus diesen selbst oder aus Teilen derselben hervorgingen?

Die zweite Frage betrifft das Haar als Einzelorgan. Sind die Haare etwa aus anderen Hautgebilden niederer Wirbeltiere entstanden oder besitzen sie überhaupt keine phylogenetischen Vorläufer und sind als selbständige Neubildungen der Säugetiere aufzufassen?

Das Haarkleid ist für die ganze Klasse der Säugetiere so charakteristisch, daß Oken die Säugetiere auch „Haartiere“ genannt hat. Allerdings kennen wir eine Anzahl von Säugetieren, welche der Haarbedeckung entbehren. Die Haut der Wale ist gänzlich nackt; Schuppentier und Gürteltier sind mit einem Schuppenpanzer bedeckt, der an die Reptilien erinnert, und bei vielen anderen Säugetieren zeigt sich eine solche Schuppenbildung an einzelnen Körperstellen, namentlich an den Schwänzen, so z. B. beim Bieber, bei unseren Ratten und Mäusen, sowie bei manchen Klettertieren. Igel, Stachelschwein und der australische Ameisenigel sind mit starren und spitzen Stacheln ausgerüstet.

Doch ist dieser Mangel der Haare nur ein scheinbarer. Bei den genannten Wassersängern sind die Haare durch Anpassung an die schwimmende Lebensweise geschwunden, spärliche Überreste finden sich beim erwachsenen Tier nur noch am Kopf, die Embryonen sind aber teilweise noch mit einem dichten Haarkleid bedeckt, das wohl zur Anlage, aber nicht mehr zum Durchbruch kommt. Die Wale stammen also von echten Haartieren ab. Ebenso haben manche Dickhäuter, wie Elephant, Nashorn und Flußpferd, die Haarbedeckung größtenteils verloren und durch eine dicke feste Haut ersetzt. Vereinzelte starre Borsten finden wir aber auch an ihnen überall. Bei den stachelbewehrten Tieren stehen zwischen den Stacheln zahlreiche Haare und die Bauchseite ist stets mit einem dichten Haarkleid versehen. Und ebenso stehen bei den Panzertieren und an den beschuppten Schwänzen stets zahlreiche Haare zwischen und unter den Schuppen. Man kann also behaupten, daß es kein einziges durchaus haarloses Tier gibt. Die funktionelle Anpassung der Haut an verschiedene Tätigkeiten und Existenzbedingungen führt im Verein mit der progressiven Vererbung zu höchst mannigfaltigen Differenzierungen der Hautgebilde. Trotz der verschiedenartigen Ausbildung, in welcher uns die Haare bei den einzelnen Tieren begegnen, ist aber der Grundplan des Haares doch stets der gleiche.

Wo Schuppen und Haare zusammen vorkommen, — und wir kennen nach den Untersuchungen von Reh wohl über 500 Arten Säugetiere, an denen dies der Fall ist — treten die Haare unter oder auf dem hinteren freien Rand der Schuppen an die Oberfläche und zwar in der Regel in Gruppen zu dreien oder zu mehreren, unter denen sich ein Haar, das sog. Mittelhaar, an Stärke und Länge hervortut. Die Haargruppen liegen demgemäß ebenso wie die Schuppen in alternierenden Reihen, sie sind dachziegelartig angeordnet. Besonders sind es die Schwänze der Säugetiere, namentlich vieler Nager, welche solche Lagebeziehungen zwischen Schuppen und Haaren aufweisen. Weber, welcher in seiner schon erwähnten Arbeit über die Entwicklungsgeschichte des Schuppentieres die hohe phylogenetische Bedeutung des gemeinsamen Vorkommens von Schuppen und Haaren betonte, hielt die Schuppen für das Primäre, welche die Anordnung der Haare bedingen. Er betrachtet die Schuppen

der Säugetiere als den Rest einer früher allgemeinen Schuppenbekleidung, die man auf nicht zu langem Umwege auf die Reptilienschuppe zurückführen kann. Bei manchen Tieren, wie beim Schuppentier und Gürteltier, haben sich die Schuppen in spezifischer Weise weiter gebildet.

Die regelmäßige Anordnung der Haare können wir überall da konstatieren, wo sie im Verein mit Schuppen in die Erscheinung treten. Aber auch bei dem dichten Haarkleide der schuppenlosen Säugetiere begegnen wir, so regellos die Haarstellung bei oberflächlicher Betrachtung auch zu sein scheint, bei näherem Zusehen einer äußerst gleichmäßigen und geregelten Anordnung der Haare. Zumeist überragt eine Anzahl längere Haare die übrigen, die sog. Granenhaare, und diese stehen in deutlichen Längsreihen. Dazwischen bildet die große Masse der Wollhaare den eigentlichen Pelz, aber diese stehen auch nicht regellos, sondern bilden Gruppen. Durch die ausführlichen Untersuchungen von de Meijere sind wir über die mannigfache Art der Gruppenstellung der Haare bei den verschiedenen Säugetieren unterrichtet. Eine Haargruppe besteht im einfachsten Falle aus drei Haaren, einem Mittel- oder Haupthaar und zwei Nebenhaaren. Durch Vermehrung der Nebenhaare kommen aber auch Gruppen von 5, 8 und mehr Haaren zustande. Die Nebenhaare können aber auch Büschel bilden, wie z. B. beim Schnabeltier, welche dann in bestimmter Anzahl ein Haupthaar umgeben. Auch diese Büschel stehen wie die Haargruppen in alternierenden Reihen, und wir brauchen nur die Haut einiger beliebiger Säugetiere anzusehen, um diese regelmäßige Anordnung der Haare auch auf den unbeschuptionen Teilen der Säugetierhaut zu erkennen. Ja selbst beim Menschen, dessen Haarkleid die größte Reduktion erfahren hat, sehen wir am Handrücken meist zwei, oft auch drei Haare zusammenstehen.

Die Haare einer Gruppe liegen meist in einer breiten Reihe nebeneinander und rufen somit unbedingt den Anschein hervor, als ob sie hinter Schuppen hervorträten. Die Schuppen sind aber nicht mehr vorhanden.

Am schönsten zeigt uns diese vermeintliche Schuppenstellung der Haare ein Embryo von *Aulacodus* (Römer) und von *Erithizon* (Loweg). Am Rücken, Kopf und an den Extremitäten liegen die Haare in regelmäßigen alternierenden Gruppen

von 3—12 Haaren, welche unbedingt den Anschein erwecken, als ob sie hinter Schuppen stünden, denn die Haut zwischen den einzelnen Gruppen ist haarlos. Doch ist, wie die mikroskopische Untersuchung der Haut ergab, keine Spur von Schuppen an jenen Stellen vorhanden. Beim Stachelschwein stehen die Stacheln in ähnlichen Gruppen von 5—8 oder 10—12 größeren und kleineren Stacheln in einer geraden Linie nebeneinander. So entsteht der Anblick eines nach Schuppen sich regelnden Stachelkleides, dem aber die Schuppen entschwunden sind. Beim Ameisenigel, dessen Stachelkleid aus 2 Sorten von Stacheln besteht, stehen die großen Stacheln ganz regelmäßig in fast gleichgroßen Abständen und bilden deutliche Längsreihen.

Wenn man nun in Erwägung zieht, daß die Haare auf den beschuppten Teilen der Haut in alternierenden Gruppen stehen, und daß sie auf den unbeschuppten Teilen genau solche Gruppen bilden oder sich wenigstens auf eine derartige Anordnung zurückführen lassen, so darf man daraus mit vollem Recht schließen, daß die jetzt schuppenlosen Teile der Haut früher gleichfalls Schuppen trugen. Die Schuppen selbst gingen verloren, die Anordnung der Haare und Haargruppen, die sich mehr oder weniger regelmäßig an allen Säugetieren findet, weist aber noch auf ihr früheres Vorhandensein. Das heißt mit andern Worten: „die Vorfahren der Säugetiere sind unter schuppentragenden, niederen Wirbeltieren zu suchen“. Dies ist die gemeinsame sichere Basis, auf der alle Forscher, welche in den letzten Jahren über die Haut der Säugetiere gearbeitet haben, übereinstimmend und einwandsfrei fußen.

Nachdem wir diese Beziehungen der Haare zu den Schuppen kennen gelernt haben, ist die Frage zu erörtern, ob diese Beziehung eine rein topographische ist oder ob hier ein innigeres phylogenetisches Verhältnis vorliegt, das eine Ableitung der Haare aus den Schuppen oder aus Teilen derselben rechtfertigt. Ich habe mich schon mehrfach zu der ersten Ansicht bekannt, welche die Beziehungen beider Hautgebilde zueinander nur als topographische aufgefaßt wissen will. Gegen die stammesgeschichtliche Entwicklung des Haares aus einer Schuppe sprechen einmal morphologische Bedenken, daß das feine runde Haar nicht einer mächtigen flachen Schuppe entsprechen kann, und dann auch entwicklungsgeschichtliche Gründe. Die erste

Anlage des Haares ist eine knospenartige Einsenkung der Oberhaut, zu welcher die Haarpapille erst sehr viel später als Befestigungs- und Ernährungs-Organ hinzukommt. Den ersten Anstoß zur Bildung der Schuppe gibt aber, wie bei der Feder, die Papille der Unterhaut. Dieser embryonale Unterschied, der eingangs schon betont wurde, gibt allein schon dem Haar eine Sonderstellung gegenüber der Schuppe und Feder und verlangt, daß man die Haare von den Schuppen und Federn trenne.

Der Ansicht, zwischen Schuppe und Haar als Zwischenstufe den Stachel und die Borste einzuschieben und der Annahme, daß der Entwicklungsgang „Schuppe—Stachel—Borste—Haar“ lauten müsse, widerspricht unsere genaue Kenntnis von der Entwicklungsgeschichte der Stacheln. Bei unserem Igel und beim australischen Ameisenigel ist die Anlage des Stachels völlig gleich der Anlage des Haares, eine rein epidermoidale, und erst nachdem der Zapfen der Oberhaut in die Tiefe gewachsen ist, entwickelt sich an seinem Grunde genau wie beim Haar eine Papille zur Befestigung und Ernährung. Der ersten Anlage kann man es gar nicht ansehen, ob sie zu einem Stachel oder zu einem Haar werden will. Der einzige Unterschied zwischen Stachel und Haar besteht darin, daß beim Stachel die einzelnen Schichten stärker ausgebildet sind. Dadurch verliert der Stachel aber niemals seinen Haarcharakter und wird in keiner Beziehung der Schuppe oder der Feder ähnlicher, mit denen er also auch nicht in phylogenetische Beziehung gebracht werden darf. Die Stacheln und Borsten sind weiter nichts als stark entwickelte Haare.

Wie wir sahen, liegt im Bereich einer Schuppe stets eine größere Anzahl von Haaren. Wir müßten also doch mindestens die ganze Haargruppe einer Schuppe homolog sein lassen, so dass also ein Haar nicht einer ganzen Schuppe, sondern nur einem Teil einer solchen entspräche. Dem ist aber entgegen zu halten, daß nirgendwo eine Andeutung der Sonderung einer Schuppe in mehrere Teile zu konstatieren ist. Bei keiner Wirbeltiergruppe ist etwas derartiges beobachtet worden, auch nicht bei den Säugetieren, die neben einem Schuppenpanzer ein Haarkleid tragen. Sodann ist als Beweis für die phylogenetische Ableitung des Haares aus einer Schuppe noch hervorgehoben worden, daß die Haare in der Schuppenpapille wurzeln. Emery

fund bei einem Embryo des Gürteltieres an den hinteren Extremitäten eine Gruppe von Haaren mitten auf den Hautschildern. Dieser Befund will mir aber bei der eigentümlichen sekundären Natur des Panzers der Gürteltiere nicht besonders beweiskräftig erscheinen. Die Untersuchung der Entwicklung des Panzers der Gürteltiere hat nämlich gezeigt, daß eine jede größere Schuppe, die wir am erwachsenen Tiere sehen, durch Verschmelzung mehrerer kleiner Schuppen entstanden ist. Zwischen diesen sog. Furchungsschuppen stehen einzelne Haare, die mit der zunehmenden Verschmelzung verdrängt werden, so daß schließlich nur noch die Haare am hinteren Rande der Schuppen übrig bleiben. Die Haare standen zwischen den kleinen Schuppen. Es reiht sich also dieser Fall allen anderen an. Dasselbe gilt von *Clamydophorus* und sonst ist kein Tier bekannt, bei dem Haare mitten in der Schuppe aus der Haut hervortreten, sondern überall da, wo Haare in der Schuppenpapille wurzeln, durchbrechen sie die Haut stets auf dem hinteren freien Rand der Schuppe. Es ist ja auch ganz erklärlich, dass die Haare, die sich an schuppentragenden Tieren entwickelten — und darin sind ja alle Forscher einig, daß die Vorfahren der Säugetiere einen Schuppenpanzer besessen haben — nicht die harten und festen Schuppen durchbrechen, sondern nur in den Einsenkungen unter dem hinteren Rande der Schuppen, dort, wo die Haut weich und ohne Hornüberzug ist, sich entwickeln konnten. Die Beziehung der Haare zu den Schuppen ist also eine rein topographische.

Zu dieser Ansicht führt mich besonders eine biologische Erwägung. Das Haarkleid müssen wir uns doch wohl als einen Wärmeschutz in einer Zeit der Erdgeschichte entstanden denken, als die Abkühlung des Klimas immer mehr zunahm. Da man sich nun nicht vorstellen kann, daß erst nach einem Schwund des Schuppenkleides der erste Schritt zur Entwicklung des Haarkleides getan wurde, ist man zu der Annahme gezwungen, daß die Entstehung der Haare wahrscheinlich mit dem Schwund der Schuppen Hand in Hand ging, und daß die Haare bereits auftraten, als die Schuppen noch vorhanden waren. Aus mechanischen Gründen können sich die Haare zunächst nur unter dem hinteren freien Rande der Schuppen entwickelt haben, wodurch zugleich die platte Form der Haare, die wir bei

manchen Säugetieren finden, verständlich wird. Hier wird die Entwicklungsmöglichkeit die größte gewesen sein, denn die Haare wurden hier in ihrer Entwicklung am wenigsten beeinträchtigt, weil ihre Stellung und Richtung mit der der Schuppen übereinstimmt. Die Ausbreitung der Haare und Haargruppen ist zunächst nicht weiter in die Schuppe hinein, sondern nur über ihren freien Rand erfolgt. Nachdem sie an biologischer Bedeutung und somit auch an Ausdehnung gewannen und infolge dessen mächtiger und größer wurden, bedurften sie auch einer besseren Befestigung und drangen tiefer in die Schuppenpapille ein. Als dann späterhin die Schuppen immer mehr an Bedeutung verloren und allmählich schwanden, haben sich die Haare erst ihrer Plätze bemächtigen und allgemein über die Haut ausbreiten können. Biologisch läßt sich diese Annahme so verstehen, daß dem Wärmeschutz gegen eine geringe Abkühlung des Klimas durch das spärliche Haarkleid unter dem Rande der Schuppen Genüge geleistet wurde. Gegen eine weitere Abnahme der Temperatur konnte es aber nicht hinreichenden Schutz gewähren; es bedurfte dazu eines viel dichteren Haarkleides, welches aber erst entstehen konnte, als die Schuppen an Bedeutung verloren und schwanden. Aus dem gleichzeitigen Nebeneinandervorkommen ergibt sich unbedingt, daß die Beziehung der Haare zu den Schuppen nur eine topographische gewesen sein kann.

Die Temperaturabnahme betrachten wir somit als den maßgebenden Faktor bei der Entstehung des Haarkleides. Aber nicht nur die Entstehung der Haare findet hierdurch ihre Erklärung, sondern auch die des warmen Blutes und der Schweißdrüse. Tiere mit einem schlecht wärmeleitenden und deshalb warmhaltenden Haarkleid konnten der Abkühlung des Klimas besser trotzen. Die amphibienähnlichen Vorfahren der Säugetiere mit ihrem wechselwarmen Blut hätten aber doch dieses Kälteschutzes gar nicht bedurft, denn sie konnten doch, ebenso wie heute noch die Amphibien und Reptilien, durch Erstarrung und Winterschlaf die kühlere Zeit überdauern. Es muß daher mit der Entstehung des Haarkleides eine Erwärmung des Blutes gleichzeitig stattgefunden haben oder ihr schon vorangegangen sein. Aber mit der Erhöhung der Körperwärme und ihres Schutzes allein war auch noch nichts gewonnen; es bedurfte

noch eines Wärmeregulationsapparates und das waren die Schweißdrüsen. Entstehung des Haarkleides, Erwärmung des Blutes und Entwicklung der Schweißdrüsen sind drei wichtige unzertrennliche Stufen in der Phylogenie der Säugetiere, welche einzeln für sich genommen nicht zu erklären und zu verstehen sind. Sie bilden eine zusammenhängende Gruppe.

Somit wird uns auch der innige Zusammenhang zwischen Haar und Schweißdrüse, der bei den meisten Säugetieren konstatiert werden kann, verständlich. Die Schweißdrüse ist ein Anhangsgebilde oder vielmehr ein Zwilling des Haares, denn sie entwickelt sich ebenso wie die Talgdrüse aus der Haaranlage. Derselbe Epidermiszapfen enthält die gemeinschaftlichen Anlagen für Haare, Schweißdrüsen und Talgdrüsen und an den behaarten Körperstellen entwickeln sich meist alle drei Gebilde aus ihm. Er kann aber auch gerade so gut nur eine Schweißdrüse oder nur eine Talgdrüse oder endlich nur ein Haar oder einen Stachel aus sich hervorgehen lassen. Man bezeichnet daher, den ursprünglich einfachen Oberhautfortsatz, besser nicht als Haarkeim, sondern als primären „Epithelkeim“, aus dem sich Haarkeim, Schweißdrüsen- und Talgdrüsen-Anlagen abscheiden können.

Ursprünglich kommt jeder Haargruppe nur eine Schweißdrüse zu und an den meisten Tieren, selbst bei manchen höheren Affen, mündet die Schweißdrüse noch in den Haarbalg ein, aus dem sie auch ihre Entwicklung nahm. Die selbständige Ausmündung der Schweißdrüse ist die Ausnahme und kommt auch nur bei wenigen Tieren vor. Meist zeigt ihre Lage zu den Haargruppen auch dann noch, daß sie ursprünglich an die Haargruppe gebunden war. Haare und Schweißdrüsen sind nicht nur topographisch, sondern auch ontogenetisch und phylogenetisch miteinander verknüpft, und dort wo diese Beziehungen heute nicht mehr sichtbar sind, liegen sekundäre Verhältnisse vor.

Die erwähnten verschiedenen Stufen in der Phylogenie des Haarkleides sehen wir heute noch an verschiedenen Tieren in schönster Deutlichkeit ontogenetisch zum Ausdruck gebracht. Beim Stachelschwein gewähren die in breiten alternierenden Gruppen stehenden mächtigen Stacheln auf dem Rücken den Anblick, als ob sie hinter Schuppen hervorträten. Die einzelnen Gruppen stehen 1—2 cm von einander entfernt. Die Schuppen

sind aber nicht mehr vorhanden, und doch ist es zwischen den Stachelgruppen auf den Plätzen der ehemaligen Schuppen noch nicht zur Entwicklung eines allgemeinen feineren Haarkleides gekommen. Die Haut ist dort völlig nackt, denn die wenigen Borsten, mit welchen das Stachelkleid untermischt ist, stehen stets dicht vor oder neben den Stacheln. Die Ausbildung der mächtigen Stacheln mag jegliche weitere Entwicklung der Haare verhindert haben.

Bei den schon erwähnten Embryonen von *Aulacodus* und *Erithixon* zeigen die Haargruppen noch dieselbe Anordnung, welche sie nach unserer biologischen Erwägung bei ihrem ersten phylogenetischen Auftreten hinter den Schuppen genommen haben müssen; sie haben noch genau den Platz inne, den ihnen die Schuppen ehemals vorschrieben. Die Schuppen sind aber gänzlich geschwunden. Diese Haargruppen entstehen zuerst und wenn sie schon eine ziemliche Länge erreicht haben, erscheinen zwischen den Haargruppen auf den vermeintlichen Schuppen die Anlagen des allgemeinen dichten Haarkleides überall auf dem ganzen Körper, und zwar liegen sie an dem hinteren Rand der Schuppe in der Nähe der größeren Haare am dichtesten und bilden ebenfalls Gruppen, während sie weiter vorn auf der vermeintlichen Schuppe spärlicher und nur vereinzelt auftreten. Die Untersuchung einer Anzahl von Bälgen ergab nun, daß an den als „Winterfell“ bezeichneten Bälgen, namentlich an solchen von jüngeren Tieren, ein allgemeines dichtes Haarkleid zwischen den anderen Haargruppen vorkommt, während bei den „Sommerfellen“ nur einzelne feinere Haare auf den ehemaligen Schuppenplätzen stehen. Die oben skizzierten phylogenetischen Stadien aus der Geschichte der Haarentstehung, die wir mit der Klimaänderung erklären wollten, wiederholen sich heute noch alljährlich bei dem Übergang aus der Winterzeit in die Sommerzeit wie beim ersten Auftreten. Eine Temperaturzunahme — Sommerzeit — bringt heute die vielen kleinen Haare auf den Schuppenplätzen wieder zum Schwinden, während ehemals eine Temperaturabnahme ihr erstes Auftreten bedingte und verursachte. Gewiß werden auch noch andere Tiere mit ausgesprochenem Sommer- und Winterfell in dieser Frage weitere Aufschlüsse geben.

Nur wenige Tiere haben in ihrer Hautentwicklung solche primitiven Zustände bewahrt, an denen wir uns die phylo-

genetischen Vorgänge in der Haut beim Übergang von einem Schuppenpanzer zu einem Haarkleid verständlich machen können. Vielfach liegen sekundäre Verhältnisse vor, so namentlich an den beschuppten Schwänzen. Bei der erwachsenen Ratte steht unter dem hinteren Rande einer jeden Schuppe ein stärkeres Mittelhaar und neben demselben jederseits mehrere seitliche Nebenhaare. Die Zahl der Mittelhaare eines jeden Schuppenringes — die Schuppen sind nämlich in parallelen Ringen angeordnet, welche um den ganzen Schwanz herumgehen — entspricht der Anzahl der Schuppen desselben Ringes. Man wird nun geneigt sein, anzunehmen, daß die Schuppen das Primäre sind, die den Haaren ihren Platz unter dem hinteren Rande vorschreiben. Meine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Haare sich zuerst anlegen, ehe auch nur die Andeutungen der Schuppen vorhanden sind, von denen sie nachher abhängen; sie legen sich in alternierenden Gruppen von 4 oder 5 Haaren an, wobei das Mittelhaar zuerst auftritt. Erst nachdem die Haare einen hohen Grad der Ausbildung erlangt haben, erfolgt eine ringförmige Erhebung der Unterhaut, welche den ganzen Schwanz umgreift und sich über die Haare hinwegzieht. Die Hornschicht ist ebenfalls zuerst über dem ganzen Schwanz einheitlich. Sie wird dann von den durchbrechenden Haaren zerrissen, wodurch dann die Schuppenringe zwischen den Haaren entstehen. Zweifelsohne läßt sich die regelmäßige Stellung der Haare schon bei ihrer ersten Anlage nur aus einer topographischen Beziehung zu den Schuppen erklären. Doch sind zwei Möglichkeiten vorhanden: die Haare haben sich einstmals an beschuppten Vorfahren entwickelt; es trat aber eine Zeit ein, in welcher die Schuppen an Bedeutung und Entwicklung verloren, aus welcher Zeit die Haare ihr Recht herleiten, sich früher anzulegen. Als die Schuppen dann aus irgend einer Veranlassung wieder in den Vordergrund traten, mußten sie ihre alte Anordnung wieder einnehmen, welche die Haare so schön bewahrt hatten. Ihren Platz und die Beherrschung der Haare im ausgebildeten Zustande erwarben sie wieder, aber des Rechtes der früheren Anlage gingen sie verlustig. Oder aber wir müssen annehmen, daß sich die Schuppen am Rattenschwanz als Rest eines ehemaligen Schuppenkleides erhalten haben, dann aber, als die Schuppen des übrigen Körpers

von dem Haarkleid gänzlich verdrängt wurden, vor den Haaren an Bedeutung zurücktraten. Die Haare legten sich allmählich vor ihnen an, aber immer noch in der alten gesetzmäßigen Anordnung, in welcher sie im erwachsenen Zustande von ihnen abhängig sind. Auf alle Fälle liegen sekundäre Verschiebungen vor und wir sehen daraus, daß man nicht jedes Vorkommen von Haaren in Verbindung mit Schuppen gleichmäßig phylogenetisch verwerten kann.

Nachdem wir nunmehr gesehen haben, daß wir für die Ableitung des Haares aus der Reptilienschuppe keine genügende Basis finden konnten, und beide Hautgebilde nur in topographischer Beziehung zueinander stehen, erhebt sich die Frage, ob das Haar eine eigene Neubildung der Haut ist oder ob sich andere phylogenetische Vorläufer des Haares in der Haut niederer Wirbeltiere finden.

Wenn man der Ansicht ist, daß die Haare als solche in der Haut der Säugetiere entstanden sind, so sind natürlich alle weiteren Fragen über die Herkunft des Haares überflüssig. Geht man aber von der Voraussetzung aus, daß die Säugetiere sich aus niederen Wirbeltieren entwickelt haben und demgemäß auch die Organe von den Vorfahren überkommen sind, so wird man folgerichtig auch nach Organen suchen müssen, welche die anatomische Grundlage für die Haare abgegeben haben könnten.

In diesen Bahnen bewegen sich die Arbeiten von F. Maurer, für den der Ausgangspunkt das Haar als Einzelorgan war, und der dadurch ganz neue Gedanken in die Haar- und Schuppenfrage brachte.

Nach Maurer sind auch noch andere Forscher mit Ansichten über diese Frage hervorgetreten. So hat Emery in den Hautzähnen der Fische die Vorläufer des Haares erblickt. Er stützt sich dabei auf die Übereinstimmung in der ersten Anlage beider Gebilde, denn so wie beim Haar beginnt auch die Zahnanlage mit der Bildung eines knospenartigen Zapfens der Oberhaut. Auch zeigt die Anlage des Ersatzzahnes in der Bildung einer neuen Papille manche Ähnlichkeit mit der Anlage eines neuen Haares an Stelle eines alten. Damit ist aber die Übereinstimmung erschöpft. Weder ist die Zahnpapille mit ihrem Nervenreichtum der nervenlosen Haarpapille, noch ist der

Schmelz und Dentin des Zahnes mit den Elementen des Haares irgendwie vergleichbar.

Sodann sind von Leydig die Perlorgane, die auf den Schuppen mancher Fische im Hochzeitskleide auftreten, als Vorläufer der Haare in Anspruch genommen worden. Wenn es einerseits schon gewagt erscheint, die Säugetiere hinsichtlich ihres Haarkleides an eine ziemlich abseitsstehende Fischgruppe anzuschließen, so hat andererseits auch die histologische Untersuchung ergeben, daß hierfür jede Anknüpfungsmöglichkeit fehlt. Die Perlorgane stellen keine eigenen Gebilde dar, sondern entstehen als Gebilde ganz hinfälliger Art aus Oberhautzellen in der Umgebung der Hautsinnesorgane, wenn diese selbst zugrunde gehen. Endlich ist auch der Bau der Perlorgane nicht geeignet, die Besonderheiten im Bau des Haares verständlich zu machen.

Eine bessere Grundlage hat die Hypothese von F. Maurer, die in den Hautsinnesorganen der niederen Tiere die Vorläufer der Haare erblickt. Während die erwähnten Perlorgane aus Wucherungen der umliegenden Oberhautzellen entstehen, sind die Hautsinnesorgane selbst die Grundlage für das Säugetierhaar und der Bau dieses Organes wird uns aus dieser Beziehung vollkommen klar und verständlich.

Diese Hautsinnesorgane finden sich bei sämtlichen im Wasser lebenden niederen Wirbeltieren. Sie treten bei manchen Formen in regelmäßigen Reihen auf, namentlich am Kopfe und am Rumpfe in drei Längsreihen, entsprechend dem Verlauf des Seitenastes des N. Vagus und zeigen die Tendenz zur Gruppenbildung. Es steht nicht immer ein Sinnesorgan allein, sondern sie stehen in Gruppen von 3—5 in einer Reihe nebeneinander. Diese Gruppenstellung ist eine Folge ihrer Vermehrung durch Teilung. An der Stelle, wo später eine Gruppe von Hautsinnesorganen liegt, findet man embryonal nur ein einziges Organ angelegt. Durch Teilung vermehrt sich ein solches Gebilde und die Gruppe, welche dann zustande kommt, wird stets durch ein Nervenstämmchen versorgt, das ursprünglich zu dem einzigen Organ verlief, später aber jedem Organ der Gruppe einen Zweig zuschickt. Seinem Bau nach stellt jedes Organ in einfachster Form ein scharf umgrenztes knospenförmiges Gebilde der Oberhaut dar, das im Zentrum Sinneszellen enthält, die von

langen Epidermiszellen als Stütz- und Deckzellen umhüllt werden. Die beiden Zellenformen, welche die Sinnesknospe zusammensetzen, reichen an die freie Oberfläche der Haut. Durch Vergrößerungen können solche einfachen Sinnesorgane mannigfach umgestaltet sein, stets lassen sie sich aber von der einfachsten Form ableiten.

Vergleicht man ein solches Hautsinnesorgan mit einem Haar, so ergibt sich eine ganze Reihe von Übereinstimmungen, deren wesentlichste in der Gleichheit der ersten Anlage beider Gebilde liegt. Haar und Sinnesorgane sind beide reine Oberhautgebilde, bei welchen die Unterhaut erst in zweiter Linie als stützender und ernährender Apparat in Mittätigkeit tritt, während, wie wir anfangs sahen, die mannigfachen Schuppen und Federn ihren Ausgangspunkt in einer Unterhautpapille finden. Ferner stehen die Sinnesorgane in Längsreihen und bilden Gruppen, die bei den Fischen in topographischen Beziehungen zu den Schuppen treten.

Die Hautsinnesorgane verhalten sich nun bei den Amphibien sehr verschieden. Die Gruppe der Amphibien vermittelt bekanntlich den Übergang zum Landleben. In der Jugend leben sie als kiemenatmende Larven im Wasser; im erwachsenen Zustande gehen sie ans Land und es tritt Lungenatmung ein. Die meisten Amphibien führen aber in regelmäßig wiederkehrenden Zeitperioden, zur Laichzeit, in altgewohnter Weise ein vorübergehendes Wasserleben.

Die Hautsinnesorgane erleiden nun bei vielen Amphibien eine völlige Rückbildung, so bei den meisten Fröschen und Salamandern. Bei anderen Gruppen aber, so z. B. bei unseren Molchen sinken sie, wenn die Tiere aufs Trockene gehen, in die Tiefe. Die Sinneszellen, im Zentrum der Gebilde angeordnet, nehmen eine tiefe Lage ein, die sie umgebenden Stütz- und Deckzellen verhornen, es tritt reichliche Pigmententwicklung auf und es bildet sich ein kleiner konischer Hornzapfen, welcher einen schützenden Wall um die Sinneszellen darstellt. In diesem eigentümlichen Verhalten bleiben die Sinnesorgane während der ganzen Zeit des Landlebens dieser Tiere. Suchen die Tiere das Wasser wieder auf, so nehmen die Sinnesorgane wie früher eine oberflächliche Lage ein, die verhornten Zellen werden abgestoßen und es bildet sich wieder ein für das Wasserleben geeignetes Hautsinnesorgan aus.

Wie nun heute die Hautsinnesorgane der Amphibien beim Übergang zum Landleben in die Tiefe sinken und verhornen, so trat auch ehemals, als die Vorfahren der heutigen Säugetiere sich an das Landleben gewöhnten, allmählich ein Funktionswechsel der Organe ein, die spezifischen Sinneszellen, die in ihrer Funktion abhängig sind vom Wasser als umgebenden Medium, gingen zu Grunde. Der sie versorgende Nerv schwand allmählich und die Stütz- und Deckzellen lieferten durch Verhornung den Haarschaft.

Wenn man ein solches in der Tiefe liegendes Hautsinnesorgan mit einem Haar vergleicht, so kann man allerdings zu der Überzeugung kommen, daß in der Hautsinnesknospe alle Teile des Haares in einfachster Weise vorgebildet sind. Die bis ins einzelne gehende Übereinstimmung der verschiedenen Schichten eines Haares mit denen der Sinnesknospe machen alle Besonderheiten im Bau des Haares verständlich. Das Mark des Haarschaftes, das aus unvollkommen verhornten Zellen besteht, repräsentiert die verkümmerten Reste der Sinneszellen. Die darum liegende Rindenschichte des Haarschaftes ist ableitbar von den verhornten Stützzellen der Sinnesknospe, das Oberhäutchen des Haares entwickelt sich aus den Deckzellen der Sinnesknospe und in der äußeren und inneren Wurzelscheide des Haares findet man den die Sinnesknospe überragenden Epithelkegel wieder. Natürlich kann auf alle Einzelheiten dieses Vergleiches nicht eingegangen werden. Folgt man aber der Maurerschen Beweisführung, die auf dem Zusammenwirken einer ganzen Reihe von Übereinstimmungen in der Histologie und Entwicklungsgeschichte des Haares und der Hautsinnesorgane beruht, kritisch und objektiv, so kann man seiner Hypothese die Anerkennung nicht versagen. Die phylogenetische Ableitung des Haares als Einzelorgan aus einem Hautsinnesorgan hat eine genügend sichere Basis erhalten, die natürlich immer nur einen hypothetischen Charakter haben kann, weil ein auf direkter Beobachtung gestützter Beweis, welcher zeigt, wie eine Sinnesknospe zu einem Haar auswächst, niemals zu erbringen ist.

Aber auch für das Zustandekommen der Haargruppen finden wir in der Maurerschen Hypothese eine genügende Erklärung. Wie wir sehen, können die Hautsinnesorgane sich teilen, ihre Gruppenstellung ist eine Folge ihrer Vermehrung

durch Teilung. Bei den Haaren haben wir die Gruppenstellung überall konstatieren können. Wie nun meine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der Haut des Ameisenigels gezeigt hat, entstehen hier die Haargruppen ebenfalls durch Teilung. Sie kommen dadurch zustande, daß der erste Haarkeim, das spätere Mittelhaar, durch Sprossung an seinem oberen Ende die Nebenhaare aus sich hervorgehen läßt. Beim Ameisenigel, den wir wegen anderer anatomischer Merkmale als das niedrigst organisierte Säugetier ansehen müssen, entsteht also eine Haargruppe durch Teilung von einer einheitlichen Anlage aus. Da Haare und Hautsinnesorgane einzig und allein diesen Entstehungsmodus der Gruppen durch Teilung haben, so ist dieser Befund nicht nur ein bedeutungsvolles Glied in der Kette der Übereinstimmungen beider Gebilde, sondern auch noch ein ganz fundamentaler Unterschied gegenüber den Schuppen- und Federgebilden, welche niemals eine solche Vermehrungsweise zeigen. In der Haut des Ameisenigels finden sich aber auch noch andere primitive Zustände, welche einen überraschenden Beweis für Maurer geliefert haben, das ist die Anordnung der Stacheln in Längsreihen, der frühe Durchbruch der Stacheln an den Seiten des Körpers und die papillären Erhebungen, die wir als die letzten Reste eines ehemaligen Schuppenkleides ansprechen müssen.

Dieser Befund der Haargruppenbildung beim Ameisenigel, der auch zu unserer obigen biologischen Erklärung für die Entstehung des Haarkleides paßt, berechtigt uns zu der Annahme, daß dieser Modus der ursprüngliche gewesen ist. Daß er heute nicht an weiteren Tieren konstatiert wird, darf uns nicht überraschen. Einmal sind nur wenig Tiere auf ihre Haarentwicklung hin genau studiert, so noch nicht einmal die Beuteltiere. Dann muß die Haarentwicklung immer mehr von dem ursprünglichen Verhalten abweichen, je mehr sich die betreffenden Tiere von ihrem Ahnen entfernt haben. Wie wir oben sahen, sind die Haare am hinteren Rand der Schuppe entstanden. Ihre Ausdehnungsfähigkeit war zunächst begrenzt und konnte nur über den Schuppenrand in die Breite erfolgen. Dadurch haben sich die Nebenhaare aber schnell vom Mittelhaar, ihrem Mutterboden, losgelöst; sie sind in die Breite gerückt und selbständig geworden und legen sich nunmehr direkt von der Epidermis aus an.

Nachdem wir nunmehr gesehen haben, auf welchem Wege es zur Bildung des Haares und der Haargruppe kam, bleibt uns noch übrig, die Verteilung der Haare über den ganzen Körper und die Entstehung des Haarkleides zu erörtern. Hierfür scheint die Maurersche Lehre zunächst keine genügende Erklärung zu bieten.

Unsere Amphibien verlieren mit dem Übergang zum Landleben die Hautsinnesorgane; letztere sinken in die Tiefe und verschwinden mehr und mehr. Oder sie beschränken sich nur noch auf bestimmte Reihen und sind hauptsächlich am Kopf entwickelt. Von dieser geringen Verteilung der Hautsinnesorgane aus ist es schwierig zu einem über den ganzen Körper verbreiteten Haarkleide zu kommen. Doch steht damit die Tatsache im Einklang, daß sich die Haare am Kopfe der Säugetiere zuerst und zwar sehr viel früher als an dem übrigen Körper anlegen. Auch sind viele von ihnen empfindliche Sinnesorgane, die Tasthaare oder Spürhaare an der Schnauze und an den Wangen der Säugetiere. Dann sehen wir auch bei manchen Formen die ersten Haaranlagen in regelmäßigen Längsreihen an den Seiten auftreten, die eine große Ähnlichkeit mit den Längsreihen der Hautsinnesorgane niederer Wirbeltiere haben. Später erst treten dann über den ganzen Körper verbreitete Haaranlagen auf. Mit dem ungleichen Flächenwachstum der Haut, verwischen sich diese Reihen mehr und mehr; bei manchen Arten, so z. B. beim Ameisenigel, erhalten sie sich aber auch während des ganzen Lebens. Bei den Embryonen ist die Anordnung der Haare in Reihen stets deutlicher als am ausgebildeten Tiere.

Andererseits kennen wir aber auch Amphibien, so z. B. *Cryptobranchus*, bei denen die Hautsinnesorgane viel reichlicher entwickelt sind, und bei den meisten Fischen sind sie über den ganzen Körper verbreitet und bedecken auch die Gliedmaßen, wo sie in dichten Massen in Längsreihen zwischen den Schuppen stehen. Wir kennen also jedenfalls wasserbewohnende Wirbeltiere, die ganz mit Hautsinnesorganen bedeckt sind. Im Vergleich damit ist der Hautsinnesapparat der Amphibien freilich ein kümmerlicher Rest. Aber von den heutigen nackten Amphibien darf man dabei auch nicht ausgehen. Diese Gruppe stellt bekanntlich den Rest einer früher sehr formenreichen

Wirbeltierklasse dar, der noch eine weitgehende Rückbildung erlitten hat und in den meisten Organen reduziert ist. Mit diesen Zuständen darf man die heutigen Säugetiere nicht in einen stammesgeschichtlichen Zusammenhang bringen, sondern wir müssen auf deren beschuppte Ahnen zurückgehen. Diese wasserbewohnenden Vorläufer beweisen, daß den heutigen Amphibien die Schuppenlosigkeit nicht von vornherein zukommt. Die Schuppen sind geschwunden, während die Hautsinnesorgane sich noch in Resten erhalten haben, die eine regelmäßige Anordnung innehalten.

Als diese Ahnen betrachten wir die formenreiche Gruppe der Stegocephalen, die durch Credner bekannt gewordenen Panzerlurche der Steinkohlenzeit, die einen wohl entwickelten Schuppenpanzer besaßen. Ihre Larven sind mit Kiemen ausgerüstet und bei ihnen dürfen wir auch wohl unter dem Schutze der Schuppen über dem ganzen Körper verbreitete Hautsinnesorgane, ähnlich wie bei den Fischen, vermuten. Von hier aus ist es nicht schwer, sich die Entstehung des über den ganzen Körper verteilten Haarkleides verständlich zu machen.

Da die Hautsinnesorgane fossil nicht erhalten bleiben können, so ist freilich auch der Beweis, daß die Stegocephalen Hautsinnesorgane besessen haben, nicht zu erbringen. Wenn wir ihnen aber auf Grund ihres gut erhaltenen Skelettes und ihres Hautpanzers eine Stellung zwischen den heutigen Amphibien und Fischen anweisen müssen, so sind wir auch berechtigt, bei ihnen Hautsinnesorgane vorauszusetzen.

Die Maurersche Hypothese hat uns gleichmäßig den Schlüssel zum Verständnis aller Hautgebilde der höheren Wirbeltiere gebracht. Die Hautsinnesorgane, welche die Stegocephalen von den Fischen her ererbt hatten, haben die Basis für die Entstehung der Haare und Haargruppen abgegeben; ihre Lagebeziehung zu den Schuppen erklärt uns die eigentümliche regelmäßige Anordnung der Haare, welche auf einen ehemaligen Schuppenpanzer hinweist, und die Schuppen der Stegocephalen haben sich in dem Schuppenkleid und seinen Resten, die wir bei vielen Säugetieren finden, erhalten, bei einigen Formen sich sogar durch Anpassung weiter ausgebildet. Ebenso sind die Schuppen der Stegocephalen auf die divergente Linie der Reptilien übergegangen, die durch Umbildung die Federn der Vögel entstehen ließen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [1904](#)

Autor(en)/Author(s): Römer Fritz

Artikel/Article: [Die Haut der Säugetiere. 91-110](#)